



T E R R E   D ' A S S E M B L A G E



MAURIN FIXATION

S.A.S. AU CAPITAL DE 5 634 784 € - 344 087 663 R.C.S. LYON

## Mémento Technique de la Fixation

Edition 3.1 mise à jour - Mars 2018



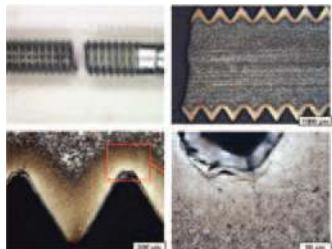
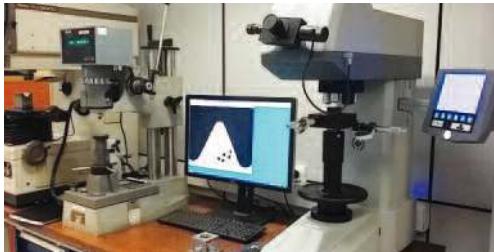
### Une équipe d'experts techniques

#### Expertise technique par secteur d'activité

- Industrie, automobile, ferroviaire, infrastructures, ...
- Des experts dans les comités de normalisation (dont l'AFNOR et l'UNM), pour les environnements normatifs de chaque secteur d'activité (normes ISO, NF, DTRF, ...).

#### Support technique en accompagnement de vos projets

- Aide au choix du produit de fixation : classe de qualité, revêtement, ...
- Aide dans l'utilisation : méthode de montage, calcul des couples de serrage, ...
- Analyse des causes de défaillances (ruptures, qualité, utilisation non conforme, ...) en interne ou en collaboration avec des laboratoires extérieurs,
- Etudes de rationalisation de votre portefeuille de fixation, analyses de vos cahiers des charges,
- Expertise sur vos sites et chantiers,
- Formation de vos équipes aux techniques d'assemblage.



## Une équipe d'experts qualité pour garantir des produits conformes

- Etablissement du plan de surveillance en fonction de l'analyse du besoin client,
- Constitution des dossiers EI, PPAP, FAI, ...
- Gestion de la qualité fournisseurs : évaluation, sélection, audits, suivi de la performance, ...
- Contrôle des éléments de fixation,
- Essai d'aptitude à l'emploi.



Boulonnerie de construction métallique

## Notre laboratoire d'expertise

- **Essai d'aptitude à l'emploi, coefficient de frottement** : banc couple/tension,
- **Mesure de dureté** : Vickers, Rockwell,
- **Mesure d'épaisseur de revêtement** : fluorescence, métallographie,
- **Mesure de couple** : clef dynamométrique,
- **Mesure dimensionnelle** : 2D optique, projecteur de profil, PC, micromètre,
- **Contrôle par gabarit** : bagues et tampons filetés.



[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)

0 825 007 333 ► Service 0,15 € / min  
\* prix appel

[fixations@emile-maurin.fr](mailto:fixations@emile-maurin.fr)



# MAURIN FIXATION



## MAURIN FIXATION

S.A.S AU CAPITAL DE 5 634 784 € - 344 087 663 R.C.S. LYON



[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)

0 825 007 333 Service 0,15 € / min  
+ prix appel

# Nos implantations **en France**

## Un service de proximité

### LYON

13, rue du Souvenir  
BP 9271  
69264 LYON Cedex 09 - France  
Tél. : 33 (0)4 72 85 85 85  
Fax : 33 (0)4 78 83 21 78  
[fixations@emile-maurin.fr](mailto:fixations@emile-maurin.fr)

### BORDEAUX

35 allée de Mégevie  
33170 GRADIGNAN  
Tél. : 05 56 13 60 30  
Fax : 05 56 13 60 39  
[bordeaux@emile-maurin.fr](mailto:bordeaux@emile-maurin.fr)

### LILLE

Z.I. de la Pilaterie - Acticlub Bat. H  
6, rue de la Ladrie  
59290 WASQUEHAL  
Tél. : 03 20 98 82 82  
Fax : 03 20 73 86 74  
[lille@emile-maurin.fr](mailto:lille@emile-maurin.fr)

### NICE

489, avenue Dr Julien Lefèuvre  
BP 69  
06271 VILLENEUVE-LOUBET Cedex  
Tél. : 04 92 13 80 00  
Fax : 04 93 73 63 40  
[villeneuveleoubet@emile-maurin.fr](mailto:villeneuveleoubet@emile-maurin.fr)

### PARIS

65, rue Edith Cavell  
BP 76  
94403 VITRY-SUR-SEINE Cedex  
Tél. : 01 47 18 13 70  
Fax : 01 47 18 60 20  
[vitry@emile-maurin.fr](mailto:vitry@emile-maurin.fr)

### RENNES

9, rue des Charmilles  
35510 CESSON SÉVIGNÉ  
Tél. : 02 23 35 44 80  
Fax : 02 99 77 99 23  
[rennes@emile-maurin.fr](mailto:rennes@emile-maurin.fr)

### TOULOUSE

25, avenue Georges Guynemer  
BP 43  
31771 COLOMIERS Cedex  
Tél. : 05 61 15 41 41  
Fax : 05 61 15 41 42  
[toulouse@emile-maurin.fr](mailto:toulouse@emile-maurin.fr)

### TOURS

29, rue des Frères Lumière  
ZI de la Vrillonnerie  
37170 CHAMBRAY-LES-TOURS  
Tél. : 02 47 26 47 10  
Fax : 02 47 65 78 88  
[tour@emile-maurin.fr](mailto:tour@emile-maurin.fr)

### PLATEFORME SUPPLY CHAIN

15, chemin de la Pierre Blanche - 69800 SAINT-PRIEST  
Tél. : 33 (0)4 37 64 35 64 - Fax : 33 (0)4 72 89 73 07

- Un peu d' étymologie et d' histoire	6
---------------------------------------	---

## ■ APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE

1 Approche des technologies	10
2 Notions économiques	28
3 Notions élémentaires de mécanique	29
4 Notions élémentaires sur le traitement thermique	32
5 Notions élémentaires sur les revêtements de surface	35
6 Notions élémentaires sur la normalisation	39
7 Élaboration d'une demande d'offre ou d'une commande de fixations	41
8 Vocabulaire du métier de la fixation	42

## TECHNIQUE AVANCÉE

### 1. ÉLABORATION DES MATÉRIAUX

1.0 Élaboration de l'acier	65
1.1 Elaboration de l'aluminium	66
1.2 Traitements thermiques des aciers et des fontes	68

### 2. MATÉRIAUX

2.0 Désignation des aciers	70
2.1 Aciers réfractaires	77
2.2 Aciers inoxydables	78
2.3 Métaux non ferreux	84
2.4 Matériaux thermoplastiques et thermodurcissables	86

### 3. PROCESS DE FABRICATION DES FIXATIONS

3.0 Process de frappe à froid	97
3.1 Process de frappe à chaud (forge)	98
3.2 Process de découpage / emboutissage	100
3.3 Process par frittage	101
3.4 Process par estampage et matriçage	103
3.5 Process par usinage	104
3.6 Process par injection	106
3.7 Filetage roulé	108
3.8 Filetage taillé	110

### Avertissement

Les pages qui suivent ont été élaborées afin de répondre au mieux aux besoins de nos interlocuteurs ; elles se présentent en trois parties.

Une première partie «Approche technico-économique» devrait permettre aux approvisionneurs et acheteurs d'appréhender les problématiques des métiers de la fixation.

Une deuxième partie intitulée «Technique avancée» a pour objectif d'aller plus loin dans la connaissance et de donner aux bureaux d'études les éléments pour opérer les bons choix.

L'ensemble des outils utiles au quotidien (tableaux de correspondances, valeur utiles et normatives, textes législatifs et réglementaires...) est regroupé dans le chapitre «Bibliothèque & Outils».

Une dernière partie «Environnement et législation» permet de retrouver des extraits des textes réglementaires concernant le métier de la fixation, ainsi que les usages de la profession.

**Bien que complet, ce document n'a pas vocation à remplacer l'ensemble du corpus des normes, seul référentiel en dernier ressort. Malgré les travaux de relecture, des erreurs de transcription sont possibles et Emile Maurin ne saurait être tenu responsable de ces anomalies, seules les normes officielles faisant foi.**

### Remerciements

Nous tenons particulièrement à remercier de leur aide et collaboration l'ensemble des personnes, sociétés et organismes qui ont aidé à la conception, au contenu ou aux illustrations composant ces pages.

Sans pouvoir être exhaustifs, nous citerons Monsieur René Bourgeois, les Editions Casteilla, l'AFFIX, Automatica, Bolhoff, le CETIM, Coventya, GFD, Lisi, National Machinery LCC, NOF Metal Coating, Zwick...

Emile Maurin SAS

<b>4. CHOIX D'UN ASSEMBLAGE BOULONNÉ</b>	113
4.0    Démarche de choix d'un élément d'assemblage	114
4.1    Démarche de dimensionnement d'un assemblage vissé	115
4.2    Règles d'implantation	116
4.3    Implantation d'une vis	118
4.4    Les boulons	119
4.5    Les goujons NFE 25-135	121
4.6    Les vis de pression	122
4.7    Les écrous	123
4.8    Les inserts et filets rapportés	125
4.9    Les rondelles d'appui et rondelles-frein	127
4.10   Rondelles ressort	131
<b>5. CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES</b>	137
5.0    Vis, goujons et tiges filetées	138
5.1    Ecrous de classe de qualité spécifiée (NF EN ISO 898-2 – Juin 2012)	173
5.2    Vis et goujons en acier inoxydable (NF EN ISO 3506-1 – Janvier 2010)	186
5.3    Ecrous en acier inoxydable (NF EN ISO 3506-2 – Janvier 2010)	188
5.4    Fixations en matériau thermoplastique	189
5.5    Essais mécaniques	191
5.50   Synoptique	193
5.51   Essais de traction NFE EN 10002-1	192
5.52   Essais de compression et cisaillement	194
5.53   Essais de flexion	195
5.54   Essais de fatigue NF ISO 3800	196
5.55   Essais de résilience - Essais de flexion par chocs NF EN 10045-1	198
5.56   Essais de dureté	200
5.57   Essais de couple/tension	204
5.6    Défaillance d'assemblages vissés : typologie et causes principales	206
<b>6. PROFIL D'UN ÉLÉMENT FILETÉ</b>	209
6.0    Filetages métriques à profil triangulaire à 60° ISO (NF EN ISO 68)	210
6.1    Tolérance des éléments filetés de 1 à 355 mm (NF EN ISO 965)	211
6.2    Filetages Américains UNC UNF UNS	212
6.3    Filetages Anglais BSW BSF	217
6.4    Filetages trapézoïdaux symétriques (NF 03-615/616/617)	218

<b>7. LUTTE CONTRE LA CORROSION</b>	221
7.0    Les processus de corrosion	222
7.1    Corrosion galvanique	225
7.2    Méthodes de lutte contre la corrosion	227
7.3    Les revêtements électrolytiques	229
7.4    Fragilisation par l'hydrogène	231
7.5    Les revêtements lamellaires NF EN ISO 10683	233
7.6    Galvanisation à chaud	236
7.7    Chromage	239
7.8    Les autres traitements ou revêtements	242
7.9    Choix d'un revêtement conforme ROHS	244
<b>8. SERRAGE, AUTO-FREINAGE, GRIPPAGE</b>	245
8.0    Principes mécaniques du serrage d'un assemblage vissé	246
8.1    Méthodes, outils et limites des types de serrage	250
8.2    Serrage : cas particulier des fixations en acier inoxydable	253
8.3    Grippage des fixations en acier inoxydable	254
8.4    Lubrification des fixations en acier inoxydable	255
8.5    Systèmes de freinage et étanchéité par dépôt sur filet (pré-application)	256
<b>9. BOULONNERIE DE CONSTRUCTION METALLIQUE</b>	257
9.0    Environnement particulier des produits de construction métallique	258
9.1    Produits de construction métallique CE et NF : les différences	261
<b>10. AUTRES MODES D'ASSEMBLAGE</b>	263
10.0   Rivetage	264
10.1   Collage	267
10.2   Soudage	268
10.3   Clippage	270
10.4   Crapautage	271
10.5   Chevillage et ancrage	273

# BIBLIOTHÈQUE & OUTILS

1 Répertoire des normes	279
2 Normes boulonnerie de construction métallique	280
3 Normes produits : classement ISO par ordre croissant	290
4 Normes produits : classement DIN par ordre croissant	291
5 Normes produits : classement UNI par ordre croissant	293
6 Notation abrégée usuelle	296
7 Etats de surface	297
8 Grandeur et unités de mesure courantes	298
9 Eléments chimiques et leurs principales caractéristiques	299
10 Limites supérieures des épaisseurs nominales de revêtement	301
11 Conversion directe de valeurs en pouces en valeurs métriques	303
12 Ecarts fondamentaux des arbres	304
13 Ecarts fondamentaux des alésages	307
14 Tolérances et ajustements sur pièces lisses (NF E 02-100, NF E 02-101, NF E 02-102)	308
15 Système d'ajustement dit à arbre normal ou à alésage normal	309
16 Tolérances générales (NF EN 22-768, ISO 2768)	311
17 Valeur calculée des principaux ajustements	312
18 Ajustements couramment utilisés en mécanique	313
19 Ecarts fondamentaux taraudage/filetage	314
20 Symboles et normes de référence des filetages courants	315
21 Encombrement des clés de serrage usuelles	317
22 Performance des modes d'entraînement des vis : formes et empreinte NFE 25-031	318
23 Tableau de choix des numéros d'embouts et clés	321
24 Couples de serrage pour visserie en acier ou acier inoxydable (NFE 25-030-1)	323
25 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie non précontrainte pour la construction métallique SB	324
26 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HR et HRC tête hexagonale	333
27 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HV	335
28 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HRC tête cylindrique	337
29 trous de perçage pour la boulonnerie de charpente métallique NF EN 1090-2+A1	339
30 Caractéristiques des revêtements de surface usuels	341
31 Tableau des couples galvaniques	343
32 Tables de conversion des duretés	345
33 Classification des aciers inoxydables couramment utilisés en boulonnerie-visserie	346
34 Caractéristiques mécaniques et physiques de la visserie	355
35 Avant-trou de perçage pour vis à tôle	357
36 Tableau comparatif des rondelles selon normes NFE, DIN et ISO	361
37 Choix des rondelles ressort selon DIN 2093	363
38 Clavettes parallèles et clavettes disques	364
39 Documents de contrôle selon NF EN 10204 (janvier 2005)	365
40 Lexique Français / Anglais	367
41 Lexique Anglais / Français	369
	380

# ENVIRONNEMENT ET LÉGISLATION

1	Arrêté du 20 Janvier 1995 (application des normes et règles de mise sur le marché)	392
2	Arrêté du 24 Avril 2006 (produits de construction aptes à la précontrainte)	393
3	Arrêté du 6 Mars 2008 (produits de construction métallique non précontraints)	394
4	Arrêté du 16 Février 2010	395
5	Règlement (UE) N°305/2011 du Parlement Européen et du Conseil du 9 mars 2011	399
6	Décret du 27 décembre 2012	429
7	Eurocode 3 : calcul des assemblages	433
8	Eurocode 5 : calcul des assemblages - NF EN 1995-1 & 2 : 2005	435
9	Directive 2000/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage	437
10	Directive 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques	438
11	Directive 2011/65/UE du Parlement européen et du Conseil du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques	440
12	Usages de la profession et préconisations générales	444
13	PPM et SPC	447
14	Index	449



## MAURIN FIXATION

Maurin Fixation, la référence en produits de fixation	96
Catalogues, site internet, DVD 3D	136
Demande de catalogues	390
Le groupe Maurin	452
Conditions générales de préconisation	454
Conditions générales de vente	455-456

# Un peu d'étyologie et d'histoire

Le mot « vis » vient du latin « *vitis* » (vigne, vrille, cep) par analogie avec la forme de la vrille de cette plante.

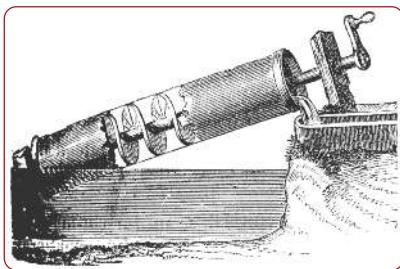
Le mot « écrou » a deux origines possibles, la première étant plus communément admise : soit du latin « *scrofa* » (truie), qui a généré en bas latin « *scrofia* » (injure évoquant la vulve de la truie) puis par analogie de forme « écrou », ou du latin « *scrobis* » (fossette).

Le mot « boulon » vient du latin médiéval « *bolinus* » (petite boule ronde) du fait de la forme de tête des premiers boulons.

## L'antiquité et l'époque romaine

La trace la plus ancienne connue est l'utilisation de vis sans fin servant à l'élévation de l'eau de canaux construits pour les jardins de Ninive, capitale du roi SENACHERIB [704-685 avant J.-C.]

La première approche théorique est l'œuvre d'**ARCHYTAS DE TARENTE** (430 /450 avant J.-C.), philosophe pythagoricien, **inventeur de la crécelle, et probable inventeur du filetage**.



Vis sans fin d'Archimède

L'époque romaine voit se développer les systèmes de fixation « vis + écrou » notamment pour les pressoirs à vis (1<sup>er</sup> siècle avant J.-C.) et bijoux (1<sup>er</sup> siècle après J.-C.).

En bronze ou en argent, les filets étaient creusés manuellement ou créés avec un fil soudé sur la tige.

## Du moyen-âge à l'époque pré-industrielle

Au 15<sup>e</sup> siècle, le concept de vis filetée couplée à un écrou fait son apparition. **Léonard de VINCI** (1452-1519) dessine le premier dispositif à mandrin flottant permettant la taille d'un filetage.



ensuite la jauge ou plaque de filetage utilisée sur les tours. L'utilisation de la vis centrale pour les pressoirs réapparaît au début du 17<sup>e</sup> siècle.

En 1641, la société HINDLEY (York - Angleterre) perfectionne l'invention du sieur BESSON et permet sa généralisation.

La spécialisation par sous-métier de l'horlogerie – dont la fabrication de vis – apparaît vers 1700. Un artisan horloger, **Claude-Joseph BALLADOUX**, formé à Nuremberg, va créer en 1720 l'activité de décolletage dans la vallée de l'Arve en Haute-Savoie. En 1760, un processus industrialisé de filetage est créé en Angleterre par J. et W. WYATT, mais il n'existe alors aucune standardisation.

**Henry MAUDSLAY**, un ingénieur anglais, crée en 1797 le premier tour de précision associant chariot guidé, harnais de tour et engrenages interchangeables, premier pas vers la standardisation des filetages. Parallèlement, les premiers tire-bouchons apparaissent à la fin du 17<sup>e</sup> siècle, le premier brevet datant de 1795 avec l'application de la vis sans fin. **La première machine à fileter est l'œuvre du français SENOT**, toujours en 1795, suivi en 1798 par le tour à tailler de John WILKINSON.

En 1799, Henry MAUDSLAY est l'auteur du premier exemple de machine d'usinage utilisée sur une ligne de montage, avec 42 tours à bois utilisés à la fabrication de poulies pour les gréements de la Royal Navy.

**En 1848, se crée l'« Ecole Royale d'Horlogerie »** en vallée de l'Arve, qui permettra le développement économique local autour de cette activité.

## L'époque industrielle

**Les têtes de vis fendues se généralisent au 19<sup>e</sup> siècle**, même si la première empreinte véritablement industrialisée est l'empreinte carrée (dite empreinte ROBERTSTON). Le premier brevet d'empreinte est déposé par un américain, Alain CUMMINGS, en 1875 mais sans développement commercial. Suivront les empreintes Phillips (par F. PHILLIPS – Oregon USA), Pozidriv (par American Screw Company et Phillips Screw Company - USA), Torx (par Camcar Textron - USA)...

**En 1840, les vis à bois sont perfectionnées** en Angleterre avec la mise en œuvre d'une pointe permettant le vissage direct.

**En 1841, Joseph WHITWORTH propose la première standardisation des filets** au Royaume-Uni, avec un angle de flanc de filet à 55° et un nombre défini de filets par pouce selon le diamètre. Les fonds de filet et sommet étaient arrondis.

**En 1861, Jean-François BELLEVILLE brevète les rondelles ressort** qui portent toujours son nom.

**En 1864, William SELLERS aux Etats-Unis propose le filetage à 60°** et plusieurs pas de filetage pour chaque diamètre. Cela permettra la création des filetages C (pour Coarse = pas gros) et F (pour Fine = Filet fin). Fonds de filets et sommets sont plats, ce qui rend l'industrialisation plus aisée mais diminue les performances en application dynamique et la résistance à la fatigue des assemblages.

1871 voit la création des établissements EMILE MAURIN à Lyon.

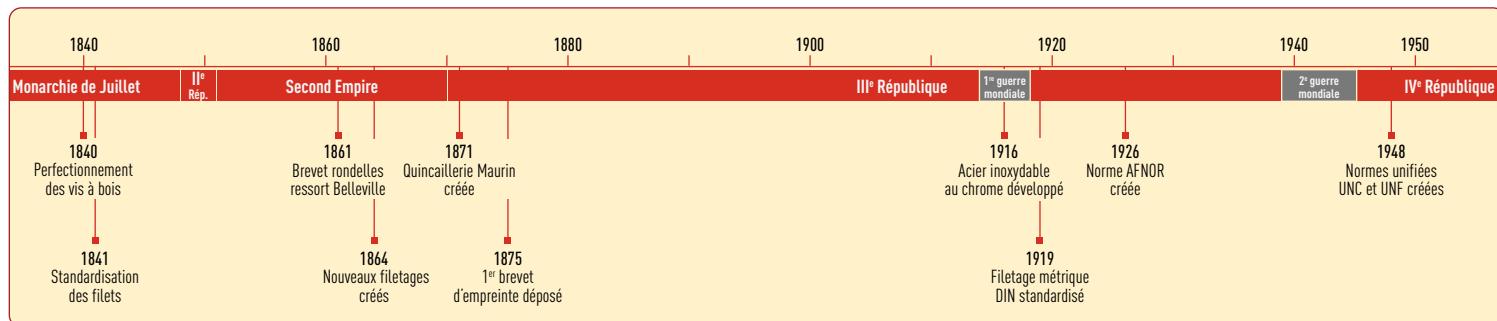
**L'acier inoxydable au chrome est développé** en 1916 par Harry BREARLEY (Grande-Bretagne) et perfectionné par ajout de nickel par HATFIELD (Allemagne) en 1924.

**En 1919, le filetage métrique DIN est standardisé** en Allemagne, prenant le meilleur des précédents : fond arrondi pour la résistance à la fatigue, sommet plat et flanc de filet à 60°. L'AFNOR est créée en 1926.

Durant les deux guerres mondiales du 20<sup>e</sup> siècle, l'absence de standardisation internationale pénalise la coopération et l'effort de guerre entre les alliés. Cela abouti en 1948 à la **création des normes unifiées UNC et UNF**.

En fine, la combinaison de la norme DIN avec un rayon à fond de filet agrandi selon le filetage des normes unifiées, réunit le meilleur dans les normes ISO.

**Ces normes ISO constituent désormais un corpus de référence** dans le monde de l'industrie et leur évolution dans les dernières décennies est concentrée sur la définition et l'évaluation des performances, notamment avec les classes de qualité.



## L'histoire des revêtements métalliques

**Les premières traces de dépôt métallique par électrolyse datent du 2<sup>e</sup> millénaire avant J.-C.**, en Egypte. On trouve des vases et statuettes de terre cuite, des pointes de flèche en bois, des lames recouvertes d'une mince couche de cuivre. Le procédé utilisé ne demandait pas de source extérieure de courant : la surface de l'objet était métallisée par application d'or en poudre ou d'une fine feuille d'or ou d'argent battu, puis il était trempé dans une solution de sel de cuivre, avec des plaques de zinc qui lui étaient reliées. Lorsque le dépôt avait atteint l'épaisseur voulue, l'objet était séché à feu doux, puis chauffé progressivement pour obtenir la réduction en cendres du support.

**PLINE L'ANCIEN** évoque les procédés de décoration d'armes et objets en bronze par dorure et argenture par amalgamation avec le mercure. La description détaillée du procédé est rédigée au 1<sup>er</sup> siècle par un moine bénédictin de l'abbaye d'Helmershausen, THEODULE.

L'invention de la pile par VOLTA permet au chimiste italien BRUGNATELLI la dépôse d'or sur des objets en argent. Les recherches sont poursuivies par SPENCER en Angleterre, de La RIVE en Suisse (1825) et BECQUEREL en France (1829). **Le procédé de galvanoplastie** (traitement de surface sur un objet par un dépôt électrolytique via électrolyse) sera finalement décrit et publié par Boris JACOBI en Russie (1837) et industrialisé dans les établissements Charles CHRISTOFLE à Paris et ELKINGTON à Birmingham. Les travaux des frères ELKINGTON en Angleterre (brevet du 27/09/1840) et le Comte Henri de RUOLZ-MONTCHAL en France (brevet du 1/12/1840) signent la naissance de la galvanoplastie moderne.

**L'apparition de la dynamo, dite « machine de GRAMME » révolutionne la galvanoplastie** et permet l'apparition des premiers bains de cuivrage et nickelage.

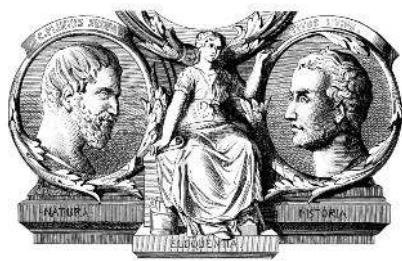
**Le chromage apparaît au moment de la première guerre mondiale.**

**Les procédés s'industrialisent entre les deux guerres** avec les premières installations automatisées, les tonneaux pour le traitement en vrac, le traitement à base de cadmium.

**Les années 50 voient se multiplier les possibilités de traitement apparaître** : les solutions de lubrification (top-coat) et la fin du 20<sup>e</sup> siècle les revêtements lamellaires.



Reproduction d'objets d'art par procédé de galvanoplastie.



Plin l'Ancien représenté dans le médaillon de gauche.

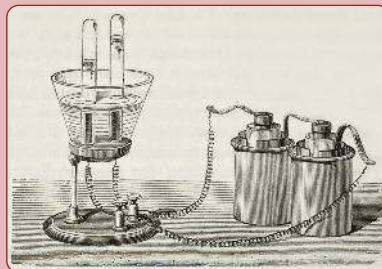


Illustration antique de matériel de laboratoire d'électrolyse. Original créé par Javandier, a été publié par G. Tissandier, Hachette, Paris, 1873.

## Approche technico- économique

# 1. Approche des technologies

**Assemblage non démontable** (sauf par destruction des éléments assemblés)

## Sans élément rapporté

1-1

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Sertissage</b>		Le sertissage est une technique d'assemblage par déformation mécanique à froid d'un métal.	Un des éléments à assembler doit être métallique.	Un outil adapté est souvent nécessaire (pince par exemple).
<b>Clinchage</b>		Le clinchage permet d'assembler des tôles et des profilés par déformation locale et à froid des matériaux. Point de clinchage rond et par déformation pour assemblage étanche. Point de clinchage rectangulaire avec découpe pour matériaux dur et inox.	Deux ou plusieurs tôles métalliques de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface tels que peinture, laque, plastique, métal.	Accès des deux côtés des pièces à assembler. Poinçon + matrice adaptés. De la pince portative jusqu'à l'équipement automatique. Pas de préparation (perçage) des pièces à assembler.
<b>Soudage</b> (sans élément d'apport)		Le soudage (sans élément d'apport) est un assemblage par fusion des matériaux qui assure ainsi une liaison par une continuité de la matière au niveau atomique. Le soudage peut s'effectuer par points ou par cordon.	Dépend des propriétés métallurgiques des deux matériaux. Les supports doivent être propres.	Différentes techniques existent (laser, plasma, arc,...).
<b>Frettage</b>		Le frettage est l'assemblage de deux pièces grâce à un ajustement serré. La pièce extérieure est appelée «frette», la pièce intérieure est dite «frettée».	L'assemblage est réalisé avec des tolérances d'usinage qui interdisent son montage à la main.	La solution d'assemblage la plus simple, quand elle est possible sans détérioration du matériau, est de chauffer la frette pour la dilater avant de l'enfiler sur l'élément qu'il faut frettier. On peut à l'inverse refroidir l'élément intérieur à l'azote liquide ou à la glace carbonique pour le contracter et l'engager dans la frette. Dans certains cas, on réalise l'emmanchement cylindrique ou conique à la presse.

# Assemblage non démontable (sauf par destruction des éléments assemblés)

## Avec élément rapporté

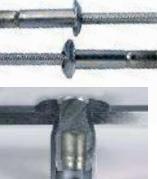
1-2

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Soudage</b> (avec élément d'apport)		Le soudage est un assemblage par fusion des matériaux avec un élément d'apport qui assure ainsi une liaison par une continuité de la matière au niveau atomique.	Dépend des propriétés métallurgiques des deux matériaux. Les supports doivent être propres.	Différentes techniques existent : laser, plasma, arc, semi-automatique...
<b>Brasage</b>		Le brasage est l'assemblage de deux matériaux à l'aide d'un métal d'apport ayant une température de fusion inférieure à celle des métaux à assembler.	Adapté aux alliages légers.	Métal d'apport : cuivre, laiton, argent...
<b>Collage</b>		Le collage est l'assemblage par un mécanisme d'adhérence d'un matériau d'apport (adhésif de type polymère) sur les surfaces à assembler. La cohésion de l'assemblage est obtenue après durcissement de l'adhésif.	Plutôt pour des liaisons sollicitées en cisaillement. La préparation des surfaces avant collage est très importante pour la qualité du collage. Tenue en température limitée à 200 / 250°C.	Différents systèmes de dépôse de la colle existent : pulvérisation, extrusion, rouleaux encollieurs... Durcissement de la colle à température ambiante ou à chaud (maximum 150 / 200°C).

# Assemblage non démontable (sauf par destruction de la fixation)

## Rivetage

1-3

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Rivet aveugle à rupture de tige (non structurel)		Ce rivet est formé d'un corps et d'une tige. Il permet d'assembler des tôles minces par la déformation du corps générée par la traction de la tige. A la fin du rivetage, la tige se rompt et seule sa tête reste à l'intérieur du corps formant la contre-tête. Il existe en de nombreux matériaux. <b>Diamètres de 2 à 6,4 mm</b>	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Plutôt pour assemblages en cisaillement et non fortement sollicités.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Pose au moyen de pince portative jusqu'à l'équipement automatique. Perçage préalable des pièces à assembler nécessaire.
Rivet aveugle de structure		Ce rivet est formé d'un corps et d'une tige. Il permet d'assembler des tôles par la déformation du corps générée par la traction de la tige. A la fin du rivetage, la tige se rompt et reste verrouillée dans le corps du rivet, participant à sa résistance au cisaillement. Ce rivet a également une résistance plus importante à la traction. <b>Diamètres de 4,8 à 12,7 mm</b>	Deux ou plusieurs tôles minces ou épaisses qui peuvent être de différentes natures, revêtues ou non.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Pose au moyen d'un outil portable jusqu'à l'équipement automatisé. Perçage préalable des pièces à assembler nécessaire.
Rivet de type aéronautique		Ce rivet est en général formé de 3 composants : une douille, une tige et une bague de verrouillage. Il permet d'assembler des tôles par la déformation du corps générée par la traction de la tige. A la fin du rivetage, la tige se rompt de façon affleurante avec la tête du rivet et reste verrouillée dans le corps par le biais de la bague de verrouillage, participant à la résistance au cisaillement. Ces rivets existent avec des têtes protubérantes et affleurantes	Deux ou plusieurs tôles minces ou épaisses qui peuvent être de différentes natures (acier, aluminium, titane, composite,...) revêtues ou non. Nécessite un perçage ajusté. Reprise d'effort en cisaillement et tenue aux vibrations dans des zones moyennement sollicitées.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Pose au moyen d'un outil portable jusqu'à l'équipement automatisé. Perçage préalable des pièces à assembler nécessaire.
Rivet foré		Ce rivet est constitué d'une seule pièce. Il permet d'assembler des tôles minces par la déformation (bouterollage) de la contre-tête durant le rivetage.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Plutôt pour assemblages en cisaillement et non fortement sollicités.	Pose avec accès des deux côtés des pièces à assembler. Sertissage des rivets en manuel (machine fixel) ou à alimentation automatique. Perçage des pièces à assembler avec une bonne précision.

# Assemblage non démontable (sauf par destruction de la fixation)

## Rivetage

1-3

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Rivet creux		Ce rivet est constitué d'une seule pièce. Il permet d'assembler des tôles minces par la déformation (bouterollage) de la contre-tête durant le rivetage.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Tenue mécanique faible.	Pose avec accès des deux côtés des pièces à assembler. Sertissage des rivets en manuel (machine fixel) ou à alimentation automatique. Percage des pièces à assembler avec une bonne précision.
Rivet plein		Ce rivet est constitué d'une seule pièce massive. Il permet d'assembler des pièces métalliques par déformation de l'extrémité du rivet (bouterollage) à froid ou à chaud (technique utilisée pour la tour Eiffel par exemple). Ce rivet a une très bonne résistance au cisaillement.	Deux ou plusieurs pièces métalliques. Nécessité d'accès des deux cotés.	Pose à chaud des rivets avec une presse de rivetage ou par matériel lourd automatisé. Poinçonnage préalable des pièces à assembler nécessaire.
Rivet sur aiguille		Ce rivet est formé d'un seul composant. Le rivet est creux. Il permet d'assembler des tôles grâce à la déformation engendrée par la traction d'une aiguille de mandrinage unique au travers des rivets. Le rivet est serti lorsque l'aiguille de traction a traversé totalement le corps du rivet.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur, tôles ou plastiques de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface, tels que peinture, laque, plastique, métal. Faible résistance au cisaillement.	Pose en aveugle, accès d'un seul côté des pièces à assembler. De l'outil portable jusqu'à la pose en alimentation automatique. Percage des pièces à assembler, qualité perçage moyenne.
Rivet auto-poinçonneur		Le principe consiste à faire pénétrer un rivet creux par poinçonnage dans la(s) première(s) tôle(s), puis à le faire s'évaser dans le support inférieur sans le perforer. Le point d'assemblage est réalisé ainsi en une seule opération.	Deux ou plusieurs tôles de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface tels que peinture, laque, plastique, métal. Dépend des propriétés des tôles à assembler.	Accès des deux côtés des pièces à assembler. Poinçon + matrice adaptés. De la simple presse jusqu'à l'équipement automatique. Pas de perçage des pièces à assembler.
Rivet à expansion		Le rivet est formé d'un ou plusieurs composants plastiques ou métalliques. La tête du rivet est enfoncee ce qui provoque la déformation du corps et verrouille le rivet dans les supports.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur qui peuvent être de différentes natures (tôles revêtues ou non, plastiques). Faible tenue mécanique.	Pose en aveugle possible (accès d'un seul côté des pièces à assembler). Mise en place généralement manuelle, à l'aide d'un marteau. Percage préalable des pièces à assembler.

## Assemblage non démontable (sauf par destruction de la fixation)

### boulon à sertir

1-4

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Boulon à sertir avec rupture de tige		Boulon à sertir de type lockbolt, formé d'un corps de boulon à sertir et d'une bague de serrage. <b>Diamètres de 4,6 à 36 mm.</b>	Fixation et outillage spécifique. Classe de qualité équivalente à 8.8 ou 10.9. Pour construction métallique.	Outilage pneumatique ou hydraulique adapté au diamètre et type de lockbolt (la bouterolle de l'outil vient déformer et sertir la bague sur les gorges de verrouillage de la tige). Outilage (coupe-bague) pour le démontage.
Boulon à sertir sans rupture de tige		Boulon à sertir de type lockbolt (certifié DiBT). Résistance à la corrosion améliorée car tige "non cassante". <b>Diamètres de 4,8 à 25,4 mm.</b>	Fixation et outillage spécifique. Classe de qualité équivalente à 8.8 ou 10.9. Pour construction métallique (dont châssis, remorque, camion)	Outilage pneumatique ou hydraulique adapté au diamètre et type de lockbolt (même principe de pose). Outilage (coupe-bague) pour le démontage.

### Clouage, agrafage

1-5

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Agrafes		Deux principes : - agrafage en aveugle : sous l'effet d'une force appliquée par un outil spécifique, l'agrafe traverse les matériaux à assembler et les maintient en position, - agrafage avec bouterollage des deux pointes de l'agrafe, après avoir traversé les matériaux à assembler.	Nature, épaisseur et dureté des matériaux à assembler (bois, métal,...).	De la simple agrafeuse manuelle jusqu'à l'équipement automatique. Pas de perçage des pièces à assembler.
Cloûts		Dans supports métalliques, bois, béton.	Pas d'utilisation en mécanique.	Par pisto-scellement.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle

1-6

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Vis à métaux métrique ISO		La vis, constituée d'une seule pièce, se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté (selon norme ISO), d'une tête formant une surface d'appui et d'un système d' entraînement (hexagone, fente, empreinte cruciforme,...) permettant d'appliquer un couple de serrage.	La classe de qualité de la vis et le serrage appliqués doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés.	A monter dans un taraudage ou avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou avec des systèmes automatisés.
Vis à métaux non métrique		La vis, constituée d'une seule pièce, se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté, d'une tête formant une surface d'appui et d'un système d' entraînement (hexagone, fente, empreinte cruciforme,...) permettant d'appliquer un couple de serrage.	La classe de qualité (grade) de la vis et le serrage appliqués doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés. L'ensemble des éléments de la fixation (rondelle et écrou) doit être compatible avec la vis.	A monter dans un taraudage ou avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou avec des systèmes automatisés.
Vis autotaraudeuse		Elément constitué d'une tête de différentes formes et d'un corps dont la conception du filetage est spécialement développée pour tarauder le trou du support pré-percé.	Les meilleures performances sont obtenues avec une conception adéquate du ou des bossages.	Le diamètre de perçage de l'avant-trou sur les éléments à assembler est prédefini en fonction du diamètre de la vis.
Vis autoformeuse		Elément constitué d'une tête de différentes formes et d'un corps dont la conception du filetage (extrémité conique) est spécialement développée pour assurer le centrage de la vis et faciliter le forage. La zone autoformée est exempte de tensions résiduelles liées à l'élasticité du matériau.	Préconisée pour l'assemblage de pièces en matériau thermoplastique.	Pour optimiser l'assemblage, la réalisation d'un bossage avec perçage prédefini en fonction du diamètre de la vis est nécessaire. Emploi de visseuses électriques ou pneumatiques.
Vis autopercceuse		Concept identique à la vis autotaraudeuse avec rajout sur l'extrémité du filetage d'une pointe foreuse de type courte ou longue.	Fixation de renforts métalliques en acier ou alu.	La vis perce elle-même son trou et taraude ensuite les éléments à fixer. Emploi de visseuses électriques ou pneumatiques avec limiteur de course et/ou limiteur de couple.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle

1-6 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Vis à tôle		Elément constitué d'une tête de différentes formes et d'un corps dont le filetage conçu avec un profil spécifique est spécialement développé pour l'assemblage par vissage directe dans le trou du support pré-percé. L'extrémité du filetage peut être réalisée suivant deux critères de choix : - bout plat, - bout pointu.	Les éléments à assembler doivent être de faibles épaisseurs. Contrainte à l'arrachement limitée.	Le diamètre de perçage de l'avant-trou sur les éléments à assembler est prédéfini en fonction du diamètre de la vis.
Vis pour matériaux tendres		Elément constitué d'une tête de différentes formes renforcée à sa base et d'un corps dont le filetage est conçu pour obtenir des performances au niveau du couple de vissage.	Support tendre tel que bois, aggloméré, plastique...	La vis perce elle-même son trou et taraude ensuite les éléments à fixer. Emploi de visseuses électriques ou pneumatiques.
Goujon, tige filetée		Elément fileté solidarisé sur pièce support par vissage.	La classe de qualité du goujon doit être adaptée aux sollicitations. Longueur d'implantation selon caractéristiques du support.	Permet d'assurer un serrage avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou des système automatisés.
Goujon à souder		Elément fileté solidarisé sur une tôle par soudage.	La résistance de l'assemblage dépend du matériau du goujon et de la résistance mécanique du point de soudure. Le soudage altère localement l'aspect support.	Nécessite un équipement de pose adapté. L'opération peut être automatisée. Se monte sur des tôles nues en acier.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle

1-6 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Vis, goujon à sertir		Elément fileté solidarisé sur une tôle par déformation à froid sous l'effet d'une pression mécanique.	Tôle avec ou sans revêtement. Epaisseur et dureté de la tôle. Le couple de serrage doit rester faible pour ne désolidariser le goujon de la tôle support.	Montage sous presse dans un trou percé ou poinçonné de dimensions précises.
Vis sans tête		Elément fileté sur toute sa longueur comportant sur une de ses extrémités une empreinte de type fendue ou 6 pans et à l'opposé une extrémité à bout plat, cuvette, téton, conique.	A utiliser uniquement en compression, réglage.	Tournevis, clé 6 pans visseuse électrique munie d'un embout.
Vis à embase		La vis, constituée d'une seule pièce, se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté, d'une tête hexagonale à embase cylindro-tronconique formant une surface d'appui élargie.	La classe de qualité de la vis et le serrage appliqués doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés. L'embase peut être lisse ou crantée.	A monter dans un taraudage ou avec un écrou. Le serrage est appliqué avec des outils traditionnels (tournevis, clé), à la visseuse électrique, pneumatique ou avec des systèmes automatisés. Evite de monter une rondelle sous tête.
Vis à rondelle imperdable		La vis se compose d'un corps cylindrique partiellement ou entièrement fileté, d'une tête formant une surface d'appui et d'un système d'entraînement (hexagone, fente, empreinte cruciforme,...) permettant d'appliquer un couple de serrage. Une rondelle imperdable est mise en place avant la réalisation du filetage.	La classe de qualité de la vis et le serrage appliqués doivent être adaptés aux sollicitations et à la nature des matériaux serrés.	Montage sécurisé d'un ensemble vis + rondelle sous tête avec gain de productivité (temps de montage).
Vis pour béton		En vissant dans le trou de perçage, le fillet déforme une dépouille arrière et réalise un verrouillage de forme sans pression d'écartement. Nombreuses formes de tête.	Utilisation pour béton, brique, parpaing plein ou creux, pierre naturelle. Nettoyage du trou de perçage avant vissage.	Pas de machine spéciale. Pas de contrôle de couple de serrage. Pas de cheville.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée femelle

1-7

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Ecrou métrique ISO</b>		De forme hexagonale ou carrée, comportant en son centre un taraudage permettant d'assurer la manœuvre de serrage.	L'écrou doit être adapté à la classe de qualité de la vis.	De la pose manuelle jusqu'à la pose automatique. Utilisation de clé adaptée à la dimension de l'écrou.
<b>Ecrou non métrique</b>		De forme hexagonale ou carrée, comportant en son centre un taraudage permettant d'assurer la manœuvre de serrage.	L'écrou doit être adapté à la classe de qualité de la vis.	
<b>Ecrou auto-freiné</b>		Sur la base d'un écrou avec taraudage de conception différente pour assurer un autofreinage sur la vis. Le taraudage peut être de forme oblong, avec fente ou double fentes superposées ou comportant à l'entrée du filet une bague nylon.	Sur élément à serrer comportant un revêtement. Détruit légèrement la surface lors du vissage d'où une diminution de sa résistance à la rouille rouge.	
<b>Ecrou à souder</b>		De forme hexagonale ou carrée, comporte en son centre un taraudage muni ou non d'un pion de centrage pour positionnement et sur son embase des plots de soudage.	Indémontable.	Soudage par points ou en continu.
<b>Ecrou cage</b>		Ecrou enfermé dans une cage métallique à clipper. Facilite les assemblages ultérieurs grâce au pré-positionnement de l'écrou et à son maintien pendant le serrage de la vis.	Prévoir un poinçonnage plus important que celui nécessaire au passage de la vis.	Contrainte de mise en œuvre : poinçonnage de forme non ronde. Nécessite un outil simple pour la mise en place.
<b>Ecrou tôle</b>		Les écrous en tôle remplacent avantagieusement les écrous forgés, pour des assemblages moins sollicités. Deux types d'écrous à pincer sur panneaux métalliques ou plastique : - à empreinte [utilise des vis à tôle] pour assemblage léger, - à fût taraudé [utilise des vis métriques] pour contraintes plus élevées.	Se monte sur des panneaux de 0,5 à 4 mm d'épaisseur.	Montage manuel par poussée sur le bord du panneau.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée femelle

1-7 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Ecrou à sertir		Le principe consiste à déformer à froid la tôle pour assurer la solidarisation de l'écrou dans la tôle. La tôle est déformée autour de l'écrou sous l'effet d'une pression mécanique.	Une tôle avec ou sans revêtement. Dureté de la tôle support.	Perçage précis des tôles nécessaires. Accès des 2 côtés de la pièce nécessaire. Sous presse. Pas d'outillages spécifiques.
		Le principe consiste à solidariser l'écrou sur la tôle par formation à froid d'un bourrelet du côté opposé à la l'insertion. On réalise ainsi l'insertion du taraudage sans détérioration/déformation de la tôle.	Deux ou plusieurs supports de faible épaisseur, tôles ou plastiques de différentes natures, sans ou avec revêtement de surface tels que peinture, laque, plastique, métal. Une fonction rivetage peut être assurée lors du sertissage de l'écrou.	Pose en aveugle. Perçage ou poinçonnage des pièces nécessaires. Équipement de pose allant de l'outil manuel à la pose automatique.
Ecrou à sertir		L'écrou est inséré dans la tôle par presse. Sous l'effort, la tôle se déforme puis l'écrou lui-même est déformé pour immobiliser l'ensemble.	Epaisseur et nature des matériaux sur lequel il est installé. Précision du logement.	Généralement automatique. Sous presse, outil adapté au produit et à l'épaisseur et la nature des supports. Accès des 2 côtés du support impératif.
Ecrou auto-poinçonneur		Ecrou autopoïnconneur. Ecrou autosertisseur. Peut être posé en temps masqué lors de l'emboutissage de la tôle en un seul coup de presse. Pose en une seule opération sans préparation préalable de la tôle. Grande précision de positionnement. Exigences remplies en termes de tenue au couple et résistance axiale à l'arrachement.	Limites de positionnement de l'écrou par rapport aux embouts et environnement de la pièce client. Auto poinçonneur sur tôle de 1 à 2,5 mm.	Nécessite l'intégration du matériel de pose dans les outils de presse et le recours à une distribution automatique.

# Assemblage démontable

## Vissage - Partie filetée femelle

1-8

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Taraudage		Le taraudage est un filetage intérieur (femelle) réalisé par usinage ou par déformation (refoulement de matière) dans un trou débouchant ou borgne selon les dimensions définies par les normes ISO.	Les dimensions du taraudage conditionnent la résistance à l'arrachement en fonction des caractéristiques du matériau.	Permet de recevoir un élément fileté mâle (vis, goujon) de diamètre nominal et de pas identiques.
Renforcement de taraudage		Renforcement du taraudage par ajout d'insert tels que : 1. Filet rapporté : fil losange enroulé, installé par rotation dans un trou taraudé. Le maintien en place est assuré par la pression du fil sur les flancs du taraudage. 2. Douille taraudée: installée dans un trou taraudé. Le maintien en position est assuré par l'insertion de 2 barrettes diamétralement opposées. 3. Douille autotaraudeuse.	Les inserts sont généralement utilisés dans des matériaux tendres tels que les alliages d'aluminium, plastiques, bois, etc. Utilisation possible aussi dans des pièces de fonderie à haute valeur ajoutée, permet la réparation.	1. Trou taraudé, cotes spécifiques précises. 2. Trou taraudé, cotes spécifiques ou normalisées. 3. Logement non taraudé, percé ou moulé. Pour les trois inserts, mise en place par outil manuel jusqu'à équipement automatique.
Fluoperçage		Procédé de perçage par l'intermédiaire d'un outil céramique type fluoperceur : - à araser, - standard monobloc, - spécial. Excellent qualité du diamètre fluopercé. Absence totale de calamine. Outil réaffûturable. Aucune lubrification.	Ne peut être utilisé que pour des percages en série ou le degré de précision se situe sur des intervalles de tolérances très faibles.	La réalisation s'effectue sur perceuse à colonnes ou machine CNC.
Insert pour matériaux tendres		Ecrous à insérer dans les matières plastiques après moulage. Il existe différents profils d'inserts adaptés à différentes technologies d'insertion : - par procédé thermique pour thermoplastiques, - par ultrasons pour thermoplastiques, - par vissage autotaraudeur pour thermoplastiques et thermoudicissables, - par expansion pour thermoplastiques et thermoudicissables. Il existe aussi des inserts de surmoulage qui sont des écrous à insérer dans le moule avant injection.	La forme de l'insert et la technologie d'insertion sont à adapter en fonction de la nature du plastique.	Logements percés ou moulés pour les inserts «après-moulage». L'installation sera faite selon le type de produit par mise en température, ultrasons, vissage ou presse au moyen de machines adaptées.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle + femelle

1-9

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Boulon métrique ISO</b>		Ensemble constitué d'une vis, d'un écrou et éventuellement d'une ou deux rondelles, créant une liaison complète et démontable entre les pièces qu'il traverse. Le serrage doit permettre d'éviter tout glissement ou décollement.	Différentes classes de qualité définies selon ISO 898-1 et ISO 898-2 ou ISO 3506-1 et ISO 3506-2. Nécessite un encombrement adapté pour positionner la vis et l'écrou et les moyens de serrage, avec accès des deux côtés.	Vissage et serrage (généralement de l'écrou) par l'intermédiaire d'une clé ou visseuse de type électrique ou pneumatique.
<b>Boulon de construction métallique non-précontraint</b>		Boulon de construction métallique (SB) non destiné à précontrainte, devant répondre aux normes EN 15048-1 et -2, à la réglementation européenne (DPC/RPC) et avec un marquage CE.	Classe de qualité de 4.6 à 10.9, revêtue ou non, et acier inoxydable.	Vissage et serrage à appliquer conformément aux notifications et prescriptions techniques européennes.
<b>Boulon de construction métallique précontraint</b>		Boulon de construction métallique (HR ou HV) apte à la précontrainte, devant répondre aux normes EN 14399-1, -2 et autres parties, à la réglementation européenne (DPC/RPC) et avec un marquage CE.	Classe de qualité de 8.8 ou 10.9, noirs ou galvanisés à chaud.	Clé large. Vissage et serrage à appliquer conformément aux notifications et prescriptions techniques européennes et relatives au système (HR ou HV) choisi.
<b>Boulon de construction métallique à précontrainte calibrée</b>		Boulon de construction métallique HRC apte à la précontrainte, devant répondre aux normes EN 14399-1, -2 et -10, à la réglementation européenne (DPC/RPC) et avec un marquage CE.	Classe de qualité 10.9, noirs ou galvanisés à chaud Geomet.	Clé large. Vissage et serrage avec une visseuse électrique spéciale, la rupture de l'embout fusible se produisant au niveau de précontrainte conforme aux prescriptions techniques européennes et relatifs au système HR.
<b>Tige d'ancre</b>		Tige acier formée sur une extrémité d'une anse en forme de canne ou d'une queue de carpe et à son opposé d'une longueur filetée.	Pour fixation lourde.	Canne ou queue de carpe scellée au sol pour fixation sur longueur filetée.

# Assemblage démontable

## Vissage - Fixation filetée mâle + femelle

1-9 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Etrier</b>		Tige acier cintrée ou pliée à 180° suivant un entraxe donné comportant à chacune de ses extrémités une longueur filetée.	Fixation de maintien ou de positionnement.	Pour fixation tube ou câble sur glissière ou cornière pré-percée.
<b>Visserie métallo-plastique</b>		La tête de vis ou la forme extérieure de l'écrou sont en matières plastiques de différentes natures surmoulées sur un goujon ou insert métallique (laiton ou acier). Les possibilités de coloris et de formes sont nombreuses et permettent de s'adapter à un design ou un environnement.	La résistance du filetage donnée par le goujon ou l'insert métallique est réduite par la résistance de la matière plastique de l'élément de manœuvre.	Généralement montées à la main. A monter avec vis ou écrous métalliques normalisés ISO.
<b>Visserie en plastique</b>		Vis, écrous et rondelles de tous types, toutes normes, réalisées en différentes matières plastiques. Les possibilités de coloris sont nombreuses et permettent de s'adapter à un design ou un environnement.	Résistance mécanique faible par rapport aux vis acier.	Montage avec outils traditionnels, tournevis, clé, installation manuelle ou automatique. Les vis sont identiques aux vis ISO métriques. A monter dans écrou ou taraudage plastiques ou métalliques. Les écrous sont identiques aux écrous ISO métriques. A monter avec des vis ou goujons plastique ou métalliques.

## Compléments d'assemblage - Élément de fixation complémentaire

1-10

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Rondelle de serrage</b>		Les rondelles sont principalement conçues pour répartir la force d'un écrou ou d'une vis sur la pièce à fixer. Elles peuvent être de différentes largeurs et épaisseurs.	A éviter lors de fortes précontraintes exigées en tension sur la vis.	Manuelle ou automatique.
<b>Rondelle de serrage s'opposant au dévissage</b>		Les rondelles sont conçues pour procurer à un assemblage par vis ou boulon une force précontrainte élastique qui réduit significativement les risques de desserrage intempestif. Elles sont souvent équipées de cannelures sous tête pour résister au desserrage.	A éviter sur matériau tendre.	Manuelle ou automatique.

# Assemblage démontable

## Compléments d'assemblage - Élément de fixation complémentaire

1-10 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Rondelle de blocage à effet de pente</b>		La rondelle est constituée d'une paire de rondelles identiques utilisant l'effet de plans inclinés. Une des faces possède des cames dont l'angle est supérieur à celui du pas de vis, l'autre une denture radiale. Les deux rondelles sont montées et pré-assemblées cames contre cames.	Ne pas utiliser sur rondelle plate, non bloquée en rotation.	Manuelle. Couple de serrage spécifique.
<b>Rondelle ressort</b>		Acier ressort de type couronne en forme de cônes aplatis. Peut être utilisée seule ou assemblée.	Utilisation de type statique : (rondelle type «Belleville») ou utilisation de type dynamique : ISO 2093 - 3 ou 4 éléments.	Assure lors d'une mise en compression une réserve d'énergie élastique pour maintenir le serrage appliquée.
<b>Rondelle de compensation</b>		Ces rondelles élastiques sont conçues pour compenser un jeu axial ou transmettre un effet ressort afin de diminuer la pression spécifique imprimée au support.	Limitation en effort.	Manuelle.
<b>Rondelles d'étanchéité</b>		Composées d'une rondelle conique en acier et d'un joint en fibre ou élastomère.	Bonne adéquation de serrage nécessaire : suffisant pour obtenir l'étanchéité, limité pour éviter la fragilisation de l'élément support.	Manuelle. Utilisation privilégiée dans le domaine du bâtiment.
<b>Entretroise</b>		Les entretoises permettent de supporter les efforts de compression sur des assemblages dans des matériaux tendres ou ayant un flUAGE important (exemple polymères). Fiabilise la tenue en tension dans l'assemblage vissé.	Valeur de résistance mécanique en compression et flUAGE en fonction de l'épaisseur de l'entretoise et du couple de serrage.	Assemblage : - soit par surmoulage fente jointive et/ou pointe diamant, - soit par emmanchement mécanique élastique.

# Assemblage démontable

## Fonctions complémentaires

1-11

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Autofreinage d'une fixation vissée		<p>La fonction de freinage permet d'empêcher ou retarder le dévissage. Elle peut être obtenue de trois manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- freinage par déformation mécanique sur filets (par déformation du métal de l'écrou, ou par un élément non métallique inséré dans l'écrou ou dans la vis) ;</li> <li>- freinage mécanique faible par patch [dépôt d'un point ou trait de polyamide] ;</li> <li>- freinage par enduction (chimique). Certaines enductions sont non démontables sans destruction de la fixation ou du support.</li> </ul>	<p>La perte de l'élément de fixation par dévissage ne sera pas immédiate, après une perte de tension. Ceci facilite la détection de la défaillance avant dévissage total ou la rupture. L'environnement thermique limite la plage d'utilisation des produits freinés chimiquement ou avec élément non métallique.</p>	<p>La fonction d'autofreinage mécanique est apportée aux éléments de fixation (vis, écrous...) lors de leur process de fabrication. La fonction d'autofreinage chimique est apportée aux éléments de fixation soit par pré-enduction lors de leur process de fabrication, soit par application au montage.</p>

## Chevillage

1-12

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Cheville de structure		Une cheville plastique, métallique ou chimique permet de réaliser un ancrage dans un matériau support. Il existe trois principes d'ancrage des chevilles :	La qualité du matériau support a un rôle essentiel dans les performances de l'ancrage. Les distances aux bords, les entraxes et la profondeur d'ancrage sont également des conditions indispensables à la qualité de la fixation.	
Cheville légère		<ul style="list-style-type: none"> <li>- par frottement,</li> <li>- par verrouillage de forme,</li> <li>- par collage.</li> </ul>	Certaines chevilles chimiques sont non démontables sans destruction de la fixation ou du support.	Chaque type de fixation peut avoir son propre mode de pose. Il est indispensable de respecter les instructions données par le fabricant. Le dépoussiérage et le serrage au couple, par exemple, sont des étapes de la mise en œuvre à ne pas négliger.
Cheville chimique		On distingue les chevilles femelles, qui sont mises en place avant la pièce à fixer, des chevilles mâles, qui sont mises en place au travers de la pièce à fixer.		

# Assemblage démontable

## Blocage

1-13

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Goupille cylindrique		Lopin cylindrique ou conique ou comportant 3 cannelures suivant 3 génératrices à 120°.	Implique un perçage avec respect des tolérances imposées.	Manuellement au moyen d'un marteau. Mécaniquement : par presse hydraulique.
Goupille conique				
Goupille cannelée				
Goupille élastique		Les goupilles élastiques se présentent sous la forme d'un cylindre ouvert sur sa génératrice. Principe : maintien assuré par compression résultant de l'élasticité du métal (écart diamètre état libre / diamètre nominal en place). Matières : acier à ressort traité, inox, laiton,... Fente spécifique pour montage automatique. Applications : axe, positionnement, entretoise, immobilisation, pion de centrage, insert pour matériaux polymères.	Valeur de cisaillement résultant de la résistance mécanique du feuillard. Celle-ci peut être augmentée par un montage compoundé. Normes ISO 8752 et ISO 13337. Spécifiques selon applications.	Montage dans un logement tolérancé H12 (pas d'opération d'alésage). Assemblage manuel ou automatisé.
Anneau d'arrêt Circlip®		Les Circlips® servent au maintien d'éléments par blocage dans une gorge interne ou externe.	Bonne corrélation nécessaire entre profondeur et largeur de la gorge et les caractéristiques dimensionnelles du Circlip®.	Pince spécifique pour mise en œuvre.
Rondelle d'arrêt d'axe		Deux modèles de rondelles élastiques d'arrêt à montage axial : - les «fixes 2 languettes», - les «fixes multi-languettes». Ces rondelles peuvent être montées sur toutes tiges lisses. Elles permettent la fixation élastique de pièces légères, de façon particulièrement économique.	Fixations pour contrainte faible à moyenne.	Manuelle ou outil simple.

# Assemblage démontable

## Blocage

1-13 suite

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Ecrou à créneaux		Blocage mécanique de la rotation relative des éléments de fixation au moyen d'un élément tiers : fil métallique, goupille, patte rabattue, etc.	Le démontage nécessite la destruction de la goupille de blocage qui rend celle-ci non réutilisable.	La réalisation du blocage s'effectue après l'opération de vissage.
Fil frein		Fil acier ou inox tressé positionnée entre deux vis préalablement percées ou entre une vis et un point fixe. Ce fil tressé exerce une traction dans le sens des aiguilles d'une montre sur les têtes de vis.	Fil de 0,6 ou 0,8 mm en fonction de la taille des vis.	Perçage de la tête des vis pour passage du fil.
Frein d'équerre		Tôle plate percée de forme : - rectangulaire, - d'équerre à ailerons, - droit à ailerons.	Réutilisable si assemblage identique.	Rabattement à 90° d'un ou deux ailerons manuellement à l'aide d'un marteau sur face 6 pans vis ou écrou.

## Clippage

1-14

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
Clip pour tubes, câbles et faisceaux		Grande diversité. Ces clips permettent de regrouper plusieurs tubes et faisceaux sur un point de fixation. Suivant les contraintes de l'assemblage (niveaux d'efforts, nécessité de compenser les fluages,...). Ces composants sont en métal, plastique ou métalloplastique.	Démontable ou non démontable (destruction partielle ou totale de la fixation).	Se montent sur des panneaux : - soit en bord de tôle (clips métalliques), - soit dans des poinçonnages (clips plastique et métalliques), - soit sur des goujons soudés (clips plastique).
Clip pour panneaux		Grande diversité. Ces clips réalisent la fixation d'équipements sur des panneaux ou l'assemblage de panneaux entre eux. Suivant les contraintes de l'assemblage (niveaux d'efforts, nécessité de compenser les fluages,...). Ces composants sont en métal, plastique ou métalloplastique.	Effort de montage faible, mais effort de démontage faible aussi. Démontable ou non démontable (destruction partielle ou totale de la fixation).	Généralement montage manuel.

# Divers assemblages démontables ou non démontables

1-15

Typologie	Illustration	Descriptif	Limites	Mise en œuvre
<b>Collier de serrage</b>		Il assure le maintien en position entre deux éléments. Le principe repose sur une compression à la périphérie de l'assemblage. Certains colliers assurent une fonction d'étanchéité (liquide, gaz). Ces composants sont en métal ou en plastique.	Démontable, ou non démontable (destruction partielle ou totale de la fixation).	Montage manuel, par pince, clé...
<b>Liens de serrage pour câbles</b>		Lien plastique cranté ou métallique pour températures extrêmes.	Facilité de montage. Résistant et flexible. Nombreuses tailles.	Montage manuel ou par pince. Démontage par destruction ou torsion du brin libre selon le produit.
<b>Fixation 1/4 de tour</b>		Goujon constitué d'une tête de différentes formes, d'un élément ressort et d'un corps lisse dont la conception du fût est spécialement développée pour assurer la fermeture par pression.	Sur capotage ou éléments à serrer nécessitant une rapidité d'exécution.	La fermeture en mouvement 1/4 de tour s'effectue par poussée du goujon positionné sur une des pièces et enclenché dans le réceptacle fixé sur la deuxième pièce à assembler.

**Nota.** Il existe encore de nombreux systèmes de fixation autres que ceux présentés précédemment, dont certains apportent des fonctions complémentaires.  
Voir le catalogue de notre département «Eléments Standard Mécaniques».

## 2. Notions économiques

Afin de définir, approvisionner et utiliser les produits de fixation, compte tenu de leur faible prix d'achat unitaire, il convient d'avoir une approche plus globale.

En effet, le portefeuille «achat» de fixation pour un industriel représente en général de 1 à 3% des achats «matière». Par exemple, une voiture de gamme moyenne intègre environ pour 150 euros de produits de fixation.

Par contre, c'est, par nature, la plupart du temps le premier poste en nombre de références générées.

Par ailleurs, la fixation est un produit de sécurité à double titre : sécurité des biens et des personnes bien sûr, mais aussi sécurité industrielle : quel est le coût réel d'une rupture de chaîne si un produit de fixation n'est pas disponible ?

### Coût du produit

Les produits de fixation sont essentiellement composés d'acier, dont le cours fluctue et est de fait négocié au niveau mondial en dollars US, même si les achats peuvent être réalisés en euros.

Les investissements pour fabriquer les produits de fixation sont lourds et les technologies employées très différentes selon les produits. Cela conduit à avoir des conditions économiques très variables selon le plan de charge des fabricants (nota : les constructeurs automobile «première monte» absorbent près de 50% de la capacité mondiale en produits de fixation).

La notion de série de fabrication (quantité) est particulièrement importante, eu égard aux prix unitaires des pièces, le temps de réglage de machine pouvant être supérieur au temps de production (les cadences de production atteignent 15000 pièces à l'heure).

Enfin, le marché de la production est mondial, et certains produits ne sont plus fabriqués qu'en quantités minimales en Europe (les écrous par exemple). L'impact des coûts de transport peut être très significatif, compte tenu de l'aspect pondéreux des produits (un volume de «boîte à chaussures» pèse environ 20 kg, une palette 800 kg...).

Le coût des produits de fixation est donc par nature très variable. Pour autant, l'industriel recherche le maximum de visibilité. Une bonne anticipation des besoins a par conséquent un impact économique important.

### Coût du contrôle

Chaque manipulation de produit se traduit par un coût de main d'œuvre et/ou un coût d'amortissement d'investissement. Ceci est particulièrement vrai en matière de contrôle, les machines de tri ayant des cadences 4 fois moins rapides que les outils de production.

Selon le type et le nombre de contrôles demandés, le prix du produit peut augmenter de 10 à 30%...

### Coût d'acquisition

Du fait de la faible valeur unitaire des produits et du grand nombre de sources de fabrications, l'impact des coûts de gestion industrielle (gestion de nomenclature, processus d'achat, processus d'approvisionnement, de contrôle et réception, processus comptable) est très significatif.

La rationalisation des références utilisées est un moyen à privilégier pour limiter ce type de coût.

### Coût de possession

Du fait des effets de série, voir des quantités minimum d'approvisionnement, le stock de produits de fixations représente couramment plusieurs mois de consommation (sauf en cas de gestion externalisée de type KANBAN).

Il nécessite la plupart du temps des rayonnages lourds, compte tenu du poids des produits et une zone de stockage importante du fait du nombre de références.

### Coût de montage

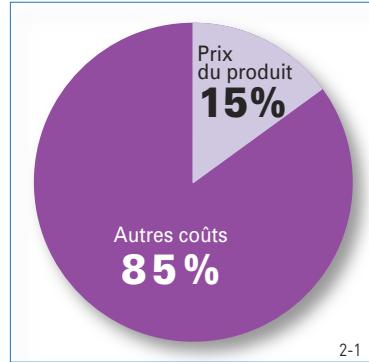
Par rapport au coût du produit, le coût du montage est largement supérieur, qu'il soit réalisé manuellement (coût de main d'œuvre) ou à l'aide de systèmes de montage automatique (coût d'amortissement et d'entretien et surcoût des produits qui nécessitent alors un niveau ppm amélioré).

L'ergonomie est donc un facteur clé d'amélioration.

### Coût complet

Au final, le coût complet de la fonction «fixation» dans le monde industriel est généralement considéré comme composé à 15% seulement du prix du produit !

Dans les secteurs industriels les plus optimisés (automobile) par la taille des séries, les processus de conception et de montage, ce ratio peut atteindre au plus 30%.



# 3. Notions élémentaires de mécanique

## Définition d'une action mécanique

On désigne par action mécanique toute cause physique capable :

- de modifier le mouvement d'un corps,
- d'interdire le mouvement d'un corps susceptible de se déplacer,
- de déformer un corps.

Il n'existe que 2 manières d'appliquer une action mécanique, que ce soit sur un solide unique ou un système plus complexe :

- **à distance** (l'attraction terrestre, les champs magnétiques,...)
- **par contact** d'autres objets.

## Formes d'actions mécaniques

### Pression/Contrainte :

Lorsqu'une force s'exerce sur une surface, il peut être intéressant de considérer la répartition de la force selon cette surface. Dans ce type d'étude, on divise l'intensité de la force (en Newton) par la surface (en  $\text{mm}^2$ ) sur laquelle elle s'exerce et l'on obtient une **pression**. A l'intérieur d'un matériau, cette pression s'appelle **contrainte**.

#### Remarque

Il est bien souvent très difficile d'inventorier et de quantifier toutes les forces et les moments qui s'appliquent à un système mécanique. Pour être efficace, il faut souvent renoncer à tout connaître et fixer les limites de l'étude aux actions mécaniques les plus prépondérantes.

## Adhérence et frottement

Le mouvement relatif de deux pièces peut être considéré comme la combinaison de 3 mouvements «élémentaires» : le **glissement**, le **pivotement** et le **roulement**.

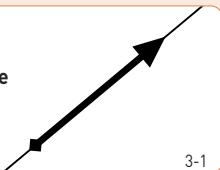
Chacun de ces 3 mouvements peut être empêché ou plus ou moins contrarié par l'adhérence et/ou le frottement qui résultent des interactions entre les surfaces de contact.

Prenons l'exemple d'une pièce 1 reposant sur une pièce 2. Le poids de la pièce 1 exerce une force sur la pièce 2. Si l'on exerce un effort horizontal  $F_h$  pour faire glisser la pièce 1, il faut tout d'abord vaincre une résistance avant de pouvoir mettre la pièce en mouvement. Cette résistance, que l'on appelle **adhérence**, témoigne de l'apparition d'une force qui s'oppose au glissement.

### LES FORCES (ou efforts)

Elles génèrent ou interdisent un mouvement selon une droite

Unité : Newton (N)

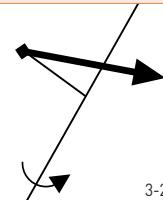


3-1

### LES COUPLES (ou moments)

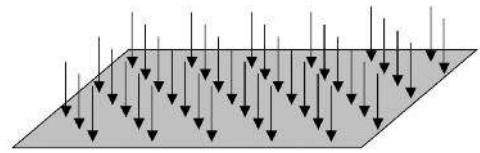
Ils génèrent ou interdisent un mouvement autour d'une droite

Unité : Newton-mètre (N.m)

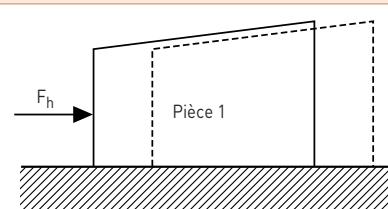


3-2

Unité : N/mm<sup>2</sup>



3-3



3-4

**Remarque**

En langage courant, l'adhérence évoque les rubans adhésifs ou les colles. Nous parlons, ici, d'adhérence en tant que phénomène physique.

Une fois lancée, la pièce 1 glisse sur la pièce 2 mais subit toujours l'influence des frottements qui ont tendance à ralentir le mouvement.

Une étude approfondie des efforts appliqués à la pièce permet de définir un **coefficient de frottement  $\mu$**  en fonction de la nature du matériau, de la rugosité des surfaces (stries plus ou moins visibles à la surface du matériau) et de l'état des surfaces (sèches ou lubrifiées).

Dans un assemblage vissé, le couple de serrage ( $C_0$ ) développe une force axiale ( $F_0$ ) qui maintient un contact entre le filetage de la vis et celui de l'écrou.

L'inclinaison du filetage (par rapport à la direction de la force  $F_0$ ) et le frottement entre les surfaces du filetage permet la stabilité de l'assemblage.

Le contact de la tête de vis ou de l'écrou sur la pièce serrée, en faisant également naître des efforts de frottement, contribue à empêcher le desserrage du boulon.

## Sollicitations et déformations

On utilise différents modèles pour caractériser les modes de sollicitation d'un solide. Les plus utilisés sont la traction-compression et le cisaillement. Selon les cas, la flexion peut être modélisée comme de la traction-compression ou comme un cisaillement. La torsion se modélise comme un cisaillement.

Lorsque l'on exerce une sollicitation sur un corps, il en résulte une déformation et, à l'extrême, une rupture (endommagement).

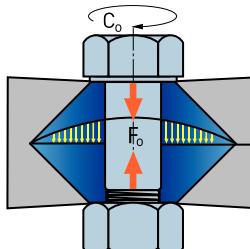
On distingue :

- la **déformation élastique** qui est une déformation **réversible** (le matériau reprend ses dimensions initiales lorsque l'on supprime la sollicitation),
- la **déformation plastique** qui est une déformation **irréversible** (le matériau conserve une déformation définitive lorsque l'on supprime la sollicitation).

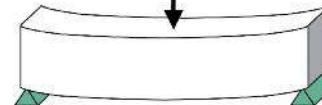
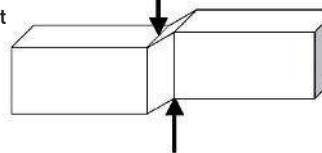
Tous les matériaux se déforment, de façon plus ou moins perceptible, mais chacun possède bien évidemment des caractéristiques très différentes.

Par un essai de traction, il est possible de déterminer :

- la **résistance mécanique** qui est la contrainte maximum que peut supporter un matériau avant rupture,
- la **limite élastique** qui est la contrainte **au-delà** de laquelle un matériau subit une déformation irréversible.



3-5

**Traction****Compression****Flexion****Cisaillement****Torsion**

3-6

## Dureté

La dureté caractérise la résistance que présente un matériau à la pénétration d'un corps sous une charge définie.

3 échelles sont couramment utilisées :

- dureté Vickers (HV) utilisant un pénétrateur de forme pyramidale (selon la norme ISO 6507),
- dureté Brinell (HB) utilisant un pénétrateur en forme de bille (selon la norme ISO 6506),
- dureté Rockwell (HRC) utilisant un pénétrateur en forme de cône ou HRB avec un pénétrateur en forme de bille (selon la norme ISO 6508).

### Remarque

Bien qu'il existe des tables de correspondance très pratiques, il est difficile de corrélérer la dureté avec les caractéristiques de traction ( $R_m$ ,  $R_{p0,2}$ , ...).

## Résilience

La résilience caractérise la résistance au choc d'un matériau. Elle est déterminée par un essai qui consiste à briser un échantillon, préalablement entaillé, par un pendule lâché d'une hauteur déterminée. La norme de référence est l'ISO 93.

## 4. Notions élémentaires sur le traitement thermique

Les traitements thermiques sont des opérations de chauffage et de refroidissement qui ont pour but de donner à une pièce métallique les propriétés les plus appropriées pour son emploi ou sa mise en forme. Ils permettent d'améliorer dans une large mesure les caractéristiques mécaniques d'un acier de composition déterminée. Toute utilisation rationnelle d'un alliage implique un traitement thermique approprié. D'une façon générale, un traitement thermique ne modifie pas la composition chimique de l'alliage mais apporte les modifications suivantes :

- constitution (état de carbone et forme allotropique du fer),
- structure (grosesse du grain et répartition des constituants),
- caractéristiques mécaniques.

Les principaux traitements thermiques sont les suivants : trempe, revenu et recuit.

### Trempe

Le cycle thermique de trempe comporte trois phases successives :

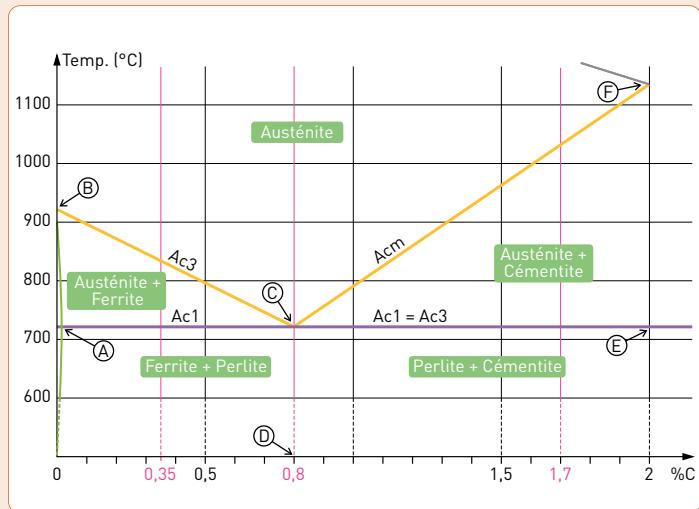
- chauffage à une température  $T$  dite température de trempe, correspondant à un état austénitique.;
- maintien à cette température  $T$  durant un certain temps de façon à réaliser plus ou moins complètement la mise en solution des constituants dont les carbures et l'homogénéisation de l'austénite. L'ensemble de ces deux phases est dit austénisation.
- refroidissement par immersion dans un milieu eau, huile ou air, suffisamment rapidement pour obtenir les caractéristiques de trempe recherchées.

### Tremppabilité

C'est une grandeur physique caractérisant chaque acier. Elle dépend de la composition chimique de l'acier, du cycle de refroidissement et de la masse de la pièce.

### Revenu

Après une trempe l'acier est trop fragile pour pouvoir être mis en service sans un traitement complémentaire. La trempe est suivie d'un revenu constitué d'un chauffage au-dessous du point  $Ac_1$ . Le revenu réalise alors un compromis entre dureté et résilience : il augmente l'allongement et surtout la résilience ; mais il diminue la dureté, la limite élastique et la résistance à la traction.



4-1 Diagramme fer-carbone

#### Ac<sub>1</sub> :

lieu des températures définissant la limite inférieure du domaine d'existence de l'austénite.

#### Ac<sub>2</sub> :

lieu des températures définissant la perte des propriétés magnétiques (point de Curie).

#### Ac<sub>3</sub> :

lieu des températures d'équilibre définissant la limite supérieure du domaine d'existence de la ferrite.

#### Ac<sub>m</sub> :

lieu des températures d'équilibre définissant la limite supérieure du domaine d'existence de la cémentite dans un acier hypereutectoïde.

## Recuit

Le recuit amène le métal en équilibre physico-chimique et tend à réaliser un équilibre structural ; il a donc pour but de faire disparaître les états hors d'équilibre résultant de traitements antérieurs thermiques ou mécaniques. L'état recuit correspond aux valeurs maximales des caractéristiques de ductilité, et aux valeurs minimales des caractéristiques de résistance.

### Recuit de normalisation

Le recuit de normalisation est effectué à une température dépassant  $Ac_3$  de 50 à 100°C et suivi d'un refroidissement à l'air calme. Ce recuit a pour but d'affiner le grain et il contribue également à l'homogénéisation du métal et au relâchement des contraintes internes. Dans le cas des aciers autotrempants, le refroidissement s'effectue dans un four.

### Recuit d'adoucissement

Ce recuit consiste à maintenir le métal à quelques dizaines de degrés au-dessous du point de transformation  $Ac_1$  et a pour but de faciliter l'usinage ou la déformation. Ce recuit s'applique principalement aux aciers à outil ou pour faciliter les opérations de frappe à froid et évite la réalisation d'une trempe qui aurait lieu lors d'un refroidissement même lent après chauffage au-dessus de  $Ac_3$ .

### Recuit de détente

Ce recuit a pour but le relâchement des contraintes internes dues à la solidification (pièces de moulage) ou à des opérations mécaniques (usinage) ou de soudage. Ce recuit s'effectue généralement vers 600-650°C.

### Recuit d'hypertrempe (cas des aciers inoxydables austénitiques)

Ce recuit est effectué à une température généralement supérieure à 1000°C et suivi d'un refroidissement rapide (eau, air pulsé) afin d'éviter la précipitation de phases intermédiaires.

## Traitement thermochimique des aciers

C'est un traitement thermique réalisé dans un milieu adéquat pour obtenir une modification en surface de la composition chimique du matériau de base par échange avec ce milieu.

### Traitement thermique des aciers de cémentation

Les aciers de cémentation ont l'avantage de présenter à la fois une surface dure et résistante à l'usure ainsi qu'une bonne ténacité à cœur. Pour obtenir ces propriétés particulières, il est nécessaire d'augmenter la teneur en carbone de la zone superficielle. La cémentation peut se faire en milieux pulvérulents, liquides ou gazeux.

### Cémentation en poudre

Dans le cas des aciers de cémentation servant à la mise en forme des matières plastiques, on utilise des poudres de cémentation à action douce afin d'éviter

une teneur en carbone trop élevée en surface. Les caisses de cémentation doivent être adaptées à la forme des outils à traiter afin que la carburation soit aussi homogène que possible. La profondeur de carburation adéquate est fonction de la forme de l'outil. Pour mesurer la profondeur de carburation, il est conseillé de placer dans la caisse de cémentation des éprouvettes de la même nuance que l'outil.

### Cémentation en bain de sels

Par rapport à la cémentation en poudre, la méthode en bain de sels présente les avantages suivants :

- gain de temps car les pièces n'ont pas à être emballées puis déballées,
- traitement plus rapide,
- cémentation homogène, même pour les pièces de formes compliquées.

### Cémentation gazeuse

Alors que les procédés solides et liquides obligent à travailler avec un niveau de carbone constant, la cémentation gazeuse permet de faire varier le niveau de carbone à l'intérieur de limites étendues. Ce procédé garantit en outre une teneur en carbone homogène dans toute la zone superficielle et permet d'obtenir des profondeurs de carburation importantes dans des temps encore raisonnables. Tout comme le procédé en bain de sels, la cémentation gazeuse facilite la trempe directe.

Un **traitement thermique** est effectué afin d'homogénéiser et améliorer les caractéristiques mécaniques d'une pièce (résistance, dureté, ductilité, limite d'élasticité, propriétés de surface,...). Il consiste à lui faire subir un cycle pré-déterminé de chauffage et de refroidissement, afin d'obtenir des transformations de structure maîtrisées.

Les traitements thermiques les plus utilisés pour les produits de fixation sont les suivants :

4-2

<b>Le recuit</b>	permet de rendre le métal «mou» pour mieux le déformer lors de la frappe à froid (éviter crique, usure outillage). permet d'améliorer la ductilité des fixations (classes de qualité 4.6 ou 5.6).
<b>La trempe</b>	permet de durcir le métal pour augmenter sa résistance mécanique (% C élevé dans la martensite) - à l'huile (trempe martensitaire), - en bain de sel (trempe bainétique).
<b>Le revenu</b>	permet de rendre le métal moins fragile.
<b>La cémentation</b>	permet de durcir uniquement la surface du métal par apport de carbone.
<b>La carbonitruration</b>	permet de durcir uniquement la surface du métal par apport d'azote et de carbone.

Les fixations sont fabriquées avec traitement thermique, à partir d'aciers alliés ou d'aciers inoxydables, notamment pour :

- les vis de classes de qualité 8.8 et supérieures et les vis en inox martensitique,
- les écrous de classes de qualité 10 et supérieures et les écrous de classe 10 de diamètre supérieur à 16 mm,
- les rondelles coniques, ressorts, anneaux d'arrêt (circlips), écrous tête,
- les goupilles élastiques, pour certaines fixations en alliage d'aluminium, etc.

Exemple pour une vis de classe 8.8 :



4-3 Une ligne de traitement thermique : un investissement qui peut atteindre 2,5 M€ !

L'austénitisation doit être effectuée dans un four sous atmosphère contrôlée, afin de ne pas altérer la teneur en carbone de la surface des pièces (perte de carbone = décarburation, excès de carbone = carburation).

Les mises en température sont effectuées dans des fours le plus souvent à atmosphère contrôlée ou à bain de sel.

Les atmosphères contrôlées permettent soit de protéger le matériau, contre l'oxydation par exemple, soit d'apporter une couche supplémentaire au matériau (par exemple, du carbone ou de l'azote pour l'acier pour améliorer les caractéristiques mécaniques externes).

## Traitement thermochimique des aciers

### Décarburation

Dénaturation d'un acier, souvent à l'occasion d'un traitement thermique, par oxydation superficielle détruisant le carbone de l'alliage et pouvant provoquer la formation d'oxyde de fer (calamine). Cette diminution de la quantité de carbone en surface fait suite à une réaction avec une ou plusieurs substances chimiques mises en contact avec la surface à température élevée (pollution de l'enceinte d'un four).

### Fragilisation par l'hydrogène

Diminution de la ductilité d'un matériau en raison d'une fragilisation aux joints des grains résultant de la pénétration d'hydrogène dans le métal. Cela peut générer des ruptures prématuées de pièces (rupture différée). Le procédé de correction est un traitement de dégazage décrit dans la norme ISO 4042. Il est réalisé par un passage au four à une température de l'ordre de 200°C, pendant un temps défini en fonction de la nature des pièces.

### Attention

Le risque de fragilisation est fortement réduit par le dégazage mais en la matière le risque « ZERO » n'est pas garanti.

# 5. Notions élémentaires sur les revêtements de surface

Il existe plus d'une centaine de revêtements de surface, le choix est fonction du résultat ciblé, qui peut être de diverse nature :

- résistance à la corrosion,
- coefficient de frottement,
- aspect,
- risque de fragilisation à l'hydrogène,
- soudabilité.

## Types de revêtements

Les revêtements les plus courants sont les suivants :

5-1

Revêtements électrolytiques	Zinc lamellaire
Zinc chrome III et VI	Cuivre
Zinc nickel 12-15 %	Geomet® Delta Protekt®
Zinc fer	Phosphate zinc
Nickel	Phosphate manganèse
Chrome	Deltatone®
Etain	Cadmium

Le zinc est réalisable en plusieurs couleurs : blanc, jaune, vert, noir.

## Décontamination – passivation de l'inox

Le décapage ou nettoyage à l'acide rétablit la résistance à la corrosion de la surface en supprimant toute contamination superficielle telle que graisse, saleté ou particules de fer encastrées.

## Procédés d'obtention

On distingue principalement :

- **Le revêtement par électrolyse** : les pièces sont dans un bain de zinc, nickel, chrome... Le courant est généré par des cathodes plongées dans le bain, ceci entraîne le dépôt du revêtement (l'anode) sur les pièces.
- **Le zinc lamellaire** : les pièces sont immergées dans un bain de zinc, à une température de 300°C, zinc de 1 ou 2 couches.
- **Le zinc galvanisé à chaud** : les pièces sont plongées dans un bain de zinc, à une température de l'ordre de 400°C.
- **Le zinc mécanique** : les pièces sont dans un tonneau avec des microparticules de zinc, lors des rotations et vibrations le zinc se dépose par frottement.

## Revêtement électrolytique

Désignation - Norme de référence : ISO 4042

Elle détermine la codification :

- la première lettre définit le métal (exemple A pour le zinc),
- le deuxième chiffre indique l'épaisseur (exemple 2 pour 5 microns),
- la troisième lettre définit la couleur (exemple L pour le jaune).

Exemple : Vis P9F = zinc nickel > 10 microns bleuté à bleuté irisé

## Fragilisation par l'hydrogène

Les procédés de nettoyage et de zingage par électrolyse créent une absorption d'hydrogène par l'acier, particulièrement pour les pièces d'une dureté de 320 HV et plus (vis de classe 10.9 et plus, écrous classe 12, rondelles ressort).

Cet hydrogène crée une fragilisation et donc doit être éliminé, le procédé est un traitement de dégazage décrit dans la norme ISO 4042. Il est réalisé par un passage au four à une température de l'ordre de 200°C, pendant un temps défini en fonction de la nature des pièces.

### Attention

Le risque de fragilisation est fortement réduit par le dégazage mais en la matière, l'élimination de ce risque ne peut être garantie. Quelles que soient les précautions prises, la présence d'hydrogène, qui ne peut être totalement éliminée, entraîne un risque de rupture différée.

## Epaisseur

L'épaisseur maximale de revêtement est liée au diamètre et aux tolérances du filetage, ceci pour garantir la montabilité des vis et écrous. La norme ISO 4042 définit ces épaisseurs qui vont de 3 à 20 microns.

## Zinc lamellaire

Désignation - Norme de référence : NF EN ISO 10683

Il n'y a pas désignation générique, elle est liée au producteur (formulateur) du zinc :

NOF METAL COATING® : Geomet®  
DORKEN® : Delta Protekt® et Deltatone®  
MAGNI EUROPE : Magni®

## Epaisseur

Elle est comprise entre 6 et 10 microns.

## Galvanisation à chaud

### Norme de référence : NF EN ISO 1461

L'épaisseur de zinc est de l'ordre, selon l'application, de 40 à 70 microns, cette couche de zinc importante est déposée sur les vis selon 2 possibilités :

- vis avec un filetage minorée, afin de permettre le montage d'un écrou standard,
- vis avec un filetage standard, ce qui imposera le montage d'un écrou surtaraudé.

#### Attention

Il est important de changer la spécification de la matière de la vis minorée ou de l'écrou surtaraudé afin de conserver les caractéristiques mécaniques exigées par les normes.

## Performance d'un revêtement

La résistance à la corrosion d'un revêtement est directement liée à :

- la nature du revêtement,
- l'épaisseur appliquée,
- la présence d'additifs tels les filmogènes (Top Coat) qui accroissent la performance contre la rouille et le coefficient de frottement.

La mesure de la résistance à la corrosion s'effectue principalement à l'aide d'un test au brouillard salin.

## Test BS (brouillard salin)

### Norme de référence : ISO 9227

En laboratoire, les éléments de fixation revêtus sont placés dans une enceinte de brouillard salin, les taux de salinité et d'humidité étant fixés par la norme. Les valeurs de référence correspondent à des tests effectués en sortie de bain.

#### Attention

Toute manipulation postérieure (tri, conditionnement, montage) peut réduire les performances, par apparition de rayures ou chocs sur le revêtement.

Deux critères sont enregistrés en tenue brouillard salin (tenue BS) et exprimés en heures :

#### • l'oxydation blanche

Elle correspond à la première apparition de rouille blanche, attaque de la couche de zinc.

#### • la rouille rouge

Elle correspond à la fin de consommation de la couche de zinc, et au début de l'attaque de l'acier.

Quelques valeurs indicatives de tenues BS enregistrées en rouille rouge (pour plus de précisions, voir le tableau détaillé dans le chapitre «Bibliothèque & outils») :

- zinc blanc 5 microns : 48 heures,
- zinc blanc 5 microns + filmogène : 300 heures,
- zinc nickel 12-15% + filmogène : 720 heures (standard automobile),
- GEOMET 500 A<sup>®</sup> : 600 heures,
- Galvanisé à chaud 50 microns : 600-700 heures.

## Test de Kesternich

Test complémentaire de corrosion au dioxyde de soufre (mesure de la résistance à la pollution atmosphérique).

## Coefficient de frottement

L'application d'un revêtement implique une modification du coefficient de frottement. Les valeurs sont de l'ordre de 0,10 à 0,24, une dispersion réduite est obtenue avec des filmogènes, qui permettent une plage : 0,12 - 0,18 (standard automobile, voir tableau 5.5).

## Filmogène (Top Coat)

En final, il y a dépôt d'un film additionnel qui apporte une résistance à la corrosion et une amélioration du coefficient de frottement. Certains filmogènes ont le but unique d'améliorer le coefficient de frottement, d'autres permettent une résistance aux chocs thermiques.

#### Attention

Un filmogène modifie les propriétés de conductivité électrique et peut donc être incompatible avec certaines applications .

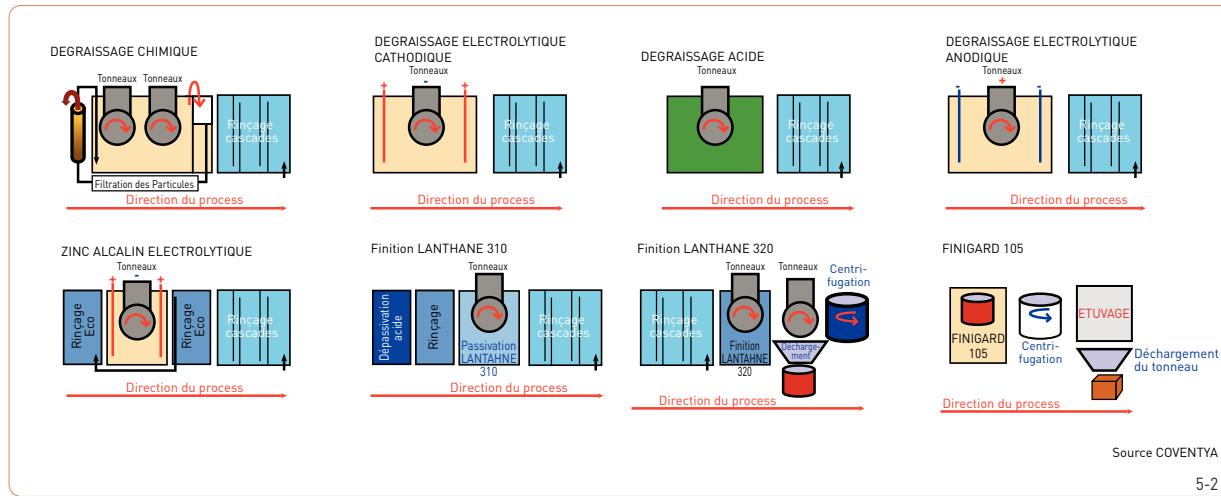
## Directives européennes DIR 2000/53/CE, DIR 2002/95/CE et DIR 2011/65/UE

Ces Directives applicables depuis Juillet 2006 aux industries automobile et électrique grand public interdit les revêtements trop polluants (notamment avec du chrome VI) et donc :

- le zinc jaune,
- le zinc vert,
- le zinc noir avec chrome VI,
- le cadmium.

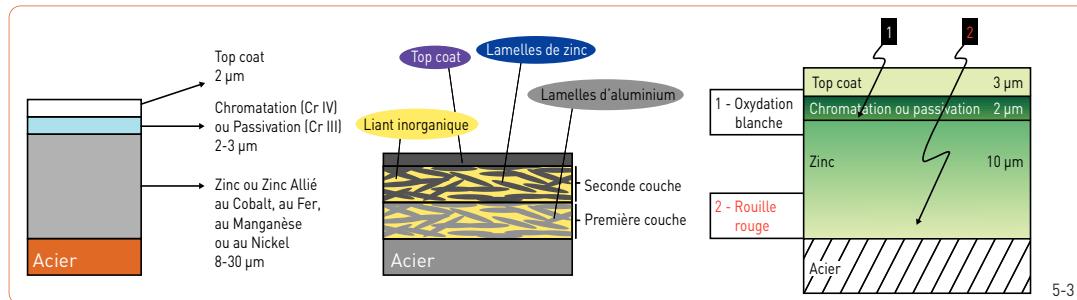
Des solutions alternatives avec chrome III ont été industrialisées à l'exception de zinc vert et du zinc jaune.

## Exemple de synoptique de fonctionnement d'une chaîne de traitement électrolytique



5-2

## Schémas en coupe des revêtements



5-4 Chaîne de traitement électrolytique

## Les exigences des constructeurs automobile

5-5

Fabricant	Procédé	Choc thermique avant BS	Exigence résistance BS		Epaisseur	Coefficient de frottement	Cahier des charges ou spécification
			Oxydation blanche	Rouille rouge			
BMW	Zinc/Fer	24 h - 120°C		480 h	8 µm	0,13 ± 0,03	GS 900 100
	Zinc pur	24 h - 120°C		480 h	8 µm	0,13 ± 0,03	
	Zinc/Nickel	2 h - 150°C		720 h	8 µm	0,13 ± 0,03	
FIAT LANCIA ALFA-ROMEO	Zinc pur jaune	1 h - 120°C	200 h	500 h	5 à 25 µm	0,15 ± 0,03	9 574 05
	Zinc pur vert	1 h - 120°C	200 h	750 h	5 à 25 µm	0,15 ± 0,03	
FORD	Zinc	1 h - 120°C	96 h	384 h		0,15 ± 0,03	WS S M 21 P17 B3
MERCEDES	Zinc ou Zinc/Fer	24 h - 120°C	380 h	600 h	6-8 & 10-15 µm	0,11 ± 0,03	DBL 8451
	Zinc/Nickel	24 h - 120°C	480 h	720 h	6-8 & 10-15 µm	0,11 ± 0,03	
OPEL GM	Zinc pur	1 h - 150°C	120 h	480 h [jaune]	8 à 15 µm	0,11 ± 0,03	GMW 3044
	Zinc/Nickel	1 h - 150°C	120 h	380 h	6 à 8 µm	0,11 ± 0,03	
PSA	Zinc pur	1 h - 120°C	200 h		10 µm	0,15 ± 0,03	B 15 4101
	Zinc/Fer Zinc/Cobalt	1 h - 120°C	200 h		10 µm	0,15 ± 0,03	
	Zinc/Nickel	1 h - 120°C	200 h	720 h	5 à 8 µm	0,15 ± 0,03	B 15 4102
RENAULT	Zinc pur	1 h - 120°C	200 h	600 h	10 µm	0,15 ± 0,03	01 71 002
	Zinc/Nickel	1 h - 120°C	240 h	912 h	8 µm	0,15 ± 0,03	Cdc 47 000
VW	Zinc pur	24 h - 120°C	120 h	480 h	5 à 8 µm	0,11 ± 0,03	VW 13750
	Zinc/Nickel	24 h - 120°C	240 / 480 h	720 h	5 à 8 µm	0,11 ± 0,03	TL 244
VOLVO	Zinc pur	1 h - 120°C	200 h	400 h	5 à 15 µm	0,15 ± 0,05	STD 5632.10
	Zinc/Fer		200 h	400 h	5 à 15 µm	0,15 ± 0,05	
NISSAN	Zinc pur		168 h	480 h	3 à 25 µm		M 40 40
TOYOTA	Zinc pur		72 h	212 h	5 à 25 µm		TSH 6500 G

# 6. Notions élémentaires sur la normalisation

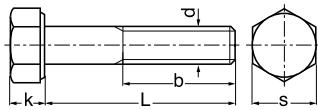
## Qu'est-ce qu'une norme ?

Une norme est un document de référence, utilisé dans les échanges commerciaux, qu'ils soient de droit privé ou des marchés publics.

Ce sont des règles, caractéristiques pour des usages communs et répétés :

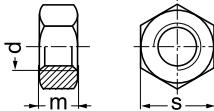
- Résultant d'un consensus entre l'ensemble des parties prenantes.
- Publiée par un organisme officiel de normalisation.
- Dont l'application est volontaire (sauf pour les normes rendues obligatoires par décret – par exemple norme pour les casques de moto – ou par une Directive européenne – boulons CE pour la construction métallique).
- Reconnue comme règle de l'art.
- Et premier élément de preuve devant les tribunaux.

Vous avez une vis italienne (NF EN ISO 4014), un écrou allemand (NF EN ISO 4032) et une rondelle française (NFE 25513) : grâce à la normalisation, le tout s'assemble sans difficulté sur une installation pétrolière au large du Mozambique...

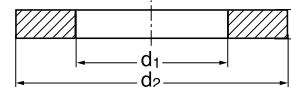


6-1 Vis à tête hexagonale partiellement filetée ISO 4014 Acier classe 8.8 brut

6-2 Ecrou hexagonal Hu ISO 4032 Acier classe 8 brut



6-3 Rondelle plate moyenne M NFE 25513 Acier 100HV brut



## origine d'une norme ?

Les normes internationales sont élaborées à l'ISO (International Standard Organisation)

Les normes européennes sont élaborées au CEN (Comité européen de Normalisation)

Les normes françaises sont élaborées à l'UNM (Union de Normalisation de la Mécanique) en ce qui concerne le domaine des fixations.

Les normes sont publiées en français par l'AFNOR (Association Française de NORmalisation) et disponibles sur le site [www.boutique.afnor.org](http://www.boutique.afnor.org)

Une norme internationale ISO 898-1 se décline en  
Norme européenne EN ISO 898-1 puis en  
Norme nationale NF EN ISO 898-1 (France)  
DIN EN ISO 898-1 (Allemagne)  
UNI EN ISO 898-1 (Italie)... etc  
pour chacun des pays européens

Dans un objectif d'harmonisation, les normes européennes remplacent progressivement les normes nationales traitant du même sujet.

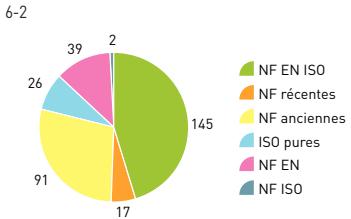
Une norme européenne est OBLIGATOIREMENT reprise dans les collections nationales, avec ANNULATION des normes nationales correspondantes. Les appellations nationales sont distinctes, mais le contenu des normes est identique.

## les normes en fixation

Au 1<sup>er</sup> Janvier 2015, 320 normes concernant les fixations sont publiées. Elles sont pilotées à travers 2 comités de normalisation à l'UNM (UNM 04 pour les fixations mécaniques et UNM 041 pour les fixations bâtiment).

Au niveau international, elles sont élaborées par le comité technique ISO/TC 2 et au niveau européen par le comité technique CEN/TC 185.

186 sont des normes NF EN ISO (publiées depuis le 1<sup>er</sup> Juillet 1994), NF EN (publiées avant le 1<sup>er</sup> juillet 1994) ou NF ISO. 17 sont des normes françaises « pures » et 91 sont des normes « anciennes » datant de plus de 10 ans. Dans la collection des normes françaises, la norme porte un indice de classement commençant par E 25- pour les éléments de fixation ou E 27- pour les normes publiées jusqu'en 1982 (le «E» signifie que la norme appartient à la classe des normes mécaniques).



Cela permet de disposer pour les fixations :

- D'un contenu technique élaboré par les meilleurs experts mondiaux.
- D'une référence reconnue internationalement.
- De normes de résultats (caractéristiques mécaniques et fonctionnelles et méthodes d'essai associées).
- De documents de référence pour les questions répétitives.
- De normes de produits pour la rationalisation des approvisionnements.
- De briques-supports optimisées servant de base pour la conception de produits spécifiques.

### 20 normes fondamentales (définissent les caractéristiques générales pour une famille de produits)

- Caractéristiques mécaniques ET méthode de caractérisation pour une famille de fixations ET classe de qualité ET marquage pour les fixations métriques ISO (exemple : ISO 898-1 ou ISO 898-2)
- Référencées dans toutes les normes de produits (exemple : les caractéristiques mécaniques ISO 898-1 s'imposent aux produits ISO ou selon DIN 933 ou UNI 5739-65).

### 62 normes générales (traitent un aspect particulier relatif aux éléments de fixation)

- Méthodes d'essai, par exemple couple/tension
- Caractéristiques fonctionnelles, par exemple autofreinage pour les écrous
- Revêtements pour fixations, (zinc lamellaire, galvanisation à chaud...)
- Vocabulaire bi ou tri-lingue (produits, désignation des dimensions, revêtements...)
- Qualité, documents de contrôle (certificats), contrôle de réception
- Dimensions (empreinte à six lobes internes, contrôle par calibre des six pans creux...).

### 240 normes de produits (définissent toutes les caractéristiques d'un type de fixation)

- Les dimensions (schéma, gamme de diamètres et longueurs, côte de la tête, tolérances...)
- Les autres caractéristiques par référence aux normes fondamentales et générales : une norme de produits renvoie à une norme fondamentale unique et à une ou plusieurs normes générales.

### 58 normes en cours de révision ou création (au 3/10/2014)...

Les normes, leur contenu, évoluent régulièrement, il est donc nécessaire de procéder à une veille technologique.

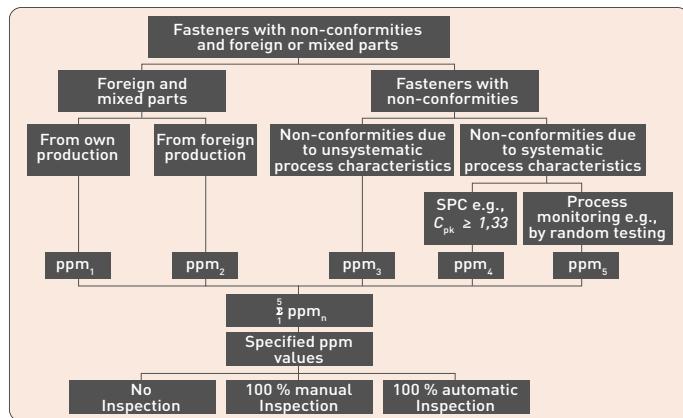
### exemples de ce que l'on peut trouver dans une norme

- Quel est le terme japonais pour « revêtement de zinc lamellaire » ?

Réponse : (ISO 1981-2) 亜鉛フレーク皮膜

- Pourquoi le « zéro défaut » absolu ne peut être garanti ?

Réponse : (ISO 16426)



- Quelle est la formule de calcul du couple maximal par rapport à la tension à installer dans un assemblage vissé ?

Réponse : (ISO 16047)

$$T_{\max} = \frac{0,85 \times Re \times 10^{-3}}{\sqrt{\left(\frac{1}{A \times As}\right)^2 + 3 \times \left(16 \times \frac{1 - \mu_{min} \cdot r_m}{A} \cdot \frac{d}{n \cdot d^3 \cdot As}\right)^2}}$$

- Quelles sont TOUTES les caractéristiques mécaniques auxquelles doivent répondre des vis ISO métriques de classe 8.8 ?

Réponse : (ISO 898-1) (ATTENTION, extrait partiel du tableau 5.0-3 p. 140 et 141)

N°	Caractéristiques mécaniques ou physiques	Classes de qualité														
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9					
		nom. [d]		400		500		600		800		900		1000		1200
1	Résistance à la traction R <sub>m</sub> [MPa]	nom. [d]		400		500		600		800		900		1040		1220
		min		400	420	500	520	600		800	830	900				

# 7. Elaboration d'une demande d'offre ou d'une commande de fixations

Afin d'éviter toute ambiguïté dans la définition, la cotation puis la livraison d'un produit de fixation, il convient de respecter un certains nombre de stipulations. On distinguera le cas des produits «standards» des produits spécifiques «à exigences».

## Produit standard

1. Désignation / type de produit : vis, boulon, rondelle...
  2. Forme : forme de tête, type de filetage, forme d'écrou ou rondelle, type d'empreinte...
  3. Norme de référence : ISO, NF, DIN, UNI, UNF... avec son numéro.
  4. Matière : acier, laiton, inoxydable, thermoplastique...
  5. Classe de qualité :
    - acier : 8.8, 10.9, 33H, 45H, grade 5, grade 8,
    - inoxydable : A2-50, A4-70, A4-80.
  6. Revêtement : brut, zingué blanc Cr3, Geomet...
- Ces 6 éléments peuvent être remplacés par la codification d'un «modèle» Emile Maurin : **20211 = vis à tête hexagonale entièrement filetée NF EN 24017 en acier classe 8.8 zinguée blanc.**
- Il aussi possible d'utiliser une notation abrégée (voir dans les «Outils» en fin de volume) : **20211 = V TH EF 4017 8.8 Zn.**
7. Dimension.
  8. Quantité.
  9. Délai ou date de livraison (date de départ ou «rendue» à préciser).
  10. Cadences éventuelles de livraison.

## Produit spécifique à exigences

En complément chaque référence peut faire l'objet d'exigences particulières, auxquelles correspondent des conditions économiques de fourniture.

### Exigence produit

- Exigence de matière.
- Revêtement particulier.
- Niveau de tenue brouillard salin.
- Exigence de provenance (fabricant, marquage, pays, continent...).
- Tolérance sur filetage, sous tête...
- Caractéristiques dimensionnelles hors norme (tête réduite, longueur spécifique...).
- Caractéristiques mécaniques hors norme (résilience, coefficient de frottement...).

- Niveau ppm (par type de caractéristique).
- Opération de reprise (perçage) ou complément (freinage, frein-filet...).
- Type de montage automatique.
- Produit selon plan.

### Exigence de procédure et documentaire

- Procédure d'échantillons initiaux.
- Procédure spécifique de contrôle.
- Certificat (préciser le type).
- Agrément du fabricant.

### Exigence logistique

- Tolérance sur quantité.
- Boîtage imposé.
- Etiquetage imposé.
- Palettisation imposée.
- Mode livraison imposé.

# 8. Vocabulaire du métier de la fixation

## A

### Abrasion

Processus de détérioration et d'usure dû à l'utilisation d'agents abrasifs (*usure abrasive*).

### Ac

Voir *critère d'acceptation*.

### Accord de Vienne

Accord de coopération technique établi entre l'ISO et le CEN, visant à publier une norme au contenu identique et avec la même numérotation en norme sous référentiel ISO ou sous référentiel CEN.

### Accréditation

Démarche consistant, après évaluation, à tester la compétence et l'impartialité des organismes ou laboratoires techniquement capables de réaliser des essais, des analyses ou des étalonnages et de procéder à des actions d'inspection ou de certification de produits, services, systèmes qualité ou de personnels, dans les secteurs donnés. En France le COFRAC remplit cette mission.

### Acier

Alliage métallique fer+carbone dont l'élément principal est le fer, et dont la teneur en carbone n'est pas supérieure à 2% (+ taux maxima en éléments soufre et phosphore). La présence de fortes teneurs en éléments carburiènes peut modifier la limite supérieure de la teneur en carbone.

### Acier allié

Acier avec des ajouts de composants métalliques d'amélioration (chrome, cobalt, manganèse, molybdène, nickel, titane, vanadium...).

### Acier austénitique (inoxydable) (symbole A1 à A5)

Alliage fer-chrome-nickel et carbone (<0.12%) avec addition possible de molybdène pour améliorer la résistance à la corrosion. Famille d'acier inoxydable la plus répandue, avec une résistance moyenne (avec écrouissage), de bonne ductilité et résistance chimique élevée. Famille d'acier dont la structure est austénitique à la température ambiante. Le fer se présente sous forme cubique à faces centrées ou fer Y. Les sites interstitiels de l'austénite sont plus grands que ceux de la ferrite (fer  $\alpha$ ) et le fer Y peut donc stocker plus de carbone que le fer  $\alpha$ .

### Acier autotrempeant

Désigne les aciers dont la *tremppabilité* est telle qu'un refroidissement à l'air permet de conférer une structure martensitique à des pièces de dimensions même importantes.

### Acier doux

Acier dont la faible teneur en carbone (inférieure à 0,05%) conduit à des caractéristiques mécaniques faibles et une forte ductilité.

### Acier duplex (inoxydable) (symbole D)

Alliage fer-chrome-nickel de structure mixte ferritique-austénitique. Acier de très bonne résistance mécanique, résistance à la corrosion similaire à celle des aciers austénitiques mais avec une meilleure résistance à la corrosion sous contrainte.

### Acier durci par trempe

Acier ayant subi un *durcissement par trempe*, toujours suivi d'un revenu (dans le seul cas de trempe dite bainitique, on s'abstient de ce traitement de revenu).

### Acier faiblement allié (Acier avec éléments d'alliage)

Acier allié dont la teneur de chacun des composants améliorateurs (bore, chrome, molybdène...) est inférieure à 5%.

### Acier Ferritique (inoxydable) (symbole F1)

Alliage fer-chrome et carbone (<0,12%). Acier de résistance mécanique plus faible que les aciers austénitiques et résistance chimique se situant entre celle des aciers austénitiques et celle des aciers martensitiques. Caractéristiques magnétiques.

Acier dont l'état ferritique est stable à toutes températures.

### Acier fortement allié

Acier allié dont l'un au moins des composants améliorateurs à une teneur supérieure à 5%.

### Acier inoxydable

Famille d'aciers alliés auxquels sont ajoutés essentiellement du chrome (10,5% minimum) du nickel et éventuellement d'autres composants améliorateurs (molybdène, titane, vanadium..) afin d'obtenir une résistance à l'oxydation et/ou à la corrosion. Cette amélioration varie en fonction de la nuance d'acier inoxydable et du milieu.

### Acier martensitique (inoxydable) (symbole C1, C3 et C4)

Alliage fer-chrome-nickel, et carbone (>0,10%) avec addition possible de molybdène pour améliorer la résistance à la corrosion. Acier de résistance mécanique élevée lorsque trempé et revenu, mais résistance chimique moins élevée que celle des aciers austénitiques ou ferritiques.

### Acier trempé revenu

Acier ayant subi un durcissement par trempe, puis un revenu (dans le seul cas de trempe dite bainitique, on s'abstient de ce traitement de revenu).

### Action corrective

Action entreprise pour éliminer la cause d'une non-conformité ou d'une autre situation indésirable détectée (une action corrective est destinée à empêcher la réapparition, alors qu'une action préventive est destinée à prévenir l'occurrence).

### Action mécanique

Toute cause physique capable de modifier le mouvement d'un corps, d'interdire le mouvement d'un corps susceptible de se déplacer, ou de déformer un corps.

### Action préventive

Action entreprise pour éliminer la cause d'une non-conformité potentielle ou d'une situation potentiellement indésirable (une action préventive est destinée à prévenir l'occurrence, alors qu'une action corrective est destinée à empêcher la réapparition).

### Ad hoc (groupe)

Instance chargée de préparer le contenu technique d'une norme, d'étudier une question ou un sujet spécifique, le plus souvent à l'initiative d'un comité (ou sous-comité) technique de normalisation ISO ou CEN.

### Adhérence

Phénomène qui tend à maintenir un objet solidaire d'un autre objet (liaison entre deux surfaces en contact) - voir frottement.

### Adhérence du revêtement

Aptitude d'une couche de revêtement à rester liée au substrat ou au métal/maître-matière de base.

### Adouci

Etat métallurgique de produits ayant subi un traitement thermique dit d'adoucissement en vue d'abaisser la dureté du métal. Ce traitement permet de faciliter les opérations de mise en forme (par exemple frappe à froid) ou d'usinage.

### AELE

Association Européenne de Libre-Echange.

### AFFIX

Association (française) des Fabricants de FIXations mécaniques.

### AFNOR®

Association Française de NORrmalisation - Organisme officiel national français chargé d'organiser l'élaboration des normes françaises, européennes et/ou internationales (avec les 25 bureaux de normalisation - dont l'UNI) et qui publie ces normes en langue française.

### AFNOR Certification®

Société qui opère dans le domaine volontaire (par exemple marque NF) et réglementaire (par exemple marquage CE en rapport aux Directives ou Règlements

Européens). Pour les fixations, elle gère les marques NF-boulonnnerie de construction métallique, et est notifiée pour délivrer le marquage CE dans le cadre de la Directive Produits de Construction (boulons à haute résistance aptes à la précontrainte, boutons non pré-contraints).

### Agrement Technique Européen (ATE)

Document constituant une appréciation favorable de l'aptitude à l'emploi d'un produit pour une fin déterminée, basée sur la satisfaction des exigences essentielles pour la construction, selon les caractéristiques intrinsèques de ce produit et les conditions établies de mise en œuvre et d'utilisation. L'agrément technique européen est délivré par un organisme agréé à cet effet par l'Etat membre. En France le CSTB est l'organisme d'agrément désigné et notifié par l'Etat.

Il constitue, dans le champ couvert par la Directive Produits de Construction (DPC), une étape obligatoire préalable à la mise sur le marché européen pour les produits non normalisés. Il affirme, sous la responsabilité du fabricant l'aptitude à l'usage prévu d'un produit. Il définit les dispositions du contrôle de production mis en place par le fabricant et éventuellement supervisées par un organisme notifié. L'ATE est valable 5 ans.

### Ajustement

Assemblage de deux pièces lisses, l'une extérieure contenantne (alésage ou pièce femelle) et l'autre intérieure contenue (arbre ou pièce male) de même dimension nominale mais de tolérances différentes pouvant, en fonction de ces tolérances, avoir des comportements différents (jeu positif, serrage, jeu incertain).

### Ajustement avec jeu

Ajustement assurant toujours un jeu entre l'alésage et l'arbre après assemblage, la limite inférieure de l'alésage étant plus grande que la limite supérieure de l'arbre (ou dans le cas limite égale). Exemple : système de filetage vis/écrou.

### Ajustement avec serrage

Ajustement assurant toujours un serrage entre l'alésage et l'arbre après assemblage, la limite supérieure de l'alésage étant plus petite que la limite inférieure de l'arbre (ou dans le cas limite égale). Exemple : système de goujillage.

### Alésage

Opération d'usinage d'une surface intérieure cylindrique ou conique – par extension, forme obtenue par cette opération.

### Alésage (système de tolérance)

Forme géométrique définie par une dimension linéaire intérieure d'une pièce, généralement cylindrique.

## Alexander

Voir Théorie d'Alexander.

## Alliage

Mélange ou fusion d'éléments métalliques entre eux ou/et avec d'autres éléments non métalliques, permettant d'obtenir des caractéristiques améliorées par rapport aux caractéristiques des composants de base. Les éléments ajoutés au métal sont totalement solubles dans ce dernier à l'état liquide et ils sont susceptibles d'entrer en *solution solide* ou de former des composés.

## Allongement

Augmentation en valeur ou en pourcentage de la longueur entre repères d'une pièce lors d'une mise en traction – cette augmentation peut être temporaire (allongement élastique) ou définitive (allongement plastique).

## Allongement élastique

Augmentation de longueur d'une fixation ou d'une éprouvette dans le domaine d'élasticité du matériau sous un effort de traction, la fixation ou l'éprouvette reprenant sa longueur d'origine lorsque la sollicitation disparaît.

## Allongement plastique

Augmentation de longueur irréversible d'une fixation ou d'une éprouvette lorsqu'elle est soumise à un effort de traction supérieure à sa limite d'élasticité, qui apparaît après l'allongement élastique.

## Allongement après rupture sur éprouvette (symbole A%)

Grandeur sans unité exprimée en pourcentage – déformation permanente déterminée après rupture, lors d'un essai de traction sur éprouvette pour les vis, goujons, tiges filetées trempées et revenues [classe de qualité 8.8 et supérieures] conformément à l'ISO 898-1.

## Allongement après rupture sur fixation entière / sur produit entier (symbole Af)

Grandeur sans unité exprimée en pourcentage – déformation permanente déterminée après rupture, lors d'un essai de traction sur fixation entière [vis, goujons, tiges filetées] pour toutes les classes de qualité, conformément à l'ISO 898-1 ou l'ISO 3506-1.

## Aluminium (symbole chimique Al)

Métal blanc, brillant, fortement ductile, léger, s'autoprotégeant contre l'oxydation par production d'une couche d'alumine (résistance à la corrosion atmosphérique) – utilisation en rivetage, dans l'industrie aéronautique, etc.

## AMDEC

Analyses des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de la Criticité - A pour but d'étudier et de maîtriser les risques de défaillance d'un produit, processus ou service.

## Amélioration continue

Processus ordonné visant à réduire l'irrégularité des produits, les rejets et les fréquences d'essai tout en améliorant la productivité, la qualité et la satisfaction du client.

## Amorphe

Qualifie une matière dont les atomes ne sont pas ordonnés selon une structure cristallographique quelconque.

## Analyse chimique

Détermination en laboratoire de la composition chimique d'un produit en pourcentages d'éléments. Techniques utilisées : spectrométries d'émission optique ou voie humide (plasma...), microanalyses X quantitatives,...

## Anneau d'arrêt

Voir *Circlit*.

## Anode

Electrode sur laquelle se produit l'oxydation ou la corrosion (opposée à la *cathode*).

## Anode

Pôle électrique de signe positif.

## Anodisation

Procédé d'oxydation anodique électrolytique permettant la transformation d'une couche superficielle du métal en couche de protection contre l'usure et/ou dans un but esthétique – procédé particulièrement utilisé sur les pièces à base d'aluminium.

## Anomalie

Déviation par rapport à ce qui est attendu [peut être la cause de non-conformité ou défaut].

## Applicateur

Organisation qui met en œuvre les revêtements sur les fixations. Il peut s'agir d'un applicateur sous-traitant du fabricant ou distributeur, ou d'une application intégrée.

## Aptitude à l'assemblage / au montage

Aptitude des fixations à être assemblées / montées à l'aide de / des outils approprié(s), et conformément aux exigence(s) ou modèle(s) opérateur(e)s spécifié(s), le cas échéant.

## AQL

Acceptance Quality Level : voir *Niveau de qualité acceptable*.

## Arbre

Axe destiné à transmettre un mouvement de rotation. Pièce essentiellement destinée à s'insérer dans un alésage.

## Arbre (système de tolérances)

Forme géométrique définie par une dimension linéaire extérieure d'une pièce, généralement cylindrique.

## Arc-boutement

Phénomène d'adhérence entre deux solides qui s'oppose à tout mouvement.

## Argent (symbole chimique Ag)

Métal blanc et brillant, inoxydable par l'oxygène, dissous dans l'acide nitrique – utilisation en revêtement (*argenture*).

## Argenture

Revêtement métallique d'argent sur une pièce permettant d'améliorer sa résistance à la corrosion et/ou sa capacité de conductivité électrique ou thermique.

## Arrachement

Mode de ruine d'un assemblage où la fixation s'extracte de son support sous sollicitations [ruine du support ou ruine d'une partie de la fixation, mais pas de rupture de la fixation elle-même]. Mode rencontré pour la ruine d'assemblage avec vis à bois ou cheville par exemple.

## Arrêtés du 20 Janvier 1995 et du 13 octobre 1997

Arrêtés français portant mise en application obligatoire des normes ISO 898-1, ISO 898-2, ISO 3506-1 et ISO 3506-2 pour les fixations à filetage métrique ISO, dès lors qu'une classe de qualité est mentionnée sur n'importe quel support [marquage, étiquetage, document commercial, site web, publicité,...].

## Arrondi sous tête

Surface de raccordement entre la tête et le corps d'une vis, dont la section se rapproche d'un quart de cercle – mesure par le rayon de ce cercle. Voir *Rayon sous tête et Zone de raccordement tête-tige*.

## ASME

Sigle identifiant les normes publiées par l'*American Society for Mechanical Engineers*.

## ASME

American Society for Mechanical Engineers - organisation internationale qui regroupe plus de cent vingt-cinq mille ingénieurs, résidant principalement aux Etats Unis, dont l'activité couvre le vaste domaine des sciences mécaniques. Elle est structurée en Sections géographiques, douze pour les Etats Unis et une pour l'étranger ; cette dernière divisée à son tour en quatre sous-sections, dont une pour l'Europe. Du point de vue technique les activités se structurent autour de trente-huit divisions chargées de l'organisation de congrès, symposiums et forums spécialisés et de disséminer les informations pertinentes auprès des membres ayant exprimé leur intérêt. L'ASME publie de très nombreuses revues d'un très haut niveau scientifique et technique grâce à une politique stricte de sélection des contributions.

## Aspect d'une fixation

Propriété liée à la surface d'une fixation, telle que la couleur, la brillance, l'absence de défaut, etc.

## Assemblage

Action d'assembler des éléments formant un tout, montage, ensemble qui en résulte – réunion d'éléments divers ou hétéroclites.

## Assemblage démontable

Assemblage qui, effectué au moyen de fixation(s), permet le démontage de la liaison sans dommage pour les pièces assemblées, la fixation pouvant ou non être réutilisée (par exemple système vis-écrou).

## Assemblage non démontable

Assemblage qui, effectué au moyen de fixation(s), permet le démontage de la liaison en dét�isant les pièces assemblées et/ou la fixation (par exemple écrous serrés ou rivets).

## Assemblage mécanique

Liaison de différentes pièces d'un ensemble mécanique.

## Assurance qualité

Politique d'entreprise visant à avoir et donner confiance dans sa capacité à satisfaire les besoins de ses clients.

## ASTM

American Society for Testing and Materials - Un des organismes nationaux des USA pour la normalisation des matériaux – sigle identifiant les normes publiées par cet organisme - par extension, produit réalisé avec des matériaux correspondants à certaines caractéristiques normalisées par cet organisme [référence courante dans certains marchés, notamment en industrie pétrolière].

## Attache

Voir *revêtement à l'attache*.

## Attestation de conformité à la commande (2.1)

Document établi selon les spécifications de la norme EN 10204 ou ISO 10474 dans lequel le producteur de matériaux déclare que les produits livrés sont conformes à la commande, sans résultat d'essai.

## Austénite

Constituant micrographique des aciers et fontes, cristallisant en réseau cubique à faces centrées [CFC] : solution solide d'un ou plusieurs éléments dans le fer gamma – voir *Acier austénitique*.

## Austénite résiduelle

Austénite non transformée subsistant à température ambiante après un traitement de durcissement par trempe.

## Austénitique (Symbole A)

Nuances d'acier inoxydable. La désignation est complétée par un chiffre indiquant la composition (2= alliage à base de chrome et nickel, 4= alliage à base de chrome, nickel et molybdène) – elle peut être complétée après un tiret par des chiffres correspondant à 1/10 de la résistance minimale à la traction de la vis, exprimée en N/mm<sup>2</sup>, donnant ainsi une classe de qualité pour les fixations en acier inoxydable.

## Austénitisation

Opération au cours de laquelle l'acier est porté à une température supérieure à la limite de stabilité de la ferrite, de telle sorte que celle-ci se transforme en austénite.

**Austénito-ferritique**

Nuances d'acier inoxydable « Duplex », à forte teneur en chrome et molybdène, adaptées à des conditions de service dans certains environnements très agressifs.

**Autofreinage**

Dispositif incorporé à une fixation, destiné à limiter les possibilités de dévissage d'un assemblage - voir *Freinage*.

**Autopassivation**

Couche de conversion naturelle réduisant la vitesse de corrosion du substrat, par exemple pour l'acier inoxydable, l'aluminium, le titane.

**Avis Technique (AT)**

Document demandé par une entreprise et validé par une commission constituée auprès du Ministère chargé de l'Équipement, qui couvre l'aptitude à l'emploi des procédés, matériaux, «éléments ou équipements utilisés dans la construction, lorsque leur nouveauté n'en permet pas la normalisation.

**Axe**

En physique, droite orientée avec origine et unité. En mécanique, désigne un arbre tournant. En langage GPS, éléments tolérances ou de référence réels construits. Ligne rectiligne fictive d'une surface ou d'un volume de révolution représentée en trait fin mixte (exemple : axe d'une vis).

**Axial**

Longitudinal ou parallèle à l'axe de la pièce, habituellement en référence aux contraintes axiales de traction et de compression.

**A2 et A2-70**

Nuances d'acier inoxydable - le « A » indique un acier austénitique, le « 2 » un alliage à base de chrome et nickel, le deuxième groupe de la désignation indique [si présent] le 1/10<sup>e</sup> de la résistance minimale à la traction de l'élément de fixation exprimée en N/mm<sup>2</sup>.

**A4, A4-70 et A4-80**

Nuances d'acier inoxydable - le « A » indique un acier austénitique, le 4 un alliage à base de chrome, nickel et molybdène, et le deuxième groupe de la désignation indique [si présent] le 1/10<sup>e</sup> de la résistance minimale à la traction de l'élément de fixation exprimée en N/mm<sup>2</sup>.

**B****Bainite**

Constituant formé par décomposition de l'*austénite* dans un intervalle de température comprise entre les températures où se forme la *perlite* et celles auxquelles apparaît la *martensite*. Elle est formée de grains de ferrite dans lesquels le carbone a finement précipité sous forme de carbures.

**Bardage**

Paroi de façade constituée d'éléments rapportés sur une structure, le plus généralement pour des bâtiments industriels (bacs-acier ou panneaux-sandwiches posés avec des fixations de second-œuvre).

**Besoin**

Ce qui paraît nécessaire ou indispensable à quelqu'un. Sur le plan économique, raison pour laquelle le client est prêt à débourser une somme. Peut être un produit ou un service. Un CCB (calcul de besoin brut) exprime un prévisionnel de consommation destiné à permettre l'anticipation des approvisionnements afin d'éviter tout manquant.

**Bien**

Objet matériel fabriqué et commercialisé. Son achat satisfait le besoin de celui qui l'acquiert.

**Bore (symbole chimique B)**

Composant non métallique noir améliorant la trempabilité des aciers à taux de carbone inférieur à 0,8%, tout en permettant l'économie d'autres éléments beaucoup plus coûteux (nickel, chrome, etc.).

**Boruration**

Traitement thermochimique auquel est soumis un alliage ferreux, le maintien à température étant réalisé dans un milieu convenable pour obtenir un enrichissement superficiel en bore. Réalisé à haute température, ce traitement donne naissance à une couche de dureté élevée.

**Boulon**

Ensemble composé d'une vis et d'un écrou, parfois accompagné d'une ou deux rondelles (cas des boulons précontraints pour construction métallique).

**Boulon HR**

Boulon de construction métallique à Haute Résistance composé de vis, écrou et rondelles, apte à la précontrainte [minimum 0,7 f<sub>ub</sub> A<sub>3</sub>] : en cas de surserrage, la marge de sécurité est obtenue principalement par l'allongement plastique de la vis avant rupture. La hauteur d'écrou est d'environ 0,9 D et la longueur filetée normale. Ces boulons sont sous marquage CE dans le cadre de la DPC (Directive Produits de Construction). En complément, ils peuvent être aussi sous marque NF.

**Boulon HRC**

Boulon de construction métallique à Haute Résistance avec précontrainte Calibrée composé de vis, écrou et rondelles. La précontrainte est contrôlée lors du serrage par la rupture de l'embout fusible de la vis. Ces boulons sont sous marquage CE dans le cadre de la DPC (Directive Produits de Construction). En complément, ils peuvent être aussi sous marque NF.

**Boulon HV**

Boulon de construction métallique à Haute Résistance composé de vis, écrou et rondelles, apte à la précontrainte [minimum 0,63 f<sub>ub</sub> A<sub>3</sub>] : en cas de surserrage, le mode de ruine est généralement par déformation puis

arrachement du filetage en prise. La hauteur d'écrou est d'environ 0,8 D et la longueur filetée écourtée. Ces boulons sont sous marquage CE dans le cadre de la DPC (Directive Produits de Construction). Les éléments formant le boulon peuvent être fournis dans une même boîte ou en boîte séparée. Dans ce cas, le lot d'ensemble doit être respecté afin de garantir l'aptitude à l'emploi de l'ensemble.

**Boulon SB**

Boulon de construction métallique principalement utilisé pour des sollicitations en cisaillement ou faibles sollicitations en traction. Aucune précontrainte n'est exigée. Ces boulons sont sous marquage CE dans le cadre de la DPC (Directive Produits de Construction). En complément, ils peuvent être aussi sous marque NF (SB = Structural Bolt).

Procédé permettant l'assemblage permanent par brasage de deux pièces métalliques de nature identique ou différente. Consiste à combler un joint par capillarité ou infiltration d'un métal d'apport dont la température de fusion est inférieure à celle des pièces assemblées.

**Brinell (essai Brinell)**

Test de dureté de surface par mesure du diamètre de l'empreinte résultant d'une pénétration sans à-coup et progressive sous une charge définie d'une bille de diamètre normalisée – mesure HB – Ce test est notamment utilisé pour les aciers écrous ou recuits.

**Brochage**

Procédé permettant d'usiner des surfaces (souvent intérieures) par repoussage à l'aide d'un outil à tranchants multiples appelé broche. Exemple : réalisation de cannelures ou d'empreinte six pans creux.

**Bronze**

Alliage de cuivre (symbole chimique Cu) et étain (symbole chimique Sn), pouvant être complété par du nickel, de l'aluminium ou du silicium – bonne résistance à la corrosion.

**Brouillard salin neutre (essai) ou BS**

Essai destructif de corrosion accélérée de résistance à l'oxydation de fixations revêtues, dans une enceinte climatique à ambiance tempérée, humide et salée – La résistance à la corrosion au brouillard salin est généralement spécifiée en heures (mesure en heures d'apparition des phénomènes d'oxydation blanche et/ou de rouille rouge).

**Brunissage**

Opération de finition par immersion dans un bain alcalin chaud et résultant d'une opération de trempe thermique à l'huile, colorant les pièces traitées en noir ou brun foncé.

**BS**

Voir *Brouillard salin neutre*.

**BS - BS EN - BS EN ISO - BS ISO**

Sigles identifiant les normes du Royaume-Uni publiées par le BSI et précédant le numéro de la norme,

**BSI**

British Standard Institute : organisme officiel national de normalisation du Royaume-Uni.

**C****Cahier des charges fonctionnel (CdCF)**

Document par lequel le demandeur exprime son besoin ou celui qu'il est chargé de traduire, en termes de fonctions de service et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une tolérance ou flexibilité.

**Calibre**

Bague ou tampon, lisse ou fileté, utilisé pour des contrôles par comparaison sur arbre et alésage lisse ou fileté.

**Calmage**

Addition au moment de la coulée de l'acier, d'éléments avides d'oxygène (silicium, aluminium,...) susceptibles de former avec lui des composés stables pour réduire ou supprimer l'effervescence de cet acier.

**Calorisation**

Procédé thermochimique de diffusion superficielle d'aluminium (cémation par l'aluminium).

**Caoutchouc**

Voir *Elastomère*.

**Capacité (d'un processus de production)**

Capacité d'un système à remplir de façon pérenne la fonction demandée – notion utilisée pour la maîtrise statistique des procédés (SPC) permettant de mesurer la capacité d'un équipement ou d'un procédé à réaliser des pièces dans un intervalle de tolérance défini – voir la norme ISO 16426.

**Capacité de charge intégrale**

Caractéristique d'une fixation fine (vis, goujon, tige filetée, écrou - normalisée ou non) dont la charge de rupture minimale F<sub>m</sub> est conforme lorsqu'elle est soumise à un essai de traction sur produit entier, et dont la rupture se produit dans la partie filetée pour les vis à tête plate.

**Capacité de charge intégrale (vis à métaux à...)**

Vis ou goujon avec une partie lisse de diamètre d<sub>s</sub> > d<sub>2</sub> ou vis entièrement filetée ou tige filetée, dont la rupture en traction se produit dans la partie filetée (voir la norme EN ISO 898-1).

**Capacité de charge réduite**

Caractéristique d'une fixation fine (vis, goujon, tige filetée, écrou - normalisée ou non) dont les propriétés du matériau sont conformes aux exigences prévues par sa classe de qualité mais dont la rupture se produit, soit pour une charge inférieure à celle des écrous normaux (par exemple écrou bas) et de ce fait la classe de qualité

doit être précédée d'un zéro (voir ISO 898-2), soit dans une partie autre que le filetage pour les vis à métaux du fait de leur géométrie.

#### Capacité de charge réduite (vis à métaux à...)

Vis à métaux dont la géométrie entraîne la rupture en traction dans une partie autre que le filetage, par exemple dans la tête (tête basse, tête fraisée, à entraînement interne) ou dans la partie lisse (vis à tige très rétrécie...). De ce fait la classe de qualité doit être précédée d'un zéro (voir NF EN ISO 898-1).

#### Caractéristique d'une fixation

Propriété dimensionnelle, chimique, physique, mécanique ou fonctionnelle ou autre propriété identifiable d'une fixation, qui peut faire l'objet d'une spécification (par exemple : hauteur de tête, teneur en carbone, résistance à la traction, relation couple/tension...).

#### Caractéristique essentielle

Dans le cadre du RPC (Règlement Produit de la Construction), caractéristique du produit de construction qui correspond aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction, pour la libre circulation des produits.

#### Caractéristique mécanique

Propriété mécanique spécifiée d'une fixation, généralement déterminée au moyen de machine d'essai (traction, allongement, dureté...).

#### Caractéristique sélectionnée

Caractéristique d'une fixation considérée comme critique pour son assemblage et/ou sa fonction et qui est désignée par le client.

#### Carbone (symbole chimique C)

Composant non métallique simple, utilisé dans la composition des aciers sous forme de coke dans les haut-fourneaux.

#### Carbonitruration

Traitements thermochimiques afin d'obtenir une diffusion de carbone et azote dans la surface métallique, provoquant une augmentation de la dureté de la surface du métal, particulièrement utilisé pour les fixations en acier bas-carbone ou faiblement alliés pour améliorer leurs caractéristiques fonctionnelles (vis autoperceuses, vis de pression ou réglage...). Généralement cette opération est suivie d'un durcissement par trempe + revenu.

#### Carburation

Résultat de l'augmentation de la teneur en carbone en surface par rapport à celle du métal de base, généralement non souhaité.

#### Cardan

Type d'accouplement permettant la transmission de puissance entre deux arbres avec désalignement angulaire.

#### Carte de contrôle

Outil utilisé en contrôle qualité afin de maîtriser les procédés de fabrication – Permet de détecter le moment où apparaît une défaillance entraînant une dérive.

#### Cathode

Electrode sur laquelle se produit la réduction (opposée à l'anode).

Pôle électrique de signe négatif.

#### Cavitation

Erosion à la surface d'un solide par formation et évolution de cavités, au contact d'un liquide.

#### CCPU

Certificat de Contrôle Produit par l'Usine, certificat de conformité en usine, garantissant la conformité de la matière première à une norme matière et /ou à un cahier des charges, et résultant de son analyse chimique et d'essais mécaniques. A été remplacé par les « Certificats matière » ou « Documents de Contrôle » pour les fixations.

#### Cémentation

Traitement thermochimique de diffusion afin d'obtenir un enrichissement de la surface métallique en carbone, provoquant une augmentation de la dureté de la surface du métal trempé. Utilisé par exemple pour les vis auto-formeuses et les vis autotaraudeuses. Cette opération est toujours suivie d'un traitement thermique de trempe + revenu, afin d'obtenir le durcissement de la couche enracinée par formation de martensite.

#### CEN

Comité Européen de Normalisation. La publication des normes européennes est assurée par les organismes nationaux des différents pays.

#### Céramique

Matériau à base d'oxydes de carbures, nitrures... Obtenu par solidification à haute température ou frittage.

#### Certificat 2.1

Voir Attestation de conformité à la commande 2.1.

#### Certificat 2.2

Voir Relevé de contrôle 2.2.

#### Certificat de contrôle 3.1 (matériaux)

Document selon spécifications de la norme EN 10204 ou ISO 10474, dans lequel le producteur de matériaux déclare que les produits livrés sont conformes à la commande, avec des résultats issus de contrôles spécifiques. Ce document est validé par le représentant autorisé du producteur.

#### Certificat de contrôle 3.2 (matériaux)

Document selon spécifications de la norme EN 10204 ou ISO 10474, dans lequel le producteur de matériaux déclare que les produits livrés sont conformes à la commande, avec des résultats issus de contrôles spécifiques. Ce document est validé par le représentant

autorisé du producteur et par le représentant autorisé du client ou par un inspecteur désigné par une tierce partie.

#### Certificat matière

Document de contrôle pour les matériaux (voir Attestation de conformité à la commande 2.1, Relevé de contrôle 2.2, ou Certificat de contrôle 3.1 ou 3.2). Ne pas confondre avec les Documents de contrôle pour les fixations.

#### Certification

Activité par laquelle un organisme reconnu, indépendant des parties en cause, donne l'assurance qu'une organisation, un service, un processus, un produit ou des compétences professionnelles sont conformes à des exigences spécifiées dans un référentiel. La certification est une démarche volontaire.

#### CETIM®

Centre Technique des Industries Mécaniques  
Organisme d'études, de recherche, d'essais et contrôles, de formation et d'information technique pour les métiers de la mécanique.

#### Chambrage

Logement cylindrique obtenu par fraisage, permettant à la tête d'une vis d'être noyée dans la pièce assemblée.

#### Chanfrein

Angle rabattu ou usiné d'une pièce, supprimant une arête vive et améliorant la résistance.

#### Charge (chimie)

Matière solide ajoutée à un polymère pour améliorer ses propriétés.

#### Charge (mécanique)

Effort supporté par une ou plusieurs pièces ou valeur numérique d'une sollicitation, exprimé en newtons (N) ou décà-newtons (daN). Aussi appelée Effort ou Force.

#### Charge (sous-lot)

Quantité de fixations identiques issues du même lot de fabrication et traitées ensemble en une seule fois avec le même procédé. Le même procédé signifie : pour un procédé continu, le même cycle de traitement sans aucune modification de réglage ; pour un procédé discontinu, le même cycle de traitement pour des charges identiques et consécutives. Le lot de fabrication peut être divisé en plusieurs charges pour les besoins de la fabrication, ces charges étant ensuite réassemblées dans le même lot de fabrication. Voir Lot homogène de fabrication.

#### Charge de galvanisation

Quantité de fixations identiques, nettoyées, décapées à l'acide, fluxées et galvanisées en même temps dans un même panier de galvanisation.

#### Charge d'épreuve

Charge spécifiée pour caractériser la résistance à la charge d'épreuve d'une vis à métaux ou d'un écrou, exprimé en newton (N). Voir *Essai de charge d'épreuve*.

#### Charge maximale (symbole F<sub>m</sub>)

Lors d'un essai (traction, cisaillement...) d'une fixation, effort maximum supporté par la pièce testée après dépassement de la limite d'élasticité et avant rupture, exprimé en newton (N).

*Essai de résilience* par mesure de l'énergie de choc nécessaire à la rupture d'une éprouvette normalisée, enroulée en V ou en U, sous l'action d'un pendule.

#### CHC

Vis à tête Cylindrique à six pans creux (HC = Hexagonale Creuse).

#### Cheville

Fixation permettant de réaliser un ancrage dans un matériau support (plâtre, béton..) par frottement, par verrouillage de forme ou par collage.

#### Choc

Défaut de surface caractérisé par un creux (ou bosse-lure) sur une surface externe quelconque d'une fixation, provoqué par une action extérieure lors de la manutention (transfert lors du process de fabrication, lors du conditionnement...).

#### Choc sur filet

Bosselure, éraflure, encoche sur le filetage provoquée par une action extérieure en cours de fabrication ou de manipulation de la pièce (en particulier sur les filetages extérieurs).

#### Choc thermique

Brusque variation de la température interne d'une pièce, entraînant la modification de ses propriétés et pouvant engendrer une rupture.

#### Chromage

Revêtement métallique de Chrome.

#### Chromatation

Opération visant à apporter des chromates dans la masse ou en surface de pièces obtenue par la réaction d'une solution contenant des composés de chrome hexavalent, afin d'en renforcer la résistance à la corrosion. Couche de conversion résultant de cette opération.

#### Chrome (symbole chimique Cr)

Métal blanc, dur et inoxydable utilisé en alliage pour améliorer les qualités de résistance à l'oxydation à la traction ou à l'usure et en composant de revêtement de surface associé au zinc- Il est surtout présent à l'état trivalent [Cr3] ou hexavalent [Cr6].

#### Chrome hexavalent (symbole Cr6)

Chrome à l'état d'oxydation +6 agissant comme inhibiteur de corrosion et utilisé pour former une couche de conversion au chromate. Le chrome hexavalent est considéré comme substance toxique par son aspect cancérogène et allergène et soumis à réglementation.

#### Chrome trivalent (symbole Cr3)

Chrome à l'état d'oxydation +3 utilisé pour former une couche de conversion de passivation, qui peut remplacer une couche de conversion au chromate.

**Chromisation**

Traitements thermochimiques auquel est soumis un alliage ferreux, le maintien à température étant réalisé dans un milieu convenable pour obtenir un enrichissement superficiel en chrome qui diffuse vers l'intérieur de la pièce. La couche superficielle peut être formée de chrome quasi-pur.

**Cinématique**

Etude du mouvement des corps sans prise en compte des forces qui le provoque – Par extension, permet de connaître la volumétrie potentielle d'un système mécanique en mouvement.

**Circlips®**

Anneaux d'arrêt pour arbre (circlips extérieurs) ou alésage (circlips intérieurs).

**Circularité**

Spécification géométrique tolérancée relative au profil de chaque section droite d'un cylindre extérieur dont la forme est comparée à un cercle parfait.

**Cisaillement**

Solicitation mécanique revenant à sectionner par une force perpendiculaire à l'axe de la pièce une section droite en deux sections opposées.

**Classe de flexibilité**

Indication littéraire placée au niveau d'un critère d'appréciation et permettant de préciser son degré de négociabilité ou d'impérativité.

**Classe de qualité**

La classe de qualité représente l'ensemble des caractéristiques mécaniques et physiques minimales et/ou maximales que doivent satisfaire les vis, goujons, tiges filetées et écrous à filetage métrique ISO (par exemple : matériau et traitement thermique, résistance à la traction pour les vis, charge d'épreuve pour les écrous), avec les méthodes et programmes d'essais correspondant. La classe de qualité est représentée par un symbole (exemple : vis 8.8, écrou de classe 8...). La classe de qualité est reprise par le Marquage (voir ce terme) et l'étiquetage.

**Classe de tolérance (arbre/alésage)**

Désignée par une ou plusieurs lettres majuscules (pour les alésages) ou minuscules (pour les arbres) identifiant l'écart fondamental, suivies du nombre représentant le degré de tolérance normalisé. Par exemple H7 (alésage) ou h7 (arbre).

**Classe de tolérance de filetage**

Désignation alphanumérique indiquant la tolérance et le jeu normalisés d'assemblage pour un filetage. Par exemple 6g pour une vis, 6H pour un écrou.

**Clavette**

Technique d'assemblage par Clavette.

**Clavette**

Pièce assurant la liaison démontable entre plusieurs pièces en rotation et/ou translation (par exemple entre un moyeu ou une poulie et un arbre).

**Clef à chocs**

Outil de serrage ou desserrage puissant mais imprécis, à réserver aux blocages.

**Clef dynamométrique**

Outil de serrage indiquant ou limitant le couple de serrage, utilisé notamment en montage de charpente métallique.

**Client**

Organisme qui achète des produits de fixation, mais qui n'est pas obligatoirement l'utilisateur.

**Clinchage**

Technique d'assemblage par déformation mécanique locale et à froid par point de tôles l'une dans l'autre (point de clinchage rond, rectangulaire...).

**Clip**

Fixation réalisée à partir de métal en feuille, de plastique ou fixation métaloplastique destinée à être assemblée par pression – aussi appelé Agrafe lorsqu'elle est métallique.

**Coaxialité**

Spécification géométrique tolérancée relative à deux cylindres d'axe théoriquement parfait et commun.

**Coefficient de frottement (symbole  $\mu$ )**

Grandeur sans unité déterminée au moyen d'un banc de serrage, calculée à partir de grandeurs physiques mesurées et des caractéristiques de la fixation filetée. Elle permet de résumer la relation couple / tension de la fixation entraînée en rotation de façon simple, indépendamment de la géométrie de l'assemblage.

**Coefficient de rendement du couple (symbole K)**

Grandeur sans unité déterminée au moyen d'un banc de serrage, calculée à partir du couple et de la tension mesurées et du diamètre de la fixation. Le coefficient K est utilisé pour les boulons de construction métallique aptes à la précontrainte (boulons HR, HRC, HV).

**COFRAC**

Comité Français d'Accréditation, association française ayant pour but d'accréditer en France des organismes privés ou des laboratoires dépendant de la puissance publique (métrologie légale, comparaisons inter-labouratoires et matériaux de référence...).

**Cohésion du revêtement**

Aptitude d'une couche de revêtement à rester intrinsèquement liée.

**Collage**

Procédé d'assemblage de plusieurs pièces par liaison chimique, au moyen de produit d'apport possédant des propriétés adhésives, non démontable (destruction à l'interface collé ou dans le matériau lui-même pour les collages structuraux).

**Compétitivité**

Capacité à affronter dans de bonnes conditions les entreprises concurrentes et les exigences des clients. Par extension, capacité à obtenir des conditions économiques satisfaisantes.

**Composite**

Matériau constitué de matières de nature différente, par exemple composé d'une charge (fibres de verre, fibres de carbone) et d'un liant permettant une solidification par réaction chimique.

**Compression**

Contrainte mécanique équivalente à l'action d'une force qui exerce une pression à chaque extrémité d'un élément rectiligne, causant une déformation élastique ou plastique de la pièce : raccourcissement dans la direction de l'effort appliqué (contraire de la traction).

**Condition fonctionnelle (Cote condition ou Cote fonctionnelle)**

Dimension permettant d'assurer les conditions normales de fonctionnement d'un produit. Elle peut être unilimite ou bilimité.

**Conductibilité**

Propriété d'un matériau à propager un flux thermique ou électrique, caractérisé par sa conductivité (thermique ou électrique).

**Conductivité thermique (symbole k)**

Capacité d'un matériau à conduire la chaleur d'un flux thermique stabilisé.

**Conformité**

Satisfaction d'une exigence.

**Consensus**

Accord général concerté entre les parties, caractérisé par l'absence d'opposition ferme à l'encontre de l'essentiel du sujet, un processus de rapprochement des positions divergentes et un processus de prise en considération de toutes les vues exprimées. Le consensus n'implique pas nécessairement l'unanimité.

**Contamination d'un lot**

Inclusion de fixation(s) différente(s), de substance(s) ou produit(s) étranger(s) dans un lot de fabrication de fixations.

**Contrainte (fixation) (symbole  $\sigma_f$ )**

Ratio de la force appliquée dans une fixation et sa section résistante, exprimé en mégapascal.

**Contrainte (mécanique)**

Effort par unité de surface, exprimé en mégapascal ( $1 \text{ MPa} = c \text{ Newton par mm}^2$ ).

**Contrainte admissible (symbole  $\sigma_c$ )**

Produit de la contrainte calculée d'après la charge maximale estimée et d'un coefficient de sécurité (supérieur à 1) utilisé pour intégrer les inconnues et les besoins de sécurité.

**Contre-tête**

Partie déformée du corps d'un rivet aveugle, opposée à sa tête, formée par la tige au cours de la pose.

**Contrôle**

Action de mesurer, essayer, examiner, passer au calibre les caractéristiques d'un produit.

**Contrôle (fixation)**

Examen, mesure, essai et/ou contrôle par calibre d'une ou plusieurs caractéristiques d'une fixation, et comparaison des résultats avec les exigences spécifiées afin de déterminer la conformité. Par exemple contrôle dimensionnel par pied à coulisse, présence d'une patte de clip, défaut de surface visuel.

**Contrôle (selon ISO 9001)**

Vérification d'une ou plusieurs caractéristiques conformément à un protocole établi (norme, spécification technique, règle interne...). Un contrôle est non destructif sauf spécification contraire – par exemple contrôle dimensionnel par pied à coulisse, contrôle par calibre d'un filetage, présence d'une patte de clip, défaut de surface visuel...

**Contrôle de réception**

Ensemble de procédures effectuées par le client ou son représentant sur les fixations livrées, afin de décider de l'acceptation ou du rejet du lot de fixations.

**Contrôle destructif**

Type de contrôle altérant les pièces concernées et empêchant leur mise en utilisation ultérieure (exemple : test brouillard salin, essai de rabattement de tête...).

**Contrôle dimensionnel**

Vérification des dimensions caractéristiques normatives ou spécifiques d'un échantillonnage de pièces d'un lot, effectué avant livraison et pouvant donner lieu à un certificat de contrôle.

**Contrôle en cours de fabrication**

Ensemble de procédures systématiques ou périodiques de mesure ou de vérification des paramètres d'un procédé et/ou des caractéristiques des fixations, et ajustement approprié du procédé de fabrication afin d'assurer la production de fixations conformes.

**Contrôle final**

Ensemble de procédures de contrôle effectuées par le fabricant ou le distributeur sur les fixations finies, afin de décider si un lot peut être livré au client.

**Contrôle non destructif**

Type de contrôle effectué sans altération des pièces concernées et permettant leur mise en utilisation ultérieure (exemple : contrôle dimensionnel, radiographie, contrôle de profil...).

En plus du contrôle dimensionnel, c'est l'ensemble des procédés permettant de contrôler une pièce afin de déceler d'éventuels défauts (débouchant ou non) tout en préservant l'intégrité (chimique, métallurgique, physique et mécanique) de la pièce. Les méthodes les plus utilisées sont :

- ressueuse (déttection de défaut débouchant en surface),
- magnétoscopie (déttection de défaut débouchant et sous jaçent en surface),
- sondage aux ultrasons (déttection de défaut à cœur),
- radiographie aux rayons X ou Gamma (déttection de défaut à cœur).

## Coplanaire

Adjectif définissant une caractéristique contenue dans un même plan.

## Corps de boulon

*TERME A NE PAS UTILISER : Vis avec partie lisse sous tête et partiellement filetée.*

## Corrosion

Destruction progressive d'une pièce par effet chimique ou électrochimique (environnement) conduisant à une altération de surface et une dégradation des caractéristiques mécaniques.

## Corrosion cavérneuse

Corrosion par diminution de la concentration en oxygène dans des zones particulières, due à des crevasses, interstices, impuretés, imperfections de la couche de protection...

## Corrosion cyclique (essai)

Essai de corrosion au cours duquel les fixations sont généralement exposées à une combinaison de différents environnements, en continu ou par intermittence (brouillard salin, humidité, température élevée ou basse, etc.) voir *Brouillard salin neutre*.

## Corrosion du métal de base

Corrosion du matériau à partir duquel la fixation a été fabriquée, appelée rouille rouge lorsque le métal de base est de l'acier ou un alliage de fer.

## Corrosion de contact

Phénomène lié au contact électriquement conducteur entre au moins deux matériaux métalliques de nature différente (couplage galvanique) qui, en présence d'eau, entraîne une attaque électrochimique accrue du métal le moins noble – Voir *Corrosion galvanique*.

## Corrosion du revêtement

Corrosion de la (des) couches(s) métallique(s) protégeant la fixation, ou des particules métalliques pour les revêtements de zinc lamellaire.

## Corrosion - érosion

Action conjointe de la corrosion et de l'érosion due à l'écoulement d'un fluide corrosif, qui accélère l'enlèvement de matière.

## Corrosion galvanique

Corrosion électrochimique accélérée entre deux matériaux de potentiel électrolytique différent, résultant de la production d'un courant électrique entre eux par échange d'électrons en présence d'un électrolyte (humidité, eau...) – « effet de pile » (contact métal/métal plus noble ou avec un conducteur non métallique dans un électrolyte corrosif).

## Corrosion généralisée

Type de corrosion qui attaque et détériore la surface d'un métal de manière uniforme.

## Corrosion par piqûres

Corrosion locale se manifestant par une attaque superficielle produisant des points jusqu'à formation de cavités perpendiculaires à la surface de la pièce.

## Corrosion sous contrainte

Processus de fissuration qui requiert l'action simultanée d'une contrainte (appliquée en service ou résiduelle de fabrication) et d'un agent corrosif.

## Corroyé

Se dit d'un matériau métallique qui a été déformé par allongement.

## Cotation fonctionnelle

Cotation permettant à partir de conditions fonctionnelles exprimées sur le dessin d'ensemble de déterminer les cotes fonctionnelles tolérées.

## Cote condition ou cote fonctionnelle.

Voir *condition fonctionnelle*.

## Couche de conversion

Couche superficielle obtenue par traitement chimique ou électrochimique, constituée d'un composé du métal du substrat et d'éléments de la solution de traitement (par exemple couche de conversion au chromate, passivation, phosphatation...).

## Coulée

Lot de produits issu d'une fabrication homogène d'acier ou d'alliage dans l'industrie sidérurgique.

## Couplage galvanique

Voir *Corrosion galvanique*.

## Couple

Produit vectoriel de la distance d'application d'une force exercée au centre de rotation par la force exercée (effet de levier).

Système de deux forces égales, parallèles et de sens contraire, appliquées à un corps et qui tendent à le faire tourner. Il génère ou interdit un mouvement autour d'un axe, et s'exprime en Newton-mètre (N.m).

Effort de rotation appliquée à un axe.

## Couple de frottement dans les filets

Couple agissant sur le corps de la vis par l'intermédiaire des filets en contact pendant le serrage.

## Couple de frottement de la face d'appui

Couple agissant par l'intermédiaire de la surface en appui contre les pièces serrées, pour la fixation entraînée en rotation pendant le serrage.

## Couple de rupture

Couple maximal mesuré lors d'un essai de torsion d'une vis jusqu'à sa rupture, exprimé en Newton-mètre (N.m).

## Couple de serrage

Valeur du couple à appliquer à la fixation filetée à l'aide d'un outillage, pour générer une tension dans la vis (ou goujon ou tige filetée) afin d'obtenir et maintenir une compression des pièces serrées dans l'assemblage.

Couple global appliqué sur l'écrou ou la tête de la vis pendant le serrage.

## Couple de serrage à la limite d'élasticité

Couple de serrage générant la force de serrage à la limite d'élasticité.

## Couple / tension

Voir *Relation couple : tension*.

## Coût complet

Ensemble des dépenses engagées pour définir, développer, fabriquer, acheter, approvisionner, stocker, mettre en œuvre et gérer un produit. Plus le prix d'un produit est faible, plus l'écart entre prix et coût complet est grand : par conséquent, notion particulièrement importante pour les produits de fixation.

## Cp

Un des moyens d'expression de la capacité d'un processus à produire de manière précise et répétable dans le cas d'une loi normale – un Cp faible représente une production dispersée, un Cp élevé indique que toutes les pièces produites vont se ressembler mais peut correspondre à des produits décentrés par rapport aux limites de tolérance.

## CPD

« Construction Product Directive » - voir *DPC* en français.

## Cpk

Un des moyens d'expression de la capacité d'un processus par rapport à sa moyenne – cette mesure est basée sur l'écart entre la moyenne du processus et la limite de spécification la plus rapprochée, dans le cas des caractéristiques qui ont une distribution normale.

## CPR

« Construction Product Regulation » - voir *RPC* en français.

## Cr(III) ou Cr(3)

Voir *Chrome trivalent*.

## Cr(VI) ou Cr(6)

Voir *Chrome hexavalent*.

## Crique

Défaut de surface en forme de cassure nette à facettes de la structure cristalline passant à travers les joints de grains, pouvant éventuellement suivre les inclusions, généralement provoquée par une sollicitation excessive du métal pendant les opérations de forgeage, de formage, ou autre déformation de matière, ou pendant la trempe.

## Crique d'inclusion

Défaut de surface apparaissant lors du cisailage ou du forgeage, qui suit les inclusions de matière.

## Crike de forgeage

Défaut de surface correspondant à un éclatement à la surface du métal suite aux contraintes de compression pendant le forgeage, apparaissant sur la tête de vis, la surface extérieure de l'écrou, le pourtour d'embase, le plat ou l'angle d'un hexagone, à l'intérieur ou à l'extérieur d'une empreinte...

## Critère d'acceptation [symbole Ac]

Nombre maximal de non-conformités pour la même caractéristique dans un échantillon donné, au-delà duquel le lot est rejeté.

## Cruciforme

Se dit d'une empreinte (entrainement en creux dans une tête de vis) ou d'un outil de manœuvre (tournevis, embout de serrage) conique et de section en forme de croix : pour les fixations l'empreinte cruciforme Pozidriv® ou l'empreinte Phillips® sont généralement utilisées.

## Cuisson

Procédé de chauffage du revêtement afin d'obtenir une couche réticulée solide et adhérente, par exemple pour les revêtements de zinc lamellaire, les finitions Sealer ou top-coat. L'opération de séchage peut s'effectuer lors du procédé de cuisson.

## Cuisson [Durée de]

Période de temps pendant laquelle les fixations revêtues sont maintenues à la température de cuisson spécifiée (par exemple pour un revêtement de zinc lamellaire).

## Cuivre

Revêtement de cuivre déposé sur une surface.

## Cuivre [symbole chimique Cu]

Métal rouge, malléable, composant de base des bronzes et laitons, et utilisé en revêtement pour ses propriétés de conductivité électrique.

## Cupro-aluminium

Alliage de cuivre [Cu] et d'aluminium [Al] présentant une bonne résistance à la corrosion marine.

## Cupro-nickel

Alliage de cuivre [Cu] et de nickel [Ni] présentant une bonne résistance à la corrosion marine.

## Cylindre primitif

Pour un filetage, cylindre fictif dont la surface extérieure coupe un filetage parallèle là où les largeurs du plein et du creux du filetage sont égales.

## Cylindricité

Spécification géométrique tolérancée relative à cylindre, dont la forme est comparée à un cylindre étalon parfait.

## Cylindrique basse [symbole CZ]

Tête de vis en forme de camembert avec un entraînement interne – les vis à métaux à tête cylindrique basse ont pour la plupart une capacité de charge réduite du fait de leur géométrie.

**Cylindrique bombée large (symbole CBL)**

Forme de tête de vis présentant une partie cylindrique et un dôme, avec un entraînement interne, de diamètre extérieur plus important que la tête d'une vis cylindrique.

**D****d, D**

Symbolé normalisé du diamètre nominal de filetage (petite lettre pour les vis, grande lettre pour les écrous). Diamètre extérieur de base du filetage (vis à filetage métrique ISO, écrou...).

**d<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>**

Symbolé normalisé du diamètre intérieur de base du filetage (vis à filetage métrique ISO, écrou...).

**d<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>**

Symbolé normalisé du diamètre extérieur de base du filetage (vis à filetage métrique ISO, écrou...).

**d<sub>3</sub>**

Symbolé normalisé du diamètre intérieur du filetage extérieur (écrou).

**D3E**

Directive européenne 2002/96/CE « Déchets d'Équipements Électriques et Electroniques », afin d'interdire ou de restreindre l'utilisation de certaines substances dangereuses : chrome hexavalent [Cr(VI)], métaux lourds (cadmium, plomb...). La finition courante dite « bichromate jaune » n'est donc plus autorisée pour ces marchés.

**Déboutonnage**

Mode de ruine d'un assemblage où la fonction reste solidaire de son support mais où la pièce supérieure assemblée « passe au travers » de la tête de la fixation.

**Dacromet®**

Type de revêtement (déposé et protégé) composé de lamelles de zinc et aluminium dans une matrice d'oxydes de chrome avec un lubrifiant intégré – comporte du chrome hexavalent Cr(VI) – remplacé progressivement par le Geomet®.

**Décapage**

Opération mécanique ou chimique afin de rendre exempte de dépôt, lubrifiant, matière non désirée (oxydes, corps gras, sels, incrustation de métaux...), la surface du produit traité – cette opération est le plus souvent réalisée avant une opération de revêtement.

**Décapage chimique**

Elimination des oxydes ou autres composants présents à la surface d'un métal par l'action chimique ou électrochimique d'une solution acide.

**Décarburation**

Perte de teneur en carbone à la surface d'un acier, souvent à l'occasion d'un traitement thermique, par oxydation superficielle détruisant le carbone de l'alliage et pouvant provoquer la formation d'oxyde de fer (calamine).

**Décarburation ferritique**

Décarburation correspondant à une perte de carbone suffisante pour provoquer une légère décoloration de la martensite trempé et une diminution notable de la dureté par rapport au métal de base adjacent, et présentant quelques grains de ferrite ou de la ferrite en réseau aux joints de grains à l'examen métallographique.

**Décarburation partielle**

Décarburation correspondant à une perte de carbone suffisante pour provoquer une légère décoloration de la martensite trempé et une diminution notable de la dureté par rapport au métal de base adjacent, sans toutefois faire apparaître des grains de ferrite à l'examen métallographique.

**Décarburation totale**

Décarburation correspondant à une perte de carbone suffisante pour ne laisser apparaître clairement que des grains de ferrite à l'examen métallographique.

**Déclaration de conformité F2.1 des fixations**

Document de contrôle établi par le fabricant ou le distributeur conformément à la norme NF EN 16228, déclarant que les fixations livrées sont conformes à la commande et aux normes ou exigences spécifiées, sans inclure de résultat. Ce document est validé par le représentant autorisé du fabricant ou du distributeur.

**Déclaration des performances (DoP)**

Dans le cadre du RPC (règlement des Produits de Construction), la déclaration de performances établie par le fabricant exprime les performances des produits de construction pour leurs caractéristiques essentielles, conformément aux spécifications techniques harmonisées applicables (référence du produit-type, système, référence datée de la norme harmonisée, usage prévu, liste des caractéristiques essentielles relative au produit, performance d'au moins une des caractéristiques essentielles, etc.).

**Décolletage**

Procédé d'obtention d'une pièce par usinage automatique par prélevement de copeaux métalliques en tournage, à l'aide d'une série d'outils coupants – Procédé utilisé pour la fabrication de fixations de formes plus ou moins complexes, de petite ou moyenne série, plus rarement de grande série.

**Décontamination**

Pour les aciers inoxydables, procédé de décapage ou nettoyage à l'acide rétablissant la résistance à la corrosion de la surface en supprimant les contaminants tels que graisses, saletés, particules ferreuses.

**Découpage**

Réalisation d'une pièce plane à partir d'une tôle (ou feuillard) à l'aide d'un poinçon et d'une matrice – la pièce obtenue peut rester plate (rondelette) ou être pliée (agrafe).

**Défaut**

Non satisfaction aux exigences de l'utilisation prévue (les exigences spécifiées peuvent être différentes des exigences de l'utilisation prévue).

**Défaut de surface**

Dans le domaine des fixations, discontinuité apparaisant sur la fixation dont l'origine peut provenir de défauts du matériau (par exemple paille, repliure de lamination...) ou des procédés de fabrication (par exemple repli, choc sur filet...).

**Déformation élastique**

Modification réversible des caractéristiques dimensionnelles d'une pièce sous l'effet d'une sollicitation (le matériau reprend ses dimensions initiales lorsque la sollicitation est supprimée).

**Déformation plastique**

Changement irréversible des caractéristiques dimensionnelles d'une pièce sous l'effet d'une sollicitation.

**Déformée**

Représentation graphique de la déformation d'un solide.

**Défragilisation**

*TERME A NE PAS UTILISER : voir Dégazage.*

**Dégagement**

Espace autour d'une tête de vis ou d'un écrou nécessaire pour l'insertion de l'outil de serrage (ou d'immobilisation) et sa manœuvre.

**Dégazage**

Procédé de chauffage de pièces dans un four à atmosphère contrôlée, à une température et pendant une durée prédéfinie, afin de minimiser le risque de fragilisation par l'hydrogène interne. Les termes « élimination de la fragilisation par l'hydrogène » et « défragilisation » sont incorrects du point de vue technique car la fragilisation est irréversible.

**Dégazage (durée de)**

Période de temps pendant laquelle les fixations revêtues sont maintenues à la température de dégazage spécifiée.

**Dégraissage**

Opération d'élimination des substances grasses et résidus présents à la surface d'une pièce, généralement issus du processus de fabrication.

**Délamination du revêtement**

Séparation d'une ou de plusieurs couches de revêtement du matériau de base et/ou du substrat.

**Delta-protekt®**

Sous-couche de revêtement organo-minérale contenant du zinc lamellaire – appliquée seul, ce revêtement (déposé et protégé), permet d'obtenir une bonne résistance à la corrosion avec une épaisseur de 10µm - ne contient pas de chrome 6.

**Demi-produit sidérurgique**

Produit plat ou long issu du process d'élaboration du matériau (acier) : les tôles en bobine, feuillards, fils, barres... sont utilisés pour la fabrication des fixations.

**Dépot chimique**

Revêtement métallique obtenu par réaction chimique. Il peut s'agir d'un dépôt autocatalytique (par exemple nickel chimique) ou d'un dépôt au trempé par déplacement.

**Dépot électrolytique**

Revêtement à base métallique effectué par électrolyse dans un ou des bains à base de sels de métaux – L'épaisseur et la maîtrise du cycle de fabrication déterminent le niveau de performance contre la corrosion.

**Dégénération après production**

Autorisation écrite d'utiliser ou de livrer des produits non conformes aux exigences spécifiées, généralement accordée pour une durée et/ou une quantité définie et limitée.

**Dégénération avant production**

Autorisation écrite de s'écartier des exigences spécifiées à l'origine pour un produit avant sa réalisation, généralement accordée pour une durée et/ou une quantité définie et limitée.

**Désignation**

Méthode simplifiée et/ou codifiée de description des fixations, généralement spécifiée dans les normes.

**DESP**

Directive Européenne des Equipements sous Pression 97/23/CE.

**Desserrage**

Diminution de l'effort de tension dans un assemblage, pouvant être due à une variation thermique, un tassement... Cette notion regroupe l'ensemble des phénomènes qui provoquent une perte de tension dans les fixations vissées précontraintes – un desserrage provoque toujours un desserrage, un desserrage n'est pas forcément dû à un dévissage.

**Détente**

Opération de revenu consistant en un réchauffement modéré (moins de 200°C) de pièces après trempe pour diminuer les tensions internes dues à cette opération sans effet significatif sur la duréte.

**Dévisseage**

Rotation angulaire relative d'une fixation vissée, qui provoque un desserrage, une perte de tension dans l'assemblage et peut provoquer la rupture ou la perte d'un des éléments de l'assemblage.

## Diagramme de Pareto

Présentation sous forme graphique des faits par ordre décroissant d'importance afin d'établir les ordres de priorité.

## Diamètre extérieur de filetage (symbole d, D, D<sub>4</sub>)

Pour le filetage métrique ISO, diamètre d'une surface cylindrique fictive tangente au sommet d'un filetage extérieur et/ou au fond d'un filetage intérieur.

## Diamètre intérieur de filetage (symbole D<sub>1</sub>, d<sub>1</sub>, d<sub>3</sub>)

Pour le filetage métrique ISO, diamètre d'une surface cylindrique fictive tangente au fond d'un filetage extérieur et/ou au sommet d'un filetage intérieur.

## Diamètre nominal de filetage (symbole d, D)

Pour le filetage métrique ISO, diamètre utilisé pour représenter la dimension d'un filetage. Le symbole d [minuscule] est utilisé pour les filetages extérieurs et le symbole D [majuscule] pour les filetages intérieurs.

## Diamètre sur flancs de filetage (symbole d<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>)

Pour les filetages métriques ISO, diamètre du cylindre primaire.

## Diffusion thermique

Voir revêtement de zinc par diffusion thermique.

## DIN

Deutsches Institut für Normung.

Organisme officiel national allemand de normalisation – par extension, intitulé de norme émise par cet organisme.

## DIN – DIN EN – DIN EN ISO – DIN ISO

Sigles identifiant les normes allemandes publiées par la DIN et précédant le numéro de la norme.

## Directive européenne

Texte législatif publié au Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE), que les états membres doivent transposer dans leur droit national dans un délai défini. La Directive dite « nouvelle approche » fixe des objectifs et laisse le soin à des documents complémentaires (normes harmonisées...) de définir les spécifications par catégorie de produits.

## Dispersion

Variabilité ou étendue des différentes valeurs que peut prendre une variable, résultant du matériau, du process, de l'outilage, des instruments de mesure... En mesure physique (métrologie), cette dispersion peut être estimée par un écart-type (qui sert à calculer l'erreur de mesure). De manière plus générale, il est important de savoir si les valeurs sont groupées ou dispersées, et donc si la population est homogène vis-à-vis du critère testé.

## Disponibilité

Aptitude d'un produit à être utilisable ou livrable quand l'utilisateur le désire. C'est un ratio établi à partir de la fiabilité et de la maintenabilité d'un système.

## Disqualification (non-qualité)

Ecart global constaté entre la qualité visée et la qualité effectivement obtenue.

## Document de contrôle

Document établi à la demande du client à la commande, conformément à la norme NF EN ISO 16228 pour les fixations, et qui inclut le certificat matière le cas échéant – voir Déclaration de conformité F2.1, Rapport d'essai F2.2, F3.1 ou F3.2.

## Domaine élastique

Plage de sollicitation par une force où la déformation (par exemple l'allongement) est réversible et proportionnelle à l'intensité de la force.

## Domaine plastique

Plage de sollicitation par une force où la déformation (par exemple l'allongement) devient irréversible.

## DoP

Voir Déclaration des performances.

## Dorure

Procédé par traitement électrolytique, chimique, placage, d'un revêtement métallique d'or sur une surface.

## Douille

Forme ou élément à l'extrémité d'un outil de vissage à positionner autour de l'entrainement extérieur de la fixation, pour une opération de serrage ou de desserrage.

## DPC

Directive européenne 89/106/CE « Produits de Construction », impliquant un marquage CE qui permet la libre circulation des produits. Pour les fixations, cela concerne les boulons de construction métallique et les chevilles, ainsi que les fixations de second œuvre pour le bâtiment faisant partie d'un kit visé par le marquage CE. Remplacée par le RPC à partir du 1<sup>er</sup> Juillet 2013.

## DTI

Voir Rondelle indicatrice de précontrainte.

## DTU

Document Technique Unifié publié en norme française homologuée, qui concerne une norme d'exécution ou de mise en œuvre pour le Bâtiment.

## Dualisation

Procédé d'étaillage chimique par contact ou par déplacement de petites pièces en masse.

## Ductilité

Mesure de l'aptitude d'un matériau à subir une déformation plastique avant rupture.

## Ductilité du revêtement

Aptitude du système de revêtement à suivre la déformation élastique et/ou plastique de la fixation sans altérer les caractéristiques fonctionnelles du revêtement, par exemple lors du serrage, de la mise à plat de rondelles coniques, d'opérations de mise en forme ulté-

rieures comme le rivetage pour les rivets aveugles ou le sertissage de l'anneau non métallique des écrous autofondus.

## Duplex

Nuances d'acier inoxydable austénio-ferritique. Le pourcentage de ferrite, compris entre 40 et 70% selon les nuances, est adapté en vue de l'optimisation des propriétés mécaniques et de la résistance à la corrosion. Largement utilisés dans les industries chimiques et pétrolières, leur domaine d'application s'étend dans les « énergies vertes », l'industrie agro-alimentaire et les secteurs liés à la santé – Voir Austénio-ferritique et Acier inoxydable Duplex.

## Durcissement

Augmentation intentionnelle ou indésirable de la dureté locale, en surface ou à cœur d'un matériau lors du process de fabrication, par effet chimique, physique, mécanique ou thermique.

## Durcissement par trempe

Durcissement d'un acier obtenu après traitement thermique comprenant une austénitisation suivie d'un refroidissement suffisamment rapide pour que l'austénite se transforme plus ou moins totalement en martensite ou en bainite.

## Durée de vie en fatigue

Nombre total de cycles de mise en contrainte d'intensité et de fréquence fixées qui entraîne la rupture par fatigue de la pièce testée – le nombre de cycles peut être converti en estimation de temps de travail.

## Dureté

Résistance à la pénétration sous un effort d'un matériau, en surface ou à cœur – cette résistance est liée aux caractéristiques mécaniques de la pièce et est mesurée par des méthodes normalisées (voir Brinell, Rockwell, Vickers).

## Dureté à cœur

Dureté déterminée sur éprouvette, sur une section longitudinale ou transversale, généralement dans une zone limitée par le demi-rayon ou à mi-hauteur de la fixation.

## Dureté de la surface

Dureté généralement utilisée pour les contrôles de routine, sur l'extérieur de la fixation.

## Dureté du métal de base

Dureté mesurée au plus près de la surface (du cœur de la vis vers le diamètre extérieur) juste à la limite où débute l'augmentation ou la diminution de la dureté, ce qui dénote respectivement une carburation ou une décarburation.

## E

## Ebauche

Pièce partiellement réalisée, dont la forme d'ensemble est finalisée mais pour laquelle certaines opérations restent à effectuer (par exemple filetage, usinage complémentaire, etc.).

## Ebavurage

Opération de tonnelage des fixations avec un autre matériau ou de meulage consistant à enlever des surépaisseurs ou bavures métalliques sur des pièces, par exemple pour les bavures de découpe de rondelles.

## Ecart

Déférence entre deux grandeurs. Dans une cote tolérancée, les écarts permettent de lier la dimension maxi (écart supérieur) et la dimension mini (écart inférieur), donc la zone de tolérance à la dimension nominale.

## Ecart fondamental

Ecart limite qui définit le placement de l'intervalle de tolérance relativement à la dimension normale, exprimé en micromètres [µm].

## Ecart limite inférieur (symbole EI ou ei)

Déférence entre la limite dimensionnelle inférieure et la dimension nominale, qui peut être négative, nulle ou positive (notées EI pour les entités dimensionnelles inférieures et ei pour les entités dimensionnelles extérieures).

## Ecart limite supérieur (symbole ES ou es)

Déférence entre la limite dimensionnelle supérieure et la dimension nominale, qui peut être négative, nulle ou positive (notées ES pour les entités dimensionnelles intérieures et es pour les entités dimensionnelles extérieures).

## Echantillon

Une ou plusieurs fixations prélevées au hasard dans une population définie, de manière que toutes les fixations aient la même probabilité d'être sélectionnées.

## Echantillonnage

Selection de divers échantillons issus d'un même process.

## Echantillons initiaux (EI)

Produits de référence issus d'un processus de réalisation représentatif de la série.

Echantillon issu d'une même fabrication nécessitant un contrôle systématique (dimensionnel, documentaire...) de chacune des pièces par le Service Assurance Qualité du Client.

## Echelle

Rapport entre la longueur d'un élément d'un dessin et la longueur réelle de l'élément représenté.

## Eclatement

Défaut de surface résultant d'un défaut de la matière, apparaissant à la surface des écrous ou sur le pourtour de l'embase, par exemple lors du forgeage.

## Ecrou

Fixation comportant un filetage intérieur (taraudage) et une forme extérieure permettant l'entrainement par un outil et destinée à être vissée sur un élément fileté extérieur (par exemple une vis à métal).

**Ecrou autofreiné**

Ecrou comportant un dispositif intégré augmentant le frottement relatif sur le filetage de la vis. Un écrou autofréiné peut l'être par insert (bague nylon...) ou tout métal (déformation axiale, radiale ou par fentes...).

**Ecrou bas**

Ecrou dont la hauteur, inférieure à 0,8 fois le diamètre, ne permet pas une résistance à la charge d'épreuve « normale » du fait de sa géométrie, et dont la classe de qualité est précédée d'un zéro.

**Ecrouissage**

Effet d'augmentation de la résistance élastique d'une pièce par déformation plastique préalable à une température inférieure à celle de recristallisation sans variation de la résistance à la rupture.

Phénomène qui se produit lorsque que l'on déforme un métal à température ambiante, par laminage, étirage, rétrécit, refoulage, qui permet d'augmenter la résistance du matériau mais diminue sa ductilité. Cette propriété est utilisée pour la fabrication de fixations sans traitement thermique (par exemple vis de qualité 5.6 ou 6.8...).

**EEE**

Sigle désignant l'espace Economique Européen, composé des membres de l'Union Européenne (UE) et l'Islande, la Norvège, la Suisse et le Lichtenstein, signataires d'un accord pour la libre-circulation des marchandises, des services, des capitaux et des personnes.

**EFDA**

European Fasteners Distribution Association - Association européenne des distributeurs de produits de fixation.

**Effectif de l'échantillon**

Nombre de fixations contenues dans l'échantillon.

**Effectif du lot**

Nombre de fixations contenues dans un lot.

**Effet de pointe**

Correspond à la tendance d'un revêtement électrolytique à se déposer prioritairement sur les parties saillantes des pièces plutôt que dans les parties creuses et/ou sur les extrémités des pièces longues, ce qui produit une épaisseur moindre au milieu des pièces et dans les parties creuses (comme le taraudage des écrous).

**Effort (mécanique)**

Force définie en terme mécanique par ses caractéristiques (valeur numérique, amplitude, orientation, durée, fréquence...) - voir aussi Force et Sollicitation.

**Effort tranchant**

Force provoquant le cisaillement d'une pièce.

**Effort / Force de serrage**

Force de traction axiale agissant sur la vis pendant le serrage, ou force de compression agissant sur les pièces serrées pendant le serrage, exprimée en newton [N].

**EFTA**

European Free Trade Association - Association Européenne de Libre-échange - voir AELE.

**EHE**

Environmental Hydrogen Embrittlement : voir Fragilisation par l'hydrogène externe.

**EI**

Voir Echantillons initiaux.

**EIFI®**

European Industrial Fasteners Institute  
Association européenne des fabricants de produits de fixation - gère entre autres les symboles d'identification des fabricants européens pour le marquage des pièces.

**Elasticité**

Faculté pour une pièce de reprendre ses caractéristiques dimensionnelles initiales après la cessation d'une force qui aura eu pour effet de les modifier (le domaine de déformation élastique est le premier défini lors d'un essai de traction).

**Elastomère**

Polymer obtenu après réticulation, usuellement appelé caoutchouc ; Il supporte de très grandes déformations avant rupture, cette aptitude étant due à la grande liberté de rotation des mailloons de la chaîne les uns par rapport aux autres (une légère réticulation crée des nœuds d'ancre, conférant au matériau une structure tridimensionnelle déformable selon les efforts subis).

**Electroérosion**

Procédé d'usinage qui consiste à enlever de la matière conductible en utilisant des arcs électriques.

**Electrolyte**

Décomposition chimique de substances produite sous l'action d'un courant électrique - opération volontaire destinée à provoquer une déposition : dans un bain constitué par une solution du sel de métal à déposer, sont immergées une anode de ce métal à l'état pur et les pièces à revêtir qui servent de cathode.

**Electrolytique**

Voir Revêtement electrolytique.

**Electrophorétique**

Voir Revêtement electrophorétique.

**Elégie (à fût...)**

Voir Tige très réduite.

**Elément carburigène**

Élément d'alliage ayant tendance à former un carbone stable comme par exemple le chrome qui se combine avec le carbone pour donner : Cr23C6. Les éléments carburigènes qui peuvent être présents dans l'acier sont

le Manganèse(Mn), le Chrome(Cr), le Cobalt(Co), le Tungstène (W), le Vanadium (V), le Titane (Ti), le Niobium (Nb), le Zirconium (Zr)...

**Elément de fixation**

Voir Fixation.

**Elément de référence**

Elément réel linéaire ou surfacique de la pièce à partir duquel les tolérances géométriques sont spécifiées. Sur un dessin, cet élément s'identifie par un triangle plein ou vide lié à un cadre portant le repère de l'élément considéré.

**Elément tolérance**

Elément réel linéaire ou surfacique de la pièce sur lequel devront être respectées les tolérances imposées. Sur un dessin, cet élément s'identifie par une flèche liée à une ligne de rappel.

**Elimination de la fragilisation par l'hydrogène**

TERME A NE PAS UTILISER - voir Dégazage.

**ELV**

Directive européenne « End Life Vehicles » Voir VHU en français.

**Embase**

Surface d'appui élargie d'une pièce de fixation (débordante du diamètre de la tête ou de l'écrou) permettant d'améliorer la répartition des efforts et la diminution de la pression exercée sur la pièce assemblée. L'embase peut être cylindro-tronconique ou plate.

**Embout**

Forme ou élément à l'extrémité d'un outil de vissage à insérer dans l'empreinte d'entrainement d'un élément de fixation pour une opération de serrage ou desserrage.

**Embutissage**

Procédé de fabrication par formage à froid, par compression et déformation progressive et permanente d'un métal en feuille (tôle) ou en rouleau (bande) au moyen d'une presse équipée d'outillages spéciaux. Par exemple pour la fabrication de rondelles, de clips...

**Empreinte de dureté**

Déformation permanente réalisée lors d'un test de dureté de surface par l'outil pénétrateur - voir Brinell, Rockwell ou Vickers.

**Empreinte d'entrainement**

Forme en creux ou en relief dans une tête de vis permettant sa mise en rotation lors du vissage, du serrage et du dévisage ou son blocage en rotation à l'aide de l'outil correspondant, le desserrage à l'aide d'un outil d'une pièce de fixation (empreinte à six pans creux, à six lobes internes, cruciforme, inviolable....)

**EN**

Norme Européenne. Toutes les normes européennes sont obligatoirement publiées dans tous les pays de l'Union Européenne ainsi que dans les pays de l'AELE (Suisse, Norvège, Islande) avec annulation obligatoire des normes nationales sur le même sujet. La norme

européenne est publiée par les organismes officiels nationaux et est donc précédée par le sigle NF (langue française) BS (langue anglaise) et DIN (langue allemande). Elle peut être publiée dans d'autres langues sous la responsabilité de l'organisme national considéré.

**Endurance**

Aptitude d'un matériau à résister aux efforts de fatigue.

**Enquête publique (EP)**

Mise à disposition par l'Afnor d'un projet de norme auprès de tous les acteurs du marché (fabricants, distributeurs, utilisateurs, pouvoirs publics...) pour validation, étape-clé avant la publication d'une norme française homologuée. Tous les acteurs concernés peuvent faire des commentaires.

**Entraînement**

Partie externe d'une fixation (vis, écrou, goujon...) ou empreinte, permettant sa mise en rotation lors du vissage, du serrage ou du dévisage ou son blocage en rotation, à l'aide de l'outil correspondant. Par exemple entraînement hexagonal, à 6 lobes externes...

**EP**

Voir Enquête publique.

**Epaisseur de référence**

Epaisseur totale mesurée sur une zone de référence spécifiée.

**Epaisseur locale**

Moyenne d'un nombre spécifié de mesures d'épaisseur effectuées sur une zone de référence d'une même fixation.

**Epaisseur locale minimale**

Valeur la plus faible des épaisseurs locales mesurées sur la (les) zone (s) de référence d'une même fixation.

**Epaisseur moyenne**

Epaisseur moyenne calculée d'un revêtement sur un échantillon de fixations, déterminée suite à l'élimination chimique ou mécanique du revêtement (poids déterminé avant et après l'élimination du revêtement puis rapporté à la surface totale de l'échantillon via la densité moyenne estimée du revêtement). Cela ne signifie pas une répartition uniforme du revêtement sur l'ensemble de la surface des fixations, l'épaisseur moyenne n'est donc pas représentative des caractéristiques fonctionnelles attendues.

**Epaisseur totale**

Epaisseur de l'ensemble du système de revêtement (incluant toutes les couches y compris la lubrification éventuelle). L'épaisseur totale est la valeur la plus pertinente pour l'aptitude au contrôle par calibre / l'aptitude au montage / l'aptitude à l'assemblage.

## Eprouvette

Pièce de forme prédéterminée (souvent normalisée), partie de pièce à tester par contrôle destructif (traction, flexion, résilience, torsion...) – Par opposition à une fixation finie, fixation usinée pour l'essai afin d'évaluer ses propriétés.

## Ergonomie

Etude relative à un poste de travail conçu pour rendre la relation entre l'homme et la machine plus confortable et fonctionnelle – Par extension, aspect de la conception d'une pièce facilitant sa mise en œuvre et/ou son utilisation.

## Essai (ISO 9001)

Moyen de vérification d'une ou plusieurs caractéristiques conformément à un mode opératoire spécifié (norme, spécification technique) par mesure, quantification, détection de présence ou absence... – Un essai peut être non destructif ou destructif (par exemple essai de traction, couple/tension, brouillard salin...).

## Essai d'autoperceage

Essai consistant à visser une fixation autoperceuse dans un matériau plein défini (nature et résistance du matériau, épaisseur), et à vérifier l'effort et/ou les caractéristiques du taraudage ainsi formé. Par exemple pour les vis de second-œuvre pour le bâtiment.

## Essai d'autotaraudage

Essai consistant à visser une fixation autotaraudeuse et/ou autoformée dans un matériau défini, préalablement percé d'un trou lisse de diamètre et de profondeur spécifiée, et à vérifier l'effort et/ou les caractéristiques du taraudage ainsi formé – Par exemple pour les vis à tête.

## Essai de deuxième revenu

Pour les fixations, essai permettant de vérifier qu'une fixation trempée revenue à bien été revenue à la température minimale requise, au moyen d'une comparaison de durété sur une fixation finie puis sur cette même fixation ayant subie un deuxième revenu.

## Essai de carburation

Pour les fixations, essai permettant de détecter si la surface des fixations trempées revenues a été carburée lors du traitement thermique, soit par un essai de durété sur couple longitudinale, soit par un essai de durété superficielle (HV0,3).

## Essai de charge d'épreuve

Essai de traction ou de compression, permettant de vérifier (après application d'une charge définie puis un relâchement) qu'aucune déformation plastique excessive ne s'est produite : pas d'allongement pour une vis à métaux, pas de déformation ou une déformation limitée pour un écrou...

## Essai de cisaillement

Essai de traction effectué perpendiculairement à l'axe d'une fixation longitudinale (vis, rivet, goujole...) afin de déterminer sa résistance au cisaillement. Pour les vis, il peut être effectué dans le filetage ou la partie lisse, pour les rivets aveugles, il est réalisé après rivetage.

## Essai de cisaillement double

Essai pour lequel la fixation est installée dans un trou de passage de trois parties pleines disposées en chape.

## Essai de cisaillement simple

Essai pour lequel la fixation est installée dans un trou de passage de deux parties pleines, la fixation se positionnant légèrement en biais lors de l'essai.

## Essai de décarburation

Essai permettant de détecter si la surface des fixations trempées revenues a été décarburée lors du traitement thermique, et dans ce cas déterminer si la profondeur de décarburation est d'une valeur considérée comme acceptable. Il est soit effectué par examen microscopique, soit par comparaison de durété (HV0,3).

## Essai de durété.

Essai destiné à déterminer la résistance à la pénétration d'un matériau ou d'une pièce, le type d'essai (Vickers, Rockwell, Brinell, Shore...) définissant l'outillage à utiliser et la méthodologie d'essai et de mesure. Il peut être utilisé soit pour vérifier les conditions de surface (durété minimale et/ou maximale, non-carburation, non-décarburation...) soit pour des vis très courtes afin d'identifier leur résistance.

## Essai de mise à plat

Essai statique consistant à comprimer complètement une fixation entre deux plateaux sous charge et temps définis, à relâcher cette charge et à mesurer la hauteur résiduelle ou la différence de hauteur. Par exemple pour les rondelles coniques.

## Essai de résilience

Essai destructif effectué sur éprouvette préalablement entaillée, au moyen d'un mouton-pendule lâché d'une hauteur déterminée. Pour les fixations, essai de résistance Charpy avec entaille en V (KV), en général à -20°C.

## Essai de résistance de l'empreinte

Essai de torsion pure permettant de vérifier que l'empreinte est capable d'entraîner la vis jusqu'à la rupture.

## Essai de torsion

Essai permettant de mesurer la résistance à la torsion pure d'une vis, jusqu'à la rupture.

## Essai de traction (fixation)

Essai destructif destiné à mesurer les caractéristiques mécaniques d'une fixation (traction sur produit entier) ou du matériau la constituant (traction sur éprouvette).

## Essai de traction (mécanique)

Essai destructif par application d'une force dans le sens longitudinal provoquant l'allongement puis la rupture de la pièce testée.

## Essai de traction cale biaise

Essai de traction effectué avec interposition d'une cale d'angle défini sous la tête d'une vis à métaux entière fine, permettant de mesurer simultanément la résistance à la traction ( $R_m$ ) et de vérifier l'intégrité du raccordement sous tête.

## Essai de traction sur éprouvette

Essai de traction simple sur une éprouvette usinée dans la fixation, permettant de déterminer simultanément la résistance à la traction, la limite d'élasticité et l'allongement ou la striction du matériau de la fixation.

## Essai de traction sur fixation entière

Essai de traction simple pour vis à métaux entière fine, permettant de mesurer simultanément la résistance à la traction, l'allongement sur fixation entière ( $A_f$ ) et la limite d'élasticité à 0,0048  $(R_{pf})$ .

## Essai destructif

Essai réalisé afin de déterminer une ou plusieurs caractéristiques d'une fixation, et qui rend cette fixation inapte/impropre à toute utilisation ultérieure.

## Essai non destructif

Essai réalisé afin de déterminer une ou plusieurs caractéristiques d'une fixation, et qui n'empêche pas l'utilisation ultérieure de la fixation testée.

## Estampage

Procédé de formage (à chaud en général) permettant par déformations plastiques successives de réaliser une pièce métallique dans une matrice.

## Etain

(symbole chimique Sn) métal blanc, brillant, mou, utilisé en alliage (bronze) ou en revêtement pour ses qualités de résistance à la corrosion et d'aptitude à la soudure.

## Etamage

Opération de dépôse d'une couche d'étain sur la surface d'une pièce.

## Etat stable

Etat de la matière, lorsque l'équilibre thermodynamique a été obtenu par un cycle thermique particulier (type recuit). Dans cet état, il ne peut se produire aucune évolution structurale dans le temps sans traitement.

## Etiquetage

Opération de mise en place d'une étiquette informative sur chaque unité de conditionnement de produits de fixation – résultat de cette opération – Informations facultatives ou exigées par une norme ou par la réglementation apposées sur l'unité de conditionnement devant comporter à minima la désignation des fixations, l'identification du fabricant et/ou du distributeur, ainsi que le numéro de lot de fabrication et le symbole de marquage de la classe de qualité pour les fixations conformes à une classe de qualité. L'étiquetage des produits de fixations est régit par des textes réglementaires (arrêté du 20 Janvier 1995), des normes (par exemple ISO 898-1 et 898-2, ISO 3506-1 et 3506-2), et éventuellement des spécifications clients complémentaires.

## Etirage

Procédé d'obtention de pièce métallique (fil, barreau, tige) par formage au travers d'une filière.

## Exigence fondamentale

Dans le cadre de la RPC, les ouvrages de construction doivent satisfaire aux 7 exigences fondamentales suivantes : résistance mécanique et stabilité, sécurité en cas d'incendie, hygiène-santé-environnement, sécurité d'utilisation et accessibilité, protection contre le bruit, économie d'énergie et isolation thermique, utilisation durable des ressources naturelles.

## Exigence spécifiée

Exigence formulée dans un document et indiquant les critères à respecter afin de prétendre à la conformité.

## Extrusion

En DAO, fonction volumique qui permet la création d'un volume de section constante à partir d'un contour plan fermé (esquisse). Elle permet aussi d'obtenir un volume dont la section varie progressivement tout en conservant sa forme (dépouille).

## Extrusion par filage arrière

Procédé de fabrication qui consiste à pousser un outil pénétrant dans un matériau afin d'obtenir un corps creux : le matériau reflue en arrière de l'outil.

## Extrusion par filage avant

Procédé de fabrication qui consiste à pousser un matériau à travers une filière de section plus faible pour obtenir un produit de section constante et précise (similaire à la fabrication de pâtes alimentaires).

## F

## Fabricant de fixations

Organisme qui achète des matières premières et les transforme en fixations mécaniques finies.

## Face d'appui

Pour les fixations, surface de contact sous la tête de vis ou sous écrou, limitée par le diamètre extérieur d'appui de la fixation et soit par le diamètre intérieur de portée sous tête de vis ou écrou, soit par le trou de passage de la pièce sous-jacente (rondelle, pièce assemblée...).

## Faisabilité

Aptitude d'un produit ou d'une démarche à être réalisé.

## Fascicule de documentation (symbole FD)

Document normatif publié par l'AFNOR qui, contrairement aux normes, ont un caractère purement informatif. Par exemple choix d'un type d'entraînement.

## Fatigue

Baisse des caractéristiques mécaniques d'un métal ou alliage, suite à des variations répétées de contrainte, jusqu'à la rupture brute de la pièce sollicitée sans déformation préalable.

**Fatigue de contact**

Résultat de sollicitation mettant en jeu des pressions de contact menant à une fissuration qui s'amorce à 45° sous la surface et débouche sous forme de piqûre. Ce type de fatigue est rencontré essentiellement dans les roulements et les engrenages.

**Fatigue thermique**

Baisse des caractéristiques mécaniques d'un alliage ou d'un métal, suite à des variations thermiques répétées (cycles de dilatation et contraction) provoquant la rupture de la pièce sollicitée, souvent par fissuration.

**Fente (symbole S pour « slot »)**

Entraînement interne, qui peut être en forme de « tour-nevis » (fond plat) ou de « pièce de monnaie » (fond arrondi), conçu pour être manœuvré à la main.

**Fer (symbole chimique Fe)**

Métal gris, magnétique, rapidement oxydé en présence d'air, utilisé pur ou en alliage, constituant principal de l'acier.

**Ferrite**

Solution solide à structure cubique centrée d'un ou plusieurs éléments dans le fer  $\alpha$ .

**Ferritique**

Nuance d'acier inoxydable (symbole F) – contient principalement du chrome et peu de carbone – ne peut pas subir de traitements thermiques.

**Fiabilité**

Aptitude d'un système, d'un matériau, d'un produit à fonctionner sans incident pendant un temps donné.

**Fibrage**

Effet d'orientation des fibres dans le sens des contraintes les plus fortes subies par une pièce. Cette orientation préférentielle des constituants d'un métal est provoquée par les opérations de mise en forme à chaud (cette orientation est décelable à l'examen macrographique).

**Fil machine**

Forme de l'alliage utilisé pour la frappe à froid ou à chaud des pièces de fixation, obtenu par étirage et se présentant sous forme de bobine (environ 1 mètre de diamètre et de 500kg à 2 tonnes en fonction du diamètre). La longueur de fil de la bobine va conditionner la taille du fil de fabrication.

**Filage**

Procédé de mise en forme d'un matériau par pression à travers une filière, permettant d'obtenir des produits longs de forme simple (barre, tube) ou plus complexes (profilés), généralement au moyen d'une presse hydraulique.

**Filage arrière (fixation)**

Opération d'extrusion utilisée pour réaliser des formes en creux, où le matériau est repoussé en arrière autour d'un outil pénétrant.

**Filage avant (fixation)**

Opération d'extrusion utilisée pour réduire le diamètre et calibrer un élément de forme cylindrique, où le matériau est poussé et forcé d'entrer dans une filière de diamètre plus faible.

**Fillet**

Partie du filetage vue de profil et correspondant à une seule saillie.

**Fil en prise (longueur de...)**

Longueur axiale sur laquelle deux filetages conjugués (mâle et femelle) sont en contact l'un avec l'autre, en ne prenant pas en compte ou seulement partiellement les filets incomplets.

**Filé complet**

Partie du filetage qui n'est pas entièrement formée, à l'extrémité d'une vis, sous la tête de la vis ou au raccordement partie lisse/partie filetée.

**Filéage**

Opération de mise en forme hélicoïdale du filet de vis obtenue par refoulement ou enlèvement de matière – par extension résultant par cette opération : plein formant une saillie hélicoïdale continue et de section uniforme sur une surface cylindrique ou conique.

**Filéage à double filé**

Filetage qui présente deux hélices démarrant de façon diamétralement opposée.

**Filéage à droite (symbole RH pour « Right Hand »)**

Filetage dit « normal », où il faut tourner l'élément à visser dans le sens horaire (vers la droite) pour provoquer le vissage.

**Filéage à gauche (symbole LH pour « Left Hand »)**

Filetage où il faut tourner l'élément à visser dans le sens antihoraire (vers la gauche) pour provoquer le vissage, généralement signalé physiquement sur la fixation par un marquage particulier [flèche, encoche...] qui peut être normalisé.

**Filéage asymétrique**

Filetage pour lequel les angles des flancs adjacents ne sont pas égaux, par exemple pour certaines vis pour panneaux de particules.

**Filéage complet**

Partie du filetage où les filets sont entièrement formés au niveau du sommet et du fond de filet.

**Filéage cylindrique**

Filetage utilisé pour les fixations (vis, écrous...).

**Filéage extérieur**

Aussi appelé filetage male, réalisé sur l'extérieur d'une surface cylindrique (vis, goujons, tiges filetées...).

**Filéage intérieur**

Aussi appelé taraudage ou filetage femelle, réalisé sur l'intérieur d'une surface cylindrique (écrous...).

**Filéage métrique ISO (symbole M)**

Filetage symétrique dont l'angle du filetage est de 60°, avec une combinaison pas/diamètre "conforme" à l'ISO 261 ou ISO 262.

**Filéage partiel**

Filetage pratiqué sur une partie seulement du corps de la pièce, celle-ci présentant donc une partie cylindrique lisse (tige).

**Filéage symétrique**

Filetage sur lequel les angles des flancs adjacents sont égaux, par exemple filetage métrique ISO à 60° pour les vis à métaux.

**Filéage total**

Filetage pratiqué sur la totalité du corps de la pièce (absence de partie cylindrique lisse significative).

**Filets par inch (symbole tpi pour « threads per inch »)**

Nombre de pas de filetage par pouce, inverse de la valeur du pas axial en inches.

**Filière**

Outil de mise en forme ou calibrage utilisé dans les opérations de filage ou d'étrlage.

Outil servant à réaliser le filetage (ou roulage) d'une pièce.

**Filmogène**

Nition de revêtement inorganique transparente pour le contrôle précis de la lubrification et le renforcement de la protection anticorrosion d'une pièce.

**FIM**

Fédération des Industries Mécaniques - L'AFFIX est un des trente syndicats professionnels adhérents à la FIM.

**Finition / revêtement**

Etat de la surface dans lequel les fixations doivent être livrées, par exemple sans finition particulière, résultant d'une oxydation consécutive à un process, huilées, lubrifiées, passivées (pour l'acier inoxydable, l'aluminium, etc.), ou bien revêtues.

**Fissuration par l'hydrogène induite par une corrosion sous contrainte**

Catégorie de fragilisation par l'hydrogène externe pour laquelle la rupture se produit en service par fissuration, sous l'action combinée de l'hydrogène issu de la corrosion et de l'effet des contraintes de traction.

**Fissure de cisailage**

Défaut de surface se présentant sous la forme d'une fissure généralement orientée à 45° par rapport à l'axe de la vis sur le pourtour d'une embase, de tête ronde ou cylindrique, ou sur le plat de tête d'une vis hexagonale.

**Fissure de forgeage**

Défaut de surface se présentant sous la forme d'une fissure provoquée par l'opération de forgeage, située sur le dessus de la tête d'une vis.

**Fixation à capacité de charge intégrale**

Fixation dont la rupture en traction se produit dans la partie filetée – voir NF EN ISO 898-1.

**Fixation à capacité de charge réduite**

Fixation dont la géométrie entraîne la rupture en traction dans la tête (ex : tête basse ou tête fraîsée) ou dans la partie lisse (ex : vis à tête allégée) – voir par exemple NF EN ISO 898-1 et 2.

**Fixation extérieure de second œuvre pour le bâtiment**

Fixation conçue essentiellement pour les applications de toiture, bardage, ou isolation, et qui est exposée à l'atmosphère extérieure (les boulons de construction métallique, précontraints ou non, n'en font pas partie).

**Fixation finie**

Produit entier et dont toutes les étapes de réalisation ont été réalisées avec ou sans revêtement et avec une capacité de charge intégrale ou réduite et qui n'a pas été usinée pour la réalisation d'essai – voir NF EN ISO 898-1.

**Fixation mécanique**

Composant destiné à assembler mécaniquement deux ou plusieurs pièces pour former une liaison fixe ou mobile, ou pour contribuer essentiellement à cette fonction (par opposition au collage ou au soudage...).

**Flambage**

Déformation brutale d'une pièce longue subissant un effort de compression axiale au-delà d'un seuil appelé limite de flambage.

**Flanc de filet**

Côtes du filet – Le flanc de filet chargé est en contact dans un système vis-écrou et supporte l'effort de traction, contrairement au flanc non chargé.

**Flèche (fixation)**

Déférence de position entre un élément au repos et le même élément soumis à une charge, par exemple pour une rondelle conique soumise à un effort de compression, en millimètre.

**Flèche (mécanique)**

En résistance des matériaux, déplacement transversal d'un point de la fibre moyenne d'une pièce sous l'action d'une charge, générant des contraintes internes de traction et de compression de part et d'autre d'une limite dénommée « corde neutre ».

**Fleurage**

Aspect uniforme et brillant de la galvanisation à chaud.

**Flexibilité**

Apitude d'un système à s'adapter rapidement à un changement de situation.

**Flexion**

Déformation d'une pièce sous l'effet d'une force ou contrainte latérale qui se traduit par une courbure.

## Fluage (mécanique)

Phénomène de déformation irréversible et évolutive en fonction du temps d'un matériau soumis à une contrainte inférieure à sa limite d'élasticité pendant une durée suffisante, essentiellement aux températures élevées ( $t > 0,4 t_{fusion}$ ). Ce phénomène peut conduire à une rupture.

## Fluage (fixation)

Dans un assemblage vissé, déplacement à charge constante sous l'effet d'un tassement des pièces serrées dû en général à une exposition prolongée à la température.

## Fluorescence X

Méthode d'analyse par rayon X généralement utilisée pour les revêtements métalliques, basée sur le compactage des atomes d'une substance dans un volume précis, permettant de calculer l'épaisseur du revêtement (par l'intermédiaire de la masse volumique) et/ou de déterminer le titre pour les alliages (par exemple zinc-nickel 12-15%).

## Foirage

Rupture mécanique d'une partie de la fixation ou de la pièce assemblée (filetage de la vis, de l'écrou, taraudage, entraînement,...).

## Fond de filet

Surface intérieure du filet [creux reliant deux flancs adjacents] correspondant au diamètre de filetage le plus petit pour une vis et au diamètre de filetage le plus grand pour un écrou.

## Fonderie

Procédé d'obtention de pièces à l'état brut par coulée du métal en fusion dans une empreinte en sable ou métallique (coquille).

## Fonte

Alliage de fer et de carbone (de 1,7 à 6,7%) utilisé en fonderie.

## Force

En physique, représentation simplifiée d'une action mécanique, représentée par un vecteur pour indiquer sa direction et exprimée en newtons [W] - produit de la masse d'un corps et de l'accélération résultante de son application – son caractère peut-être précisé par son sens d'action par rapport à la pièce concernée : force axiale, centrifuge ou centripète, radiale, tangente, etc.). Appelée aussi *Effort* lorsqu'elle agit à l'intérieur d'une pièce.

## Force de serrage

Force de traction axiale agissant sur le corps de la vis pendant le serrage ou force de compression agissant sur les pièces serrées pendant le serrage.

## Force de serrage à la charge de rupture

Force de serrage maximale atteinte potentiellement sous l'effet combiné des sollicitations avant la rupture de la vis [charge limite de rupture].

## Force de serrage à la limite d'élasticité

Force de serrage à laquelle le corps de la vis ou le filetage présente un début de déformation plastique sous l'effet des sollicitations de serrage.

## Force / effort de serrage

Force de traction axiale agissant sur la vis pendant le serrage, ou force de compression agissant sur les pièces serrées pendant le serrage, exprimée en newtons (N).

## Forgeage

Action de façonnier par déformation mécanique (généralement à chaud) un métal ou un alliage, pour lui donner une forme, des dimensions, des caractéristiques définies.

## Formulateur

Organisation qui conçoit, développe et commercialise des produits chimiques et des procédés de revêtement, mis en œuvre sur les fixations par des applicateurs.

## Four

Installation permettant la fusion de métaux et la réalisation d'alliages, par mise en température au-delà de la température de fusion de chacun des éléments de la composition.

## Four de trempe

Installation permettant la montée contrôlée en température et le maintien pendant un temps prédéterminé à une température identifiée et inférieure à la fusion de pièces et sous atmosphère contrôlée, avant une opération de trempe thermique.

## Fragilisation

Partie importante de ductilité et/ou de tenue d'un matériau métallique.

## Fragilisation par l'hydrogène

Perte irréversible de ductilité d'un métal ou d'un alliage provoquée par l'hydrogène en raison d'une fragilisation aux joints de grains résultant de la pénétration d'hydrogène dans le matériau, sous l'effet de contraintes de traction (contraintes induites par une charge ou contraintes résiduelles), conduisant à une dégradation des caractéristiques mécaniques et générant des ruptures prématurées de pièces (rupture différée) voir *Fragilisation par l'hydrogène externe* et *Fragilisation par l'hydrogène interne*.

## Fragilisation par l'hydrogène (élimination de la...) Ne pas utiliser - voir Dégazage.

## Fragilisation par l'hydrogène externe (EHE)

Fragilisation provoquée par des atomes d'hydrogène absorbés provenant de l'environnement d'utilisation, entraînant une rupture fragile différée des fixations sous l'effet de contraintes de traction. L'hydrogène peut être généré par la corrosion (par exemple fissuration par l'hydrogène issu d'une corrosion sous contrainte) ou par d'autres sources liées à l'environnement d'utilisation [EHE = Environment Hydrogen Embrittlement].

## Fragilisation par l'hydrogène interne (IHE)

Fragilisation provoquée par de l'hydrogène résiduel issu des procédés de fabrication, entraînant une rupture fragile différée sous l'effet de contraintes de traction. L'hydrogène peut provenir d'étapes de fabrication telles que le traitement thermique (en particulier la carburation), le nettoyage à l'acide, le décapanage chimique, la phosphatation et/ou le revêtement électrolytique (IHE = Internal Hydrogen Embrittlement).

## Fragilité au bleu

Perte de ductilité d'un acier à une température voisine de 250 – 350°C. A cette température, la surface nue d'un acier au carbone se recouvre à l'air d'une pellicule bleue d'oxyde. Si la rupture ne survient pas au cours du travail, l'acier, une fois ramené à la température ambiante, demeure fragile.

## Fragilité au revenu

Fragilité irréversible engendrée par une précipitation de carbures au cours du revenu d'un acier trempé.

## Fragilité de revenu

Fragilité réversible qui affecte certains aciers trempés et revenus après un maintien à une température comprise approximativement entre 450 et 525°C.

## Fraisage

Opération d'usinage par outil coupant, combinant un mouvement linéaire d'avance de pièce et un mouvement tournant de l'outil.

En fixation, opération de réalisation d'une forme creuse connue appelée *Fraiseuse*, permettant de recevoir une tête conique, ce qui conduit à obtenir une tête affleureante.

## Fraiseuse (symbole F)

Tête de vis en forme de cône inversé prévue pour être montée dans une fraiseuse, et dont la surface supérieure est affleureante avec la pièce assemblée après montage. Les vis à métaux à tête fraisée peuvent avoir une capacité de charge réduite du fait de leur géométrie.

## Fraiseuse

Logement conique ou cylindrique dans une pièce obtenu par fraisage, permettant à la partie fraisée de la tête de vis d'être noyée dans la pièce assemblée.

## Frappe à chaud

Procédé de fabrication de pièces mécaniques par déformation du métal à haute température (environ 1250°C pour les fixations) en une ou plusieurs opérations, à partir de fil machine, de barres ou de loipins. Procédé courant pour les fixations de gros diamètre.

## Frappe à froid

Procédé de fabrication courant pour les fixations par déformation du métal à température ambiante et à très haute vitesse et pression, à partir de fil machine ou de barres : un lopin est cisaillé puis refoulé par plusieurs frappes successives pour lui donner sa forme finale.

## Freinage

Dispositif destiné à empêcher ou limiter les possibilités de dévissage d'un assemblage - il peut agir par frottement dans le filetage (déformation, induction, bague...) par frottement à la surface d'appui (rondelle de forme particulière, embase crantée...) ou obstacle (goujille, plaque de rabbatue...) - voir également *Autofreinage*.

## Frettage

Assemblage mécanique de deux pièces cylindriques ou coniques par ajustement serré (la pièce extérieure appelée « frette » est plus petite que la pièce intérieure dite « fretté »).

## Fretting

Type d'usure qui se produit entre deux surfaces très proches soumises à des cycles de contraintes de très grande amplitude. Souvent le fretting est accompagné de corrosion due à de très petits débris présents entre les deux surfaces.

## Fretting corrosion

Type de fatigue de contact : détérioration accélérée à l'interface de deux surfaces en contact, due à la corrosion et à un mouvement d'oscillation lent entre ces deux surfaces.

## Frittage

Procédé d'obtention de pièce à partir de poudres qui sont comprimées dans un moule puis cuites à température élevée.

## Frottement

Force à la surface de contact de deux corps s'opposant à leur mouvement relatif qui dépend de la pression résultant de l'effort entre les pièces et des conditions de glissement [nature des matériaux, rugosité, état de la surface lubrifiée ou non...], exprimée par la loi de Coulomb [ $F = \mu Rn$ ].

## Fusion

Passage, pour un métal, de la phase solide à la phase liquide

## G

## Galvanisation à chaud

Revêtement de surface métallique obtenu par immersion des pièces dans un bain de zinc ou alliage fondu en fusion générant la formation de couches d'alliages zinc-fer puis d'une couche composée essentiellement de zinc, suivi d'une centrifugation pour éliminer le zinc en excès. - les caractéristiques obtenues sont bonnes en termes de protection contre la corrosion mais on peut rencontrer des effets de surrépasseur - La température du bain doit être bien contrôlée pour éviter le phénomène de recuit et ce process est inadapté aux pièces creuses ou avec partie plastique.

## Gamma

Document qui décrit chronologiquement l'ensemble des étapes à réaliser pour la réalisation d'une pièce. Par exemple pour la frappe à froid, conception et

formulation des étapes successives de déformation du métal afin d'obtenir les caractéristiques géométriques et mécaniques des fixations produites.

### Geomét®

Type de revêtement (déposé et protégé) composé de lamelles de zinc et aluminium dans une matrice inorganique et intégration d'un pourcentage faible de PTFE pour lubrification - ne comporte pas de chrome.

### Glissement (dans un assemblage)

Déplacement relatif de deux pièces assemblées par fixations dans le sens perpendiculaire à l'axe sous l'effet de sollicitations en service.

### Glissement (dans un matériau)

Déformation plastique irréversible causée par une dislocation.

### Goujon

Fixation cylindrique comportant une partie lisse (tige) et généralement deux parties filetées avec une extrémité « implantation » et une extrémité à serrer par un écrou, ou une seule partie filetée dans le cas d'une implantation soudée (goujon à souder).

### Gouppille

Technique d'assemblage utilisant une gouppille. Opération de mise en place d'une gouppille.

### Gouppille

Pièce cylindrique ou conique assurant la liaison ou l'immobilisation relative de deux pièces entre elles.

### Gouppille élastique

Gouppille réalisée à partir d'une tôle en acier à ressort, enroulée sur elle-même.

### Grade

Ensemble des tolérances dimensionnelles et géométriques des éléments de fixation (grades A et B pour les tolérances précises - grade C pour les tolérances larges).

### Grain

Cristal élémentaire d'une structure polycristalline. Il est généralement défini comme la figure polygonale à côtés plus ou moins courbes, qu'il est possible de faire apparaître en réseau sur une coupe micrographique par une attaque appropriée.

### Grenailleage

Décapage mécanique de la surface des fixations à revêtir par projection de particules dures, dans le but de nettoyer les fixations sans utilisation de solutions de décapage chimique qui pourraient être fragilisantes.

### Grenailleage de précontrainte

Opération de déformation superficielle par projection de billes dures. Traitement de surface réalisé par action mécanique dans le but de créer des contraintes superficielles de compression pour restaurer ou améliorer les caractéristiques de tenue en service.

### Grippage

Adhérence des pièces en contact (filage ou appui) qui entraîne un endommagement de la (des) surfaces, une impossibilité de démontage, voire une destruction de la fixation.

### H

#### H

Hauteur du triangle primitif (distance radiale entre la base et le sommet du triangle génératrice).

#### H

Symbole de l'empreinte cruciforme Philips®.

### Hastelloy®

Alliage à forte teneur en nickel et molybdène, répondant à des besoins particulièrement élevés en matière de résistance à la corrosion - notamment utilisé dans l'industrie chimique (marque déposée).

### Hauteur du filet

Distance radiale entre le fond et le sommet du filet.

### HBS

Voir Résistance au brouillard salin.

### hEN

Voir norme européenne harmonisée.

### Hexagonal (symbole H)

Tête de vis ou écrou dont la forme et l'entraînement consiste en six pans extérieurs, caractérisée par un surplat. Forme la plus courante pour la construction mécanique et métallique.

### Hexavalent

Se dit d'un Chrome 6 ou Cr(VI) utilisé dans les passivations des revêtements des fixations.

### Homogénéisation

Recuit à haute température destiné à atténuer ou faire disparaître les hétérogénéités de composition chimique dues au phénomène de ségrégation.

### HR

Voir Boulon HR.

### HRC

Voir Boulon HRC.

### Huilage

Opération consistant à plonger des pièces dans un bain d'huile, réalisée sur la phosphatation afin d'en améliorer ses propriétés de base.

### HV

Voir Boulon HV.

### Hydrogène (symbole chimique H)

Gaz qui, présent sous forme atomique dans un alliage, peut provoquer la fragilisation de la pièce (voir Fragilisation par l'hydrogène).

### Hypertrempe

Type de traitement thermique spécifique à certains alliages d'acier inoxydables dont la température de début de transformation martensitique est inférieure à la température ambiante. Il comporte un chauffage à haute température suivi d'un refroidissement suffisamment rapide pour conserver une structure austénitique homogène après retour à la température ambiante.

### I

#### IFI

Industrial Fastener Institute = Association des fabricants de fixations (USA).

### IHE

Internal Hydrogen Embrittlement – voir Fragilisation par l'hydrogène interne.

### IMDS

International Material Data System – Système international de collecte de données dans le cadre de la réglementation sur les Véhicules Hors d'Usage (VHU) et de REACH, listant les substances interdites ou soumises à déclaration selon les taux dans lesquels ces matières sont présentes dans les composants ou matériaux – Voir REACH.

### Inch

Voir Pouce.

### Inclusion

Particule de matériau étranger, présent dans la matrice métallique. Ce sont habituellement des oxydes, des sulfures, ou des silicates, mais toujours des substances étrangères à la matrice et insolubles dans celle-ci.

### Inconel®

Alliage de nickel (80%), chrome (14%) et fer (6%), répondant à des besoins de tenue à la corrosion à température élevée, utilisé notamment pour les fixations aéronautiques (marque déposée).

### Induction

Méthode de chauffage électromagnétique, utilisée par exemple pour le chauffage des matériaux avant frappe à chaud, certains traitements de surface des fixations, ou le soudage de fixations à souder.

### Injection

Procédé d'obtention de pièces où la matière plastique est ramollie, malaxée, puis injectée sous pression dans un moule fermé et ensuite refroidie. Cela permet d'obtenir en une seule opération des fixations fines de forme complexe en grande série (clips...).

### Inoxydable (acier)

Alliage ayant des qualités particulières de résistance à l'oxydation et à la corrosion. Acier contenant au moins 11% de chrome. La présence de chrome permet la formation d'un film de protection contre la corrosion et l'oxydation – voir Acier inoxydable.

### Insert (élément)

Dispositif incorporé dans une fixation, par exemple anneau non métallique d'un écrou autofréné, élément longitudinal plastique au niveau du filage d'une vis...

### Insert (fixation)

Fixation métallique posée par emmanchement (avec ou sans fixation thermique ou par ultrasons), expansion ou autotaraudage dans une pièce métallique, plastique (thermoplastique et/ou thermorétractable), bois... afin de permettre son assemblage mécanique.

### Intergranulaire

Qui se trouve ou apparaît aux joints de grains d'un métal.

### Inter métallique (composé)

Composé de deux ou plusieurs métaux possédant des caractéristiques physiques et une structure cristallo-graphique différente de celle des métaux purs et des solutions solides.

### Inviolable

Se dit d'un entraînement présentant un dispositif ou une géométrie le rendant démontable uniquement à l'aide d'un outil spécialisé, non disponible dans le commerce.

### ISO

International Standardization Organisation : Organisation internationale de normalisation éditant les normes ISO au plan mondial. Les Comités Techniques par domaine (par exemple ISO/TC 2 « fixations ») regroupant les pays intéressés élaborent le contenu technique des normes. Pour les fixations, la quasi-totalité des normes ISO sont publiées simultanément en normes européennes EN ISO.

### ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002

Séries de normes internationales précisant les principes essentiels des systèmes de management de la qualité [en interne, contractuels ou à des fins de certification] pour des biens matériels, immatériels, ou des services.

### ISO 14000

Série de normes internationales concernant les systèmes de management environnemental.

### Isotrope

Se dit d'un matériau ayant les mêmes propriétés (physiques, mécaniques) selon toutes les directions de l'espace (exemple d'un matériau fritté élaboré à partir de poudre(s) métallique(s) en opposition aux pièces élaborées en acier, anisotrope, et dont les opérations de fabrication font que certaines caractéristiques mécaniques sont meilleures dans le sens long [sens parallèle à la direction de la déformation principale que l'on fait subir au métal, sens de laminage par exemple]).

### IT

Abréviation de « intervalle de tolérance ».

## J

### Jeu

Espace entre deux pièces nécessaire pour autoriser leur mouvement relatif, l'une par rapport à l'autre – addition des tolérances de fabrication de chacune d'elles.

### JIS

Japanese Industrial Standards : Signe identifiant les normes japonaises publiées par le JSA et précédant le numéro de la norme.

### Joint de grains

Interface séparant deux grains dont l'orientation des plans du réseau cristallin diffère.

### Joule (symbole J)

Unité de mesure de travail, d'énergie et de quantité de chaleur équivalent au travail produit par une force de un newton, dont le point d'application se déplace de un mètre dans la direction de la force.

### JS

Sigle (incomplet mais parfois utilisé) identifiant les normes japonaises publiées par le JAS et précédant le numéro de la norme.

### JSA

Japanese Standards Association : Organisme officiel national japonais de normalisation.

### Just à temps (« Just in Time » ou JIT)

Méthode d'organisation consistant à maîtriser l'approvisionnement de la production en minimisant les stocks.

## K

### Kanigen

Procédé de nickelage chimique garantissant un dépôt d'épaisseur constante sur toute les surfaces de pièces aux contours compliqués.

### Kesternich

Test destructif mesurant la tenue en nombre de cycles d'une pièce ou ensemble mécanique positionné dans son contexte d'utilisation.

### Kesternich (essai)

Essai destructif de corrosion accélérée au cours duquel les fixations sont exposées à une atmosphère saturée en vapeur d'eau et contenant du dioxyde de soufre. La résistance à la corrosion Kesternich est généralement spécifiée en nombre de cycles. Pour les fixations, l'essai est généralement effectué avec deux litres de SO<sub>2</sub>.

### KEVLAR®

Fibre synthétique présentant une excellente résistance à la traction (de l'ordre de 3000 MPa), de fortes rigidités, résistance aux chocs, à la fatigue, aux vibrations, et une faible densité. Utilisé par exemple en aéronautique.

## L

### Label

Le signe de reconnaissance de la conformité d'un produit ou d'un service, à un référentiel défini. Il est dans la plupart des cas attribué par un organisme indépendant, mais il peut aussi être autoprotégué.

### Laiton

Alliage de cuivre et zinc (jusqu'à 46%) ductile et maléable ayant une bonne résistance à la corrosion.

### Laitonnage

Revêtement métallique d'une surface par un alliage cuivre-zinc de composition déterminée - Le processus de dépôse s'effectue par procédé électrolytique ou par métallisation au pistolet.

### Lamage

Logement cylindrique de faible profondeur obtenu par fraisage, permettant à la tête de vis de reposer sur une surface plane (et perpendiculaire à l'axe de la vis) de la pièce assemblée. Utilisé par exemple sur des pièces brutes de fonderie.

### Lamellaire

On parle de revêtement lamellaire quand le dépôt de matière se présente sous forme de lamelles microscopiques superposées - voir Revêtement de zinc lamellaire.

### Laminage

Procédé de mise en forme d'un produit métallurgique par déformation plastique, obtenue par le passage forcé entre deux cylindres à axes parallèles tournant en sens inverse afin d'obtenir une tôle ou un profilé. Action qui fait subir une déformation permanente à un produit métallique.

### Lanthane®

Type de filmogène (déposé et protégé) brillant et légèrement irisé, incluant des particules d'oxydes minéraux spécifiques pour la passivation des dépôts de zinc électrolytique.

### Liaison mécanique

Relation entre deux pièces d'un mécanisme qui existe dès lors qu'il y a un contact entre elles. Les liaisons mécaniques sont caractérisées par leurs degrés de liberté (de 0 à 6).

### Ligne, paille, repliure de lamination

Défaut de surface longitudinal inhérent au métal de base, en forme de ligne étroite et ouverte (droite ou légèrement incurvée) située sur le filetage, la tige, la tête et/ou sur le plat d'un hexagone.

### Limite d'acceptation

Niveau de critère d'appréciation au-delà ou en deçà duquel le besoin est jugé non satisfait.

### Limite d'élasticité

Contrainte à partir de laquelle une pièce ou un matériau commence à se déformer de manière irréversible. Pour les fixations, voir Limite d'élasticité à 0,2%, Limite d'élasticité à 0,0048d et limite inférieure d'écoulement.

### Limite d'élasticité à 0,0048d (symbole Rp<sub>f</sub>)

Limite conventionnelle d'élasticité déterminée sur fixation entière lors d'un essai de traction, pour toutes les classes de qualité (et tout particulièrement pour les classes 4.8, 5.8 et 6.8 obtenues par écrouissage) exprimée en mégapascal (MPa).

### Limite d'élasticité à 0,2% (symbole Rp<sub>0,2</sub>)

Limite conventionnelle d'élasticité déterminée sur éprouvette lors d'un essai de traction, essentiellement pour les vis à métaux de classe de qualité à 8.8 (obtenues par trempe et revenu), exprimée en mégapascal (MPa).

### Limite d'endurance

Valeur maximale de la contrainte pour laquelle il est constaté 50% de rupture après un nombre infini de cycles de sollicitation.

### Limite de fatigue

Valeur maximale de la contrainte pour laquelle il n'est pas constaté de rupture après un nombre infini de cycles de sollicitation.

### Limite de rupture

Valeur de contrainte provoquant la rupture (progressive ou brusque) de la pièce la subissant.

### Limite inférieure d'écoulement (symbole R<sub>eL</sub>)

Limite d'élasticité déterminée sur éprouvette lors d'un essai de traction, pour les vis à métaux de classes de qualité 4.6 et 5.6 (obtenues par écrouissage et recuit), exprimée en mégapascal (MPa).

### Logigramme

Représentation schématique d'une équation logique ou d'un processus. Il utilise les symboles des fonctions logiques reliées par des connexions.

### Longueur filetée

Longueur de la partie filetée d'une pièce – souvent normalisée avec une plage de tolérance importante.

### Lot

Ensemble de pièces de caractéristiques communes, identifiées par un numéro unique figurant à minimum sur l'étiquette ou l'emballage du produit, et réalisées à partir d'une même matière première, ayant subi simultanément et sans interruption un même processus de production, mais non nécessairement issues d'un même lot de fabrication – voir Lot de fabrication.

### Lot d'ensemble

Association de fixations de nature différente fournies ensemble, par exemple vis à rondelle imperméable, boulons constitués de vis et écrous, etc.

### Lot d'ensemble étendu (boulons de construction métallique)

Lot d'ensemble dont les composants forment un tout, livrés par un fabricant unique, mais non nécessairement dans le même emballage ni en même temps, et composé de vis, d'écrous et de rondelles dont l'élément le plus influent (écrous ou rondelles indicatrices de pré-contrainte) est issu d'un lot de fabrication unique, les autres éléments (vis, etc.) pouvant provenir de plusieurs lots de fabrication.

### Lot d'ensemble univoque (boulons de construction métallique)

Lot d'ensemble dont les composants forment un tout, livrés ensemble par un fabricant unique dans un emballage unique, et composé de vis issues d'un lot de fabrication unique, d'écrous issus d'un lot de fabrication unique et de rondelles issues d'un lot de fabrication unique.

### Lot de fabrication

Quantité d'éléments de fixation de même désignation (y compris le grade, la classe de qualité et les dimensions), fabriqués à partir d'une barre, de fil ou de produit plat issu d'une même coulée, ayant subi simultanément et sans interruption le même processus de fabrication, et, le cas échéant, le même traitement thermique et/ou le même revêtement.

Le même processus signifie pour un procédé continu, le même cycle de traitement sans modification de réglage pour un procédé discontinu, le même cycle de traitement pour des charges identiques et consécutives (sous-lots).

Nota : cette notion implique d'avoir la connaissance exacte du matériau utilisé pour la fabrication des éléments de fixation (numéro de coulée) ainsi que la traçabilité. Le lot de fabrication fait l'objet d'un numéro de lot unique, indiqué sur l'étiquette ou l'emballage.

### Lot de petite quantité

Quantité de fixations à revêtir issues d'un seul lot de fabrication, dont la taille est inférieure à la taille normale de la charge d'une ligne de revêtement.

### LQ10

Pourcentage de fixations non conformes qui ont une chance sur dix d'être acceptées par l'application du plan d'échantillonage.

### Lubrifiant

Substance généralement utilisée pour maîtriser les caractéristiques de frottement des fixations revêtues, qui est intégrée au revêtement lui-même ou appliquée ultérieurement sur le revêtement, ou les deux, ou sur des fixations non revêtues (par exemple en acier inoxydable).

### Lubrification

Opération d'application de lubrifiant (graisse, huile, bisulfure de molybdène, etc.) afin de limiter le frottement entre pièces. Le résultat de cette opération.

**M****M**

**Symbol du filetage pour les fixations à filetage métrique ISO**, suivi pour la désignation du diamètre nominal des fixations à pas gros [par exemple M24] et du diamètre nominal et du pas pour les fixations à pas fin [par exemple M12x1,5].

**Maillechort**

Alliage de cuivre [Cu], nickel [Ni] et zinc [Zn].

**Maintenabilité**

Caractéristique d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état fonctionnel. De cette caractéristique, on peut déterminer la moyenne des temps de réparation (MTTR).

**Maîtrise statistique des Processus (MPC)**

Voir *SPC*.

**Malléabilité**

Aptitude à la déformation sans rupture – elle est caractérisée par le coefficient d'allongement avant rupture lors d'un essai de traction.

**Manganèse (symbole chimique Mn)**

Métal gris-blanc, dur et fragile, souvent utilisé comme additif pour les aciers alliés, ou comme finition [Phosphatation cristalline, dite phosphatation manganèse, ayant pour but d'améliorer la résistance à la corrosion et les propriétés de frottement de la pièce traitée].

**Manque (de matière)**

Défaut de surface en forme de poche peu profonde ou de creux, dû à une insuffisance de remplissage du métal pendant le forgeage ou le refoulement [fixation en acier] ou de matière plastique lors de la phase d'injection [fixations en plastique].

**Marbrure**

Apparence disgracieuse et non uniforme de la galvanisation, due à un acier de base non adapté à la galvanisation à chaud.

**Marquage**

Identification physique effectuée sur la fixation elle-même et codifiée de certains éléments de la pièce [matière, classe de qualité, identité du fabricant, filetage à gauche, etc.]. Le marquage figure sur la tête d'une vis, sur une face d'un écrou et sur la partie lisse ou à une extrémité d'un goujon – pour les fixations à filetage ISO, le marquage est constitué à minima du symbole de la classe de qualité et de l'identification du fabricant, dès lors que les dimensions de la fixation le permettent [dans les faits à partir du diamètre 5 mm inclus] – En France, l'obligation de marquage et les obligations de conformité en découlant sont spécifiées dans les arrêtés du 20 Janvier 1995 et du 13 Octobre 1997.

**Marquage CE**

Marquage réglementaire symbolisé par le logo CE, ce qui est obligatoire pour tous les produits couverts par une ou plusieurs Directives ou Règlements européens qui le prévoient explicitement. Un produit marqué « CE » acquiert le droit de libre circulation sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne [ce n'est ni une marque de certification ou de qualité, ni une indication d'origine géographique]. En apposant la marquage CE sur ces produits, le fabricant déclare respecter toutes les obligations réglementaires prévues.

**Marquage (symbole de...)**

Identification physique sur la fixation représentant la classe de qualité de la fixation, soit en clair [par exemple 8.8], soit par un marquage horaire, soit par un symbole géométrique [goujon].

**Marquage d'identification**

Nom ou symbole spécifique désignant le fabricant ou le distributeur des fixations, qui peut être marqué physiquement sur la fixation elle-même et/ou apposé sur l'étiquetage, la documentation.

**Marque d'outil**

Défaut de surface en forme de rayures longitudinales ou circonférentielles de faible profondeur, provoqué par le déplacement d'un outil sur la surface de la fixation.

**Marque NF**

Marque volontaire de certification attestant la conformité de caractéristiques, produits et/ou service qu'elle couvre aux normes et exigences complémentaires qui leur sont applicables, dans les conditions définies par un référentiel de certification NF. Pour les fixations, par exemple marque NF Boulonnnerie de construction métallique.

**Martelage**

Travail à froid de métal au marteau ou par projection de grenade.

**Martensite**

Le constituant martensitique définit la structure hors d'équilibre obtenue sur un acier après trempe [solution solide métastable sursaturée de carbone dans le fer et possédant une structure quadratique].

**Martensitique**

Nuances d'acier inoxydable [symbole C] autotrempants ayant une teneur en chrome supérieure à 0,08% et une teneur en carbone aux environs de 13% - résistance à la corrosion limitée.

**Matage**

Déformation plastique localisée d'un matériau, par exemple sous l'effet d'une pression de contact élevée [cela peut conduire au lassement des pièces serrées dans un assemblage, et donc à une perte de tension].

**Matoplastie**

Revêtement d'un ou plusieurs métaux en poudre obtenu par action mécanique d'un matériau inerte sur des fixations, par projection de fines particules de métal en poudre contre le métal de base, par exemple au moyen de grenailles de verre.

**Matrice**

Procédé de mise en forme de produits par pressage dans un moule présentant une forme en creux dite matrice.

**Matrice (outillage)**

En frappe ou forage, outillage permettant d'obtenir une forme extérieure en appliquant une force importante afin de contraindre le matériau à épouser la forme voulue.

**Mélange de lot**

Amalgame de fixations identiques mais provenant de lots de fabrications différents dans le même conteneur, boîte ou emballage [non autorisé pour les fixations conformes aux normes ISO 898 ou ISO 3506, fortement déconseillé pour les autres types de fixation].

**Mesurage**

Ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur [dimension, masse, etc.]. Le mesurage est limité à la détermination de grandeurs. Voir *Essai*.

**Mesure**

Résultat d'un mesurage.

**Métal**

Corps simple ayant un éclat caractéristique et des propriétés particulières de conduction [électrique, thermique].

**Métal de base**

Métal de la fixation sur lequel le revêtement est appliqué.

**Métallisation**

Mode de revêtement de surface consistant à projeter sur celle ci un métal fondu pulvérisé par un fort courant gazeux. Dans certaines applications, on peut être conduit à préchauffer la pièce pour assurer l'adhérence du revêtement.

**Métallurgie**

Ensemble des procédés et des techniques d'extraction, d'élaboration, de formage et de traitement des métaux et alliages.

**Méthode d'essai de référence**

Méthode d'essai spécifiée dans une norme, qui doit être utilisée en cas de litige concernant la conformité par rapport à une caractéristique spécifiée.

**Métastable**

Qui possède une stabilité apparente hors des conditions de température et de pression définies par le diagramme d'équilibre.

**Microbilleage**

Voir *Décapage / Nettoyage - Opération de décapage à sec* des pièces en projetant à leur surface des microbilles d'acier ou de verre arrachant la rouille.

**Micro-dureté**

Méthode d'essai de dureté de surface sous faible charge [jusqu'à HV 0.2 non compris]. Pour les fixations, la dureté superficielle est déterminée en HV 0.3 [appelée dureté sous force réduite] et de façon comparative. Examen au microscope d'éléments de très faible taille révélant la structure cristalline des métaux et alliages.

**Micro-gripping (stick-slip)**

Phénomène pouvant apparaître lors du serrage de fixations filetées avec une vitesse de rotation élevée, du fait des surfaces en contact alternant une succession rapide de glissement/micro-gripping, par exemple avec des pièces antagonistes en aluminium, avec cataphores...

**Micromètre [symbole µm]**

Unité de longueur égale à un millionième de mètre, appelé « micron » dans le langage courant – Par analogie, instrument permettant de mesurer des grandeurs très faibles.

**Mineraï**

Élément brut de terrain à partir duquel il est possible d'extraire des minéraux utiles et qui demande un traitement élaboré pour être utilisé par l'industrie.

**Mise à disposition sur le marché**

Dans le cadre du RPC, fourniture d'un produit de construction destiné à être distribué ou utilisé sur le marché de l'Union Européenne dans le cadre d'une activité commerciale, à titre onéreux ou gratuit.

**Mise sur le marché**

Dans le cadre du RPC, première mise à disposition d'un produit de construction sur le marché de l'union Européenne.

**Modification**

Toute opération effectuée sur les fixations après leur fabrication initiale, qui a des conséquences sur la géométrie et/ou les caractéristiques physiques, mécaniques ou fonctionnelles des fixations.

**Module d'élasticité (Module de Young)**

Rapport entre la contrainte de traction appliquée à un matériau et la déformation qui en résulte lorsque celle-ci est totalement élastique.

**Molette**

Procédé permettant à l'aide d'une molette d'effectuer des stries à la surface d'une tête de vis – par extension, résultat de cette opération.

**Moment**

Caractérise l'action de mise en mouvement d'un solide autour d'un axe. C'est le produit de la force exercée et de la longueur du bras de levier entre l'axe de rotation et le point d'application de la force.

## Moment quadratique

Somme des produits des contraintes élémentaires par rapport au centre de gravité d'une section plane.

## Monomère

Constituant des matières plastiques, composé d'une suite d'atomes de carbone liés entre eux et à d'autres éléments (hydrogène, azote, chlore...).

## Montage

Opérations organisées d'assemblage des différents constituants d'un produit visant à le mettre en état de fonctionnement.

## Moulage

Procédé d'obtention de pièce par coulée d'un matériau sous forme liquide dans un moule.

## Multi-entraînement

Se dit d'une vis présentant deux types d'entraînement, par exemple vis à six lobes internes fendue (montage par outillage et démontage manuel au tournevis possible).

## N

### Nettoyage / décrapage mécanique

Élimination des substances / matériaux étrangers tels que les oxydes métalliques, la calamine, etc... de la surface des fixations par projection de matériaux contre cette surface (il peut s'agir de procédés de grenailleage sphérique ou angulaire, de sablage, de microbillage, etc.).

### Nettoyage / dégraissage chimique

Élimination des substances / matériaux étrangers tels que les oxydes métalliques, la calamine, l'huile, etc., de la surface des fixations, par procédés chimiques.

### Newton (symbole N)

Unité de mesure de force, équivalent à la force capable de communiquer à une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 m par seconde au carré (1 newton permet d'augmenter la vitesse d'une masse de 1 kilogramme de 1 mètre par seconde chaque seconde).

### Newton-mètre (symbole Nm ou N.m.)

Unité de mesure du moment d'une force équivalent au moment d'une force de 1 newton dont le bras de levier par rapport au centre de rotation est de 1 mètre.

### NF - NF EN - NF EN ISO - NF ISO

Sigles identifiant les normes françaises (NF) publiées par l'AFNOR et précédant le numéro de la norme. Pour les fixations, l'indice de classement est NF E 25... pour les normes publiées à partir de 1982 (NF E 27... jusqu'en 1982).

### Nickel (symbole chimique Ni)

Métal blanc griséâtre et brillant, utilisé afin d'améliorer la résistance à la corrosion (par exemple en association avec le zinc pour un revêtement zinc-nickel ou comme élément chimique d'addition pour un acier allié), à la traction et à la limite élastique d'un alliage.

## Nickelage

Action de revêtir le nickel, ou revêtement de nickel obtenu par cette opération, afin d'améliorer l'esthétique ou la résistance à la corrosion et à l'usure d'un produit.

## Nickelage chimique

Process de nickelage par réduction catalytique d'un sel de nickel.

## Nickelage électrolytique

Process de nickelage par traitement électrolytique.

## Nitruration

Traitement thermochimique de durcissement superficiel d'alliage ferreux par diffusion d'azote vers l'intérieur de la pièce (accroissement de la dureté superficielle et amélioration des propriétés de fatigue et de frottement).

## Niveau de qualité acceptable (NQA)

Niveau de qualité qui, dans un plan d'échantillonage, correspond à une probabilité élevée d'acceptation d'un lot (pour les fixations, cette probabilité doit être supérieure ou égale à 95%).

## Niveau d'un critère d'appréciation

Grandeur repérée dans l'échelle adaptée pour un critère d'appréciation d'une fonction. Cette grandeur peut être celle recherchée en tant qu'objectif ou celle atteinte pour une solution proposée.

## Nomenclature

Liste détaillée des pièces ou composants constituant le produit. Elle est liée au dessin de conception d'ensemble par un repérage.

## Nominal

Terme qui réfère à une valeur typique désirée ou de référence d'une caractéristique (mécanique, dimensionnelle...) définie dans une spécification (une valeur nominale peut être en dehors des limites de tolérance). Par exemple résistance nominale à la traction d'une vis.

## Nominale (dimension)

Dimension à laquelle on se réfère pour définir les dimensions limites d'une spécification, calculées en fonction de tolérances spécifiées. Nom utilisé pour qualifier cette dimension, par exemple « diamètre nominal de filetage », identique pour les vis et les écrous.

## Non conforme (fixation)

Fixation présentant une ou plusieurs non-conformités.

## Non ferreux

Qualificatif d'un métal contenant moins de 50% de fer : aluminium, cuivre, magnésium, zinc, et leurs alliages.

## Non-conformité

Déviation d'une caractéristique par rapport aux exigences spécifiées.

## Non-qualité

Ecart préjudiciable constaté entre la qualité livrée et la qualité prévue.

## Normalisation (matériau)

Traitement thermique comportant une austénitisation suivie d'un refroidissement à l'air calme : il caractérise l'état dit normalisé (recuit).

## Normalisation

Activité d'intérêt général qui a pour objet de fournir des documents de référence officiels (norme, fascicule de documentation, rapport technique...), établis par un organisme reconnu, et par consensus entre l'ensemble des parties intéressées (fabricants, distributeurs, utilisateurs). En France, la normalisation est assurée par l'AFNOR et les bureaux de normalisation qui organisent l'élaboration des normes françaises et la participation aux normes européennes et internationales.

## Norme

Document de référence utilisé dans les échanges commerciaux (contrats privés et marchés publics) qui définit des caractéristiques, critères et/ou moyens de contrôle pour des usages communs et répétés.

Une norme est d'application volontaire, elle devient obligatoire lorsqu'elle est référencée dans une réglementation ou lorsqu'elle est référencée dans un contrat.

## Norme de produits

Norme définissant toutes les caractéristiques d'un type de fixation (par exemple vis à tête cylindrique à six pans creux, en incluant les dimensions et tolérances (schéma, gamme de diamètres et longueurs...) et les autres caractéristiques par rapport aux normes fondamentales et aux normes générales.

## Norme européenne

Toutes les normes européennes sont obligatoirement publiées dans tous les pays de l'Union Européenne ainsi que dans 6 autres états membres (Suisse, Norvège, Islande, Turquie...) avec annulation obligatoire des normes nationales sur le même sujet. La norme européenne est publiée par les organismes officiels nationaux et est donc précédée par le sigle NF (langue française), BS (langue anglaise) DIN (langue allemande). Elle peut également être publiée dans d'autres langues sous la responsabilité de l'organisme national considéré.

## Norme expérimentale (symbole XP)

Norme française nécessitant une période d'expérimentation ou de mise à l'épreuve et qui, dans un délai maximum de 5 ans, est examinée pour être homologuée, remise à l'étude ou supprimée.

## Norme fondamentale

Pour les fixations, norme définissant l'ensemble des caractéristiques générales pour une famille de produits : matériaux, caractéristiques mécaniques et physiques, méthodes d'essais, marquage...mais pas les dimensions.

## Norme générale

Pour les fixations, norme définissant un aspect particulier relatif aux fixations : par exemple, revêtement de zinc lamellaire, contrôle de réception, entraînement à six lobes internes...

## Norme harmonisée (symbole hEN)

Norme européenne, support au marquage CE exigé par une Directive européenne ou un Règlement européen pour la libre circulation des produits.

## Norme homologuée

Norme française ayant fait l'objet de la procédure officielle d'approbation (enquête publique) et de publication, l'homologation lui conférant son caractère officiel et national. Une norme homologuée peut être rendue obligatoire à l'appui d'une réglementation notamment dans les domaines de la sécurité, de la santé, de l'environnement...

## NQA

Voir *Niveau de Qualité Acceptable*. Critère définissant le type de contrôle par échantillonnage à effectuer.

## NTQ

Non Quenched and Tempered : non trempé et revenu. S'utilise pour différencier certains écrous dont la classe de qualité est obtenue uniquement par écouvissage, par exemple un écrou M6 de classe 8 NTQ.

## NSS

Neutral Sal Spray test : voir *Brouillard salin neutre*.

## Nuance d'acier

Terme utilisé pour définir une catégorie d'acier de désignation type, correspondant à une composition chimique définie.

## Numéro de coulée

Numéro d'identification donné par le producteur métallurgiste à une fabrication homogène (matière, nuance, composition, procédé d'élaboration, installation utilisée, traitement...).

## Numéro de lot

Numéro d'identification correspondant à un lot de produits finis supposés homogènes, de même désignation, issu du même fabricant, mais sans que cela corresponde à l'ensemble des critères du lot homogène de fabrication.

## Numéro de lot de fabrication

Code alphanumérique unique attribué par le fabricant à un lot de fabrication de fixations et permettant la traçabilité totale.

## Numéro de traçabilité

Code alphanumérique attribué par un fabricant ou distributeur, qui identifie le numéro de lot de fabrication d'origine de façon unique.

**O****Olygocyclique (domaine de fatigue)**

Domaine de fatigue pour lequel les ruptures sont précédées d'une déformation globale notable, après un petit nombre de cycles ( $<10^5$ ).

**Outil**

Au sens général, effecteur agissant directement sur la matière d'œuvre afin de lui apporter une valeur ajoutée : outil de coupe, outil de déformation...

**Oxydation**

Formation à la surface d'un produit, et sous l'action d'un milieu, d'une couche d'oxyde plus ou moins adhérente. Réaction de combinaison chimique avec l'oxygène d'un corps ayant pour effet la perte d'un ou plusieurs électrons - Cette réaction a souvent des effets de détérioration des caractéristiques - Voir Rouille rouge.

**Oxydation blanche**

Aussi appelée improprement « rouille blanche », oxyde de couleur blanche se développant par transformation du zinc, de l'alliage de zinc ou de l'aluminium composant le revêtement de surface sous l'effet d'oxydant.

**Oxydation chimique**

Résultat d'une opération d'oxydation par un agent chimique.

**Oxydation interne**

Oxydation accompagnée d'une diffusion de l'oxygène qui se fixe à plus ou moins grande profondeur à l'intérieur du métal sous forme d'oxydes dispersés (peut caractériser un défaut de traitement thermique - pollution de l'atmosphère à l'intérieur de l'enceinte d'un four).

**P****P**

Symbol pour le pas du filetage.

**Palanquée**

Montage utilisé en galvanisation à chaud, sur lequel sont accrochées les pièces à traiter.

**Parkérisation**

Procédé de phosphatation.

**Pas d'écrou**

Distance axiale parcourue par l'écrou pour une rotation de 360° (cas de filetage à simple filet).

**Pas du filetage (symbole P)**

Distance entre deux filets consécutifs d'un filetage - Cette mesure est exprimée en millimètre pour les filetages de type métrique et en nombre de filets au pouce pour les filetages de type anglais ou américain.

**Pas fin**

Pour les filetages métriques ISO à 60°, pas (P) dont la distance entre deux filets consécutifs d'un filetage dont la valeur nominale normalisée est inférieure à celle d'un pas « normal » ou « gros ». Il suit la désignation du diamètre nominal après le signe x, par exemple M 16x1,5.

**Pas gros**

Pour les filetages métriques ISO à 60°, pas (P) dont la distance entre deux filets consécutifs d'un filetage dont la valeur nominale est standard - dit aussi « pas normal ». Sans précision, le filetage des fixations est à pas gros.

**Passivation**

Couche de conversion chimique sur un revêtement métallique assurant une protection cathodique sacrificielle [principalement les revêtements de zinc ou d'alliage de zinc], obtenue par immersion dans une solution chimique adéquate (solution de passivation), afin de réduire la vitesse de corrosion du revêtement métallique et/ou d'obtenir une coloration.

**Passivation (acier inoxydable, aluminium)**

Traitement chimique qui augmente l'épaisseur du film d'oxyde riche en chrome apparaissant naturellement sur tous les types de surface en acier inoxydable, l'aluminium...

**Passivité de l'acier inoxydable**

Etat de la surface chimiquement inactive des aciers inoxydables.

**pc**

Abréviation de « Property Class » - Voir Classe de qualité.

**PDCA**

Plan = préparer, prévenir - Do = dérouler - Check = contrôler, mesurer - Act = analyser, améliorer : Processus en 4 phases afin d'améliorer l'efficacité de toutes les actions engagées dans l'entreprise.

**PED**

Pressure Equipment Directive - Voir DESP.

**Pénétrateur**

Élément mécanique avec une extrémité en forme de pyramide, bille ou cône utilisés lors des essais de durété pour indenter la surface d'une pièce.

**Perçage**

Opération de réalisation d'un trou cylindrique à l'aide de mèche ou foret - le trou peut être borgne ou débouchant (traversant).

**Perlite**

Agrégat de ferrite (fer  $\alpha$ ) et de cémentite (carbures de fer Fe<sub>3</sub>C) formé par la décomposition de l'austénite. Selon la forme de la cémentite, on distingue la perlite lamellaire et la perlite globulaire ou nodulaire.

**Perpendicularité**

Application géométrique tolérancée relative à deux éléments géométriques formant entre eux un angle de 90° (droites ou surfaces planes).

**Phillips (empreinte)®**

Type d'empreinte cruciforme - codification « H » - nom déposé.

**Phosphatation**

Couche de phosphates insolubles obtenue par immersion des fixations dans une solution d'acide phosphorique, de phosphates et d'additifs. La phosphatation peut améliorer l'adhérence d'un revêtement ultérieur, les caractéristiques de frottement lorsqu'elle est lubrifiée et/ou assurer une protection temporaire.

**Phosphatation au Zinc**

Phosphatation cristalline, dite phosphatation Zinc, ayant pour but d'améliorer la résistance à la corrosion et/ou les propriétés de déformation de la pièce traitée (par exemple lors des conditions sévères de déformation par frappe à froid).

**Phosphatation Manganèse**

Phosphatation cristalline, dite phosphatation Manganèse, ayant pour but d'améliorer la résistance à la corrosion et/ou les propriétés de frottement de la pièce traitée.

**Phosphate**

Couche de sels d'acide phosphorique.

**Pièces par million non conformes**

Voir PPM.

**Plage de serrage**

Etendue du résultat escompté suite à l'opération de serrage, issu d'un calcul et qui dépend des pièces assemblées, des fixations et de la précision du moyen de serrage - voir NFE 25-030.

**Plan d'appui**

Surface d'un objet qui assure un contact ou transmet des sollicitations. En fixation, désigne les faces d'appui sous tête de vis, sous écrous, et/ou surface des rondelles.

**Plan de contrôle**

Plan qui définit le processus de fabrication des fixations avec des points de contrôle qui assurent des procédures afin de contrôler et de réduire la variabilité du processus et du produit.

**Plan d'échantillonage**

Plan selon lequel un échantillon est prélevé pour le contrôle, afin de déterminer l'acceptabilité d'une population définie de fixations.

**Plan médian**

Plan situé au milieu d'un objet. C'est souvent le plan choisi pour effectuer la coupe d'un objet symétrique.

**Planéité**

Spécification géométrique tolérancée relative à une surface plane dont la forme est comparée à un plan parfait.

**Plasticité**

Caractéristique d'une matière dont les déformations restent permanentes lors de l'arrêt des sollicitations.

**Pliage**

Procédé de formage à froid permettant de réaliser des pièces par déformation permanente d'un plan de tôle.

**Poêlier**

Forme de tête de vis Ronde Large et plate (en forme de poêle à frire posée à l'envers) à entraînement interne, à capacité de charge réduite - codification RL.

**Poids de couche**

Masse totale du revêtement rapportée à la surface chimique active mouillée. Unité : gramme/mètre carré (g/m<sup>2</sup>).

**Polissage**

Opération de finition terminale consistant à rendre la surface plane, brillante et sans rayure ou aspérité. A ce stade, les examens micrographiques peuvent servir à définir :

- la notion de propriété inclusionnaire du matériau (quantification suivant indices et comparaison avec images types - oxydes, sulfures, silicates, aluminales),
- un mesureur d'une épaisseur de revêtement (avant attaque chimique métallographique).

**Polyamide**

Produit synthétique résultant de la polycondensation d'un diacide et d'une diamine ou d'un aminoacide sur lui-même - utilisé en fixation pour ses qualités de résistance chimique et électrique.

**Polymère**

Matière constituée de macromolécules (molécules géantes) rentrant dans la composition des matières plastiques.

**Polymerisation**

Réaction chimique où de petites molécules (monomères) réagissent entre elles pour former des molécules de masse plus élevée (polymères), le plus souvent sous l'effet de la chaleur (plastiques, résines...).

**Position d'une tolérance**

Dans le système ISO, symbolisée par une lettre majuscule (alésage, dimension extérieure) ou minuscule (arbre, dimension intérieure), elle définit la position de la zone de tolérance par rapport à la dimension nominale. Elle conditionne la valeur des écarts inférieurs et supérieurs.

**Pouce**

Traduction française d'une unité de mesure de longueur anglo-saxonne [inch] dont la valeur est de 25,4 mm.

## Pozidriv (empreinte)®

Type d'empreinte cruciforme – codification « Z » - nom déposé.

## PPM (Pièces Par Million)

Méthode d'évaluation du nombre de pièces potentiellement non conformes de lots de fabrication de fixations fines, au moyen d'un calcul basé sur un million de pièces – exemple : 40 PPM pour absence de filetage.

## Précontrainte

Tension introduite dans la fixation d'un assemblage, qui maintient les pièces serrées, exprimée en Newton [N] – appellée aussi précharge.

## Préparation de surface

Procédé utilisé sur les fixations brutes afin de permettre une bonne adhérence du revêtement, comprenant généralement plusieurs opérations successives : dégraissage, décapage, rincage(s)...

## Pression

Dans le système international de mesure, rapport entre la valeur de la force exercée perpendiculairement à une surface et la surface de celle-ci. Elle s'exprime en Pascal [symbole Pa] –  $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$  – à l'intérieur d'un matériau la pression est appelée *Contrainte*.

## Prétraitement

Opération(s) mécanique(s) et/ou chimique(s) préparant la surface des fixations en vue du revêtement, par exemple nettoyage/dégraissage chimique, nettoyage/décapage mécanique, dégraissage, décapage chimique.

## Prévention

Dans le cadre d'un système qualité, ensemble des moyens, des mesures de sécurité et d'organisation permettant d'éviter ou réduire la probabilité d'accidents ou d'incidents de non-qualité.

## Prix

Equivalent monétaire du produit ou du service dans une transaction commerciale. Il est sensiblement différent du coût complet.

## Probabilité d'acceptation

Probabilité qu'un lot de qualité donnée soit accepté par un plan d'échantillonnage donné.

## Procédé

Technique de réalisation permettant l'élaboration d'un produit et mettant en œuvre un système de fabrication : usinage, formage, frappe, etc.

## Procédure

Méthode formalisée de réalisation d'une activité. C'est une composante essentielle d'un système qualité.

## Process / Processus

Ensemble des étapes ou transformations nécessaires à la fabrication d'un produit ou à l'élaboration d'un service.

## Productivité

Capacité à produire des services ou produits conformes dans un délai défini et des conditions économiques favorables. C'est un des éléments de la compétitivité.

## Produit de construction

Dans le cadre du RPC, tout produit ou kit fabriqué et mis sur le marché en vue d'être incorporé de façon durable dans des ouvrages de construction ou des parties d'ouvrages de construction, et dont les performances influent sur celles des ouvrages de construction en ce qui concerne les exigences fondamentales applicables auxdits ouvrages.

## Profil

Ensemble des traits qui caractérisent le contour d'un objet.  
En visserie, se dit d'un filetage selon un plan parallèle à son axe. Il peut être contrôlé à l'aide d'un projecteur de profil.

## Profil de base (filetage)

Profil théorique du filetage dans un plan axial, défini par des dimensions, des angles et des troncatures théoriques, communs aux filetages intérieurs et extérieurs. Par exemple profil de filetage ISO pour les fixations.

## Propriétés mécaniques

Caractéristiques mécaniques spécifiques à un matériau/ou produit mesuré via des machines de test (traction, résilience, dureté). Leurs valeurs sont définies dans les normes en vigueur, en fonction principalement de la désignation et dimensions des produits.

## Protection anodique

Aptitude du revêtement à jouer un effet barrière, le métal de base n'étant attaqué que lorsque la continuité du revêtement est atteinte (par exemple du fait de rayures). Cette aptitude existe par exemple pour les revêtements à base de chrome, nickel, cuivre, étain...

## Protection cathodique

Aptitude du revêtement à agir comme une couche sacrificielle et ainsi protéger le métal de base de la fixation dans ses conditions d'environnement, en cas d'endommagement du revêtement (par exemple par rayures). Cette aptitude existe par exemple pour les revêtements à base zinc, cadmium...

## Protection temporaire

Protection limitée contre la corrosion, essentiellement destinée au transport et au stockage des fixations. L'huile, les couches de conversion, l'oxydation noire et les cires sont des exemples de protections temporaires.

## Protocole

Document décrivant sous forme de texte et/ou de graphique comment est effectuée une opération.

Document précontractuel permettant à un client et un fournisseur d'engager une collaboration en anticipant la formalisation et la signature d'un contrat.

## PTFE

Le polytétrafluoréthylène est un polymère à haut poids moléculaire utilisé pour améliorer le coefficient de frottement des pièces traitées.

## Pulvérisation

Méthode d'application utilisée en revêtement lamellaire à l'attache visant à envoyer de fines particules de produit sur la pièce à l'aide de pistolets électrostatiques.

## Q

## QT

Quench and Tempered = trempé et revenu. S'utilise pour différencier certains écrous dont la classe de qualité est obtenue par trempé et revenu, par exemple un écrou M20 de classe 8 QT.

## Qualification

Ensemble des opérations permettant de vérifier la conformité des capacités et performances d'un produit ou d'un processus.

## Qualité

Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences (besoins ou attentes formulées, implicites ou imposées) [définition de la norme ISO 9000]. Démarche consistant à fournir au client une prestation (produit matériel ou immatériel, service) répondant à son besoin ou à sa demande formalisée.

## Qualité d'une tolérance

Dans le système ISO, symbolisée par un numéro, elle définit la valeur de l'intervalle de tolérance (IT) exprimée en microns.

## R

## Raccordement sous tête

Zone de transition progressive entre la tête d'une vis et sa partie lisse (vis partiellement filetée) ou son filetage (vis entièrement filetée), caractérisée par le rayon sous tête et la longueur de raccordement.

## Rapport d'essai F2.2 des fixations

Document de contrôle établi par le fabricant conformément à la norme ISO 16228, déclarant que les fixations livrées sont conformes à la commande et aux normes ou exigences spécifiées, et comprenant des résultats basés sur un contrôle non spécifique. Ce document est validé par un représentant autorisé du fabricant.

## Rapport d'essai F3.1 des fixations

Document de contrôle établi par le fabricant ou le distributeur conformément à la norme ISO 16228, déclarant que les fixations livrées sont conformes à la commande et aux normes ou exigences spécifiées, et comprenant des résultats basés sur un contrôle spécifique. Ce document est validé par un représentant autorisé du fabricant ou du distributeur.

## Rapport d'essai F3.2 des fixations

Document de contrôle établi par le représentant autorisé externe conformément à la norme ISO 16228, déclarant que les caractéristiques vérifiées des fixations examinées sont conformes aux exigences spécifiées, et comprenant des résultats d'essais et/ou d'inspection finale issus d'un contrôle spécifique. Ce document est validé par le représentant externe autorisé.

## Rayon sous tête (symbole r)

Rayon de la zone de raccordement entre la tête d'une vis et la tête – le rayon sous tête participe de façon significative au calcul du couple de serrage d'une vis – sa conformité normative est donc essentielle.

## REACH

Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals  
- Nom du règlement européen mettant en place un système intégré sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions d'utilisation des substances chimiques potentiellement dangereuses pour la santé humaine qui couvre le contrôle de la fabrication, de l'importation, de la mise sur le marché et de l'utilisation des substances concernées.

## Recristallisation

Développement, par germination et croissance, de nouveaux grains à partir de la matrice écrouie.

## Rectification

Opération de finition (parachèvement) à l'aide d'une meule pour améliorer l'état de surface d'une pièce (élimination de défauts résultant généralement du manque de précision lors d'une opération de mise en forme antérieure ou de déformations provoquées par un traitement thermique).

## Rectitude

Spécification géométrique tolérancée relative au profil de chaque génératrice d'un cylindre ou d'un cône dont la forme est comparée à une droite parfaite.

## Recuit

Opération de traitement thermique consistant à éléver la température d'une pièce à un niveau légèrement supérieur à la température de transformation puis un maintien en température suivi d'un refroidissement lent, afin d'assurer son équilibre physico-chimique et structurel (après retour à température ambiante, le produit est dans un état structurel proche de l'état d'équilibre stable avec une structure de type ferrite + perlite). Utilisé pour les fixations avant frappe (pour déformer plus facilement la matière) ou après frappe (pour diminuer l'effet d'écrouissage et/ou augmenter l'allongement).

## Recuit de détente

Opération pour les pièces en acier traité modifiées mécaniquement après une opération de trempé, consistant en un chauffage pendant une heure à une température comprise entre 190°C et 210°C (relaxation des contraintes introduites lors des opérations d'usinage et/ou de traitement thermique – pas de modifications notables des caractéristiques mécaniques).

**Référentiel de certification**

Ensemble des documents de référence nécessaires à la certification d'un produit ou d'un service (règles générales du système de certification, normes concernées et exigences complémentaires) ainsi que les conditions dans lesquelles la certification est attribuée, contrôlée et reconduite pour une application donnée. Par exemple référentiel Boulonnerie de Construction Métallique NF070 pour les fabricants de boulons (référentiel principal) et NF382 pour les distributeurs (référentiel complémentaire).

**Reffoulement**

Procédé de fabrication utilisé pour former les têtes de vis, un volume de matière défini étant compressé sur une matrice (forme plate ou liée à la géométrie de la tête à former).

**Réfractaire**

Se dit de matériaux métalliques ou céramiques résistant à des températures extrêmes sans rupture ou fusion et/ou à certaines actions chimiques.

**Règlement européen**

Texte législatif publié au Journal Officiel de l'Union européenne [JOUE] similaire à une Directive Européenne, mais qui – contrairement à une Directive – s'applique directement tel quel dans chaque pays de l'Union après une période transitoire définie, sans transposition dans chacune des législations nationales. Il fixe également des objectifs et laisse soin à des documents complémentaires (normes harmonisées par exemple) de définir les spécifications par catégorie de produits.

**Règles de l'art**

Règles correspondant à l'état de la technique et composées d'un ensemble de pratiques professionnelles à respecter, qui sont spécifiques à chaque domaine. Les tribunaux considèrent que les règles de l'art sont des obligations implicites et leur non-respect constitue une faute de nature à engager la responsabilité contractuelle. Les normes sont considérées comme partie des règles de l'art.

**Rejet (entrainement)**

Effet d'éjection d'un outil d'entraînement dû à sa géométrie lors de l'application d'un couple de serrage.

**Relation couple/tension**

Pour les assemblages vissés à filetage métrique ISO, caractérise l'aptitude à obtenir une tension dans la fixation lors de l'assemblage au moyen d'un couple de serrage.

**Relaxation (assemblage)**

Dans un assemblage vissé, perte de charge à position constante sous l'effet en général d'une exposition prolongée à la température.

**Relaxation des contraintes (acier)**

Traitement thermique ayant pour but de diminuer les contraintes propres de caractère macroscopique par substitution de déformations plastiques aux déforma-

tions élastiques initiales. Il comprend un chauffage et un maintien à une température suffisante pour que l'abaissement concomitant de la limite d'élasticité et éventuellement le fluage permettent la relaxation des contraintes. Il se termine par un refroidissement lent.

**Relevé de contrôle 2.2 (matériaux)**

Document selon spécifications de la norme EN 10204 ou ISO 10474, dans lequel le producteur de matériaux déclare que les produits livrés sont conformes à la commande, avec mention de résultats sur la base de contrôles non spécifiques.

**Repli**

Défaut de surface des produits laminés ou gorgés lors du roulage des filets de vis, provoqué par le repli de la matière sur elle-même.

**Repli dans les filets**

Défaut de surface caractérisé par une double épaisseur de métal dans le filetage, générée par l'opération de roulage à froid des filets, souvent refermée.

**Repli de forge**

Défaut de surface caractérisé par un déplacement et recouvrement de métal en surface pendant le forageage.

**Représentant autorisé**

Personne ayant autorité pour valider et signer les documents de contrôle au nom du fournisseur, et dont la position au sein de l'organisation évite les conflits d'intérêt avec d'autres fonctions, telles que les achats, la production, le service financier ou les ventes.

**Représentant autorisé externe**

Tiers partie ayant fait l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur, ou organisme du contrôle désigné par le client, ou organisme désigné par une autorité réglementaire.

**Résilience (symbole KU ou KV)**

Propriété mécanique d'un matériau vis-à-vis de l'absorption d'un choc correspondant à la quantité d'énergie libérée par le matériau au moment de la rupture d'une éprouvette normalisée (lentille en U ou en V) et donc caractérisant la non-fragilité d'un matériau à une température spécifiée – mesure exprimée en Joule.

**Résine**

Composé synthétique non-métallique obtenu par process chimique et utilisé dans la fabrication de matières plastiques. Elle peut être utilisée comme support d'enrobage, utilisé à froid ou à chaud, pour le polissage d'un échantillon de pièce (coupe macro ou micrographique).

**Résistance**

Contrainte nominale maximale qu'un matériau puisse supporter.

**Résistance à la corrosion**

Caractéristique fonctionnelle liée à la nature de la fixation ou de son revêtement. Elle peut être exprimée par rapport à une corrosion naturelle en milieu extérieur,

ou par rapport à un essai de corrosion en enceinte climatique (essai de brouillard salin, essai Kesternich...) ou par rapport à une substance chimique (acide...).

**Résistance à la fatigue**

Aptitude d'un matériau ou d'une fixation à résister de façon durable à des cycles élevés de contraintes sur une longue période de temps, exprimée en nombre de cycles.

**Résistance à la traction**

(symbole Rm) Caractéristique mécanique essentielle d'une vis, goujon ou tige filetée, correspondant au ratio entre la charge maximale mesurée lors d'un essai de traction et la section résistante de la fixation, exprimée en mégapascals (MPa=N/mm<sup>2</sup>).

**Résistance au brouillard salin**

Exprimée en HBS (heures au brouillard salin), durée de résistance avant apparition d'oxydation blanche (pour un revêtement) ou de rouille rouge (matériau de la fixation) ou d'un matériau ou d'un revêtement, lors d'un essai dans une enceinte climatique où est pulvérisée une solution saline.

**Résistance au cisaillement**

Aptitude à la résistance à deux efforts exercés perpendiculairement et de façon opposée à l'axe principal de la pièce.

**Résistance élastique**

Aptitude d'un matériau à résister jusqu'à un niveau minimal donné (voir limite élastique) au-delà duquel la déformation provoquée par la contrainte devient permanente (déformation plastique).

**Restauration**

Traitement thermique ayant pour objet de provoquer le rétablissement au moins partiel des propriétés mécaniques d'un métal écrouï sans modification apparente de sa structure. Il est réalisé à une température inférieure à celle du traitement de recristallisation mais à une température d'autant plus élevée que l'on recherche une restauration plus poussée des propriétés.

**Résultante**

En mécanique, force unique agissant sur un corps et ayant les mêmes effets que l'ensemble des forces compasantes agissant simultanément.

**Retassure**

Cavité qui se forme au cours du retrait lors de la solidification d'un métal liquide.

**Retrait**

Diminution de volume d'un matériau due à une perte d'eau ou à une baisse de température, typiquement lors d'un refroidissement de traitement thermique ou d'une opération de soudage (retrait thermique).

**Revenu**

Opération de traitement thermique effectuée après la trempe consistant à maintenir les pièces métalliques à une température inférieure à la température de transformation, afin de supprimer les tensions internes dues à la trempe, et conférer aux pièces leurs caractéristiques mécaniques (pour les fixations, résistance à la traction, allongement...).

**Revêtement / finition**

Etat de la surface dans lequel les fixations doivent être livrées, par exemple sans finition particulière, résultant d'une oxydation consécutive à un process, huilées, lubrifiées, passivées (pour l'acier inoxydable, l'aluminium, etc.), ou bien revêtues.

**Revêtement à l'attache**

Procédé au cours duquel les fixations sont disposées individuellement dans un dispositif adéquat (en général un support ou un rack) pour être revêtues.

**Revêtement au tonneau**

Procédé de revêtement ou une charge de fixations en vrac est transportée dans un tonneau tout au long des étapes successives du procédé.

**Revêtement chimique**

Procédé de revêtement obtenu par voie humide et immersion, générant un dépôt par conversion chimique à la surface des fixations sans application de courant électrique, par exemple phosphatation.

**Revêtement de surface**

Voir Revêtement/Finition - Traitement métallique ou non métallique déposé sous forme de couche sur la surface d'un matériau ou d'une pièce - En matière de fixation, le terme est plutôt réservé pour des opérations telles que cémentation, carbonitration...

**Revêtement de zinc lamellaire**

Revêtement non électrolytique composé de lamelles métalliques (majoritairement de zinc) dispersées dans un liant adéquat, appliquée sur les fixations par immersion ou projection et suivi d'une cuisson.

**Revêtement de zinc par diffusion thermique**

Revêtement composé d'un alliage de zinc-fer obtenu par tannage des fixations dans la poussière de zinc chauffée à une température inférieure au point de fusion du zinc (généralement aux environs de 400°C).

**Revêtement électrolytique**

Revêtement à base métallique effectué par électrolyse dans un ou des bains à base de sels de métaux (application d'un courant électrique continu dans un milieu aquieux) - L'épaisseur et la maîtrise du cycle de fabrication déterminent le niveau de performance contre la corrosion.

Revêtement de zinc, d'alliage de zinc ou autre revêtement métallique déposé sur les fixations par électrolyse.

Traitement de renforcement de la couche superficielle d'une pièce métallique par effet d'électrolyse sous courant électrique contrôlé.

#### Revêtement électrophorétique

Revêtement obtenu par l'application d'un champ électrique, générant le dépôt de molécules de polymère chargées sur les fixations, suivi d'une cuisson.

#### Revêtement en vrac

Procédé au cours duquel les fixations sont revêtues en vrac, par exemple dans un panier ou un tonneau en rotation.

#### Revêtement par pulvérisation

Procédé de revêtement à l'attache ou en vrac au cours duquel un mélange de revêtement liquide finement divisé en gouttelettes est projeté sur les fixations à revêtir.

#### Revêtement trempé - centrifugé

Principe d'application d'un revêtement lamellaire en vrac ou à l'attache consistant à plonger les pièces dans le bain du produit à appliquer puis à retirer les excès du produit par centrifugation.

#### Rigidité

Grandeur physique exprimant la résistance qu'oppose une substance solide aux efforts de compression, torsion ou cisaillement (exprimée en unité de force par unité de longueur) – utilisée par exemple pour caractériser la raideur de pièces ressorts (l'inverse de la rigidité est la souplesse).

#### Risque fournisseur

Probabilité qu'un lot soit rejeté bien que son niveau de qualité corresponde aux valeurs respectives de NQA, lorsqu'un plan d'échantillonnage est appliquée.

#### Rivet aveugle

Fixation formée d'une partie tubulaire cylindrique et d'une tige renflée à une extrémité qui, après mise en place du rivet dans le trou de passage des pièces à assembler, vient déformer le corps du rivet, provoquant ainsi le serrage.

#### Rivet plein

Fixation formée d'une tête et d'une tige cylindrique qui est posée à chaud au moyen d'une machine de rivetage et d'un outillage adapté (bouterolle) – par exemple, rivets utilisés pour la construction de la Tour Eiffel.

#### Rivetage

Opération manuelle ou automatisée de mise en place et serrage de rivets afin d'assembler des pièces entre elles. Le rivetage en aveugle ne nécessite l'accès que d'un seul côté des pièces à riveter.

#### Rockwell (dureté)® [symbole HRC ou HRB]

Dureté déterminée à l'aide d'un pénétrateur en forme de cône (HRC) ou de bille (HRB) appliqués sous une charge définie, par mesure de la profondeur d'enfoncement dans le matériau. Elle est notamment utilisée pour les matériaux trempés et revenus et pour les outillages.

#### RoHS

Directive européenne « Restriction of Hazardous Substances », Voir D3E : Directive européenne 2002/96/CE « Déchets d'Équipements Électriques et Electroniques », afin d'interdire ou de restreindre l'utilisation de certaines substances dangereuses : chrome hexavalent (CrVI), métaux lourds (cadmium, plomb...). La finition courante dite « bichromatée jaune » n'est donc plus autorisée pour ces marchés.

#### Rondelle

Fixation destinée à un assemblage comportant un trou de passage pour l'élément de serrage, généralement obtenue à partir de métal en feuille et forme extérieure ronde. Par exemple rondelle plate, conique... mais aussi rondelle carrée, rondelle Grower...

#### Rondelle imperméable

Rondelle (conique, plate...) qui a été incorporée à la fixation lors du processus de fabrication (par exemple par roulage des filets de la vis après montage ou par sertissage sur un écrou), qui reste libre de tourner mais ne peut être désolidarisée de la fixation.

#### Rondelle indicatrice de précontrainte (DTI)

Dispositif d'indication d'effort placé sous la tête de la vis ou sous l'écrou des boulons HR ou HV, l'une des faces de la rondelle comprenant des protubérances qui sont comprimées sous l'effort, le jeu moyen après serrage étant représentatif de la précontrainte dans le boulon – DTI = Direct Tension Indicator.

#### Rouille blanche

TERME A NE PAS UTILISER – voir Oxydation blanche.

#### Rouille rouge

Corrosion du métal de base pour les fixations en acier ou alliage de fer formé d'oxyde ferrique hydraté de couleur brun-roux, se produisant par transformation du fer en présence d'agent oxydant – cette altération est destructive puisqu'elle caractérise l'attaque du substrat en acier sur pièce revêtue.

#### Roulage

Procédé d'obtention du filetage d'une fixation métallique par déformation de la matière au-delà de sa limite d'élasticité, par rotation et forte poussée de la pièce entre des molette(s) ou des peignes qui reproduisent leur profil sur la pièce.

#### RPC

Règlement européen 305/2011/UE « Produits de Construction », impliquant un marquage CE qui permet la libre circulation des produits. Pour les fixations, cela concerne les boulons de construction métallique et les chevilles, ainsi que les fixations de second-œuvre pour le bâtiment faisant partie d'un kit visé par le marquage CE. Remplace la DPC depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2013.

#### Rugosité

Spécification relative à l'état de surface d'un objet, caractérisant les aspérités ou stries éventuellement présentes.

#### Rupture

Fracture intervenant à la fin d'un processus d'allongement ou déformation d'une pièce soumise à des efforts localement supérieurs à ses limites de résistance aboutissant à la cassure de la pièce.

#### Rupture brutale

Rupture rapide de type ductile ou fragile.

#### Rupture différée

Rupture brute après montage d'une fixation de dureté supérieure à 320HV et soumise à des contraintes de traction, après un délai de quelques heures à quelques jours.

#### Rupture ductile

Rupture caractérisée par une importante déformation plastique préalable (allongement et striction apparents).

#### Rupture fragile

Rupture caractérisée par une déformation plastique préalable faible ou nulle.

#### Rupture intergranulaire

Rupture par décohésion des joints de grains.

#### Rupture par cisaillement

Rupture ductile d'un métal, où les grains se rompent par glissement des plans cristallographiques sous l'action de contraintes de cisaillement.

#### Rupture par fatigue

Rupture par fissuration progressive d'une pièce soumise à des sollicitations cycliques.

#### Rupture semi-fragile

Rupture brute intéressant généralement les pièces de grandes dimensions (plaques...) se produisant avec peu ou pas de déformation plastique et présentant une surface de rupture caractérisée par des chevrons.

#### Rupture transgranulaire

Rupture survenant à travers les grains du métal.

## S

#### Sacrificiel

Se dit d'un revêtement dont le métal de base s'oxydera avant le métal de la pièce sur laquelle il est déposé. Par exemple, Zinc sur Acier, puisque le zinc s'oxydera avant l'acier, "se sacrifiant" ainsi - C'est pour cette raison que le zinc empêche l'acier sur lequel il est déposé de s'oxyder.

#### Sans finition particulière

Etat de la surface résultant naturellement de la fabrication des fixations non revêtues, lorsque ces fixations ne comportent pas de finition supplémentaire. Par exemple pour les fixations en acier, avec un mince film d'huile ou oxydation noire avec un mince film d'huile. Par exemple pour les fixations en acier inoxydable, une surface propre et brillante.

#### SB

Voir Boulon SB non-précontraint.

#### Sealer

Finition d'une fixation revêtue constituée d'une substance chimique (avec ou sans lubrifiant intégré) appliquée sur le substrat et formant une couche composite avec une couche de conversion, afin d'améliorer la résistance chimique, la protection contre la corrosion, etc. Pour les fixations, la couche de conversion est généralement à base de chrome (sous sa forme trivalente ou hexavalente).

#### Sec au toucher

Etat de la surface de fixations revêtues, lorsqu'aucun matériau visible à l'œil nu n'est transféré sur un matériau absorbant lorsqu'une fixation est saisie manuellement.

#### Séchage

Procédé éliminant l'eau et/ou le solvant du revêtement, soit à température ambiante, soit par chauffage. Cette opération n'entraîne pas de polymerisation ni de liaison chimique entre polymères.

#### Section résistante dans la partie lisse (symbole Ads)

Surface de la section dans la partie lisse d'une fixation (tige).

#### Section résistante (symbole As)

Surface de la section de la partie filetée d'une fixation – pour une fixation à filetage métrique ISO, section généralement nominale car calculée à partir des cotes théoriques de filetage.

#### Ségrégation

Concentration de divers éléments dans certaines zones d'un matériau métallique (joints de grains notamment), ces concentrations sont en général liées au processus de solidification.

#### Self-passivation

Voir Autopassivation.

#### Serrage (opération)

Phase d'assemblage d'une fixation filetée où elle est entraînée en rotation avec mise en tension (par opposition au visagé), cette mise en tension résultant de l'action de visage qui transforme un couple de rotation en force axiale par l'intermédiaire de l'hélice du filetage.

#### Serrage (résultat)

Résultat de l'opération de serrage, assurant la continuité et la tenue mécanique d'un assemblage : compression appliquée par les fixations sur les pièces serrées.

#### Sertissage

Processus d'assemblage d'éléments de faible épaisseur par déformation mécanique à froid d'un métal (rabattement de matière).

#### Shéridisation

Revêtement composé d'un alliage zinc-fer obtenu par tonnelage des fixations dans un mélange constitué de poussière de zinc et d'un matériau inerte, chauffé à une

température inférieure au point de fusion du zinc (généralement aux environs de 400°C) La shéardisation fait partie des revêtements de zinc par diffusion thermique – du nom de son inventeur Sherard Cowper Cowles.

#### Six lobes externes

Type d'entraînement extérieur hexalobé, pour vis.

#### Six lobes internes (empreinte à...) (symbole X)

Empreinte de forme hexalobée, pour vis.

#### Six pans creux (symbole HC)

Empreinte de forme Hexagonale Creuse.

#### Solidité de tête

Ténacité de la tête et du raccordement sous tête, vérifiée soit par un essai de rabattement au marteau sur tas oblique, soit par un essai de traction avec calé biaise si la longueur de vis est suffisante pour pratiquer l'essai.

#### Sollicitation

Force extérieure agissant sur un assemblage.

#### Solution solide

Phase solide formée à partir d'un alliage et dont les proportions des composants peuvent varier d'une façon continue dans des limites plus ou moins étendues sans que la structure cristalline change.

#### Sommet de filet

Surface supérieure du filet (reliant deux flancs adjacents), correspondant au diamètre de filetage le plus grand pour une vis au diamètre de filetage le plus petit pour un écrou.

#### Soudage

Procédé d'assemblage par fusion des matériaux (donc non-démontable), avec élément d'apport, qui assure ainsi une liaison par continuité de matière.

#### Sous-lot

Voir Charge.

#### SPC

Statistical Process Control – Maîtrise statistique des procédés : Au travers de représentations graphiques montrant les écarts (en + ou en - ou en =) à une valeur donnée de référence, il sert à anticiper sur les mesures à prendre pour améliorer n'importe quel processus de fabrication industrielle (automobile, métallurgie, ...). Cette discipline utilise un certain nombre de techniques telles le *contrôle de réception*, les plans d'expérience, les techniques de régression, les diagrammes de Pareto, la *capacité*, les cartes de contrôle, etc.

Le contrôle en cours de production a pour but d'obtenir une production stable avec un minimum de produits non conformes aux spécifications. Le contrôle de la qualité est « dynamique » : il ne s'intéresse pas au résultat isolé et instantané, mais au suivi dans le temps : il ne suffit pas qu'une pièce soit dans les limites des spécifications, il faut aussi surveiller la répartition chronologique des pièces à l'intérieur des intervalles de tolérances. La SPC

a pour objet une qualité accrue par l'utilisation d'outils statistiques visant à une production centrée et la moins dispersée possible.

#### Spécification technique

Exigences techniques complètes et détaillées, sous forme écrite, souvent appelée « norme interne ».

#### Spectrométrie

Méthode physique d'analyse des éléments métalliques présents dans un volume précis, par détection des spectres de chacun des éléments par réfractométrie de radiations. Par exemple détermination de l'épaisseur d'un revêtement par fluorescence X.

#### ST

Symbolle du filetage pour les vis à tête, suivi pour la désignation du diamètre nominal de la fixation.

#### Stanal®

Type de revêtement (breveté et protégé) obtenu par immersion dans une poudre à haute température, afin d'éviter les phénomènes de grippage, notamment sur des produits en acier inoxydable.

#### Standard

Convention, règles et/ou prescriptions techniques, généralement élaborées entre industriels ayant des intérêts communs (aussi appelée Norme interne ou Spécification technique). Un standard n'est pas une norme : ce mot est souvent utilisé improprement en français car le terme anglais pour « norme » est « standard ». Voir *Normalisation* et *Norme*.

#### STHC

Vis sans tête à six pans creux.

#### Stick-slip

Voir *Micro-grippage*

#### Striction

(symbole Z) rétréissement transversal du diamètre d'une fixation ou d'une éprouvette métallique soumise à un test de traction et localisé sur une partie de sa longueur – la striction caractérise la ductilité du matériau et elle apparaît au delà d'un certain taux d'allongement (domaine plastique) – grandeur sans unité.

#### Strie (de fatigue)

Marques présentes à la surface d'une rupture par fatigue, observées au microscope électronique et indiquant la position du front de fissure après chaque cycle de sollicitation.

#### Style

Le style correspond à la hauteur d'écrou : - style 1 : écrou normal de hauteur minimale  $mmin \geq 0.8D$  (hauteur  $\approx 0.9D$ ) - style 2 : écrou haut de hauteur minimale  $mmin \geq 0.9D$  (hauteur  $\approx 1D$ ) - style 0 : écrou bas de hauteur minimale  $0.45D \leq mmin < 0.8D$ . A chaque norme de produits correspond une seule hauteur d'écrou, donc un seul style. Le style ne donne pas lieu à un marquage

particulier des écrous. Le style est désormais indépendant des caractéristiques mécaniques des écrous, liées uniquement à la classe de qualité.

#### Substrat

Matériau sur lequel un revêtement est directement appliqué. Dans le cas d'un revêtement monocouche ou pour la première couche d'un revêtement, le substrat est le métal de base.

#### Sulfonitruration

Traitement de surface afin d'obtenir un enrichissement en azote et en soufre.

#### Superalliage

Alliage pouvant être utilisé à très haute température et sous fortes sollicitations (mécaniques, thermiques, vibrations, chocs,...) et dans le cas où une bonne résistance à l'oxydation est nécessaire.

#### Surangle

Distance entre les angles extérieurs d'une tête de vis (hexagonale, carré) ou d'un écrou. Distance entre les angles d'une empreinte hexagonale creuse.

#### Surchauffe

Chaufage effectué dans des conditions de température et de durée telles qu'il se produit un grossissement exagéré du grain. Un métal surchauffé peut être réégréé par un traitement d'affinage structural.

#### Surface significative

Zone définie par accord entre le fournisseur et le client, considérée comme essentielle pour l'aspect et/ou les caractéristiques fonctionnelles de la fixation.

#### Surplat (ou Sur plat)

Distance entre les faces extérieures planes parallèles d'une tête de vis (hexagonale, carré), ou distance entre les faces planes parallèles d'une empreinte hexagonale creuse, déterminant la dimension de l'outil à utiliser pour le serrage.

#### Système d'assurance qualité des fixations

Système qui incorpore habituellement un plan de contrôle écrit comportant des dispositions de pré-développement, de production initiale et de pleine production, y compris la planification avancée de la qualité, l'amélioration continue, la prévention des défauts et les contrôles en court de fabrication des caractéristiques des fixations.

#### Système de revêtement

Combinaison de toutes les couches successives de matériaux du revêtement sur la fixation, incluant les finitions et lubrifications éventuelles.

#### T

#### Tapure

Fissure provoquée dans le métal par les effets immédiats ou différés d'un chauffage ou d'un refroidissement.

#### Tapure de trempe

Défaut de surface rédhibitoire apparaissant par suite de contraintes excessives pendant la trempe, se présentant généralement de façon irrégulière et erratique à la surface de la fixation.

#### Taraudage (fixation)

Filetage intérieur (femelle) résultant du procédé ou de l'opération du taraudage.

#### Taraudage (opération)

Opération d'obtention d'un filetage intérieur directement par la fixation dans la pièce à assembler [par vis auto-formeuse, autoperceuse...], généralement par refoulement de matière.

#### Taraudage (procédé)

Procédé d'obtention d'un filetage intérieur à l'aide d'un taraud, dans un écrou ou une pièce à assembler, généralement par enlèvement de matière (plus rarement par déformation).

#### Ténacité

Aptitude d'un matériau à absorber de l'énergie et à se déformer plastiquement avant de se rompre (résistance à la rupture brutale).

#### Tension

Effort orienté dans une pièce produisant une elongation de type traction ou compression – Effort axial installé dans une fixation filetée, exprimé en newton [N].

#### Test

Mot anglais – utiliser de préférence *Essai*.

#### Texture

On dit qu'un métal présente une texture lorsque ses grains sont orientés selon certaines directions préférentielles (écouvissage – grains écouvris).

#### Théorie d'Alexander

Analyse et principe de conception d'un assemblage vis/écrou publiée en 1977, base des normes ISO pour les fixations à filetage métrique ISO (ISO 898-1, ISO 898-2...).

#### Thermodurcissable

Caractéristique d'une matière plastique constituée de macromolécules liées chimiquement entre elles de façon irréversible par l'effet d'une élévation de température.

#### Thermoplastique

Caractéristique d'une matière plastique constituée par l'enchevêtrement de macromolécules, se ramollissant sous l'effet d'une élévation de température et durcissant sous l'effet d'une diminution de celle-ci, et ce de façon réversible.

#### Tige réduite (fixation à...)

Fixation fine avec une partie lisse de diamètre  $d_s$ , environ égale au diamètre à flan de filet  $d_2$ .

## Tige très réduite (fixation à...)

Fixation fine avec une partie lisse de diamètre  $d_3$ , inférieure au diamètre à flan de filet  $d_2$ .

## Titane (symbole chimique Ti)

Métal blanc léger et dur résistant à la corrosion – utilisé en alliage pour stabiliser les aciers ou pur dans des applications de haute technologie – son coût limite son utilisation.

## Tolérance

Niveau d'écart de mesure acceptable par rapport à un référentiel ou une norme.

Marge autorisée pour la réalisation d'une spécification – par extension, synonyme de spécification.

## Tolérance (limites de...)

Valeurs spécifiées de la caractéristique dimensionnelle donnant les bornes supérieures et/ou inférieures de la valeur admissible.

## Tolérance de filetage (classe de...)

Désignation alphanumérique indiquant la position et qualité de la tolérance [Voir Norme ISO 965]. Par exemple 6g pour une vis, 6H pour un écrou.

## Tolérance de filetage (position de...)

Définie de façon similaire à celle des arbres et alésages. Pour les filetages intérieurs [écrou, taraudage] : G avec écart fondamental positif, H avec écart fondamental zéro, AZ (ou AX) pour les écrous galvanisés à chaud. Pour les filetages extérieurs [vis à filetage métrique ISO] : e, f, g avec écart fondamental négatif, h avec écart fondamental zéro, az (ou ax) pour les vis galvanisées à chaud.

## Tolérance de filetage (qualité de...)

Définie de façon similaire à celle des arbres et alésages, par un nombre (généralement 5, 6, 7, 8).

## Tolérance normalisée (symbole IT)

Tolérance appartenant au système de codification ISO pour les tolérances sur les dimensions linéaires. Les degrés de tolérance normalisées sont désignés par les lettres IT suivies d'un nombre, par exemple IT7.

## Tolérances (système ISO)

Système international normalisé de codification pour les tolérances basé sur le fait que les éléments formant un assemblage (arbre / alésagé) soient de dimensions nominales identiques.

## Tonneau (au)

Mode de réalisation en vrac d'un traitement de surface par rotation d'un tonneau immergé dans des bains successifs de traitement (traitement électrolytique). Cette technique est aussi utilisée pour améliorer un état de surface en mettant en rotation un tonneau rempli des pièces à traiter et de billes abrasives – Voir Revêtement au tonneau.

## Top coat

Finition d'une fixation revêtue constituée d'une couche supplémentaire (avec ou sans lubrifiant intégré) appliquée sur le substrat afin d'obtenir les caractéristiques fonctionnelles souhaitées, telles que la maîtrise de la relation couple/tension, une couleur, une résistance chimique, etc.

## Torsion

Contrainte tendant à faire subir à une partie de pièce un mouvement de rotation par un couple de forces perpendiculaires par rapport à son axe, une autre partie au moins de la pièce restant fixe exprimée en N.m. – déformation résultante de cette contrainte.

## Torx (empreinte®)

Empreinte à six lobes internes ou entraînement à six lobes externes [nom déposé].

## Tourage

Opération d'usinage par enlèvement de matière sur un tour dont le principe consiste à combiner un mouvement de coupe tournant à la pièce et un mouvement ou une combinaison de mouvement de translation à l'outil.

## Tracabilité

Aptitude à identifier un lot de fixations et les données de contrôles relatives à ce lot pour toutes les étapes de fabrication, au travers de la chaîne de production et jusqu'au numéro de lot de la matière première et son analyse.

La tracabilité amont permet de retracer toutes les étapes préalables à une livraison.

La tracabilité aval permet de retracer l'ensemble des livraisons concernant un lot de fabrication, et donc de gérer une procédure de rappel en cas de détection de non-conformité.

## Traction

Voir *Essai de traction résistance à la traction*.

## Traction (force)

Sollicitation mécanique longitudinale tendant à allonger la fixation et à comprimer les pièces serrées.

## Traitement

En fixation, opération de production ayant pour but l'amélioration des caractéristiques mécaniques, physiques ou esthétiques des pièces finales.

## Traitement de surface

Traitement de modification en vue d'amélioration de la surface d'une pièce, par process physique, chimique ou électrochimique. Il agit sur la surface du matériau et a pour but l'obtention d'une dureté élevée sur celle-ci joint à une téénacité et une ductilité importantes à cœur. Les principaux traitements sont :

- trempe superficielle,
- nitruration [enrichissement en azote],
- sulfonitruration [enrichissement en azote et soufre],
- chromisation [enrichissement en chrome],
- boruration [enrichissement en bore],

- cémentation [enrichissement en carbone],
- carbonitration.

Il peut également s'agir d'un traitement mécanique ayant pour but d'améliorer l'état de surface et les caractéristiques mécaniques superficielles.

Pour les fixations, un traitement de surface destiné à la protection contre la corrosion est appelé le plus souvent « revêtement ».

## Traitement électrolytique

Traitement de renforcement de la couche superficielle d'une pièce métallique par effet d'électrolyse sous courant électrique contrôlé.

## Traitement thermique

Cycle d'opérations [chauffage, maintien en température, refroidissement contrôlé...] appliqués à un alliage métallique à l'état solide pour obtenir une transformation maîtrisée de la structure du matériau, et donc des caractéristiques mécaniques, notamment pour les fixations. Voir *Récalc*, *Trempe*, *Revenu*.

## Traitement thermochimique

Traitement thermique effectué dans un milieu convenablement choisi pour obtenir une modification en surface de la composition chimique du métal.

## Traitement thermomécanique

Opérations associées de déformation plastique et de traitement thermique auxquelles l'austénite est soumise avant ou pendant sa transformation afin de conférer des propriétés particulières.

## Trapézoïdal (filetage)

Type de filetage présentant des plats en dessus et fonds de filet.

## TRCC

Vis à Tête Ronde et Collet Carré.

## Tréflage

Procédé de déformation permettant une réduction précise de la section d'un fil métallique, par traction par une machine à tréfiler à travers une filière lubrifiée [cela provoque un écrouissage du matériau]. Souvent utilisé pour le fil machine avant frappe à froid.

## Tremppabilité

Capacité d'un alliage à subir de façon favorable une opération de trempe thermique caractérisée par la formation de martensite produisant un durcissement du matériau le composant [aptitude relative d'un acier à éviter la formation d'agrégrats ferrite - carbures - F+ C], lors de refroidissements de plus en plus lents.

## Trempe

Procédé de mise et maintien à température d'une pièce à un niveau un peu supérieur à la température de transformation du matériau, suivi aussitôt d'une opération de refroidissement accéléré, et dans des conditions telles que le matériau soit dans un état hors d'équilibre [structure martensitaire formée à partir de l'austénite] après son retour à la température ambiante.

## Trempe bainitique

Procédé de trempe effectuée au bain de sel, utilisé essentiellement pour les fixations en acier à ressort [pour clips, rondelles coniques, anneaux d'arrêt...].

## Trempe centrifugée

Principe d'application d'un revêtement lamellaire en vrac ou à l'attache consistant à plonger les pièces dans le bain du produit à appliquer puis à retirer les excès du produit par centrifugation.

## Trempe + revenu

Procédé de traitements thermiques contrôlés successifs utilisés pour les fixations [en acier avec éléments d'alliage ou en aciers alliés] afin de leur conférer les caractéristiques mécaniques spécifiées. Par exemple pour les vis de classe de qualité 10.9, les écrous de classe 12...

## Triangle générateur (filetage)

Triangle dont les sommets coïncident avec trois intersections consécutives de droites prolongeant les flancs du profil de base.

## Trivalent

Se dit d'un Chrome 3 ou CR III.

## Trou de passage (symbole dh)

Alésage dans les pièces assemblées permettant le passage du corps de la vis, du goujon ou de la tige filetée.

## TUV®

Technische Überwachung-Verein - Organisme allemand de contrôle technique et de certification.

## U

## UNC

United National Coarse - Norme américaine définissant les caractéristiques dimensionnelles de filetages à pas gros, identifiée en nombre de filets au pouce – par extension filetage selon cette norme.

## UNF

United National Fine - Norme américaine définissant les caractéristiques dimensionnelles de filetages à pas fin, identifiée en nombre de filets au pouce – par extension filetage selon cette norme.

## UNI

Ente Nazionale Italiano di Unificazione - Organisme officiel national de normalisation italien.

## UNI - UNI EN - UNI EN ISO - UNI ISO

Sigles identifiant les normes italiennes publiées par l'UNI et précédant le numéro de la norme.

## UNM

Union de Normalisation de la Mécanique - Organisme national français qui est, par délégation de l'Afnor, responsable de la préparation des normes françaises, européennes et internationales de la mécanique.

**Usinabilité**

Aptitude d'un matériau à être usiné dans des conditions optimales.

**Usinage**

Procédé d'obtention d'une pièce à l'aide d'une machine-outil par enlèvement de matière - Par exemple tournage, fraisage...).

**Usure**

Dommage causé à la surface d'une pièce, évoluant généralement par enlèvement progressif de matière et ce à raison d'un mouvement relatif de cette surface contre une autre surface en contact.

**Usure abrasive**

Enlèvement de matière d'une surface lorsque des particules dures glissent ou roulent sur cette surface, sous pression. Ces particules sont étrangères au système ou proviennent d'une autre surface en contact avec la surface abrasée.

**Usure adhésive**

Enlèvement ou déplacement de matière, dû au soudage ponctuel de deux surfaces en contact sous pression, puis au cisaillement de cette microsoudure.

**Utilisateur (de fixations)**

Organisme qui intègre des fixations dans l'assemblage de ses produits finis.

**V****Validation du document de contrôle**

Confirmation par le représentant autorisé du contenu du document de contrôle avec approbation finale authentifiée par sa signature.

**VDA**

Verband Der Automobilindustrie - Union de l'Industrie Automobile - Organisme allemand définissant les standards à appliquer à l'industrie automobile allemande (par exemple en matière de qualité ou de logistique).

**Vermicule**

Microfissure à l'aspect d'un ver blanchâtre, observé à la surface des grains dans le cas de fragilisation par hydrogène.

**VHU**

Directive européenne 200/53/CE « Véhicules Hors d'Usage », afin d'interdire ou restreindre l'utilisation de certaines substances dangereuses : chrome hexavalent, métaux lourds comme le plomb ou le cadmium. La finition courante dite « bichromatée jaune » n'est donc plus autorisée pour les marchés concernés.

**Vickers (dureté...)**

Dureté déterminée à l'aide d'un pénétrateur en forme de pyramide à base carrée appliquée sous charge définie, par mesure des diagonales de l'empreinte indentée dans le matériau. Elle couvre toutes les plages de dureté et pour les fixations, elle fait foi en cas de litige.

**Veillissement**

Modification des propriétés mécaniques d'un métal ou alliage, pouvant se produire à des températures proches de la température ambiante (migration d'éléments interstitiels - certains atomes, étrangers ou non à la matrice définie, pouvant se positionner de manière irrégulière dans celle-ci).

**Vis**

Elément de fixation mécanique démontable dotée d'un filetage complet ou partiel et comprenant un moyen d' entraînement en rotation et/ou d'immobilisation.

**Vis à métaux**

Elément de fixation à filetage métrique ISO extérieur, se distinguant entre : les vis entièrement filetées (parfois appelées « visserie »), les vis partiellement filetées (parfois appelées improprement « boulons » ou « corps de boulon »), les goujons, les tiges filetées et autres éléments similaires.

**Vis à tête**

Vis à filetage espacé, destinée à être montée dans un trou pré-percé, essentiellement pour l'assemblage de tôles minces.

**Vis autoformeuse**

Vis dont le filetage et/ou l'extrémité permet la formation du taraudage par déformation dans une pièce préalablement percée lors du vissage, pour des matériaux plus ductiles que la vis elle-même (acier, aluminium, matière plastique). Le filetage réalisé peut être métrique ISO ou non.

**Vis autoperceuse**

Vis dont l'extrémité et/ou le filetage permet de réaliser le perçage d'un matériau plein ainsi que le taraudage lors du vissage, en une seule opération.

**Vis autotaraudeuse**

Vis dont le filetage et/ou l'extrémité permet la formation du taraudage par enlèvement de matière dans une pièce préalablement percée lors du vissage. Le filetage réalisé peut être métrique ISO, ou non.

**Vis sans fin**

Elément de transmission de mouvement transformant un mouvement de rotation en mouvement linéaire ou inversement (vis sans fin).

**Vis sans tête**

Vis à métaux sans tête et à empreinte ou à fente, entièrement ou partiellement filetée, destinée à être utilisée en compression (blocage, réglage...).

**Vissage**

Phase d'assemblage d'une fixation filetée où elle est entraînée en rotation sans apparition de tension (phase avant serrage). Le vissage peut être manuel (au moyen d'une clé par exemple), avec un outillage électroportatif ou automatique.

**Vitesse de corrosion**

Donnée statistique de la diminution d'épaisseur utile d'un revêtement ou matériau du fait de la corrosion, exprimée le plus souvent en microns par année ( $\mu\text{m}/\text{an}$ ).

**Voile blanc**

Décoloration ou léger blanchiment des revêtements de zinc ou d'alliage de zinc, visible uniquement sur surfaces sèches, apparaissant lors d'essais de corrosion dans un délai court après le début de l'essai, et qui n'a pas d'incidence négative sur la résistance à la corrosion (elle ne progresse pas, contrairement à l'oxydation blanche).

**Vrac**

Voir Revêtement en vrac.

**W****Whitworth**

Filetage à pas gros (BSW) ou à pas fin (BSF) à profil triangulaire à  $55^\circ$  défini dans les normes anglaises, caractérisé par un nombre complet de filets au pouce.

**X****X**

Symbol de l'empreinte à six lobes internes et de l'entraînement à six lobes externes.

**Y****Young**

Voir Module de Young.

**Z****Z**

Symbol de l'empreinte cruciforme Pozidriv®.

**Zamac**

Alliage de zinc, aluminium et magnésium, avec ajout éventuel de cuivre, servant à la fabrication par surmoulage des têtes de vis, utilisées pour la couverture et le bardage des bâtiments.

**Zéro défauts**

Principe établissant un objectif suivant lequel aucune fixation présentant des défauts n'est admise dans un lot donné de fixations qui pourraient nuire à leur utilisation spécifiée.

**Zinc (symbole chimique Zn)**

Métal blanc bleutâtre, de faibles caractéristiques mécaniques, utilisé comme composant principal de revêtements de surface contre la corrosion - voir Galvanisation, Zingage.

**Zinc lamellaire**

Voir Revêtement de zinc lamellaire.

**Zinc mécanique**

Voir Matoplastie ou Shérardisation.

**Zingage**

Opération de traitement de surface en général de type électrolytique, à base de Zinc associé à d'autres éléments - résultat de cette opération.

**Zone de raccordement tête-tige**

Voir Rayon sous tête - zone d'une vis caractérisée par le rayon sous tête.

**Zone de tolérance**

Zone dans laquelle doit se situer la mesure considérée pour respecter une spécification.

*D'autres éléments de vocabulaire utiles figurent dans les normes E 25-008 (tableau synoptique des produits normalisés - français, anglais et allemand), NF ISO 1891 (nomenclature multilingue, description des fixations et de leurs parties constitutives), NF EN ISO 225 (symboles et désignations des dimensions - multilingue) et NF EN ISO 14588 (vocabulaire pour les rivets aveugles - français et anglais).*

# Un peu d'étyologie et d'histoire

Le mot « vis » vient du latin « *vitis* » (vigne, vrille, cep) par analogie avec la forme de la vrille de cette plante.

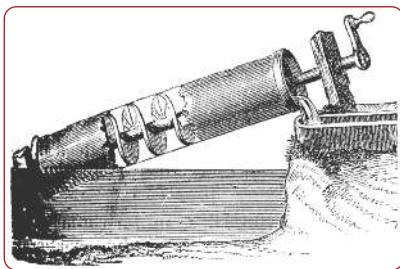
Le mot « écrou » a deux origines possibles, la première étant plus communément admise : soit du latin « *scrofa* » (trouie), qui a généré en bas latin « *scrofia* » (injure évoquant la vulve de la truie) puis par analogie de forme « écrou », ou du latin « *scrobis* » (fossette).

Le mot « boulon » vient du latin médiéval « *bolinus* » (petite boule ronde) du fait de la forme de tête des premiers boulons.

## L'antiquité et l'époque romaine

La trace la plus ancienne connue est l'utilisation de vis sans fin servant à l'élévation de l'eau de canaux construits pour les jardins de Ninive, capitale du roi SENACHERIB [704-685 avant J.-C.]

La première approche théorique est l'œuvre d'**ARCHYTAS DE TARENTE** (430 /450 avant J.-C.), philosophe pythagoricien, **inventeur de la crécelle, et probable inventeur du filetage**.



Vis sans fin d'Archimède

L'époque romaine voit se développer les systèmes de fixation « vis + écrou » notamment pour les pressoirs à vis (1<sup>er</sup> siècle avant J.-C.) et bijoux (1<sup>er</sup> siècle après J.-C.).

En bronze ou en argent, les filets étaient creusés manuellement ou créés avec un fil soudé sur la tige.

## Du moyen-âge à l'époque pré-industrielle

Au 15<sup>e</sup> siècle, le concept de vis filetée couplée à un écrou fait son apparition. **Léonard de VINCI** (1452-1519) dessine le premier dispositif à mandrin flottant permettant la taille d'un filetage.



ensuite la jauge ou plaque de filetage utilisée sur les tours. L'utilisation de la vis centrale pour les pressoirs réapparaît au début du 17<sup>e</sup> siècle.

En 1641, la société HINDLEY (York - Angleterre) perfectionne l'invention du sieur BESSON et permet sa généralisation.

La spécialisation par sous-métier de l'horlogerie – dont la fabrication de vis – apparaît vers 1700. Un artisan horloger, **Claude-Joseph BALLADOUX**, formé à Nuremberg, va créer en 1720 l'activité de décolletage dans la vallée de l'Arve en Haute-Savoie. En 1760, un processus industrialisé de filetage est créé en Angleterre par J. et W. WYATT, mais il n'existe alors aucune standardisation.

**Henry MAUDSLAY**, un ingénieur anglais, crée en 1797 le premier tour de précision associant chariot guidé, harnais de tour et engrenages interchangeables, premier pas vers la standardisation des filetages. Parallèlement, les premiers tire-bouchons apparaissent à la fin du 17<sup>e</sup> siècle, le premier brevet datant de 1795 avec l'application de la vis sans fin. **La première machine à fileter est l'œuvre du français SENOT**, toujours en 1795, suivi en 1798 par le tour à tailler de John WILKINSON.

En 1799, Henry MAUDSLAY est l'auteur du premier exemple de machine d'usinage utilisée sur une ligne de montage, avec 42 tours à bois utilisés à la fabrication de poulies pour les gréements de la Royal Navy.

**En 1848, se crée l'« Ecole Royale d'Horlogerie »** en vallée de l'Arve, qui permettra le développement économique local autour de cette activité.

## L'époque industrielle

**Les têtes de vis fendues se généralisent au 19<sup>e</sup> siècle**, même si la première empreinte véritablement industrialisée est l'empreinte carrée (dite empreinte ROBERTSTON). Le premier brevet d'empreinte est déposé par un américain, Alain CUMMINGS, en 1875 mais sans développement commercial. Suivront les empreintes Phillips (par F. PHILLIPS – Oregon USA), Pozidriv (par American Screw Company et Phillips Screw Company - USA), Torx (par Camcar Textron - USA)...

**En 1840, les vis à bois sont perfectionnées** en Angleterre avec la mise en œuvre d'une pointe permettant le vissage direct.

**En 1841, Joseph WHITWORTH propose la première standardisation des filets** au Royaume-Uni, avec un angle de flanc de filet à 55° et un nombre défini de filets par pouce selon le diamètre. Les fonds de filet et sommet étaient arrondis.

**En 1861, Jean-François BELLEVILLE brevète les rondelles ressort** qui portent toujours son nom.

**En 1864, William SELLERS aux Etats-Unis propose le filetage à 60°** et plusieurs pas de filetage pour chaque diamètre. Cela permettra la création des filetages C (pour Coarse = pas gros) et F (pour Fine = Filet fin). Fonds de filets et sommets sont plats, ce qui rend l'industrialisation plus aisée mais diminue les performances en application dynamique et la résistance à la fatigue des assemblages.

1871 voit la création des établissements EMILE MAURIN à Lyon.

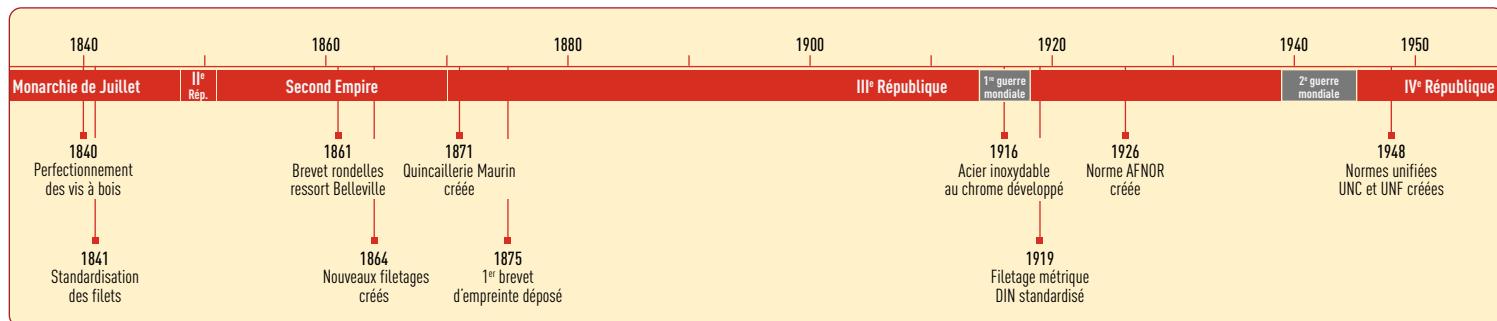
**L'acier inoxydable au chrome est développé** en 1916 par Harry BREARLEY (Grande-Bretagne) et perfectionné par ajout de nickel par HATFIELD (Allemagne) en 1924.

**En 1919, le filetage métrique DIN est standardisé** en Allemagne, prenant le meilleur des précédents : fond arrondi pour la résistance à la fatigue, sommet plat et flanc de filet à 60°. L'AFNOR est créée en 1926.

Durant les deux guerres mondiales du 20<sup>e</sup> siècle, l'absence de standardisation internationale pénalise la coopération et l'effort de guerre entre les alliés. Cela abouti en 1948 à la **création des normes unifiées UNC et UNF**.

En fine, la combinaison de la norme DIN avec un rayon à fond de filet agrandi selon le filetage des normes unifiées, réunit le meilleur dans les normes ISO.

**Ces normes ISO constituent désormais un corpus de référence** dans le monde de l'industrie et leur évolution dans les dernières décennies est concentrée sur la définition et l'évaluation des performances, notamment avec les classes de qualité.



## L'histoire des revêtements métalliques

**Les premières traces de dépôt métallique par électrolyse datent du 2<sup>e</sup> millénaire avant J.-C.**, en Egypte. On trouve des vases et statuettes de terre cuite, des pointes de flèche en bois, des lames recouvertes d'une mince couche de cuivre. Le procédé utilisé ne demandait pas de source extérieure de courant : la surface de l'objet était métallisée par application d'or en poudre ou d'une fine feuille d'or ou d'argent battu, puis il était trempé dans une solution de sel de cuivre, avec des plaques de zinc qui lui étaient reliées. Lorsque le dépôt avait atteint l'épaisseur voulue, l'objet était séché à feu doux, puis chauffé progressivement pour obtenir la réduction en cendres du support.

**PLINE L'ANCIEN** évoque les procédés de décoration d'armes et objets en bronze par dorure et argenture par amalgamation avec le mercure. La description détaillée du procédé est rédigée au 1<sup>er</sup> siècle par un moine bénédictin de l'abbaye d'Helmershausen, THEODULE.

L'invention de la pile par VOLTA permet au chimiste italien BRUGNATELLI la dépôse d'or sur des objets en argent. Les recherches sont poursuivies par SPENCER en Angleterre, de La RIVE en Suisse (1825) et BECQUEREL en France (1829). **Le procédé de galvanoplastie** (traitement de surface sur un objet par un dépôt électrolytique via électrolyse) sera finalement décrit et publié par Boris JACOBI en Russie (1837) et industrialisé dans les établissements Charles CHRISTOFLE à Paris et ELKINGTON à Birmingham. Les travaux des frères ELKINGTON en Angleterre (brevet du 27/09/1840) et le Comte Henri de RUOLZ-MONTCHAL en France (brevet du 1/12/1840) signent la naissance de la galvanoplastie moderne.

**L'apparition de la dynamo, dite « machine de GRAMME » révolutionne la galvanoplastie** et permet l'apparition des premiers bains de cuivrage et nickelage.

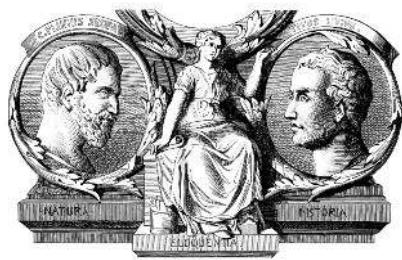
**Le chromage apparaît au moment de la première guerre mondiale.**

**Les procédés s'industrialisent entre les deux guerres** avec les premières installations automatisées, les tonneaux pour le traitement en vrac, le traitement à base de cadmium.

**Les années 50 voient se multiplier les possibilités de traitement apparaître** : les solutions de lubrification (top-coat) et la fin du 20<sup>e</sup> siècle les revêtements lamellaires.



Reproduction d'objets d'art par procédé de galvanoplastie.



Plin l'Ancien représenté dans le médaillon de gauche.

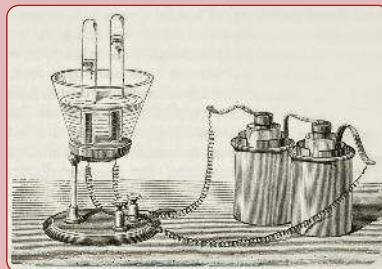


Illustration antique de matériel de laboratoire d'électrolyse. Original créé par Javandier, a été publié par G. Tissandier, Hachette, Paris, 1873.

Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

Ch. 4 - **Notions élémentaires  
sur le traitement thermique**  
Ch. 8 - **Vocabulaire du métier  
de la fixation**

**BIBLIOTHEQUE & OUTILS**

Ch. 9 - **Eléments chimiques  
et leurs principales  
caractéristiques**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

Ch. 10 - **Usages de la profession  
et préconisations générales**

1

**Elaboration  
des matériaux**

# 1.0 Élaboration de l'acier

## Filière haut fourneau

Cette filière de production part de minerai de fer. Elle passe par deux étapes principales :

**Le haut fourneau** (voir schéma 1.0-2) va produire de la fonte. Pour 100 tonnes de fonte, il est consommé 250 tonnes de minerai, 100 tonnes de coke (combustible), 30 tonnes de caséine (fondant) et...100 000 m<sup>3</sup> de vent !

Schématiquement, les matières constituant le lit de fusion circulent de haut en bas, fluides et gaz circulent de bas en haut.

Le coke a une double fonction : un rôle de combustible et un rôle de réducteur, pour s'emparer de l'oxygène du minerai (oxyde de fer). La réduction des oxydes de fer se fait à partir du monoxyde de carbone (CO) produit par le coke.

Le fer rendu liquide par les hautes températures s'écoule à travers le coke vers le creuset, en se chargeant de carbone pour donner de la fonte (phase de recarburation).

La fonte obtenue contient environ 3 à 4% de carbone, 0,5 à 3% de silicium, 0,3 à 1,5% de manganèse selon le minerai, du phosphore (de 0,1 à 3%) et du soufre (de 0,1 à 0,4%) provenant du coke, le reste étant du fer.

A ce stade, il existe deux possibilités :

- affinage de la fonte, pour l'élaboration des aciers
- amélioration de la fonte, par obtention d'une fonte dite de deuxième fusion (fonte de moulage).

**Le convertisseur à oxygène** (voir schéma 1.0-3) va permettre l'affinage. On souffle un mélange oxygène-air à travers le métal en fusion, ce qui fait brûler le carbone en excès ainsi que les autres éléments chimiques.

Il reste de 0,05 à 1,4% de carbone, 0,3 à 0,6% de silicium, 0,3 à 0,6% de manganèse, 0,05% de phosphore et 0,05% de soufre.

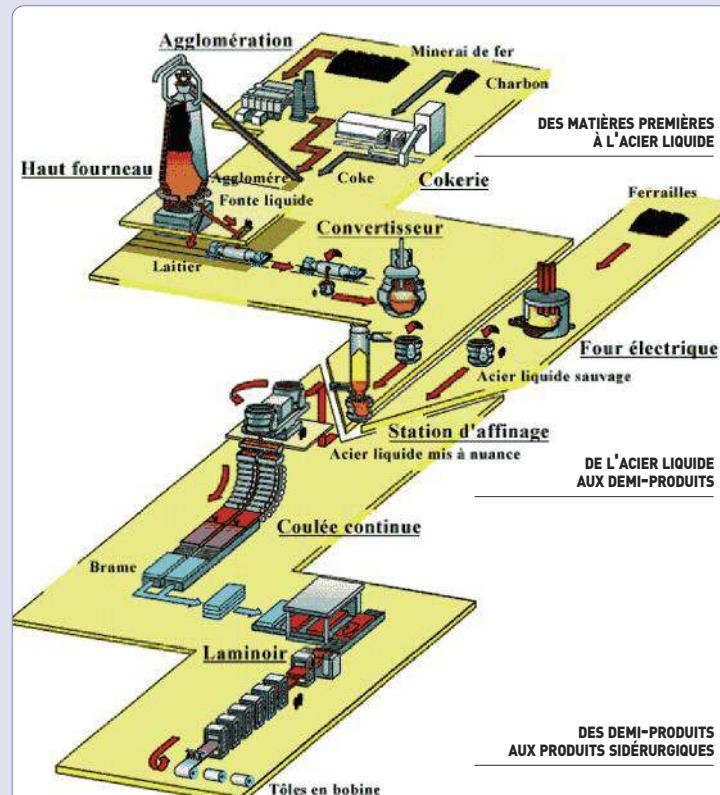
## Filière électrique

Cette filière de production part de ferrailles. Les réactions dans **le four à arc** (voir schéma 1.0-4) sont semblables à celles qui interviennent dans un convertisseur à oxygène.

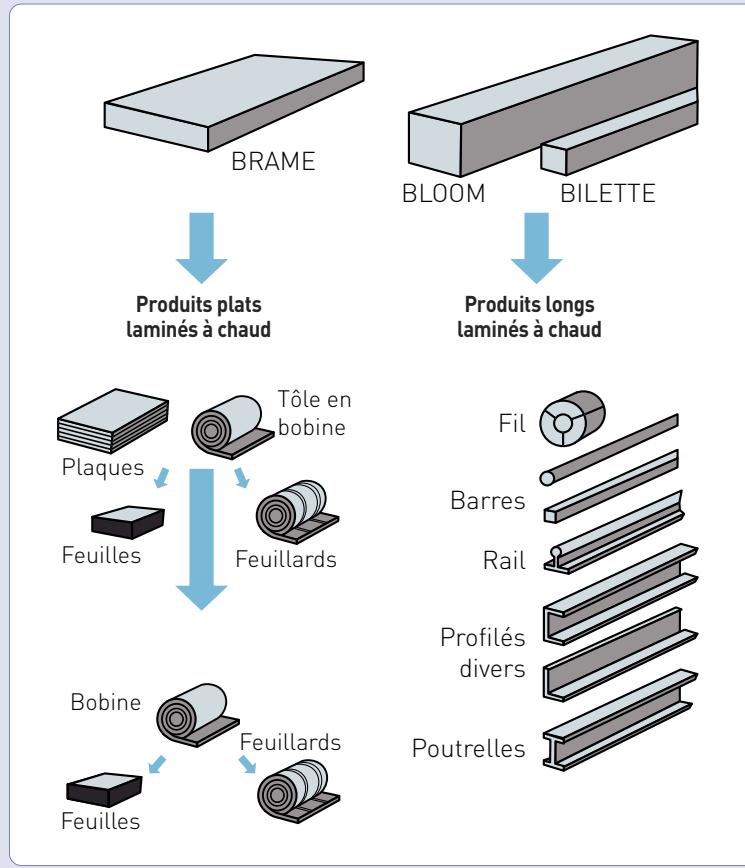
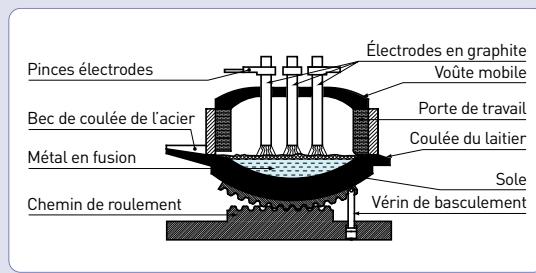
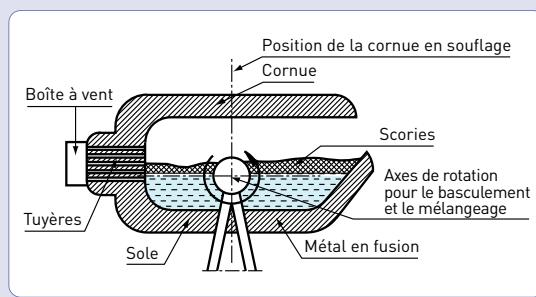
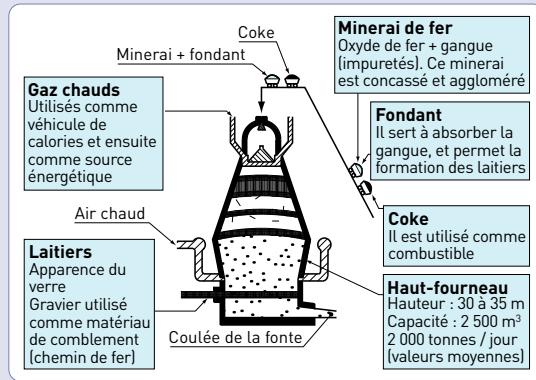
L'oxydation des impuretés est effectuée au moyen de :

- l'oxygène apporté par les impuretés oxydées de la charge métallique (ferrailles «rouillées»),
- l'oxygène pur apporté par les lances ou des tuyères placées en fond de sole,
- l'oxygène de l'air qui pénètre par la porte latérale ou les autres orifices du four.

Les gaz produits sont captés et brûlés en aval du four. La durée de l'opération est inférieure à une heure. La composition de l'acier liquide en fin d'opération est voisine de celle obtenue au convertisseur, sauf pour la teneur en azote qui reste plus élevée.



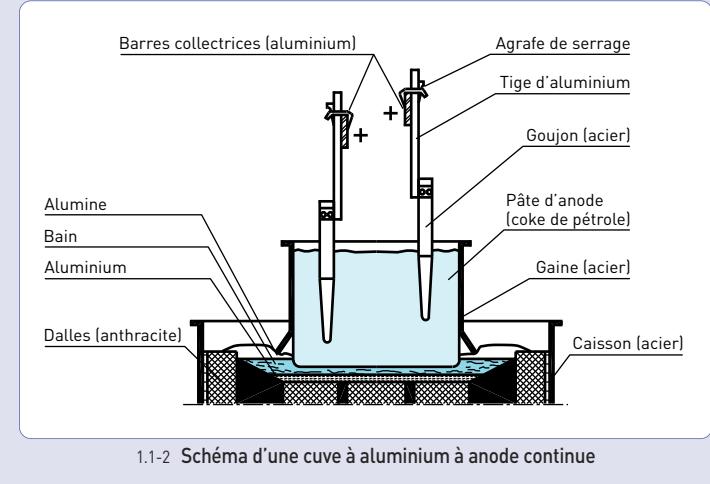
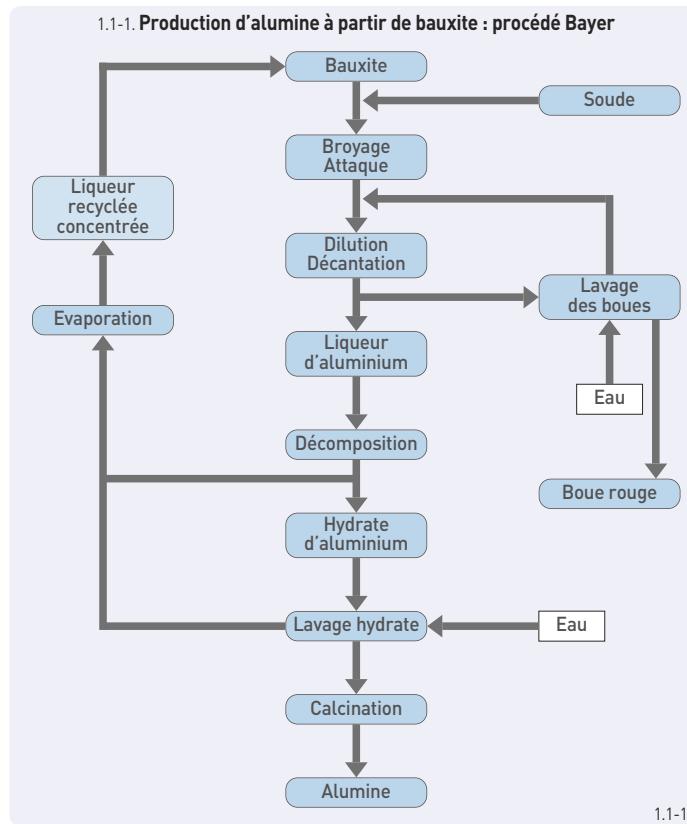
1.0-1 Schéma d'une aciérie



## 1.1 Élaboration de l'aluminium

L'aluminium s'élabore à partir de l'extraction d'un minéral : la bauxite. La première phase est l'obtention d'alumine, la deuxième étant l'obtention de l'aluminium proprement dit.

## Synoptique de la production d'aluminium



## Production de l'aluminium en lingots, métal de base des alliages

Le processus consiste en une électrolyse de l'alumine dissoute dans la cryolite fondue à 1000°C dans une cuve garnie de charbon. L'aluminium se dépose au fond de la cuve (cathode). Il se dégage de l'oxygène qui brûle les anodes de carbone pur.

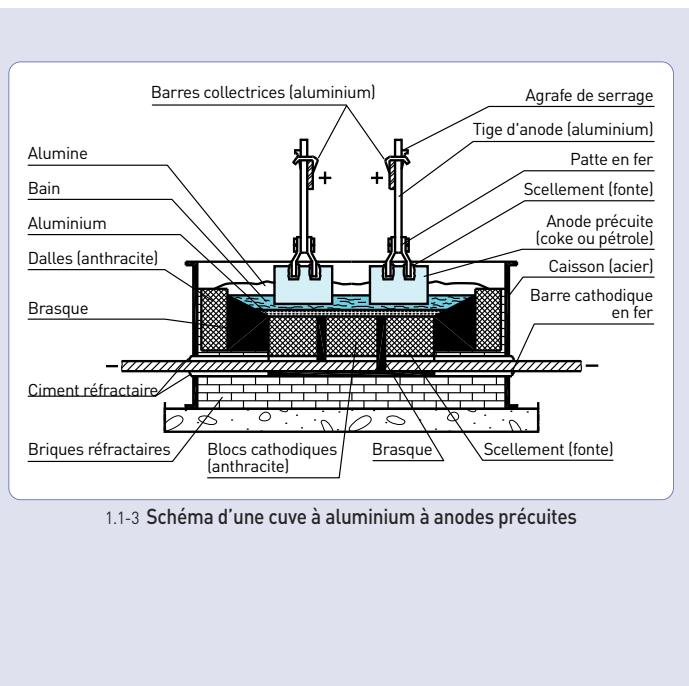
Les cuves sont montées en série pour utiliser la tension du courant continu produite par des redresseurs de courant. L'électrolyte est constitué d'un bain fluoré alimenté par la cryolite  $\text{AlF}_3\text{-}3\text{NaF}$  qui est un composé stable où l'alumine se dissout.

Une anode unique de 6,5 x 2,1 m pour 100000 ampères glisse dans une gaine d'acier. Des goujons verticaux en acier de 130 mm de diamètre, relevés individuellement avant qu'ils n'arrivent dans le bain, supportent l'anode et y amènent le courant.

L'alimentation se fait par le haut en pâte crue, qui cuit au fur et à mesure de la descente de l'anode pour compenser l'usure.

Il faut 14500 kWh pour obtenir une tonne d'aluminium titrant en moyenne 99,5% (les impuretés principales sont le fer et le silicium). La phase suivante est un raffinage électrolytique pour obtenir un aluminium à 99,99%. Cette opération nécessite 18000 kWh en courant continu par tonne d'aluminium. L'importance de la consommation électrique dans ce procédé de production explique l'implantation courante des usines de production à proximité de barrages de production électrique.

Il existe aussi un procédé appelé «système anodique». Une cuve à anodes précuites de 75000 ampères comporte 28 anodes de 400 x 830 mm, de hauteur 500 mm. L'aménée de courant y est faite par des tiges de fer scellées à la fonte, boulonnées sur des barres d'aluminium, fixées elles-mêmes par des agrafes sur les deux barres collectrices en aluminium de chaque cuve.



1.1-3 Schéma d'une cuve à aluminium à anodes précuites

# 1.2 Traitements thermiques des aciers et des fontes

## Exploitation pratique du diagramme fer-carbone métastable pour les aciers au carbone (non alliés)

C'est un diagramme d'équilibre binaire fer-carbone, sans autres éléments chimiques. Les constituants obtenus sont le résultat d'un refroidissement lent. Il ne donne aucune indication sur la nature des constituants issus d'un refroidissement rapide et violent.

Le diagramme va permettre, en fonction de la teneur en carbone :

- de déterminer la température de mise en solution du carbone dans le fer gamma (austénite) indispensable à atteindre pour effectuer un traitement thermique fondamental (trempe, recuit), ou palier de mise en solution,
- d'identifier la nature des constituants de la structure, au cours d'un refroidissement lent (recuit), et à la température ambiante,
- de modaliser les mouvements des éléments dans l'état solide au cours du refroidissement.

## Les constituants de structure à l'état normalisé

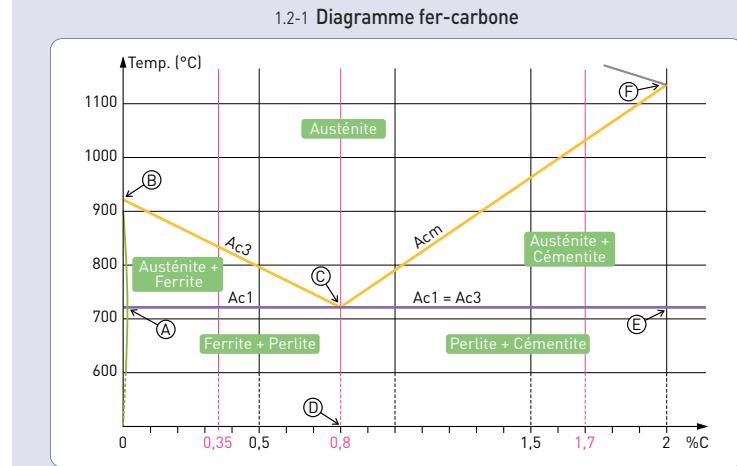
### Constituants d'équilibre du diagramme fer-carbone rencontrés dans les aciers à l'état recuit et dans les fontes

**- La ferrite** : solution solide de carbone dans le fer alpha (cubique centré) (dans les fontes, elle contient d'autres éléments, comme le silicium). Elle possède un faible pouvoir de dissolution du carbone (0,006% à température ambiante). Elle est relativement tendre ( $HB = 80$ ), peu résistante ( $Rm = 300 \text{ N/mm}^2$ ), très ductile ( $A\% = 25$ ), très résiliente ( $K = 30 \text{ daJ/cm}^2$ ), ferromagnétique jusqu'à  $768^\circ\text{C}$  (point de Curie), très sensible aux basses températures.

**- L'auténite** : solution solide d'insertion d'atomes de carbone dans le **fer gamma** (cubique à faces centrées). Dans les fontes, elle retient des éléments gamma-génés [C, Ni, Cu, Mn]. Son domaine s'étend, pour les points extrêmes, de  $723^\circ\text{C}$  à  $1493^\circ\text{C}$ . Le **fer gamma** dissout très bien le carbone, sa solubilité maximale est de 2,06% à  $1147^\circ\text{C}$ , pour décroître à 0,85% à  $723^\circ\text{C}$  (point eutectoïde).

Le fer gamma (austénite) est amagnétique. Ce constituant est pour les aciers et les fontes, dans leurs traitements thermiques (trempes et certains recuits), un état de référence autorisant, soit un retour à l'état initial de la structure, soit le point de départ d'un traitement.

L'austénite est tendre, ductile (comme toutes les cristallisations CFC). La décomposition de l'austénite au seuil de  $723^\circ\text{C}$  donne de la ferrite et de la cémentite, formant un agrégat eutectoïde appelé perlite.



Ac<sub>1</sub> : lieu des températures définissant la limite inférieure du domaine d'existence de l'austénite.

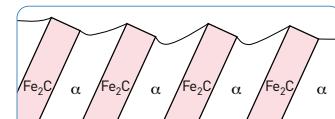
Ac<sub>2</sub> : lieu des températures définissant la perte des propriétés magnétiques (point de Curie).

Ac<sub>3</sub> : lieu des températures d'équilibre définissant la limite supérieure du domaine d'existence de la ferrite.

Acm : lieu des températures d'équilibre définissant la limite supérieure du domaine d'existence de la cémentite dans un acier hypereutectoïde.

**- La cémentite** est un carbure de fer, chimiquement défini  $\text{Fe}_3\text{C}$  à 6,67% de carbone. Ce constituant est très dur et très fragile ( $HB = 750$ ). Très présent dans les fontes blanches, en agrégat dans les aciers, nuisible dans les fontes grises.

**- La perlite** (eutectoïde), agrégat de lamelles alternées de ferrite et de cémentite, provient de la décomposition de l'austénite. Ce constituant contenant 0,85% de carbone, offre une dureté usinable ( $Rm = 850 \text{ N/mm}^2$ ) et un allongement correct ( $A\% = 10$ ). La perlite offre un excellent compromis entre les propriétés mécaniques dureté-traction-résilience.



1.2-2 Représentation schématique du relief d'une perlite attaquée, vue en coupe (structure lamellaire)

Constituant	Rm	A	HB	1.2-3 Propriétés mécaniques des constituants de structure des aciers normalisés
Ferrite	28 daN/mm <sup>2</sup>	50%	80	
Perlite	80 daN/mm <sup>2</sup>	10%	200	
Cémentite	-	0%	700	

### Constituants de la trempe

- **Martensite** : c'est une solution d'insertion sursaturée de carbone dans le fer gamma. C'est le constituant de trempe le plus dur (en fonction de la teneur en carbone HV = 800), mais il est fragile. Elle est obtenue par refroidissement rapide et de ce fait pénètre plus ou moins au cœur de la pièce. Elle est très dure, difficilement usinable et assez fragile.
- **Bainite** : c'est un agrégat de ferrite et de carbures. C'est un constituant qui présente les mêmes phases que la perlite (ferrite et cémentite), mais de structure particulièrement fine, souvent en aiguilles ce qui lui confère de bonnes propriétés mécaniques. Elle est dure et assez facile à usiner.

## Traitements thermiques dans la masse des produits ferreux

Les termes suivants sont issus des normes correspondantes ou simplement des termes reconnus par la profession. Le seul but de ces définitions est de faciliter la lecture et la compréhension des différents tableaux et guides de choix de l'ouvrage.

### Recuit

Il a pour but de faire disparaître les états hors équilibre provenant des traitements antérieurs, thermiques ou mécaniques.

- Chauffage en général au dessus de la température d'austénitisation (autour de 850°C selon le pourcentage de carbone et des éléments d'addition).
- Maintien isotherme.
- Refroidissement lent à vitesse très inférieure à la vitesse critique de trempe.

La structure obtenue est du type ferrite-perlite. L'état recuit correspond aux valeurs minimales de ténacité et aux valeurs maximales de ductilité. Il existe de nombreuses variantes de ce traitement, mais en pratique, un même recuit peut combiner les effets des recuits typiques suivants.

- **Recuit d'homogénéisation**, surtout effectué sur les aciers bruts composés de coulée pour supprimer l'hétérogénéité chimique. La pièce est portée à une température aussi élevée que possible sans atteindre le solidus réel. Pratiquement,

la température est de l'ordre de [Ac3 + 200°C]. La durée de ce traitement est de plusieurs heures. Le métal qui a été surchauffé est suivi d'un recuit de régénération.

- **Recuit de régénération**, surtout effectué sur des pièces ayant été surchauffées dans le but d'affiner et d'uniformiser le grain. La pièce est portée à une température de [Ac3 + 50°C] pendant une durée juste nécessaire à la chauffe à cœur puis est refroidie à l'air.
- **Recuit de normalisation**. C'est une variante du recuit de régénération qui s'applique aux pièces brutes de forgeage ou de laminage. Il s'effectue dans les mêmes conditions de chauffe, la pièce étant ensuite refroidie à l'air calme.
- **Recuit complet**. Couramment appelé «recuit», il est effectué sur des pièces ayant subi des traitements thermiques ou mécaniques dont on désire supprimer les effets (constituants durs) pour en faciliter l'usinage. La pièce est portée à [Ac3 + 50°C] environ 30 minutes puis est refroidie lentement à l'air ou au four. Il existe deux variantes de ce traitement :
  - recuit d'adoucissement, effectué sur les aciers autotrempants et sur les fontes. La pièce est chauffée à une température inférieure au point de transformation Ac1 pendant 6 à 8 heures puis est refroidie à l'air libre. Cette basse température évite la réalisation d'une trempe ;
  - recuit de coalescence, effectué sur des aciers à fort pourcentage de carbone (100 C6, Z 200 C 13...), dans le but d'obtenir l'adoucissement maximal. La pièce est chauffée aussi en dessous de Ac1, mais pendant 30 heures, puis est refroidie à l'air libre.
- **Recuit de détente** effectué sur des pièces après moulage ou soudage pour éliminer les tensions internes avant l'usinage. La pièce est chauffée vers 600°C pendant environ 1 heure puis refroidie à l'air libre.
- **Recuit de recristallisation** effectué sur des pièces écrouies à une température de l'ordre de 600°C.

### Durcissement par trempe

Le durcissement par trempe a pour but d'augmenter la ténacité des produits ferreux.

Pour la nuance considérée :

- chauffage à la température d'austénitisation (au-dessus de Ac3),
- maintien à cette température,
- refroidissement rapide à une vitesse choisie supérieure à la vitesse critique de trempe. La pénétration de la trempe dans la pièce dépendra de cette vitesse et de la masse de la pièce.

Les pièces en acier doivent posséder un pourcentage minimum de carbone (en pratique 0,2% minimum). La structure obtenue est constituée de martensite, de bainite ou des deux à la fois. Ce traitement doit obligatoirement être suivi d'un revenu.

**- Trempabilité.** Aptitude d'un volume de métal à acquérir une certaine dureté par trempe de la surface au cœur, pour des conditions de refroidissement données : aptitude à donner lieu aux transformations martensitiques et/ou bainitique. La trempabilité est souvent caractérisée par l'évolution de la dureté en fonction de la distance à une surface refroidie (essai Jominy).

### Revenu

Il est effectué après le durcissement par trempe sur les produits ferreux pour amener les caractéristiques mécaniques à un niveau souhaité.

La pièce est chauffée à une température très inférieure à la température d'austénitisation puis refroidie. En pratique, la température de revenu est choisie entre 200 et 600°C selon les caractéristiques mécaniques désirées, l'acier considéré et l'usage de la pièce. Le résultat obtenu dépend donc de l'état structural après trempe, de la température de revenu et de la durée de ce revenu.

En résumé :

- pour obtenir de grandes duretés et de grands résistances mécaniques, le revenu sera effectué vers 200°C ;
- pour obtenir un bon compromis, donc une résistance correcte et une bonne résilience, le revenu est effectué entre 500 et 650°C dans le cas des traitements dans la masse. Il est déconseillé, pour les aciers alliés, d'effectuer des revenus dans la zone 300-500°C. Ils entraînent une baisse importante de résilience et par suite une fragilisation de la pièce (zone de fragilité de revenu).

**Revenu de détente.** Il est effectué à une température inférieure à 200°C sur des structures martensitiques (trempe complète), sur des pièces d'acier à haute résistance. Il diminue légèrement la résistance à la rupture mais augmente la limite élastique et améliore la ductilité.

### Etats de livraison

Cas des aciers de construction.

- Etat naturel : c'est l'état du produit tel qu'il sort du laminoir. Au-dessous de 0,2% de carbone, les aciers de construction peuvent être utilisés dans cet état. Au-dessus de 0,2%, il est nécessaire de prévoir un laminage à température contrôlée ou de faire suivre le laminage d'un recuit.
- Etat normalisé : c'est l'état du recuit défini ci-dessus, les caractéristiques proposées par les fabricants sur les fiches matière sont des caractéristiques minimales garanties.
- Etat adouci : cet état correspond à une dureté minimale garantie.
- Etat prétraité : c'est l'état trempé et revenu pour les caractéristiques prévues par la norme ou sur accord à la commande.

## Principaux traitements superficiels thermochimiques des produits ferreux

Les traitements thermochimiques permettent d'obtenir des caractéristiques particulières à la surface d'une pièce sans altérer les caractéristiques dans la masse. Selon leur principe, ils améliorent principalement une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : la dureté en surface, la résistance à l'usure, la résistance à la corrosion et le comportement en frottement. Par exemple, pour un pignon, il est souhaitable d'obtenir une grande dureté en surface (pièce frottante) et une bonne résistance à cœur (résistance à des contraintes de masse).

### Traitements de diffusion

Le matériau d'apport diffuse dans le substrat à haute température et réagit avec lui.

**- Aluminisation.** Ce traitement qui s'effectue en général sur les aciers a pour objet un enrichissement superficiel en aluminium. Il est surtout utilisé comme protection contre la corrosion et l'oxydation à haute température.

**- Bleuissage.** Ce traitement est effectué en milieu oxydant. La surface polie du produit ferreux se recouvre d'une couche mince d'oxydes adhérente de couleur bleue.

**- Boruration.** La couche superficielle de la pièce est enrichie en bore. Ce traitement assure une dureté très élevée de 1800 à 2000 HV, une bonne tenue à l'usure et à la corrosion. Tous les aciers, sauf rapide et inox, peuvent subir ce traitement mais les éléments d'alliage et le carbone diminuent l'épaisseur de la couche borurée. Traitement possible sur fonte.

**- Carbonitruration.** Comme pour la cémentation, apport de carbone en surface mais avec en plus introduction d'azote dans l'atmosphère du four entre 600 et 850°C ou dans un bain. Ce traitement est aussi obligatoirement suivi d'une trempe. Par rapport à la cémentation, il donne d'excellents résultats sur des aciers non alliés, non trempants. La carbonitruration gazeuse est la plus employée. Ce traitement permet d'atteindre une dureté en surface de 700 à 900 HV.

**- Cémentation.** Ce traitement s'effectue en général sur des aciers à faible pourcentage en carbone ( $C < 0,25\%$  peu ou faiblement trempant), possédant une bonne ductilité dans la masse, en vue d'augmenter la dureté superficielle.

Il consiste :

- à apporter du carbone en surface par chauffage au four à température d'austénitisation (vers 900°C) en présence de cément solide, liquide ou gazeux. Ce dernier procédé est le plus utilisé (précis et rapide) ;

- à effectuer un cycle de trempe suivi d'un revenu à basse température. Il y a possibilité de ne pas traiter toute la pièce (usinage des surfaces cémentées avant la trempe ou protection par cuivrage de surfaces avant la cémentation). La pièce conserve donc ses caractéristiques à cœur et présente une couche supérieure très dure (jusqu'à 2 mm) obtenue par le durcissement par trempe [700 à 800 HV]. La déformation impose une rectification après traitements.

- **Chromisation.** La surface de la pièce est enrichie en chrome :

- chromisation douce sur des aciers à faible pourcentage de carbone. Elle permet d'installer une couche riche en chrome qui résiste bien à la corrosion ;
- chromisation dure sur des aciers à fort pourcentage de carbone : elle offre des surfaces de dureté très élevée (1600 à 1800 HV) qui résistent bien au frottement et à la corrosion sèche mais qui sont très fragiles.

- **Nitruration.** Ce traitement s'effectue cette fois sur un métal déjà trempé et revenu, donc sur des pièces qui possèdent des caractéristiques mécaniques élevées dans la masse. Il peut se pratiquer sur des pièces finies. Il permet d'atteindre des durées en surface très élevées (600 à 1500 HV) suivant le type de traitement. Il est particulièrement adapté aux pièces sollicitées aux chocs et à l'usure par frottement. Il augmente la limite d'endurance. Industriellement, il existe deux types de nitruration :

- nitruration traditionnelle (en atmosphère gazeuse). Elle se pratique sur des aciers alliés contenant du chrome et de l'aluminium (exemple : 40 CAD 6.12, voir 6.10.1). La surface est enrichie en azote par chauffage vers 500°C en présence de gaz d'ammoniac. Le durcissement est obtenu grâce à la formation de nitrides de chrome et d'aluminium. La zone nitrurée est très mince (0,5 mm après 50 heures). (Peut être réalisé en bains de sels) ;
- nitruration ionique. Elle s'effectue à l'intérieur d'une enceinte à atmosphère raréfiée, en présence d'hydrogène et d'azote à l'état de plasma. Cet état est obtenu en établissant une différence de potentiel (jusqu'à 1500 V) entre la pièce (cathode) et l'enceinte du four (anode). Cette configuration permet d'atteindre des températures entre 400 et 600°C. Ce procédé présente l'avantage d'être non polluant et permet de traiter des nuances d'acier très diverses, des aciers XC aux aciers fortement alliés (6.10.1). Les fontes modérément alliées (Cr et Al) peuvent être nitrurées (FGS et MN conviennent).

- **Sulfonitruration.** Ce traitement augmente la résistance à l'usure en améliorant considérablement le frottement par autolubrification. La profondeur traitée est de 0,2 à 0,5 mm. La surface de la pièce est enrichie en soufre par chauffage vers 570°C dans un bain de sels pour le Sulfinuz, entre 560 et 570°C dans un bain contenant soufre et azote pour le Sursulf (procédé HEF). Tous les métaux ferreux peuvent être sulfonitrurés.

Un autre traitement (conservation), le Sulf BT (sulfuration) à basse température s'effectue par électrolyse en bain de sels à 190°C sur des aciers et sur des fontes. La pénétration est moins grande que pour la sulfonitruration, mais la température plus basse n'occasionne pas de revenu parasite. Aucune reprise d'usinage ne doit être faite après le traitement. Ce traitement ne peut pas s'appliquer sur des aciers contenant plus de 12% de chrome. Les aciers cémentés trempés, les aciers et les fontes trempés peuvent recevoir ce traitement.

- **Trempe superficielle.** Ce traitement (de transformation structurale) est réservé aux aciers non alliés pour traitements thermiques ou pour certains aciers faiblement alliés, en vue d'un durcissement superficiel. En général, la pièce a été préalablement traitée dans la masse (trempe et revenu) pour une bonne résilience à cœur. Elle est ensuite réchauffée en surface en vue d'une nouvelle trempe plus dure.

## Choix du traitement superficiel de diffusion réservé aux produits ferreux

1.2-4

Traitement	Epaisseur traitée	Dureté de la couche	Avantages	Inconvénients
<b>Cémentation en bain de sels ou gazeuse</b>	Jusqu'à 3 mm	700 HV jusqu'à 200°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédé simple.</li> <li>- Utilisation souple.</li> <li>- Prix de revient faible.</li> <li>- Adapté aux aciers à bas pourcentage de carbone.</li> <li>- En cémentation gazeuse les déformations sont plus faibles : c'est la plus utilisée en série.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'un cycle de trempe et revenu après traitement.</li> <li>- Déformation des surfaces traitées qui impose une rectification finale.</li> <li>- En cémentation liquide, les bains sont toxiques et dangereux.</li> </ul>
<b>Nittruration gazeuse</b>	0,2 à 0,6 mm	600 à 1200 HV jusqu'à 400°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible déformation ne nécessitant pas de reprise.</li> <li>- Dureté élevée.</li> <li>- Mise en œuvre facile.</li> <li>- Prix de revient faible.</li> <li>- S'effectue sur un métal déjà traité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible profondeur durcie.</li> <li>- Couche fragile.</li> <li>- Contraintes de contact admissibles en fatigue limitées.</li> <li>- Utilisation d'aciers spéciaux.</li> <li>- Reprise mécanique difficile.</li> <li>- Temps de traitement long.</li> </ul>
<b>Nittruration ionique</b>	Jusqu'à 0,5 mm	800 à 1500 HV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dureté élevée, pas de déformation.</li> <li>- Etat de surface conservé.</li> <li>- Cycle plus simple qu'en nittruration gazeuse (plus rapide).</li> <li>- Gamme de métaux ferreux plus large qu'en nittruration gazeuse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté de traitement des alésages.</li> <li>- Résistance à la corrosion moyenne.</li> <li>- Investissement important.</li> </ul>
<b>Carbonittruration</b>	De 0,1 à 0,9 mm	700 à 900 HV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement favorable aux contraintes de fatigue en flexion, en torsion, et aux contraintes de fatigue superficielles (roulement).</li> <li>- Carbonittruration liquide : mise en œuvre simple.</li> <li>- Carbonittruration gazeuse : procédé souple, intégration possible en production.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité comme en cémentation de faire suivre d'un cycle de trempe et revenu.</li> <li>- Carbonittruration liquide : lavage des pièces après traitement et manutention importante.</li> <li>- Carbonittruration gazeuse : coût élevé</li> </ul>
<b>Boruration</b>	0,02 à 0,4 mm	1600 à 2000 HV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dureté très élevée, bonne tenue à l'usure.</li> <li>- Gamme de métaux ferreux large : aciers, fontes frittées.</li> <li>- Intégration possible en production.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couche très fragile.</li> <li>- Recul de régénération ultérieur.</li> <li>- Aucune reprise possible après traitement.</li> <li>- Gonflement du quart de l'épaisseur.</li> <li>- Besoin d'un état de surface initial.</li> <li>- Prix de revient élevé.</li> </ul>
<b>Sulfonittruration en bains de sel Suraulf</b>	0,5 mm	1,7 à 3 fois la dureté initiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne résistance à l'usure et au grippage.</li> <li>- Bonne amélioration de la résistance à la fatigue (augmentation des contraintes de compression).</li> <li>- Temps de traitement rapide.</li> <li>- Prix de revient bas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de reprise d'usinage après traitement (éventuellement un rodage).</li> <li>- Gonflement de la pièce, impose une sous-cotation.</li> <li>- Faible résistance à la corrosion.</li> </ul>
<b>Chromisation dure</b>	0,02 mm	1600 à 1800 HV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dureté très élevée, très bonne résistance à l'usure (frottement et abrasion).</li> <li>- Bonne résistance aux chocs thermiques.</li> <li>- Traitement possible après chromisation.</li> <li>- Agrément alimentaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prévoir une surépaisseur de dépôt : aucune retouche possible après chromisation.</li> <li>- Déformation possible en cours de traitement.</li> <li>- Prix de revient élevé.</li> <li>- Déconseillé comme durcissement des portées de joints dynamiques.</li> </ul>

## Choix du traitement superficiel par transformation structurale réservé aux produits ferreux (trempe superficielle)

1.2-5

La dureté minimale de la couche traitée dépend du pourcentage de carbone (0,12% à 0,55%), la dureté varie entre 420 et 720 HV. La limite de fatigue peut être améliorée de 10 à 80% par ce traitement.

Trempe superficielle	Epaisseur traitée	Risque de déformation	Avantages	Inconvénients
<b>Induction</b>	>0,3 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible déformation après traitement.</li> <li>- Automatisation possible.</li> <li>- Bien adapté aux grandes séries.</li> <li>- Mise en œuvre rapide.</li> <li>- Cadence élevée.</li> <li>- Utilisation d'acier peu coûteux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise au point du traitement parfois délicate.</li> <li>- Limitée à des épaisseurs faibles.</li> <li>- Procédé limité par la forme de la pièce.</li> </ul>
<b>Chalumeau</b>	>1 mm	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déformations relativement faibles.</li> <li>- Automatisation possible.</li> <li>- Mise en œuvre rapide.</li> <li>- Possibilité de traiter des pièces de grandes dimensions [coût acceptable] et des pièces de formes complexes.</li> <li>- Bien adapté aux séries petites et moyennes.</li> <li>- Utilisation d'acières peu coûteux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matériel souvent mal utilisé.</li> <li>- Procédé limité par la forme de la pièce.</li> </ul>

### Nouveaux procédés en cours d'industrialisation

Traitement	Epaisseur traitée	Dureté de la couche	Avantages	Inconvénients
<b>Impulsions</b>	>0,01 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déformation extrêmement faible [faibles profondeurs de traitement].</li> <li>- Automatisation possible.</li> </ul>	Difficilement utilisable pour des épaisseurs supérieures à 0,5 mm.
<b>Plasma</b>	>0,01 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déformation extrêmement faible [faible profondeur du traitement].</li> <li>- Bien adapté au traitement en continu [lames et fils].</li> <li>- Automatisation possible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir-faire en cours de développement.</li> <li>- Peu adapté aux grosses pièces.</li> </ul>
<b>Laser</b>	>0,01 mm	Faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Précision du traitement.</li> <li>- Grande gamme de profondeurs possibles.</li> <li>- Possibilité de traiter des endroits difficilement accessibles aux autres procédés.</li> <li>- Déformation faible pour les faibles épaisseurs.</li> <li>- Automatisation possible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût extrêmement élevé.</li> <li>- Noircissement des surfaces à réaliser parfois avant traitement.</li> <li>- Maintenance délicate.</li> </ul>
<b>BE Bombardement électronique</b>	>0,01 mm	Très faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Précision du contour du traitement.</li> <li>- Faibles déformations.</li> <li>- Absence d'oxydation sur les pièces.</li> <li>- Automatisation possible.</li> </ul>	- Utilisation du vide.

## Traitements réservés aux aluminiums et alliages d'aluminium

### Traitement de durcissement structural

#### - Mise en solution

Le traitement de mise en solution solide consiste, par un maintien à la température élevée, à dissoudre les éléments d'alliage qui se trouvent en phases séparées dans le métal de base. Si la solution solide ainsi obtenue est refroidie brutalement, on obtient un état trempé.

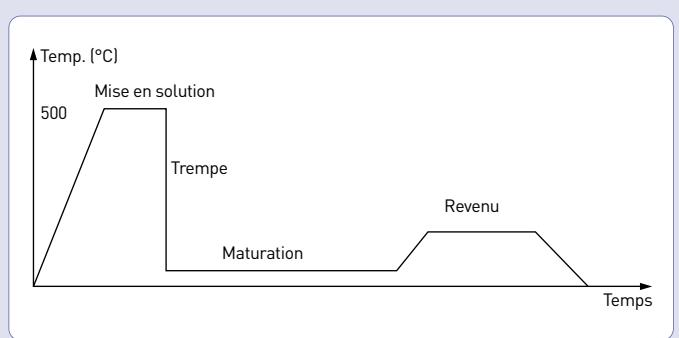
#### - Maturation

La maturation, ou vieillissement naturel, consiste, après la trempe, à durcir les alliages à traitements thermiques par un séjour à température ordinaire.

#### - Revenu

Dans le cas des aluminiums et alliages d'aluminium, le revenu consiste, par un maintien à environ 200°C, à accélérer l'évolution des caractéristiques mécaniques, en particulier à augmenter la limite élastique. C'est un revenu de durcissement.

Les traitements de trempe et revenu nécessitent une grande précision (dispersion inférieure ou égale à 5°C).



1.2-6 Séquence typique de durcissement structural d'un aluminium

Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

- Ch. 3 - **Notions élémentaires  
de mécanique**
- Ch. 8 - **Vocabulaire du métier  
de la fixation**

**BIBLIOTHEQUE & OUTILS**

- Ch. 9 - **Eléments chimiques et  
leurs principales caractéristiques**
- Ch. 32 - **Tables de conversion  
des duretés**
- Ch. 33 - **Classification des aciers  
inoxydables couramment  
utilisés en boulonnnerie-visserie**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

- Ch. 12 - **Usages de la profession  
et préconisations générales**

2

Matériaux

## 2.0 Désignation des aciers

Plusieurs normes régissent la classification et la désignation des aciers couramment utilisés pour la production de fixation.

**NF EN 10020** : Définition et classification des nuances d'aciers (à partir de leur composition chimique)

**NF EN 10027-1** : Système de désignation des aciers : désignation symbolique (à partir de leur emploi et de leurs caractéristiques)

**NF EN 10027-2** : Système de désignation des aciers : désignation numérique (à partir de leur emploi et de leurs caractéristiques)

**NF EN 10079** : Définition des produits en acier

**ISO 15510** : Classification et désignation des aciers inoxydables

Par ailleurs, sont aussi utilisées des dénominations d'origine américaine (codification **AISI** ou **UNS/ASTM**) ou japonaise (codification **JIS**).

Pour certaines applications particulières, il est recommandé de se reporter aux normes spécifiques existantes, par exemple la norme **NF EN 10095** pour les aciers et alliages de nickel réfractaires ou la norme **NF EN 10269** pour les aciers et alliages de nickel pour éléments de fixation utilisés à température élevée et/ou à basse température.

2.0-1

Type d'aciers	Symboles	Symboles de caractéristiques	Symboles additionnels	Exemples
Aciers à béton	B	Valeur spécifiée de la limite d'élasticité en MPa	Lettre indiquant la classe de ductilité, suivie si besoin de 1 ou 2 chiffres	<b>B500A</b> : Acier pour béton armé de limite d'élasticité spécifiée égale à 500 MPa et de classe de ductilité A
Produits plats pour formage à froid	D	Lettre C (laminé à froid), D (laminé à chaud pour formage direct à froid) ou X (conditions de laminage non spécifiées) suivies de 2 chiffres correspondant à une aptitude croissante au formage à froid	Oui : Voir NF EN 10027-1	<b>DX53D+Z275</b> : Acier à bas carbone d'un produit plat pour emboutissage profond, avec revêtement de zinc de masse nominale de 275 g/m <sup>2</sup> sur les deux faces
Acier de construction mécanique	E	Valeur spécifiée d'une limite d'élasticité de référence pour une épaisseur donnée, en MPa	Lettre G (autres caractéristiques), suivie de 1 ou 2 chiffres ou lettre C (destiné à l'étirage)	<b>E335GC</b> : Acier de construction mécanique de limite d'élasticité spécifiée égale à 335 MPa pour les épaisseurs nominales ≤ 16 mm avec aptitude complémentaire à l'étirage à froid

### La norme NF EN 10020

La norme **NF EN 10020** définit le terme « acier » et établit :

- La classification en aciers non alliés, aciers inoxydables et autres aciers alliés suivant la composition chimique.
- La classification des aciers non alliés, aciers inoxydables et autres aciers alliés en fonction des principales classes de qualité définies selon les principales caractéristiques de propriétés ou d'application.

Le terme « acier » est défini comme « matériau contenant en masse plus de fer que de tout autre élément et dont la teneur en carbone est généralement inférieure à 2% et qui contient d'autres éléments. Un nombre limité d'aciéries au chrome peut avoir une teneur en carbone supérieure à 2% mais cette valeur de 2% est la teneur limite qui sépare l'acier de la fonte ».

### Désignation symbolique selon NF EN 10027-1

La désignation est composée d'une lettre symbole du type d'acier suivie de lettre(s) et d'une valeur numérique représentatives de la caractéristique essentielle (par exemple indiquant les propriétés mécaniques Re en MPa) et éventuellement de symboles additionnels. Dans le cas d'aciéries moulées, la désignation est précédée de la lettre G (exemple : GS235).

En général, les différents caractères de la désignation sont écrits sans espaces entre eux.

Type d'acières	Symboles	Symboles de caractéristiques	Symboles additionnels	Exemples
Produits plats laminés à froid en acier à haute résistance pour emboutissage à froid	H	Une lettre C, D ou X suivie de la valeur minimale d'élasticité en MPa ou deux lettres CT, DT ou XT suivie de la valeur minimale spécifiée de la résistance à la traction en MPa. Lettre C (laminé à froid), D (laminé à chaud pour formage direct à froid) ou X (conditions de laminage non spécifiées)	Oui : Voir NF EN 10027-1	HCT980X+ZA200 : produit plat laminé à froid pour formage à froid de valeur minimale spécifiée de résistance à la traction égale à 980 MPa, avec revêtement de zinc-aluminium de masse nominale 200g/m <sup>2</sup> sur les deux faces
Aciers pour tubes de conduite	L	Valeur spécifiée d'une limite d'élasticité de référence en MPa	Oui : Voir NF EN 10027-1	L245GA : Acier pour tubes de conduite de valeur spécifiée de la limite d'élasticité pour le corps du tube égale à 245 MPa et de classe de prescription A
Aciers magnétiques pour applications électriques	M	Centuple des pertes totales en W/kg suivi d'un tiret, du centuple de l'épaisseur nominale en mm et du type de produit (voir NF EN 10027-1)	Non	M400-50A : Acier pour applications électriques à grains non orientés sous forme de bandes et tôles laminées à froid et livrées à l'état fini, de pertes totales spécifiques maximales égales à 4 W/kg à 50 Hz et 1,5 T, d'épaisseur nominale 0,50 mm
Aciers pour appareils soumis à la pression : bouteilles de gaz, chaudières...	P	Valeur spécifiée d'une limite d'élasticité de référence en MPa	Oui : Voir NF EN 10027-1	P355NL1 : Acier pour appareil à pression de limite d'élasticité de référence égale à 355 MPa, pour les épaisseurs nominales ≤ 16 mm, livré à l'état normalisé, et d'énergie minimale de rupture en flexion par choc dans la direction transversale, pour une température d'essai de -40°C, égale à 27 joules
Aciers pour ou sous forme de rails	R	Dureté Brinell minimale spécifiée (HBW)	Oui : Voir NF EN 10027-1	R320Cr : Acier pour rail de fourchette de dureté Brinell 320 à 360, à 1% de Cr, non traité thermiquement

2.0-1 (suite)

Type d'acierts	Symboles	Symboles de caractéristiques	Symboles additionnels	Exemples
Aciers de construction y compris les aciers à grains fins	S	Valeur spécifiée d'une limite d'élasticité de référence en MPa	Oui : Voir NF EN 10027-1	<b>S235J0</b> : Acier de construction de limite d'élasticité de référence spécifiée égale à 235 MPa, pour les épaisseurs nominales < 16 mm, et d'énergie minimale de rupture en flexion par choc pour une température d'essai de 0°C, égale à 27 joules
Aciers pour emballage (fer noir, fer blanc, fer chromé)	T	Lettre H (pour les produits recuit continu) ou S (pour les produits recuit base) suivie de la valeur nominale d'élasticité en MPa	Non	<b>STH580</b> : Acier pour emballage, de limite d'élasticité nominale de 580 MPa
Aciers pour béton précontraint	Y	Valeur spécifiée de la résistance à la traction en MPa	Oui : lettre liée au type de produit et à son process de fabrication	<b>Y1960C</b> : acier de précontrainte de résistance à la traction spécifiée de 1960 MPa, livré sous forme de fil tréfilé

Exemple de désignation symbolique complète : **S355MC** désigne un acier de construction avec une limite d'élasticité de référence à 355 MPa, obtenu par laminage thermomécanique (M) écrouï à froid (C).

## Désignation numérique selon NF EN 10027-2

La désignation est composée d'un nombre fixe de chiffres afin de faciliter le traitement de données par rapport au système de désignation symbolique. Cette norme est prévue pour les nuances d'acierts définies dans les normes européennes et est aussi utilisable pour les nuances d'acierts nationales et les aciers de marque.

### Structure des numéros :

- 1. Pour Acier
- XX Groupe d'acier (selon tableau 2.0-2)
- XX Numéro d'ordre alloué par le Bureau Européen d'Enregistrement
- Dans le projet en cours de révision de la norme, le numéro d'ordre devient à 4 positions, les deux positions complémentaires ne pouvant être allouées que si les 2 premières positions sont entièrement allouées.

### Groupe d'acier <sup>a,b</sup>

2.0-2

Aciers non alliés					Aciers alliés								
Aciers de base		Aciers de qualité		Aciers spéciaux	Aciers de qualité		Aciers spéciaux						
							Aciers à outils	Aciers divers	Aciers inoxydables et réfractaires	Aciers de construction, aciers pour appareils à pression			
00 Aciers de base	90 Aciers de base			10 Aciers à propriétés physiques particulières			20 Cr	30	40 Aciers inoxydables avec Ni < 2,5 % sans Mo, Nb et Ti	50 Mn, Si, Cu	60 Cr-Ni avec ≥ 2,0 % Cr < 3 % Cr	70 Cr Cr-B	80 Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V

## Groupe d'acier <sup>a,b</sup>

2.0-2 (suite)

Aciers non alliés				Aciers alliés									
Aciers de base		Aciers de qualité		Aciers spéciaux	Aciers de qualité		Aciers spéciaux						
							Aciers à outils	Aciers divers	Aciers inoxydables et réfractaires	Aciers de construction, aciers pour appareils à pression			
		01	91	11 Aciers de construction et aciers pour appareils à pression avec C < 0,50 %			21 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	31	41 Aciers inoxydables avec Ni < 2,5 % et Mo, mais sans Nb et Ti	51 Mn-Si Mn-Cr	61	71 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	81 Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
		Aciers de construction d'usage général avec Rm < 500 MPa											
		02	92	12 Aciers de construction et aciers pour appareils à pression avec C > 0,50 %			22 Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	32 Aciers rapides avec Co	42	52 Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	62 Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	72 Cr-Mo avec < 0,35 % Mo Cr-Mo-B	82 Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
		Autres aciers de construction d'usage spécial non destinés au traitement thermique, avec Rm < 500 MPa											
		03	93	13 Aciers de construction, pour appareil à pression et de construction mécanique avec C > 0,50 %			23 Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	33 Aciers rapides sans Co	43 Aciers inoxydables avec Ni ≥ 2,5 % mais sans Mo, Nb et Ti	53 Mn-Ti Si-Ti	63 Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	73 Cr-Mo avec Mo > 0,35 %	83
		Aciers avec une teneur moyenne en C < 0,12 % ou Rm < 400 MPa											
		04	94	14			24 W Cr-W	34 Acier résistant à l'abrasion	44 Aciers inoxydables avec Ni > 2,5 % et Mo, mais sans Nb et Ti	54 Mo Nb, Ti, V W	64	74	84 Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
		Aciers avec une teneur moyenne en C > 0,1% et < 0,25 % ou Rm > 400MPa et < 500MPa											
		05	95	15 Aciers à outils			25 W-V Cr-W-V	35 Aciers pour roulement	45 Aciers inoxydables avec additions particulières	55 B Mn-B < 1,65 % Mn	65 Cr-Ni-Mo avec Mo < 0,4 % + Ni < 2 %	75 Cr-V avec < 2,0 % Cr	85 Aciers de nitruration
		Aciers avec une teneur moyenne en C > 0,25 et < 0,55 % ou Rm > 500 MPa et < 700 MPa											

**Groupe d'acier<sup>a,b</sup>**

2.0-2 (suite)

Aciers non alliés			Aciers alliés									
Aciers de base		Aciers de qualité	Aciers spéciaux	Aciers de qualité		Aciers spéciaux						
				Aciers à outils	Aciers divers	Aciers inoxydables et réfractaires	Aciers de construction, aciers pour appareils à pression					
	06 Aciers avec une teneur moyenne en C ≥ 0,55 % ou Rm ≥ 700 MPa	96	16 Aciers à outils	26 W, à l'exclusion des groupes 24, 25 et 27	36 Matériaux aux propriétés magnétiques particulières sans Co	46 Alliages de Nickel pour usage à haute température et résistant aux produits chimiques	56 Ni	66 Cr-Ni-Mo avec Mo < 0,4 % + Ni ≥ 2 % Ni < 3,5 %	76 Cr-V avec Cr < 2,0 %	86 Aciers non destinés à un traitement thermique par l'utilisateur Aciers à haute résistance soudables		
	07 Aciers à teneur plus élevée en P ou en S	97	17 Aciers à outils	27 avec Ni	37 Matériaux aux propriétés magnétiques particulières avec Co	47 Aciers réfractaires avec Ni < 2,5 %	57 Cr-Ni avec < 1,0 % Cr	67 Cr-Ni-Mo avec Mo < 0,4 % + Ni ≥ 3,5 % Ni < 5 % ou Mo > 0,4 %	77 Cr-Mo-V	87 Aciers non destinés à un traitement thermique par l'utilisateur Aciers à haute résistance soudables		
			18 Aciers à outils	08 Aciers à propriétés physiques particulières	98	28 Autres	38 Matériaux aux propriétés magnétiques particulières, sans Ni	48 Aciers réfractaires avec > 2,5 % Ni	58 Cr-Ni avec > 1,0 % Cr < 1,5 % Cr	68 Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78	
			19	09 Aciers pour autres domaines d'application	99	29	39 Matériaux aux propriétés magnétiques particulières, avec Ni	49 Matériaux avec propriétés à température élevées	59 Cr-Ni avec Cr > 1,5 % Cr < 2,0 %	69 Cr-Ni, Cr-Ni, à l'exception des classes 57 à 68	79 Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V Cr-Mn-Mo-Ni	89 Aciers non destinés à un traitement thermique par l'utilisateur Aciers à haute résistance soudables

**a** La classification des groupes d'acier est conforme à la classification des aciers selon EN 10020. **b** Les informations suivantes sont données dans les cases du Tableau : le numéro du groupe d'acier (en haut à gauche) ; la caractéristique principale du groupe d'acier ; Rm = résistance à la traction.

Les valeurs limites pour la composition chimique et la résistance à la traction sont données uniquement à titre indicatif.

## Désignation symbolique par la composition chimique selon NF EN 10027-2

Le système de désignation dépend de l'appartenance de l'acier à l'un des 4 groupes prévus.

### Aciers non alliés

A l'exclusion des aciers de décolletage, avec une teneur moyenne en masse de manganèse inférieure à 1% :

La désignation commence par un C (pour Carbone) suivie par le centuple de la teneur moyenne spécifiée en carbone, exprimée en pour cent. Elle peut être suivie d'un symbole additionnel constitué d'une lettre.

**Exemple : C35E** désigne un acier de teneur moyenne en carbone égale à 0,35% avec une teneur maximale en soufre spécifiée de 0,045% (pour la lettre E).

### Aciers faiblement alliés

Aciers non alliés avec une teneur moyenne en masse de manganèse  $\geq 1\%$ , aciers non alliés de décolletage et aciers alliés (à l'exclusion des aciers rapides) dont la teneur moyenne de chaque élément d'alliage est inférieure à 5% en masse :

La désignation se compose dans l'ordre du centuple de la teneur moyenne spécifiée en carbone exprimée en pour cent, suivie des symboles chimiques d'alliage des éléments qui caractérisent l'acier dans l'ordre décroissant de leur teneur, suivis de nombres séparés par des traits d'union représentant respectivement la teneur moyenne de ces éléments en pourcentage, multipliée par un facteur dépendant de l'élément d'alliage. Ce facteur est de 4 pour Cr, Co, Mn, Ni, Si, W, de 10 pour Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr, de 100 pour Ce, N, P, S et de 1000 pour B.

**Exemple : 36NiCrMo16** désigne un acier de teneur moyenne en carbone de 0,36%, de teneur moyenne en nickel égale à 4% et contenant du chrome et du molybdène.

### Aciers fortement alliés

Aciers inoxydables et autres aciers alliés (à l'exclusion des aciers rapides) dont la teneur moyenne en masse d'au moins un élément d'alliage est  $\geq 5\%$

La désignation commence par la lettre X, suivie par le centuple de la teneur moyenne spécifiée en carbone exprimée en pour cent, puis des symboles chimiques des éléments d'alliage dans l'ordre décroissant de leur teneur et de nombres séparés par des traits d'union représentant la teneur moyenne de ces éléments en pourcentage, arrondie à l'entier le plus proche et classés dans le même ordre que les symboles chimiques.

**Exemple : X2CrNiMo17-12-2** désigne un acier inoxydable de teneur moyenne spécifiée en carbone de 0,02%, contenant environ 17% de chrome, 12% de nickel et 2% de molybdène.

### Aciers rapides

La désignation commence par les lettres HS (pour « high speed ») suivie par des nombres entiers séparés par des traits d'union, représentant les teneurs en masse exprimées en pourcentage des éléments tungstène, molybdène, vanadium et cobalt.

**Exemple : HS2-0-1-8** désigne un acier rapide contenant environ 2% de tungstène, 0% de molybdène, 1% de vanadium et 8% de cobalt.

## Désignation numérique selon ISO 15510 (acières inoxydables)

La désignation est composée de 4 parties, avec une structure XXXX-YYY-ZZ-T. XXXX est un rappel de la codification européenne selon NF EN 10027-2, en excluant les caractères « 1 ». YYY est un renvoi aux codes AISI.

ZZ est un code ISO.

T est une codification d'origine de la normalisation de la composition : C pour la Chine, E pour l'Europe, I pour l'ISO, J pour le Japon, U pour les USA et X pour une origine partagée par plus de deux normes.

## Exemple de désignation comparée selon différentes normes, pour une composition similaire

1.4306	selon NFE EN 10027-2 (désignation numérique)
Z3CN 18 10	selon norme française annulée NFA 35 573
X2CrNi19-11	selon NFE EN 10088-3
4306-304-03-I	selon norme ISO 15510
304 L	selon appellation AISI (USA)
S30403	selon appellation UNS / ASTM (USA) ou GB
SUS304L	selon appellation JIS (Japon)

## 2.1 Aciers réfractaires

La norme européenne NF EN 10095 donne la définition suivante des nuances d'acières et alliages réfractaires : «*Matériau qui sont utilisés à plus de 550°C (point Wüstite) compte tenu de leur excellente résistance aux effets des gaz chauds et des produits de combustion, ainsi qu'à l'influence des sels et des métaux fondus, mais qui possèdent également de bonnes caractéristiques mécaniques lorsqu'ils sont soumis à une contrainte de courte et longue durée.*

Lorsque les aciers sont maintenus sous charge pendant des temps assez longs, on constate une déformation progressive du métal. Ce phénomène de viscosité, appelé **fluage**, est nul ou négligeable à température ambiante ou aux températures peu élevées, inférieures à 300°C. Par contre son importance croît lorsque la température augmente. Pour un acier donné et à une température donnée, la vitesse de déformation, dite **vitesse de fluage**, d'abord grande, diminue assez vite puis reste constante pendant un temps variable. Ensuite elle croît jusqu'à la rupture du métal.

Les aciers réfractaires sont classés suivant le domaine de température dans lequel ils peuvent être utilisés.

**Jusqu'à 400°C**, les aciers au carbone non alliés peuvent convenir, mais il faut tenir compte dans les calculs de la réduction de la limite élastique. Elle peut par exemple, pour un même acier, passer de 350 MPa à température ambiante à 180 MPa à 400°C, soit près de 50% de réduction. Les phénomènes de fluage sont peu sensibles. A partir de 400°C, ils deviennent importants et il convient de travailler avec des aciers alliés.

**Jusqu'à 500°C, voir 550°C**, on utilise des aciers relativement peu alliés. Ils sont notamment utilisés pour les appareils de pression fonctionnant à chaud, les chaudières ou les tubes et tuyauteries. D'autres aciers, contenant chrome, molybdène et vanadium (respectivement 1%, 1%, 0,2% ou 1,25%, 0,5% et 0,2%) sont utilisés dans les mêmes applications, mais aussi pour les grosses pièces de forge ou pour la boulonnnerie à chaud. Pour ces aciers, la limite d'emploi est de 550°C. Par contre à ce niveau de température, l'oxydation par l'air, la vapeur ou les gaz de combustion devient incompatible avec des emplois de longue durée. On doit alors employer des aciers à plus forte teneur en chrome.

**De 440°C à 600°C**, on utilise des aciers à 5% ou 12% de chrome. L'acier à 5% de chrome, avec en général des additions de molybdène et de vanadium, est utilisé dans l'industrie pétrolière car résistant très bien à l'hydrogène et aux hydrocarbures sous pression. A 55°C, la charge de rupture au bout de 100 000 heures varie de 60 à 100 MPa selon la composition et le traitement thermique. Les aciers à 12% de chrome, avec des additions de tungstène, molybdène,

vanadium, niobium résistent à l'oxydation jusqu'à 650°C et sont couramment utilisés dans le domaine 500-600°C. Leurs caractéristiques (vitesse de fluage et charge de rupture) sont nettement plus élevées que celles des aciers précédents. La charge de rupture au bout de 100 000 heures est de 150 à 200 MPa à 550°C et de l'ordre de 100 MPa à 600°C. Cette amélioration de performances a une influence significative sur le rendement des machines concernées.

**Au-delà de 600°C et jusqu'à 700°C**, on utilise des aciers austénitiques de type 18-10 avec des additions de molybdène, titane, niobium pour améliorer les caractéristiques de fluage. Il est alors nécessaire de passer la teneur en nickel jusqu'à 12 et 15% pour que l'acier conserve sa structure purement austénitique, sans ferrite qui induirait des risques de fragilisation par maintien prolongé au-delà de 650°C. Les caractéristiques de fluage varient beaucoup d'une fabrication à l'autre, étant très sensibles à l'action de très petites quantités d'oligo-éléments et donc au mode d'élaboration.

**Au-delà de 700°C**, les aciers austénitiques ne sont plus suffisants pour conserver une charge de rupture acceptable dans la plupart des applications. Il faut utiliser des «superalliages» dont le domaine d'utilisation monte à 900°C. Ces alliages doivent leur rigidité à chaud à la précipitation de carbures ou de composés intermétalliques dans une matrice constituée d'une austénite fer-chrome-nickel et éventuellement de cobalt. Dans certains de ces alliages, la base est le nickel ou le cobalt. Les éléments provoquant les précipitations durcissantes sont très souvent le molybdène, le titane, le niobium ou l'aluminium. Ces superalliages sont très nombreux et de nouvelles formulations apparaissent régulièrement. Leurs caractéristiques dépendent souvent du mode d'élaboration. En particulier la fusion sous vide a permis une nette amélioration des performances.

**Au-delà de 950°C**, il convient d'utiliser d'autres types de solutions, tels que les céramiques ou les métaux à haut point de fusion, comme le molybdène.

### Désignation

La norme européenne NF EN 10095 a défini :

- 6 nuances d'acières réfractaires ferritiques,
- 14 nuances d'acières réfractaires austénitiques,
- 1 nuance d'acier réfractaire austénoferritique,
- 5 nuances d'alliages de nickel austénitiques.

La norme précise par ailleurs que 14 nuances d'acières retenues dans les normes NF EN 10088-1 et NF EN 10028-7 peuvent être utilisées comme aciers réfractaires.

La désignation numérique est obligatoire pour les nuances d'acières définies dans les normes européennes, et facultative pour les nuances d'acières nationales ou les aciers de marque.

Les numéros d'acières établis conformément à ce système ont un nombre fixe de digits. Ils sont en conséquence mieux adaptés pour le traitement des données que les noms des aciers établis selon la partie 1 de la norme NF EN 10027.

Chaque numéro d'acier ne doit se référer qu'à une seule nuance d'acier. Un numéro alloué à une nuance d'acier ne doit pas, en principe, être alloué à une autre nuance d'acier, même si la nuance d'origine a été supprimée

Les numéros d'acières sont alloués par le Bureau Européen d'Enregistrement.

Exemple : X12CrNi23-13 ou 1.4833

- Selon la norme NF EN 10027-2

X12CrNi23-13.

Aacier avec teneur en C  $\leq$  0,15%.

Eléments d'alliage : chrome et nickel.

Teneurs moyennes 23% de chrome et 13% de nickel.

- Selon la norme NF EN 10095

1.4833.

1 : acier

48 : numéro du groupe d'acier (défini dans un tableau en fonction du type d'acier allié ou non, de sa qualité, de sa résistance ou de son analyse).

33 : numéro d'ordre.

## Résistance à l'oxydation à haute température dans l'air

L'oxydation dans l'air constitue le mode le plus classique de corrosion à chaud. La résistance à l'oxydation des aciers et alliages réfractaires résulte de la formation d'une couche d'oxyde adhérente et peu perméable.

Pour que la couche d'oxyde soit protectrice, il est indispensable que l'oxygène ne puisse être en contact avec le métal de base. Cette condition est vérifiée pour un certain nombre de métaux que l'on trouve dans les aciers et alliages réfractaires et qui sont essentiellement :

- le chrome, qui crée un oxyde unique Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- l'aluminium avec Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- le silicium avec SiO<sub>2</sub>.

Avec ces métaux, la couche d'oxyde en surface croît jusqu'à une certaine épaisseur et se stabilise, protégeant le matériau sous-jacent pour peu que l'adhérence soit

assurée et qu'il n'y ait pas d'écaillage (d'origine thermique ou mécanique).

L'addition de certains éléments peut favoriser la résistance à l'oxydation, lorsqu'ils sont ajoutés en faible, voire très faible teneur pour améliorer la tenue au fluege. On peut citer :

- le molybdène
- le tungstène
- le vanadium
- le zirconium
- le thorium
- l'yttrium.

Le molybdène doit être limité à une teneur de 5 à 6%, sous peine d'oxydation catastrophique par création d'un oxyde volatil vers 800°C. Il en va de même pour le tungstène vers 1000°C.

La teneur en vanadium soit être limitée en raison de l'oxydation catastrophique que cet élément peut engendrer dès 660°C par formation d'un oxyde fusible. Le vanadium est par ailleurs à proscrire lorsque l'alliage est exposé aux gaz de combustion de certains pétroles riches en cet élément.

Calcium, zirconium, thorium et yttrium ont un effet d'accrochage de la couche d'oxyde.

## 2.2 Aciers inoxydables

### Résistance à la corrosion

A l'exception de certains métaux précieux comme l'or ou le platine, les métaux extraits de minerais ont toujours tendance à retourner à un état combiné, s'altérant au contact de l'atmosphère, de l'eau ou de toute substance corrosive industrielle.

Les aciers dits «inoxydables» ne possèdent pas une résistance généralisée et absolue à la corrosion. Ils se présentent sous forme d'alliages ayant des aptitudes à résister à une ambiance particulière pendant une durée donnée. Leur résistance provient de leur capacité à s'auto-protéger par la formation spontanée à leur surface d'un film complexe d'oxydes et d'hydroxydes de chrome, appelé «couche passive» qui protège le substrat métallique de la corrosion généralisée et des attaques localisées. Cette couche extrêmement mince (de l'ordre de 1 à 2 $\mu$ ) rend négligeable la couche de corrosion.

Les types de corrosion les plus sévères pour les aciers inoxydables sont la corrosion par piqûres, la corrosion caverneuse et la corrosion intergranulaire.

La composition chimique des aciers inoxydables détermine leur comportement au regard de ces différents types de corrosion. Les éléments les plus influents sont le chrome (Cr), le nickel (Ni), le molybdène (Mo) et le cuivre (Cu). La faible teneur en carbone est essentielle pour préserver les propriétés mécaniques des éléments de fixation pouvant être utilisées à des températures élevées.

### Alliages fer-carbone-chrome

Le carbone mis en contact à chaud avec le chrome crée une précipitation de carbure de chrome diminuant la tenue à la corrosion. On réduit cette diminution par l'emploi de stabilisants (titane, niobium) et en diminuant le taux de carbone. Selon la composition chimique de l'alliage on obtient différents types d'aciers ayant des comportements différents.

Les aciers inoxydables peuvent être classés en quatre grandes familles possédant chacune leurs propres caractéristiques :

- les aciers inoxydables austénitiques,
- les aciers inoxydables martensitiques,
- les aciers inoxydables ferritiques,
- les aciers inoxydables austénô-ferritiques (aussi appelés «duplex»).

#### Les aciers inoxydables austénitiques (nuances A1 à A5)

Ce sont de loin les plus connus et les plus employés. Ils contiennent, outre une teneur en chrome minimale de 17%, du nickel (à hauteur de 7% ou plus) et des additions éventuelles de molybdène, titane, niobium...

Afin de réduire la susceptibilité à l'écrouissage, du cuivre peut être ajouté. Leurs caractéristiques mécaniques en traction sont généralement modestes

mais peuvent être, pour certaines nuances, considérablement accrues par écrouissage. Ils sont par contre très indiqués, de par leur absence de fragilité à basse température, pour les emplois cryogéniques.

Leur tenue à la corrosion augmente avec les teneurs en chrome et molybdène. Leur résistance à l'oxydation croît avec leur teneur en chrome : les standards à 18% de chrome résistent en atmosphère oxydante non sulfureuse jusque vers 800°C. Au-delà, il faut s'orienter vers des nuances dites «réfractaires», nettement plus alliées.

L'introduction d'éléments stabilisants tels que le titane ou le niobium permet d'éviter la corrosion intergranulaire, en particulier sur les soudures, et accroît la résistance mécanique à haute température.

#### Aciers de nuance A1

Les aciers de nuance A1 sont tout spécialement destinés à l'usinage. Du fait du haut taux de soufre contenu, ce groupe d'aciers à une résistance moindre à la corrosion que les aciers au taux de soufre normal.

#### Aciers de nuance A2

Les aciers de nuance A2 sont les plus utilisés, notamment pour les équipements de cuisine, les appareils destinés à l'industrie chimique, les éléments de fixation... Les aciers de ce groupe ne conviennent pas pour les utilisations en acide non oxydant et comprenant des agents au chlore, comme les piscines ou l'eau de mer.

#### Aciers de nuance A3

Les aciers de nuance A3 sont des aciers inoxydables stabilisés avec les mêmes propriétés que les aciers de nuance A2.

#### Aciers de nuance A4

Les aciers de nuance A4, alliés en molybdène, sont «résistants à l'acide» et donnent une meilleure résistance à la corrosion. Cette nuance est très utilisée dans l'industrie de la cellulose puisque cette nuance d'acier est développée pour l'acide sulfurique porté à ébullition (d'où le nom «résistant à l'acide»). Il convient également dans une certaine mesure aux environnements chlorés. L'A4 est aussi fréquemment utilisé par l'industrie alimentaire et la construction navale.

#### Aciers de nuance A5

Les aciers de nuance A5 sont des aciers stabilisés «résistants aux acides» avec les mêmes propriétés que les aciers de nuance A4.

#### Les aciers inoxydables martensitiques (nuances C1 à C4)

Ces aciers contiennent en général 12 à 19% de chrome, leur teneur en carbone variant de 0,08 à 1,2%. Ils peuvent contenir du nickel et du molybdène ainsi que

certains éléments d'addition tels que cuivre, titane ou vanadium. Ils sont souvent livrés à l'état recuit. Il est évidemment recommandé de les utiliser - au même titre que les aciers pour la construction mécanique - à l'état trempé revenu, représentant le meilleur compromis entre résistance à la corrosion et propriétés mécaniques. Ils présentent un intérêt certain lorsque la température de service n'excède pas 650°C (exemple des turbines de production d'énergie). Dans la pratique, on les utilise :

- soit après trempe et revenu de détente vers 200°C, ce qui permet de conserver la résistance mécanique maximale,
- soit après trempe et revenu entre 55° et 700°C, assurant ainsi un meilleur compromis résistance / résilience / tenue à la corrosion.

Ces aciers permettent d'associer une résistance à la corrosion intéressante à des propriétés mécaniques équivalentes à celles des aciers alliés de haut de gamme. Ils peuvent être écrouis pour l'obtention d'une meilleure résistance et sont magnétiques.

#### Aciers de nuance C1

Les aciers de nuance C1 ont une résistance à la corrosion limitée. Ils sont utilisés dans les pompes, les turbines et la coutellerie.

#### Aciers de nuance C3

Les aciers de nuance C3 ont une résistance à la corrosion limitée, même si elle est meilleure que celle des aciers de nuance C1. Ils sont utilisés dans les pompes et les valves.

#### Aciers de nuance C4

Les aciers de nuance C4 ont une résistance limitée à la corrosion. Ils sont destinés à l'usinage et sont, pour le reste, similaires aux aciers de nuance C1.

#### Les aciers inoxydables ferritiques (nuance F1)

Ce sont des alliages fer-chrome ou fer-molybdène dont la teneur en chrome varie de 10,5% à 28% et dont la teneur en carbone n'excède pas 0,08%. Ces aciers ne contiennent en général pas de nickel.

D'autres éléments d'addition – tels que Ti, Nb ou Zr – peuvent être introduits en vue d'améliorer certaines propriétés telles que soudabilité, résistance à la corrosion ou aptitude au formage à froid.

Les aciers ferritiques à teneur élevée en carbone (>20%) sont essentiellement utilisés pour leur résistance à la corrosion remarquable (super-ferritiques) et à l'oxydation à chaud.

Certaines nuances alliées au molybdène et/ou au titane possèdent une résistance à la corrosion comparable à celle des aciers austénitiques.

Ces aciers ne prennent pas la trempe et sont utilisés à l'état recuit. Ils sont très sensibles au grossissement de grain à haute température mais peuvent cependant être employés jusqu'à vers 800°C en atmosphère oxydante (certains au-delà). A haute température, du fait de l'absence de nickel, ils sont souvent

plus résistants aux atmosphères sulfureuses que les aciers austénitiques. Leur fragilité à basse température les destine peu aux applications cryogéniques. Contrairement aux idées reçues, le fait que cette famille d'acières soit magnétique n'est en aucun cas corrélé à une mauvaise résistance à la corrosion. Certaines nuances ont dans ce domaine des propriétés comparables, voire supérieures à celles des aciers austénitiques les plus courants.

#### Aciers de nuance F1

Les aciers de nuance F1 ne peuvent pas être écrouis normalement et devraient même dans certains cas, ne pas l'être. Les aciers de nuance F1 sont magnétiques. Les aciers de ce groupe sont normalement utilisés pour des équipements simples, à l'exception des «super-ferritiques» dont le taux de C et N est très bas. Ces aciers peuvent être utilisés dans des environnements très chlorés.

### Désignation

Le système de désignation des nuances d'acier inoxydable et des classes de qualité pour les produits de fixation est illustré dans le tableau 2.2-1. La désignation du matériau se compose de deux groupes de caractères séparés par un trait d'union. Le premier désigne la nuance d'acier, le deuxième la classe de qualité. La désignation des nuances d'acier (premier groupe) se compose d'une lettre qui désigne le groupe d'acier :

- **A** pour l'acier austénitique,
- **C** pour l'acier martensitique,
- **F** pour l'acier ferritique.

Cette lettre est suivie d'un chiffre qui désigne la variation de la composition chimique dans ce groupe d'acier.

La désignation de la classe de qualité (deuxième groupe) consiste en deux chiffres indiquant 1/10ème de la résistance à la traction de l'élément de fixation.

#### - Exemple : A2-70

Désigne un acier austénitique écrou à froid, dont la résistance minimale à la traction est de 700 N/mm<sup>2</sup> (700 MPa).

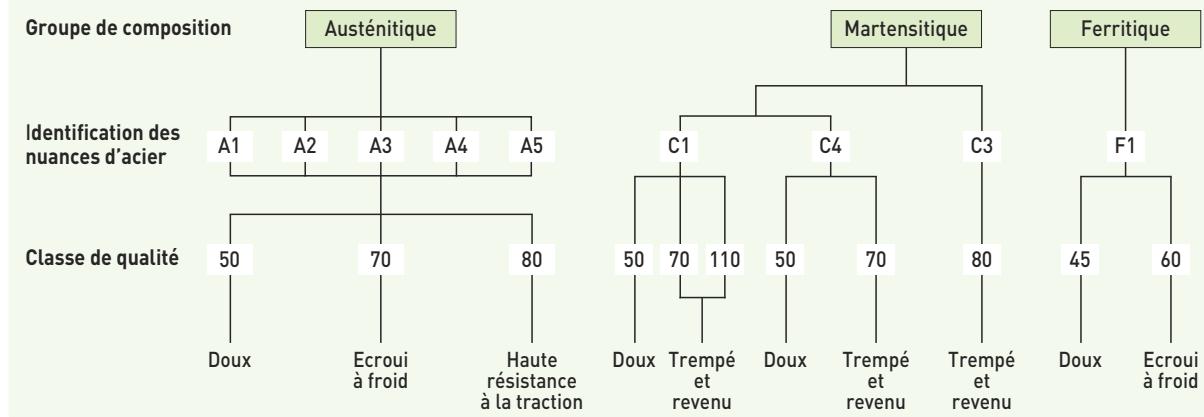
#### - Exemple : C4-70

Désigne un acier martensitique trempé et revenu, dont la résistance minimale à la traction est de 700 N/mm<sup>2</sup> (700 MPa).

**Le marquage des aciers inoxydables à faible teneur en carbone n'excédant pas 0,03% peut être complété par la lettre L : exemple A4L-80.**

**Avertissement : les normes de référence ISO 3506-1 et ISO 3506-2 sont actuellement en révision. Les nouvelles versions introduiront de nouvelles nuances notamment les aciers "Duplex".**

## 2.2-1. Système de désignation des nuances d'acier inoxydable et des classes de qualité pour les vis et goujons



## Principales caractéristiques des aciers inoxydables

2.2-2

Composition chimique (%)	Austénitiques					Martensitiques			Ferritiques F1
	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C3	C4	
C	0,12	0,1	0,08	0,08	0,08	0,09 à 0,15	0,17 à 0,25	0,06 à 0,15	0,12
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mn	6,5	2	2	2	2	1	1	1,5	1
P	0,2	0,05	0,045	0,045	0,045	0,05	0,04	0,06	0,04
S	0,15 à 0,35	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,15 à 0,35	0,03
Cr	16 à 19	15 à 20	17 à 19	16 à 18,5	16 à 18,5	11,5 à 14	16 à 18	12 à 14	15 à 18
Mo	0,7	- [5]	- [5]	2 à 3	2 à 3	-	-	0,6	- [6]
Ni	5 à 10	8 à 19	9 à 12	10 à 15	10,5 à 14	1	1,5 à 2,5	1	1
Cu	1,7 à 2,25	4	1	1	1	-	-	-	-
Notes	[2] [3] [4]	[7] [8]	[9]	[8] [10]	[9] [10]	[10]		[2] [10]	[11] [12]

1. Sauf indications contraires, les valeurs sont maximales.
2. Le soufre peut être remplacé par le sélénium.
3. Si Ni < 8%, le Mn doit être de 5%.
4. Pas de limite de Cu pourvu que Ni > 8%.
5. Le fabricant peut choisir d'inclure du Mo. Toutefois si certaines applications exigent une limitation, elle doit être stipulée à la commande.
6. Le fabricant peut choisir d'exclure du Mo.
7. Si Cr < 17%, le Ni doit être de 12% minimum.
8. Pour les aciers austénitiques au C maximum de 0,03%, la teneur en azote est limitée à 22%.
9. Doit contenir du Ti ≥ 5xC jusqu'à 0,8% maximum pour stabilisation et doit être marqué selon ce tableau ou doit contenir du niobium (colombium) et/ou du tantale ≥ 10xC jusqu'à 1% maximum pour stabilisation et être marqué selon ce tableau.
10. Le fabricant peut choisir d'augmenter la teneur en carbone lorsque que l'obtention des caractéristiques mécaniques pour les diamètres supérieurs l'exige ne doit pas dépasser 0,12% pour les aciers austénitiques.
11. Peut contenir du Ti ≥ 5xC jusqu'à 0,8% maximum.
12. Peut contenir du niobium (colombium) et/ou du tantale ≥ 10xC jusqu'à 1% maximum.

Aciers inoxydables	Ferritiques et semi-ferritiques	Austénitiques					Martensitiques	A durcissement structural	Réfractaires
		Sans molybdène	Avec molybdène	Stabilisés	A bas taux de carbone	Austéno-ferritiques			
<b>Exemples de nuances d'aciers inoxydables</b>									
NFA	Z8C17	Z6CN18-10	Z6CND17-11	Z6CNT8-10	Z3CN18-10	Z5CND27-05Az	Z20C13	Z7CNU17-04	Z12CN25-20
DIN	1.4016								
AISI	430								
<b>Caractéristiques mécaniques</b>									
Résistance Rm	++	++	++	++	+	+++	+++	++++	++
Résistance Re	++	+	+	+	+	++	+++	++++	++
Dureté	+++	+	+	+	+	+++	++++	-	-
Résilience	+	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	++
Usinabilité	++	+	+	+	+	+	+++	+	+
Soudabilité	+	++	++	++	+++	++	-	-	++
Trempabilité	+	+	+	+	-	+	+++	+	+
Amagnétisme	-	+	+++	+	+	-	-	-	-
<b>Résistance à la corrosion</b>									
A froid	+	+++	+	+++	++	++	++	++++	+++
A température ambiante	+	++	+++	+++	++	+++	+++	++++	+++
A chaud	+	+	+	++	++	+++	+++	++++	++++
Aux piqûres	+	+	+++	+	+	+++	-	+++	+++
Intergranulaire	+	-	-	+++	+++	-	-	+++	+++
Sous contrainte	+	-	-	-	-	+++	-	+++	+++

- mauvais, + faible, ++ modéré, +++ bon, ++++ élevé, +++++ excellent

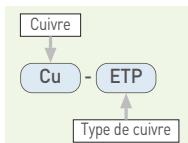
## 2.3 Métaux non ferreux

### Cuivre et alliages de cuivre

#### Cuivres affinés (NF A 51-050)

Les cuivres non alliés ont une teneur minimale en cuivre de 99,85% de la masse. Leur désignation ISO comporte le symbole chimique international de l'élément [Cu], suivi d'une série de caractères alphabétiques majuscules se référant au type de cuivre :

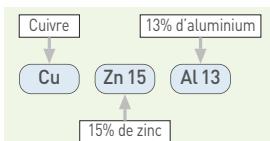
- **ETP** : affiné électrolytiquement, non désoxydé, à conductivité garantie,
- **FRHC** : affiné thermiquement, non désoxydé, à conductivité garantie,
- **FRTP** : affiné thermiquement, à conductivité non garantie,
- **DHP** : affiné thermiquement ou électrolytiquement, phosphore résiduel fort,
- **DLP** : affiné thermiquement ou électrolytiquement, phosphore résiduel faible,
- **OF** : désoxydé,
- **OFE** : exempt d'oxygène, de haute pureté.



#### Exemple : Cu-ETP

#### Alliages de cuivre (NF A 02-009)

La désignation des alliages de cuivre comporte le symbole chimique international Cu, suivi des symboles des éléments d'alliage et d'un nombre entier indiquant leur teneur en %.



#### Exemple : Cu Zn 15 Al 13

Propriétés : plus grande dureté que le cuivre affiné, meilleure usinabilité facilitant la mise en forme.

Si la teneur en élément d'alliage est inférieure à 1% elle n'est pas indiquée sauf pour distinguer deux nuances voisines, par exemple Cu Ag 0,05 et Cu Ag 0,1.

#### Cuivres alliés

Les alliages de cuivre sont appelés par le mot cupro associé à l'élément principal d'alliage (par exemple Cu Be 2 est un cupro-béryllium) sauf pour les alliages courants :

- laitons (cuivre-zinc),
- bronzes (cuivre-étain),
- maillechorts (cuivre-nickel-zinc),
- cupro-nickels (cuivre-nickel),
- zamak (cuivre-zinc-aluminium-manganèse) ...

### Alliages de nickel

La désignation des alliages de nickel reprend le même principe que celui des alliages de cuivre.

#### Exemple : Ni Mo 16 Cr 15 W

Alliage de nickel à 16% de molybdène, 15,5% de chrome, 4,00% de tungstène (autres éléments : C ≤ 0,02 - Co ≤ 2,50 - Mn ≤ 1,00 - Fe ≤ 4,00).

Propriétés : excellente tenue à la corrosion.

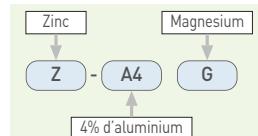
### Autres alliages non ferreux

#### Alliages de zinc (NF A 02-004)

#### Exemple : Z-A4 G

Alliage de zinc à l'aluminium (4%) et au magnésium : désignation courante du zamak 3.

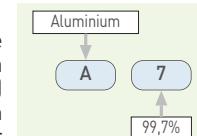
La norme NF A 02-004 n'est officiellement plus utilisée pour désigner les alliages d'aluminium corroyés (voir paragraphe «Produits corroyés»).



#### Aluminums affinés (NF A 02-004)

La désignation d'un métal pur se fait par un groupe de lettres (symboles AFNOR) qui correspondent à ce métal, suivi d'un groupe de chiffres (de 0 à 99) qui indiquent l'indice de pureté chimique, selon un échelonnement particulier à chaque métal : A7 pour un aluminium à 99,7%.

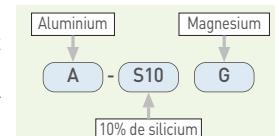
#### Exemple : A7



#### Alliages d'aluminium (NF A 02-004)

La désignation d'un alliage se fait par deux groupes de lettres et de chiffres :

- une lettre (ou des lettres) désigne(nt) le métal de base,
- un deuxième groupe séparé du premier par un tiret, comporte les lettres symbolisant les principaux éléments d'addition, respectivement suivis par des nombres indiquant les valeurs nominales de ces éléments.



#### Exemple : A-S10 G

Alliage d'aluminium de fonderie au magnésium (G) à 10% de silicium (S10).

## Produits corroyés (NF EN 573-2 et NF A 02-121/1994)

### • Aluminium non allié corroyé

Toutes les indications doivent être placées entre crochets et suivre la désignation à quatre chiffres. La lettre W doit être séparée de la désignation qui suit par un tiret.

**Exemple : EN AW-1199[Al 99,99]**

- EN : préfixe,
- AW : produit corroyé,
- 1199 : composition chimique,
- [Al 99,99] : désignation chimique facultative indiquant la teneur nominale de l'élément considéré.

### • Alliage d'aluminium corroyé

Lorsqu'il est nécessaire de faire figurer plusieurs éléments d'addition, ces derniers sont ordonnés par teneurs nominales décroissantes ou par ordre alphabétique s'ils sont de même teneur.

**Exemple : EN AW-6061[Al Mg1 Si Cu]**

### • Alliage d'aluminium à haute pureté

Il est nécessaire d'indiquer en clair la teneur spécifiée élevée.

**Exemple : EN AW-5305[Al 99,85 Mg1]**

## Composition chimique des produits corroyés

Système de désignation numérique (système à quatre chiffres).

### Groupe d'alliages

Le premier des quatre chiffres indique le groupe d'alliage comme suit :

- aluminium à 99,0% minimum et plus : 1xxx (série 1000)
- alliages d'aluminium groupés par éléments d'addition principaux :

2.3-1

Série	Désignation	Elément d'alliage principal	Phase principale présente dans l'alliage
1000	1xxx	Aluminium (Al) : 99% minimum	
2000	2xxx	Cuivre (Cu)	Al <sub>2</sub> Cu - Al <sub>2</sub> CuMg
3000	3xxx	Manganèse (Mn)	Al <sub>6</sub> Mn
4000	4xxx	Silicium (Si)	
5000	5xxx	Magnésium (Mg)	Al <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub>
6000	6xxx	Magnésium et silicium	Mg <sub>2</sub> Si
7000	7xxx	Zinc (Zn)	MgZn <sub>2</sub>
8000	8xxx	Autres éléments	
9000	-	Non utilisé	

## Groupe 1xxx

Le deuxième chiffre indique les modifications dans les limites d'impuretés ou dans les éléments d'addition.

Si le deuxième chiffre est un zéro, il s'agit d'un aluminium non allié ayant des limites d'impuretés naturelles. Les chiffres 1 à 9 indiquent un contrôle spécial d'une ou plusieurs impuretés ou éléments d'addition particuliers.

Les troisièmes et quatrièmes chiffres indiquent le pourcentage minimum d'aluminium. Les deux derniers chiffres donnent la teneur en aluminium minimale au dessus de 99% à 0,01% près. Par exemple l'alliage 1350 contient au moins 99,50% d'aluminium.

## Groupes 2xxx à 8xxx

Dans ces groupes, le deuxième chiffre indique les modifications de l'alliage. Si le deuxième chiffre est un zéro, il s'agit de l'alliage original. Les chiffres 1 à 9 qui sont attribués consécutivement, indiquent les modifications de l'alliage.

Les troisièmes et quatrièmes chiffres n'ont pas de signification spéciale mais servent seulement à identifier les différents alliages d'aluminium dans le groupe.

**Nota : il existe un système numérique de désignation similaire pour les alliages d'aluminium de fonderie.**

## Etats métallurgiques des métaux et alliages non ferreux corroyés

(NF A 02-006 à 008)

Il est possible d'utiliser deux modes de désignation des états métallurgiques : l'indice de résistance qui indique la valeur minimale de la résistance à la traction du produit,

- le symbole caractérisant les traitements thermiques et/ou mécaniques subis par le métal.

### Indice de résistance

Il est composé de la lettre R et d'un ou deux chiffres qui indiquent la résistance à la traction minimale par 1/10 de sa valeur en N/mm<sup>2</sup>. Cette valeur est arrondie au nombre entier supérieur lorsque le dernier chiffre est égal ou supérieur à 5. Le cas échéant, une lettre complémentaire A (pour distinguer deux pièces ayant même résistance à la traction mais une limite élastique ou un allongement plus élevé) ou la lettre L (laqué).

**Exemple : 6060 R19**

Alliage d'aluminium corroyé (A GS) avec Rm mini = 190 N/mm<sup>2</sup>.

### Symbolle caractérisant le traitement

Il est composé :

- de l'état métallurgique de base (lettre F, M, O, H, T ou W),
- du moyen principal d'obtenir cet état (subdivisions en un ou plusieurs chiffres),

- des variantes conventionnelles en fin de désignation (voir ci-après).

**Exemple : Cu Sn P H13**

Alliage de cuivre écroui, obtenu par écrouissage, de bonne résistance.

#### Symbol de l'état métallurgique de base

- **F** : état brut de fabrication. Etat d'un produit obtenu par déformation plastique sans que ses caractéristiques mécaniques soient définies,
- **M** : état brut de fabrication (pour cuivre et alliages de cuivre). Etat d'un produit obtenu par déformation plastique sans que ses caractéristiques mécaniques soient définies,
- **O** : état recuit. Etat d'un produit corroyé ayant subi un recuit complet,
- **H** : état écroui : état d'un produit ayant subi des déformations plastiques en vue de lui conférer des caractéristiques mécaniques déterminées,

- **T** : état durci par traitements thermiques. Les traitements thermiques considérés sont des combinaisons de tout ou partie de l'ensemble des traitements suivants : mise en solution (séparée ou non), trempe, maturation, revenu, avec application éventuelle de déformations plastiques,

- **W** : mise en solution (trempé).

Dans le cas des aluminiums et alliages d'aluminium, les états de base **F** et **O** ne comportent pas de subdivision.

Pour les cuivres et alliages de cuivre, l'état **M** comporte des subdivisions qui permettent de différencier les états bruts de presse (1, 2 ou 3), l'état **O** comporte des subdivisions liées à la grosseur du grain (**O** et **OS**) ou liées à l'aptitude à l'emboutissage (**OX**).

Les tableaux 2.3-2, 2.3-3 et 2.3-4 reprennent les subdivisions des états **H** et **T**, les plus utilisées.

## Subdivisions des états **H** et **T**, les plus utilisées

### Cuivres et alliages de cuivre

2.3-2

Symbol	Première subdivision	Définition	Deuxième subdivision
<b>H</b>	<b>1</b>	Ecrouissage seul.	Les chiffres 1, 2, 3..., désignation choisie dans l'ordre numérique et pour l'ordre croissant des valeurs de résistance mécanique du métal.
	<b>2</b>	Ecrouissage seul suivi d'un recuit partiel.	
	<b>3</b>	Ecrouissage suivi d'un traitement de détente.	

2.3-3

Symbol	Première subdivision	Définition
<b>T</b>	<b>A</b>	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée.
	<b>B</b>	Mise en solution et trempe.
	<b>C</b>	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée et déformation à froid.
	<b>D</b>	Mise en solution, trempe et déformation à froid.
	<b>E</b>	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée et revenu.
	<b>F</b>	Mise en solution, trempe et revenu.
	<b>G</b>	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée, déformation à froid et revenu.
	<b>H</b>	Mise en solution, trempe, déformation à froid et revenu.
	<b>K</b>	Refroidissement contrôlé après fabrication à température élevée, revenu et déformation à froid.
	<b>L</b>	Mise en solution, trempe, revenu et déformation à froid.

## Aluminums et alliages d'aluminium

2.3-4

Symbol	Première subdivision	Définition	Deuxième subdivision	Définition
H	1	Ecrouissage seul.	2	Etat 1/4 dur
	2	Ecrouissage seul suivi d'un recuit partiel.	4	Etat 1/2 dur
	3	Ecrouissage suivi d'un traitement de détente.	6	Etat 3/4dur
			8	Etat dur
			9	Etat extra-dur
T	1	Refroidi après transformation à chaud et mûri.	1	Revenu favorisant la ductibilité
	2	Refroidi après transformation à chaud, écroui et mûri.	6	Revenu favorisant la résistance
	3	Mise en solution séparée, trempé, écroui et mûri.		
	4	Mise en solution séparée, trempé et mûri.	51	Relaxation par traction contrôlée
	5	Refroidi après transformation à chaud et revenu.	52	Relaxation par compression contrôlée
	6	Mise en solution séparée, trempé et revenu.	53	Relaxation par traction-compression
	7	Mise en solution séparée, trempé et sur-revenu.		
	8	Mise en solution séparée, trempé, écroui et revenu.		
	9	Mise en solution séparée, trempé, revenu et écroui.		
	10	Refroidi après transformation à chaud, écroui et revenu.		

## Modes d'obtention et états de livraison des métaux et alliages non ferreux moulés en fonction de leur traitement thermique (NF A 02-002)

2.3-5

Mode d'obtention		Etat de livraison	
Y0	Non défini.	0	Aucun traitement ou non spécifié.
Y1	Lingot.	1	Recuit.
Y2	Sable.	2	Trempé.
Y3	Coquille par gravité.	3	Trempé et revenu.
Y4	Sous pression.	4	Trempé et mûri.
Y5	Par concréfaction.	5	Stabilisé.
Y6		6	Trempé et stabilisé.
Y7	Coulée continue.	7	
Y8	Centrifugation.	8	
Y9	Suivant prescription.	9	Suivant prescription.

## 2.4 Matériaux thermoplastiques et thermodurcissables

2.4-1

### Matières thermoplastiques

Les matières thermoplastiques se ramollissent sous l'action de la chaleur et durcissent en se refroidissant de façon réversible. Elles sont réutilisables.

Nuances et symboles	TLU <sup>[a]</sup>	T°C fusion <sup>[b]</sup>	TRP <sup>[c]</sup>	R <sub>m</sub> [MPa] <sup>[d]</sup>	E [MPa] <sup>[e]</sup>	Densité g/cm <sup>3</sup> <sup>[f]</sup>	Usinage <sup>[g]</sup>	Montage <sup>[h]</sup>	Utilisations
Acétate de cellulose : CA	60	260	4	30-60	2000	1,3	3	4	Jouets. Emballages.
Acrylonitrile butadiène styrène : ABS	70	150	2	18-65	2500	1,05	4	3	Carrosserie automobile. Jouets. Armoires de toilette. Planches à voile.
Polyamide (nylon) : PA 6.6	120	260	1	65	1100-2800	1,1	4	4	Roues. Engrenages. Coussinets. Clipsage.
Polycarbonate : PC	120	240	4	60	2240	1,05	4	2	Visières de casques. Vitres de sécurité. Biberons.
Polyéthylène haute densité : PEHD	80	130	2-3	25-39	500-1100	0,95	4	4	Films agricoles. Rails de glissement. Tuyaux souples. Flacons. Bidons.
Polyméthacrylate de méthyle : PMMA (plexiglas)	90	140	4	49-77	3200	1,15	4	4	Plaques pour vitres. Hublots. Optique. Eclairage automobile (plexiglas).
Polyoxyméthylène / Polyacétal : POM	110	165	1	70	3000	1,41	4	2	Eléments de machine. Robinets. Engrenages.
Polypropylène :	80	170	1-4	31	1200	0,9	4	4	Tuyaux. Gaines. Cordes. Films alimentaires.
Polytétrafluoroéthylène : PTFE (teflon)	260	320	-	14-50	2700-7500	2,1	4	-	Bagues. Patins de glissement. Joints. Tuyauterie.
Polychlorure de vinyle : PVC souple	35		1-4	10-20	25		-	-	Tubes. Tuyaux. Gaines de fils électriques.
	50	200	1-4	50	2830	1,38	3	3	Gouttières. Fenêtres. Flacons.

(a) TLU : température limite d'utilisation (b) TF : température de fusion (c) TRP : transparence (d) R<sub>m</sub> (e) E : module d'élasticité de Young (f) D : densité (g) Usinage (h) Montage (g) 1 : difficile / (g) 2 : possible / (g) 3 : moyen / (g) 4 : bon (h) 1 : difficile / (h) 2 : possible / (h) 3 : moyen / (h) 4 : bon.

2.4-2

### Matières thermodurcissables

Les matières thermodurcissables se ramollissent sous l'action de la chaleur et durcissent en se refroidissant de façon irréversible. Elles ne sont pas réutilisables.

Nuances et symboles	TLU <sup>[a]</sup>	TRP <sup>[b]</sup>	R <sub>m</sub> [MPa] <sup>[c]</sup>	E [MPa] <sup>[c]</sup>	Usinage <sup>[d]</sup>	Montage <sup>[d]</sup>	Utilisations
Polyépoxydes : EP	120	2	28	2400	3	3	Jouets. Emballages.
Phénoplaste : PF	120	1	30	7000	3	4	Carrosserie automobile. Jouets. Armoires de toilette. Planches à voile.
Polyester : UP	150	1	30	700	3	4	Roues. Engrenages. Coussinets. Clipsage.
Polyuréthane : PUR, rigide	105	2	1,2	700	4	-	Visières de casques. Vitres de sécurité. Biberons.
Silicone : SI	220	1	7	-	2	1	Films agricoles. Rails de glissement. Tuyaux souples. Flacons. Bidons.

(a) TLU : température limite d'utilisation (b) TRP : transparence (c) E : module d'élasticité de Young (d) 1 : difficile / (d) 2 : possible / (d) 3 : moyen / (d) 4 : bon

## Classement alphabétique des symboles usuels

### Matières thermoplastiques

ABS	Polyacrylonitrile-butadiène-styrène
AMMA	Polyacrylonitrile-méthacrylate de méthyle
ASA	Polyacrylonitrile-styrène-acrylate
C	Cellulose
CA	Acétate de cellulose
CAB	Acétobutyrate de cellulose
CAP	Acétopropianate de cellulose
CMC	Carboxyméthyl-cellulose
CN	Nitrate de cellulose
CP	Propriionate de cellulose
CS	Caséine
EC	Ethyl-cellulose
EVAC	Polyéthylène-acétate de vinyle
FEP	Polyéthylène-propylène perfluoré
MBS ou SBMMA	Polystyrène-butadiène-méthacrylate de méthyle
PA	Polyamide
PAN	Polyacrylonitrile
PB	Polybutène-1 ou polybutilène
PBTP	Polybutylène téréphthalate
PC	Polycarbonate
PCTFE	Polychlorotrifluoréthylène
PE	Polyéthylène
PEBD	Polyéthylène basse densité
PEHD	Polyéthylène haute densité
PEOX	Polyoxyéthylène
PET	Polyéthylène téréphthalate
PMMA	Polyméthacrylate de méthyle
PMP	Polyméthyl-4-pentène-1
POM	Polyoxyméthylène / Polyacétal [Delrin]

PP	Polypropylène
PPO	Polyoxyphénylène
PPOX	Polyoxypropylène
PPS	Polysulfure de phénylène
PS	Polystyrène
PSU	Polysulfone
PTFE	Polytétrafluoroéthylène
PVA	Polyacétal de vinyle
PVAC	Polyacétate de vinyle
PVAL	Polyalcool de vinyle
PVB	Polybutyral de vinyle
PVC	Polychlorure de vinyle
PVDC	Polychlorure de vinylidène
PVDF	Polyfluorure de vinylidène
PVF	Poly fluorure de vinyle
PVFM	Polyformal de vinyle
PVK	Polycarbazol de vinyle
PVP	Polypyrrolidone de vinyle
SAN	Polystyrène-acrylonitrile
SBMMA	Polystyrène-butadiène-méthacrylate de méthyle
SMS	Polystyrène-méthylstyrène
VCE	Polychlorure de vinyle-éthylène
VCEMA	Polychlorure de vinyle-éthylène-acrylate de méthyle
VCMA	Polychlorure de vinyle-acrylate de méthyle
VCVAC	Polychlorure de vinyle-acétate de vinyle
VCCDC	Polychlorure de vinyle-chlorure de vinylidène

### Matières thermodurcissables

CF	Crésol-formol
EP	Polyépoxyde
MF	Mélamine-formol
PDAP	Polyphthalate de dialyne
PF	Phénol-formol
PI	Polyimide
PPX	Polyparaxylène
PUR	Polyuréthane
SEMP	Polymaléate-phtalate d'éthylène réticulé par le styrène silicone
SI	Silicone
UF	Urée-formol
UP	Polyester insaturé

# Maurin Fixation

La référence en produits de fixation

## Gamme industrie



## Gamme bâtiment et infrastructure



## Fabrication pièces spéciales



**100 000**  
références gérées

**8 000 t**  
de stock

**8** agences  
de proximité

**1** plateforme  
supply chain



Retrouvez l'ensemble de nos gammes  
sur notre site  
**[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)**

Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**  
Ch. 8 - **Vocabulaire du métier  
de la fixation**

**TECHNIQUE AVANCÉE**  
Ch. 6 - **Profil d'un élément  
fileté**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**  
Ch. 12 - **Usages de la profession  
et préconisations générales**  
Ch. 13 - **PPM et SPC**

# 3

## Process de fabrication des fixations

## 3.0 Process de frappe à froid

### Principe

La frappe à froid est un process à haute vitesse où le fil machine (préalablement préparé par phosphatation) est découpé à longueur, puis déplacé à travers une succession d'outils et filières, déformant le lopin en diamètre et longueur / figure 3.0-1.

Durant les opérations, le métal est proche de sa limite élastique et conserve sa forme modifiée en sortie de filière. On ne s'approche pas de la résistance limite à la traction du métal pour éviter les ruptures.

Il existe de nombreux types de machines, adaptés aux pièces à produire :

- capacité de diamètre (2 mm à 48 mm),
- capacité de longueur (2 mm à 300 mm et plus),
- force de frappe (de 5 tonnes à 1600 tonnes),
- type de transfert : «universel», «parallèle» ou «prise-mouvement-place»,
- les machines de frappe peuvent être à 2, 3, 4 ,5 voir 6 frappes simultanées, assorties à un nombre de filières variable (1 à 6).

### Quelques chiffres qui parlent ...

Une machine de frappe est une grosse presse horizontale qui coûte de 300 000 à 1 million d'euros.

La cadence de production est très élevée : elle peut frapper de 20 coups/minuttes [vis en acier inoxydable de gros diamètre par exemple] jusqu'à 800 coups/minuttes [vis pour matériaux tendres de diamètre 4 mm par exemple], et donc de fabriquer jusqu'à 800 fixations par minute.

La production d'une machine de frappe est de l'ordre de 1 à 10 tonnes de fixations par jour.



Source illustrations: National Machinery.



3.0-1  
Déformation  
du lopin



3.0-2  
Guidage du fil :  
introduction



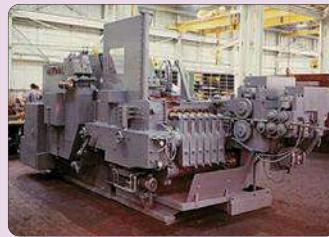
3.0-3  
Guidage du fil :  
transfert



3.0-6 6 filières  
et 6 frappes



3.0-4 6 filières et 6 frappes «Formax»



3.0-5 6 filières et 6 frappes

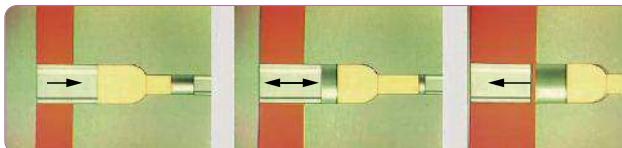


3.0-7 Bobine de fil

## Principales étapes

La frappe à froid d'un matériau donné est conditionnée par les propriétés mécaniques de celui-ci. Ces propriétés déterminent les «règles» pour former les pièces, toutes basées sur trois méthodes de base.

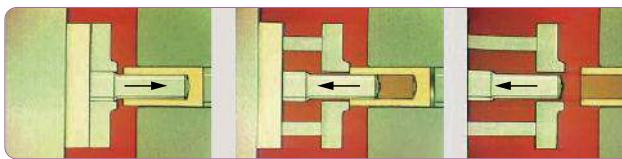
3.0-8



### Extrusion (filage) avant

Méthode pour réduire le diamètre, où le pourcentage de réduction est libre ou limité par la capacité du matériau à entrer dans une filière de diamètre plus faible.

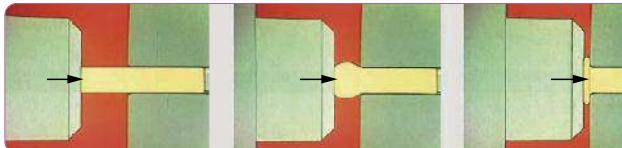
3.0-9



### Extrusion (filage) arrière

Méthode pour réaliser des trous, où le matériau est poussé en arrière autour d'un outil pénétrant (formation d'empreinte)

3.0-10



### Compression (refoulement)

Méthode pour former la tête des fixations : un volume de matière prédéfini sur lopin est compressé sur la face de la matrice, de forme plate ou spécifique en fonction de la forme de tête souhaitée.

## 3.0-11 Exemple de gamme de déformation à froid



Découpage  
du fil pour  
obtention  
d'un lopin

Opération de  
frappe pour  
formation du  
corps et fût  
de la vis

Ebauche  
de la tête  
de vis et  
marquage

Découpe du  
six pans et  
formation  
du pas de vis

## 3.1 Process de frappe à chaud (forge)

### Principe

La frappe à chaud est un process à faible cadence, où l'on déforme un lopin préalablement chauffé par induction électrique afin d'en faciliter sa transformation à la presse. C'est une sorte d'estampage pour lequel on utilise de grandes presses à vis qui ont l'avantage d'avoir un effet combiné de frappe et de pression. La première phase de l'opération de frappe provoque l'écoulement de la matière. La pression qui suit assure le remplissage complet du moule.

Cette technique est surtout utilisée pour des petites séries et des pièces de grandes dimensions. Elle est aussi utilisée quand on cherche à obtenir des pièces de grande résistance. En effet, la déformation ayant lieu à chaud, lorsque la matière est malléable, on diminue les risques de tapure de frappe.

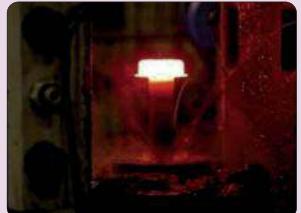
Avantages de la forge à chaud :

- des tolérances serrées se rapprochant de la frappe à froid,
- un outillage souvent unique pour faire l'ébauche et la finition de la forme,
- des temps de montages courts pour des séries économiquement inférieures à 500 pièces et des délais très courts,
- la possibilité de travailler tous les types d'acier,
- la capacité de forger les vis de gros diamètre et les ébauches de pièces diverses pour les usineurs.

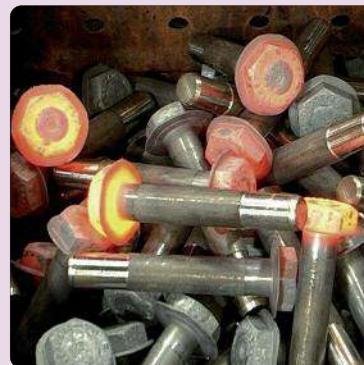
Si la commande le précise, des essais réalisés par des organismes reconnus (CETIM, etc) valident les résultats obtenus.



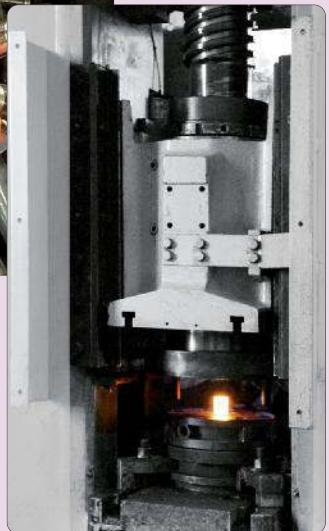
3.1-1 Chauffage du lopin



3.1-2 Formation d'une tête de vis



3.1-3 Lot en sortie de forge



3.1-4  
Forge à chaud  
en exploitation

## 3.2 Process de découpage / emboutissage

### Découpage

L'opération consiste à découper, en partant d'un métal en feuille (en flan ou en rouleau), des pièces comportant un contour déterminé (avec ajours et pliage éventuellement), au moyen d'une presse équipée d'outillages spéciaux.

C'est le procédé le moins coûteux et le plus rapide pour obtenir un profil donné dans un produit plat.

Les progrès obtenus dans la technique du découpage permettent fréquemment de réaliser simultanément des opérations telles que cambrage, encochage, roulage, pliage, poinçonnage, en automatique.

Les cadences varient en fonction de la pièce à produire. Elles peuvent être de quelques dizaines à plus de 1000 coups/minute. A titre d'exemple, il est possible de citer en pièces types : les contacts électriques, les rotors et stators de moteurs électriques, les charnières, les rondelles plates...

### Emboutissage

L'emboutissage consiste à faire subir à une feuille ou un flan de métal, une déformation permanente et progressive par des moyens mécaniques, en vue d'obtenir une pièce à surface non développable.

L'opération est réalisée sur une presse mécanique ou hydraulique, équipée d'outillages spéciaux qui peuvent, dans certains cas, combiner plusieurs fonctions.

Parmi les exemples les plus caractéristiques, citons : la carrosserie automobile, la cocotte minute, les casques, les rondelles coniques...

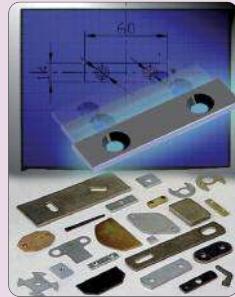
### Découpe laser

Le découpage laser est un procédé de fabrication qui utilise un laser pour découper la matière (métal, bois...) grâce à la grande quantité d'énergie concentrée sur une très faible surface.

En général, le laser est pulsé (source de type YAG) ou continu (source CO<sub>2</sub>). Actuellement, les lasers à source CO<sub>2</sub> sont largement majoritaires en France. Ils permettent en effet de découper beaucoup plus de matériaux et à une vitesse plus élevée que les lasers pulsés. Les lasers utilisés couramment ont une puissance de 1500 watts mais les sources peuvent varier de quelques watts à plus de 4 kW. La puissance doit être adaptée en fonction du matériau et de l'épaisseur à découper.



3.2-1. Presse de découpe



3.2-2 Pièces découpées

Ce procédé permet une découpe précise, nette et rapide de nombreux matériaux jusqu'à 20 mm. La découpe se fait sans effort sur la pièce et la zone affectée thermiquement (ZAT) est assez faible (de l'ordre de 5/10 de mm sur les métaux) ce qui permet d'avoir des pièces très peu déformées. La réalisation de trou est facile mais leur diamètre doit être au moins égal à l'épaisseur de la tôle. Dans certains cas, il est nécessaire d'utiliser un gaz additionnel dans la zone de découpage pour en améliorer l'efficacité. Certains matériaux, comme l'aluminium ou le cuivre, sont toutefois plus durs à découper au laser à cause de leur fort pouvoir réfléchissant. Souvent, il est aussi possible de graver (texte, etc.) avec la même machine.

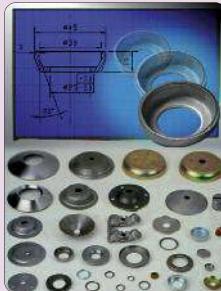
Le découpage laser a été utilisé dans l'industrie à partir des années 1980. Depuis il s'est répandu et banalisé. Dans le secteur de la transformation des métaux, il est complémentaire d'autres procédés comme le découpage par poinçonnage. Alors que celui-ci est tributaire de la forme de l'outil utilisé, le découpage laser permet de faire varier à volonté la forme découpée. A cette fin, les machines de découpe laser sont programmables. Les performances de la découpe laser sont en constante évolution : diversification des matériaux métalliques (acières, puis alliages d'aluminium,...) et augmentation de l'épaisseur de la tôle découpable, jusqu'à plusieurs centimètres. Ces évolutions sont liées notamment aux progrès réalisés en matière de sources laser.



3.2-6 Équipement de découpe laser

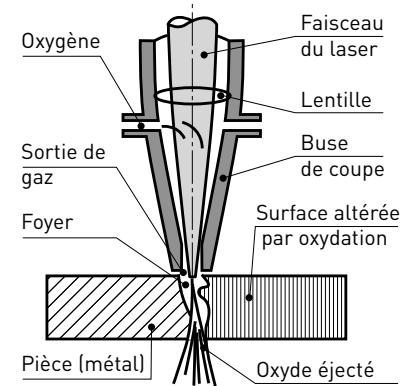


3.2-4 Presse d'emboutissage



3.2-3 Pièces embouties

#### D'après INDUSTRIE & TECHNIQUES



3.2-5  
Schéma de principe  
de la découpe laser

## 3.3 Process par frittage

### Frittage

Le procédé consiste à :

- préparer une poudre ou un mélange de poudre généralement métallique,
- comprimer cette poudre dans un moule (phase de compression / figure 3.3-1),
- chauffer dans un four sous vide ou à atmosphère contrôlée à une température inférieure à celle de l'élément principal (phase de frittage).

### Epaulement et dépouilles

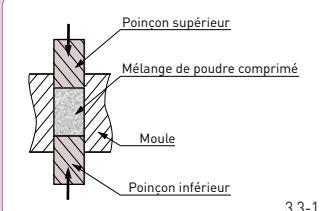
Pour les pièces non épaulées, la dépouille n'est pas nécessaire (les forces d'éjection sont supérieures aux forces de frottement) (figure 3.3-2). Pour les pièces épaulées ou comportant des embrèvements, des dépouilles minimales de  $3^\circ$  sont nécessaires (figure 3.3-3).

### Chanfreins

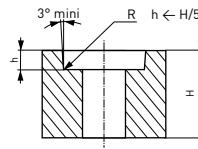
Casser l'angle vif par un méplat de 0,1 (la fragilité des poinçons est diminuée) (figure 3.3-4). De préférence choisir des chanfreins à  $60^\circ$  (figure 3.3-5).

### Rayons

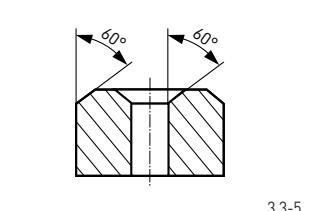
Comme pour les chanfreins, on réalise un méplat de 0,1 (figure 3.3-6). Le dessinateur peut exécuter des rayons tangents à la face et au cylindre en lieu et place des chanfreins (figure 3.3-7).



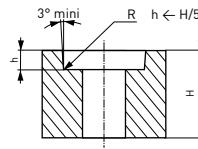
3.3-1



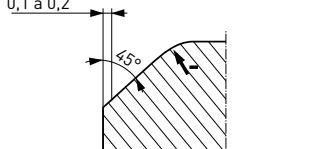
3.3-2



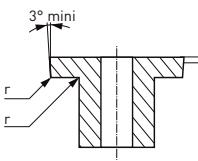
3.3-5



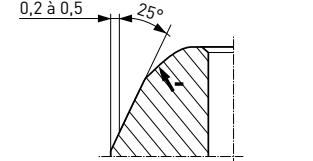
3.3-3



3.3-6



3.3-4



3.3-7

D'après la Fédération des Chambres Syndicales des Minéraux et des Métaux non ferreux.

## 3.4 Process par estampage et matriçage

Le terme d'estampage s'applique au forgeage mécanique des aciers. Le terme de matriçage s'applique au forgeage mécanique des métaux non ferreux.

L'orientation du fibrage est la particularité du process d'estampage/matriçage, ce qui améliore la tenue mécanique des pièces par rapport à un process de moulage. Cette amélioration nécessite d'orienter le fibrage en fonction des directions des contraintes auxquelles les pièces seront soumises.

Le procédé consiste à chauffer un lopin de métal à une température adaptée et à l'écraser entre deux matrices gravées conformément aux formes définitives à obtenir. Il nécessite de lourds investissements et des outillages onéreux (tableau 3.4-1).

La dépoile est l'angle que font les parois de la matrice avec la direction de son déplacement. Elle aide le métal à pénétrer au fond des gravures et facilite l'extraction de la pièce.

### Variation de section

Il convient de raccorder les différentes sections de la pièce par des congés.

Les variations brusques de sections voisines sont à éviter car elles sont la cause de difficultés de réalisation et de pertes de métal qui se transforment en bavures. Dans ce cas, l'ébauche ne peut épouser la forme de la matrice de finition. Une forme conçue avec des arrondis les plus grands possibles permet un bon écoulement du métal au moment du forgeage et assure une durée de vie optimisée aux outillages.

### Arrondi d'arêtes saillantes (tableau 3.4-2)

Plus les rayons sont faibles, plus il faut appliquer un effort de forgeage important et plus il existe un risque de dégrader les matrices.

### Rayon des noyaux (tableau 3.4-3)

La pénétration d'un noyau de matrice en forgeage provoque un mouvement de métal où celui-ci est géné dans son expansion par une paroi latérale. Après remplissage, il peut se produire une crique ou une amorce de crique. C'est la

3.4-1

Engin	Dépoile intérieure			Dépoile extérieure		
	Pente	Angle	Domaine	Pente	Angle	Domaine
Pilon			Valeur normale	16%	9°	Pour nervures de forte hauteur
	16%	9°	Pour noyaux de faible hauteur	10%	6°	Valeur normale
	10%	6°		5%	3°	Pour pièces de révolution de faible hauteur
Presse à forger verticale	16%	9°	Pour des creux profonds	10%	6°	Pour pièces de révolution de faible hauteur
	10%	6°	Valeur normale	5%	3°	Valeur normale
	5%	3°	Avec éjecteur	2%	1°	Avec éjecteur
Machine à forger horizontale	2 à 5%	1 à 3°	Selon la profondeur du trou borgne ou du débouchage	5%	3°	Pour poinçons du coulisseau principal
				2%	1°	Valeur normale
				0%	0°	Pour outils du coulisseau secondaire

valeur du rayon du congé qui détermine le niveau risque et gravité du défaut. Ce rayon  $r$  se détermine en fonction de l'épaisseur de la toile  $e$ , de sa hauteur  $h$  et du diamètre du noyau (tableau 3.4-3).

### Toile (tableau 3.4-4)

Les toiles sont des parties de pièces résultant du rapprochement de deux noyaux l'un vers l'autre. Elles peuvent être de forme ronde, annulaire, carrée, rectangulaire mais sont toujours plates. Leur épaisseur minimale est déterminée par la résistance mécanique des noyaux de la matrice (et non par la puissance de l'engin de mise en forme).

Les valeurs ci-dessous, exprimées en mm, sont des minimaux, imposant l'utilisation de deux matrices pour leur obtention. Les petites séries nécessitent un doublement de ces valeurs. Elles sont déterminées en fonction de la dimension horizontale la plus faible de la toile  $l$  et selon la matière.

3.4-2

Métal et température de forgeage	Acier au carbone 1050°C	Aciers légers 470°C	Laiton 670°C	Cupro-aluminium 850°C
R <sub>1</sub> minimum <sup>[1]</sup>	D x 0,013	D x 0,018 <sup>[2]</sup>	D x 0,008	D x 0,011
R <sub>2</sub> minimum <sup>[1]</sup>	D x 0,018	D x 0,025 <sup>[2]</sup>	D x 0,011	D x 0,015

1. R<sub>1</sub> est le rayon de l'arête côté intérieur et R<sub>2</sub> celui de l'arête côté extérieur.

2. Ces valeurs sont aussi à utiliser pour des aciers fortement alliés au tungstène et molybdène.

3.4-3

Diamètre ou largeur du noyau		12	18	22	30	36	45	58	70	90	110
h = 8	e = 3	4	4	4,5	5	6,5					
	e = 4		3,5	4	4,5	5,5	7,5	8			
	e = 5				4	4,5	6,5	7	9		
h = 11	e = 3	4	4,5	5	6	7					
	e = 4		3,5	4	5	6	8,5	9			
	e = 5					5	7,5	8	10		
h = 14	e = 3	5	5,5	6	7	8					
	e = 4		4,5	5	6	7	8	10			
	e = 5					6	7	9	11		
h = 18	e = 3		6	6	8	9	10				
	e = 4		4,5	5	7	8	10				
	e = 5			4	5,5	7	9	10	11	12,5	
h = 22	e = 3		6,5	9	10	11					
	e = 4		5,5	8	9	10	12				
	e = 5			7	8	9	11	12	14	17	
h = 28	e = 4			10	12	13	14				
	e = 5			10	11	12	13	14	16		
	e = 6			8	9	10	11	12	14	18	
h = 36	e = 5				13	14	15	16			
	e = 6					13	14	15	17	21	
	e = 7					12	13	14	15	19	
h = 45	e = 7					16	17	19	21		
	e = 8					15	16	18	19	22	
	e = 9					13	14	16	18	20	

Dimensions en mm.

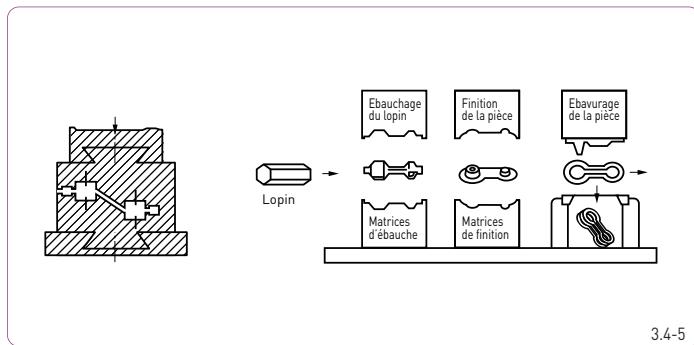
3.4-4

Valeur de l	0 à 40	41 à 65	66 à 100	101 à 140	141 à 190	191 à 235	235 à 300	301 à 360	361 à 455
Acier	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Duralumin	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	11	12
Laiton	1,4	2,1	2,8	3,6	4,3	5	5,7	6,4	7,2
Bronzes d'aluminium	1,7	2,5	3,4	4,2	5	6	6,8	7,6	8,5

### Surépaisseur d'usinage

Il convient de prévoir 1 à 2 mm sur chaque face usinée en sus de la dépouille (pour des pièces jusqu'à 120 mm de plus grande dimension, cette surépaisseur étant à majorer au-delà).

### Principes de déformation



3.4-5

## 3.5 Process par usinage

Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme voulue, dans un niveau de précision et d'état de surface correspondant aux spécifications, le tout au moyen de machines-outils. Lors de l'usinage d'une pièce, l'enlèvement de matière est réalisé par la conjonction de deux mouvements relatifs entre la pièce et l'outil : le mouvement de coupe et le mouvement d'avance.

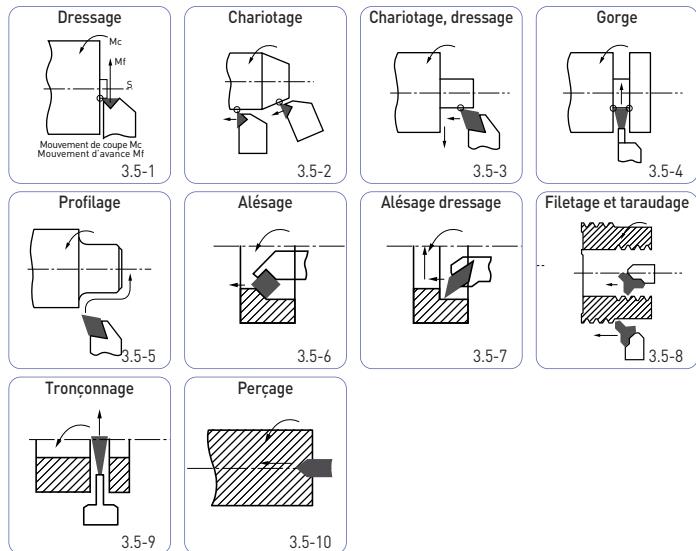
Il existe deux manières de générer la surface recherchée :

- par travail de forme : c'est la forme tranchante de l'outil qui conditionne la surface obtenue,
- et par travail d'enveloppe : c'est la conjonction des mouvements de coupe et d'avance qui définit la surface finale.

**reprise d'usinage** : les pièces préalablement frappées peuvent être reprises par des opérations de tournage, perçage, fraisage ou par rectification"

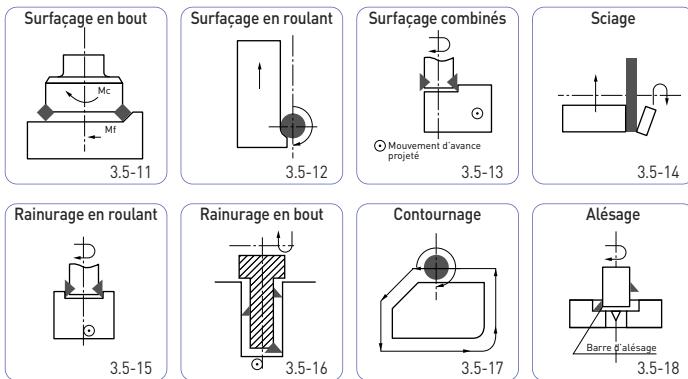


### Tournage : principales opérations

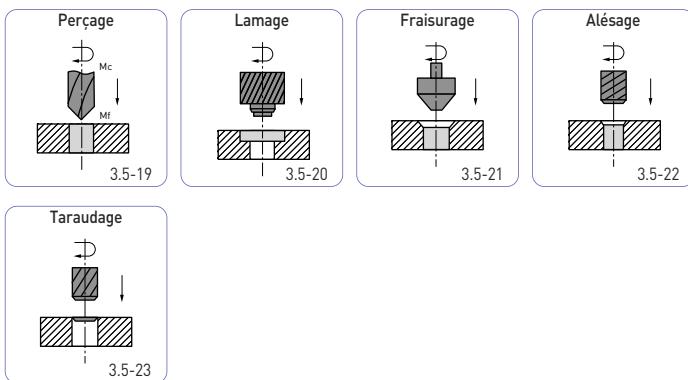


Le tournage permet d'obtenir des surfaces de révolution et le fraisage des surfaces planes. Le perçage permet l'assemblage ou le montage ultérieur des pièces obtenues ; la rectification est une opération complémentaire afin d'obtenir le niveau souhaité d'état de surface.

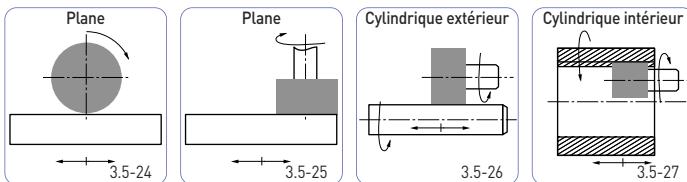
### Fraisage : principales opérations



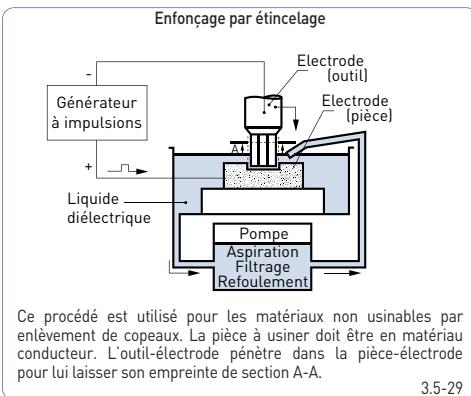
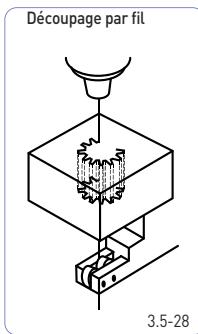
### Perçage : principales opérations



## Rectification : principaux types



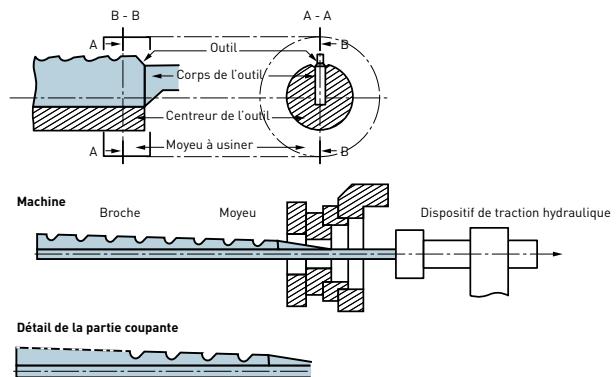
## Electro-érosion (rectification par électro-érosion, usinage de précision)



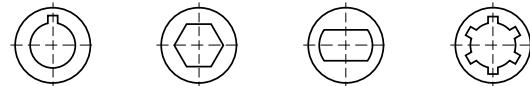
## Brochage

Exemples de formes obtenues par brochage.

**Brochage d'une rainure de clavette dans un moyeu (alésage)**  
Procédé adapté pour la fabrication d'un grand nombre de pièces.  
Usinage à l'aide d'un outil de forme. La broche traverse la pièce.



Exemples de formes obtenues par brochage



## 3.6 Process par injection

### Principe du moulage des matières plastiques par injection (figure 3.6-1)

L'injection est le principal process de mise en œuvre des matières thermoplastiques, notamment parmi les procédés discontinus.

Son avantage principal réside dans une mise en œuvre économique, des cadences et tailles de série très importantes et très peu ou pas d'opération de finition.

Le process permet l'obtention de pièces de grande complexité en combinant plusieurs fonctionnalités.

Sous forme de granulés, la matière est introduite dans l'extrudeuse à travers la trémie (1) puis est plastifiée dans le fourreau (2) à l'aide de résistances chauffantes et d'une vis de plastification (3).

Contrairement à l'extrusion, cette vis peut se déplacer en translation et en rotation. Le mouvement de cette «vis piston» est assuré par un moteur hydraulique (4). Il permet deux phases distinctes :

- une phase de dosage : la vis recule avec un mouvement de rotation, jusqu'à ce que la quantité nécessaire de matière soit amenée et «stockée» en bout de vis ;
- une phase d'injection : la vis avance avec un mouvement de translation, de façon à injecter la matière stockée à travers la buse d'injection (5), jusque dans le moule (6). Un clapet anti-retour (7) sur la vis empêche le reflux de matière vers l'arrière.

Une vis d'injection est généralement polyvalente et capable de produire des pièces avec une grande variété de matière. En effet la capacité de plastification a une importance minime, le temps de dosage étant négligeable par rapport au temps de cycle. Lors de l'injection, les pressions en bout de vis sont très élevées, typiquement de 500 à 1000 bars. Le fourreau est généralement dimensionné pour supporter 1500 bars. Compte tenu des pertes de charges, les pressions dans le moule sont plus faibles, mais encore très élevées de l'ordre de 300 à 700 bars.

Dans le cycle du procédé, il est intégré un aller-retour de l'ensemble fourreau-trémie-moteur pour que la buse soit accolée au moule juste au moment de l'injection, évitant ainsi la formation de bouchons de matière solidifiée et le chauffage inutile du moule. L'ensemble est appelé le ponton (8).

Au moment de l'injection, il faut éviter que le moule ne s'ouvre sous l'effet de la pression dans celui-ci. Il faut donc appliquer au moule une force au moins supérieure à la force d'ouverture, à l'aide d'un vérin hydraulique de

verrouillage (9).

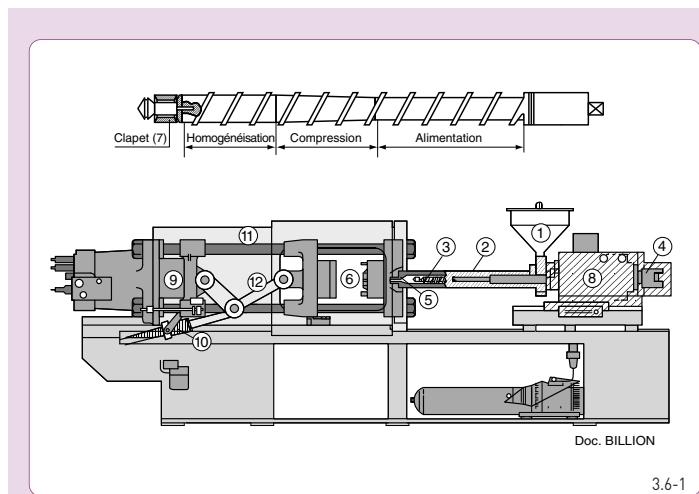
Pour ouvrir ou fermer le moule, un vérin de fermeture (10) est associé au vérin de verrouillage. La partie mobile du moule coulisse le long de colonnes (11). Il existe plusieurs systèmes de fermeture, notamment avec genouillère (12).

Après refroidissement des pièces (phase de solidification) et l'ouverture du moule, les pièces sont éjectées

### Détail du cycle d'injection (figure 3.6-2)

Aux étapes 3, 4, 6 et 7, au niveau du bloc d'injection correspondent des positions différentes de la vis :

- en début de cycle, la vis est reculée au maximum, de façon à stocker en bout de vis la quantité de matière d'œuvre nécessaire,
- lors de l'étape 3, l'injection, la vis avance en translation de façon à évacuer cette matière vers le moule. Cette étape est contrôlée par la programmation de vitesses hydrauliques d'injection. On dit qu'il s'agit d'une phase dynamique.



Doc. BILLION

3.6-1

Selon les possibilités de la presse et en fonction de la pièce à réaliser, il existe habituellement au moins trois paliers, selon le profil «lent/rapide/lent». Le meilleur compromis permet d'obtenir un remplissage aussi rapide que possible tout en évitant la dégradation de la matière (début de remplissage, passage du seuil), et en obtenant des pressions dans l'empreinte pas trop élevées (fin de remplissage).

**La pression dans le vérin d'injection** est donc une valeur lue (non programmée) qui découle de ces vitesses et de la viscosité de la matière.

- En fin de phase 3, la vis est stoppée lorsqu'elle atteint le **point de commutation**, auquel est associée la course de commutation. Celle-ci est habituellement de l'ordre de 10 à 15% de la course de dosage.

Le point de commutation définit le passage de la phase d'injection à la phase de maintien. Un remplissage de 100% de l'empreinte est obtenu, tout en évitant le surcompactage (ou surdosage).

- A l'**étape 4**, débute la phase de maintien (ou phase statique), contrôlée par des paliers de **pression de maintien**, plutôt que par des vitesses hydrauliques.

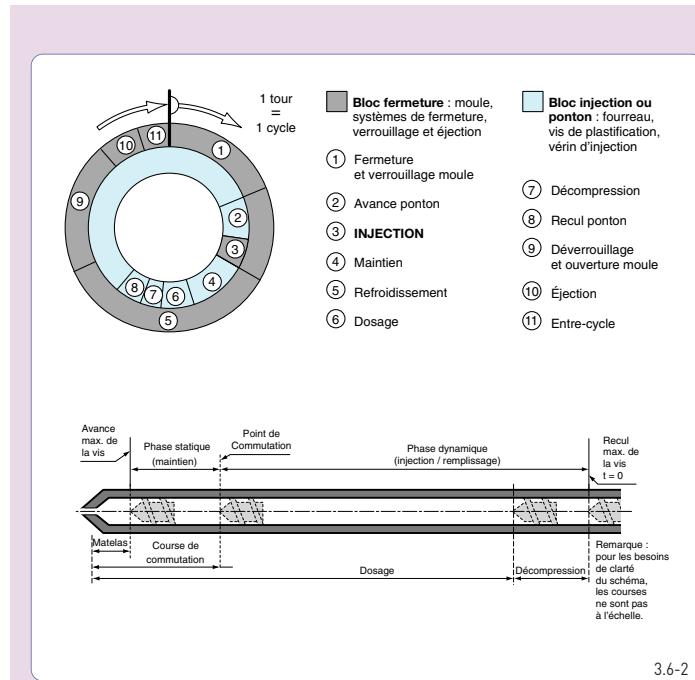
Ceux-ci permettent de compenser le retrait de la matière dans l'empreinte, jusqu'à la solidification totale. La vis avance très légèrement de façon à ce que l'apport de matière puisse conserver un volume constant de la pièce à réaliser. L'opération est délicate, car il s'agit d'éviter d'introduire des contraintes internes au sein du matériau.

En fin de course, la position la plus avancée de la vis durant le cycle permet d'obtenir le **matelas**. C'est une réserve de matière permettant de rendre effective la pression de maintien.

- En phase 6, le **dosage** est effectué de façon à stocker à nouveau en bout de vis la quantité de matière nécessaire au cycle suivant. La vis de plastification recule avec rotation. Les paramètres contrôlant cette phase sont d'une part la **vitesse de rotation** de la vis, et d'autre part la **contrepression**. Cette dernière

permet de freiner le recul de la vis, ce qui favorise le stockage d'une matière de meilleure qualité en bout de vis (meilleure plastification, pas d'entrainement d'air,...).

- En phase 7, la décompression consiste à faire reculer la vis sans rotation, une fois le dosage effectué. La matière plastifiée en bout de vis est décompressée, car il n'y a pas d'apport supplémentaire, ce qui évite de la faire sortir de la buse. Cela permet le recul du ponton et évite la formation de «bouchons».



### 3.7 Process de filetage roulé

## **Historique**

Les premiers essais de roulage des filets datent du début du 19<sup>e</sup> siècle. La mise en pratique, limitée à la fabrication de vis, boulons et rivets a commencé industriellement au début du 20<sup>e</sup> siècle. Mais avec des résultats médiocres du fait d'un défaut de maîtrise de la matière première, de l'usinage et de la précision de l'outillage. Les améliorations apportées ont permis une adoption de ce processus dans les années 30, puis une généralisation durant la seconde guerre mondiale.

### Principe du roulage

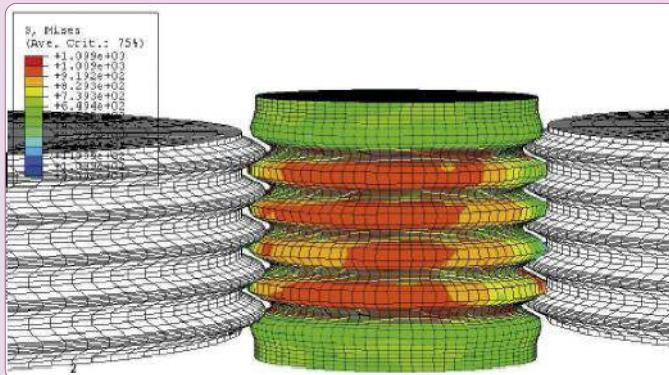
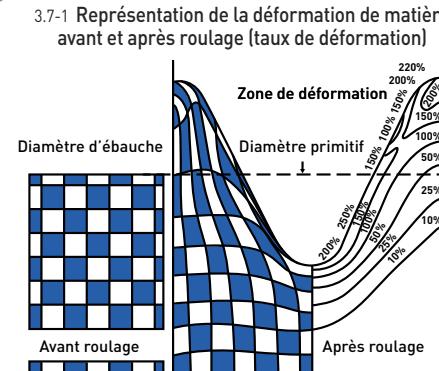
Le roulage consiste à former une pièce de révolution sans copeaux, par déformation. Un outillage spécifique constitué de deux cylindres, appelés molettes, comportant le même profil que la pièce à réaliser, est placé dans une machine comparable à une presse. Les molettes se rapprochent de la pièce en tournant et pénètrent la matière, entraînant la rotation de la pièce, jusqu'à la déformer et reproduire leur profil sur celle-ci. Au cours du roulage, une lubrification abondante est nécessaire.

Par ce procédé, le diamètre hors tout de la pièce augmente, le creux du filet entraînant des excroissances de matière pour former la tête du filet (3.7-1).

Il existe deux variantes de cette technique de roulage à deux molettes :

- **le roulage en plongée** : la vis est filetée sans se déplacer et la longueur du filetage dépend de la largeur des molettes. L'angle d'hélice des molettes est égal à l'angle d'hélice de la vis et le diamètre des molettes est un multiple exact du diamètre de la vis. Cette technique est utilisée pour le filetage des vis, notamment celles issues de la frappe à chaud (3.7-2 et 3.7-3).
  - **le roulage en enfilade**, une barre se déplaçant entre les molettes, ce qui permet la réalisation de grandes longueurs de filetage. Cette technique est utilisée pour la réalisation des tiges filetées.

Pour la vissérie en grandes séries, issues de la frappe à froid, on privilégie le roulage par la technique des peignes rectilignes, taillés sur une face, selon le même principe que les molettes (3.7-5).



3.7-2



3.7-3  
Roulage en plongée  
d'une vis à six pans creux

Un peigne est fixe, l'autre mobile. L'ébauche de la vis est introduite entre les peignes et à la fin du déplacement du peigne mobile, le filetage est terminé et la pièce éjectée. [3.7-4]

En complément d'opération sur la même machine, des couteaux peuvent être installés afin de réaliser des pointes.

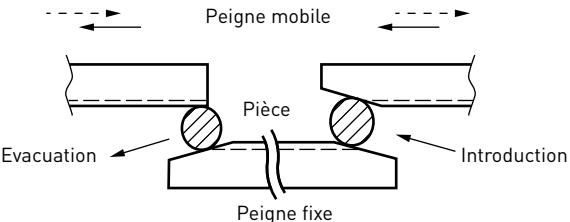
Entre l'alimenteur de la rouleuse et la rouleuse elle-même, une unité d'assemblage de rondelles peut être installée, permettant l'obtention de vis à rondelle imperdable.

Cette technologie est cependant généralement limitée aux pièces de diamètre inférieur ou égal à 24 mm, et par la longueur des pièces (jusqu'à 260 mm) et la longueur du filetage (jusqu'à 100 mm).

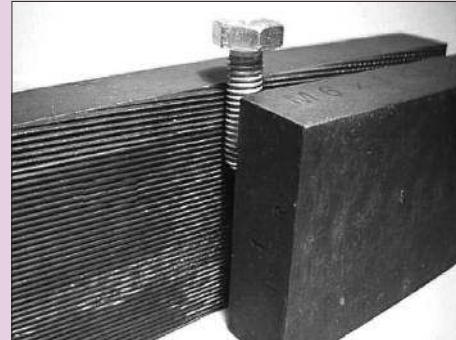
### Avantages et limites du roulage

- Les fibres de matière ne sont ni rompues ni coupées mais déformées, contrairement au processus de taillage.
- Il n'y a pas de production de copeaux.
- Le processus est plus efficace économiquement que le taillage, sur les aspects de consommation de matière et de temps d'opération.
- Le roulage améliore les caractéristiques mécaniques par écrouissage de la matière.
- Les taux de déformation peuvent atteindre 200% en fond de filet et de 100 à 200% sur les flancs, entraînant une forte augmentation de la dureté superficielle (jusqu'à 30%) et générant un état de compression s'opposant à l'amorçage des fissures et à leur propagation, ce qui améliore la tenue en fatigue.
- Le roulage glace la surface, ce qui améliore la résistance à l'oxydation, diminue les frottements mécaniques et supprime les amorces de rupture.

Le procédé par roulage est susceptible de générer l'inclusion d'impuretés qui peuvent être incompatibles avec certaines technologies, telles que l'ultra-propreté ou les technologies du vide.



3.7-4



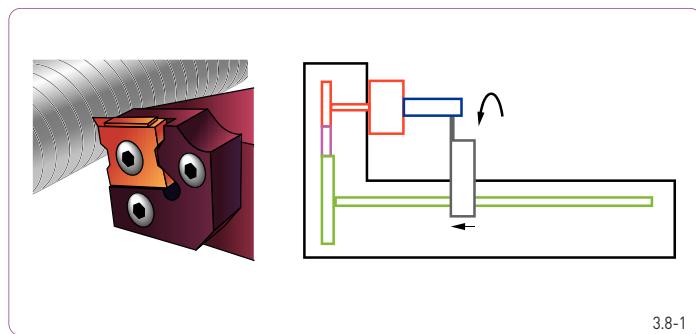
3.7-5  
Roulage d'une vis à tête hexagonale  
par peignes rectiligne

## 3.8 Process de filetage taillé

### Principe du taillage

Le taillage de filet est une opération d'usinage par enlèvement de copeaux. C'est la méthode «historique» de production de filetage, méthode détrônée par le filetage roulé (voir chapitre précédent).

Le métal est coupé, en plusieurs passes successives, par un outil de dureté supérieure (acier rapide ou plaquette carbure). Le profil du filetage est donné par la forme de l'outil de coupe. Le pas du filetage est obtenu en synchronisant l'avance du porte-outil sur la rotation de la pièce usinée (sur un tour, rapport d'engrenage entre vis mère et rotation du mandrin).



3.8-1

### Avantages et limites du taillage

- Pas d'impuretés.
- Pas de limite de taille.
- Les fibres de matière sont rompues.
- Il y a production de copeaux.
- Le process est moins efficace économiquement que le roulage, sur les aspects de consommation de matière et de temps d'opération.

Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

Ch. 8 - **Vocabulaire du métier  
de la fixation**

**TECHNIQUE AVANCÉE**

Ch. 6 - **Profil d'un élément fileté**  
Ch. 9 - **Boulonnerie de  
construction métallique**

**BIBLIOTHEQUE & OUTILS**

Ch. 1 - **Répertoire des normes**  
Ch. 2 - **Normes boulonnerie  
de construction métallique**  
Ch. 6 - **Notation abrégée usuelle**  
Ch. 12 à 23  
Ch. 24 - **Couples de serrage pour  
visserie en acier ou inox**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

Ch. 1 - **Arrêté du 20 Janvier 1995**  
Ch. 2 - **Arrêté du 24 Avril 2006**  
Ch. 3 - **Arrêté du 6 Mars 2008**  
Ch. 7 - **Eurocode 3**  
Ch. 12 - **Usages de la profession  
et préconisations générales**

4

**Choix d'un  
assemblage  
boulonné**

## 4.0 Démarche de choix d'un élément d'assemblage

Un élément d'assemblage est choisi en fonction d'un certain nombre de critères successifs. Les différents choix combinés permettront de désigner le ou les éléments les mieux adaptés.

### 1 Pièces à assembler

- Caractéristiques mécaniques et dimensionnelles.
- Matière des constituants à assembler.
- Revêtements des constituants à assembler.
- Nombre de vis d'assemblage (ou boulons).
- Conditions de conservation/stockage avant mise en service.
- Conditions de fonctionnement (modifications de contraintes en fonctionnement, vitesse, accélération, à-coups...)
- Etc.

### 2 Sollicitations mécaniques que devront subir les vis d'assemblage

- La traction : c'est une contrainte principale qui peut entraîner la rupture.
- Le cisaillement : effort qui tend à couper la pièce par des efforts opposés et perpendiculaires à sa surface.
- Le flambage : déformation brusque d'une pièce longue soumise à un effort de compression axiale (sollicitation peu fréquente en visserie-boulonnnerie)
- La compression : dans un assemblage les pièces assemblées sont soumises à la compression, mais également une partie de la tête de la vis et de la zone de l'écrou en appui.
- La flexion : existe rarement dans les éléments de fixation, sauf lorsque les surfaces d'appuis des pièces à assembler ne sont pas parallèles entre elles.
- La torsion due à la partie filetée de la vis : lors du serrage, une partie des forces nécessaires au vissage occasionne une torsion dans la vis du fait des frottements internes.
- La fatigue : les propriétés d'un matériau peuvent être modifiées consécutivement aux variations périodiques de contraintes entraînant la rupture brutale sans déformation préalable.

### 3 Contraintes législatives, réglementaires ou diverses

- Conditions de calcul. Exemple : EUROCODE 3 pour les structures de bâtiment.

- Conditions sectorielles. Exemple : règlements ROHS pour les revêtements dans les secteurs de l'automobile ou du matériel électrique.
- Conditions diverses. Exemple : exigence d'aspect pour un produit visible.

### 4 Mode d'entraînement de la vis et mode de montage (manuel ou automatique)

- Conditionne la forme de la tête de la vis et de l'empreinte.
- Conditionne éventuellement un niveau de PPM dimensionnel ou de présence d'intrus.

### 5 Nombre de montages et de démontages dans un cycle de vie

- Conditionne le mode de freinage de la vis ou de l'écrou.

### 6 Couple de serrage

- Conditionne également la forme de la tête de la vis et de l'empreinte.
- Conditionne la classe de la vis et le mode de freinage, ou la classe de l'écrou.

### 7 Milieu ambiant

- Humidité, air salin, oxydant, température, pollution...
- Conditionne le revêtement de surface ou la nature des matériaux : laiton, inox, plastiques...

### 8 Conditions économiques (cout complet monté)

- Rationalisation de référence ou non.
- Taille de lot minimum par rapport au besoin.
- Coût de montage.

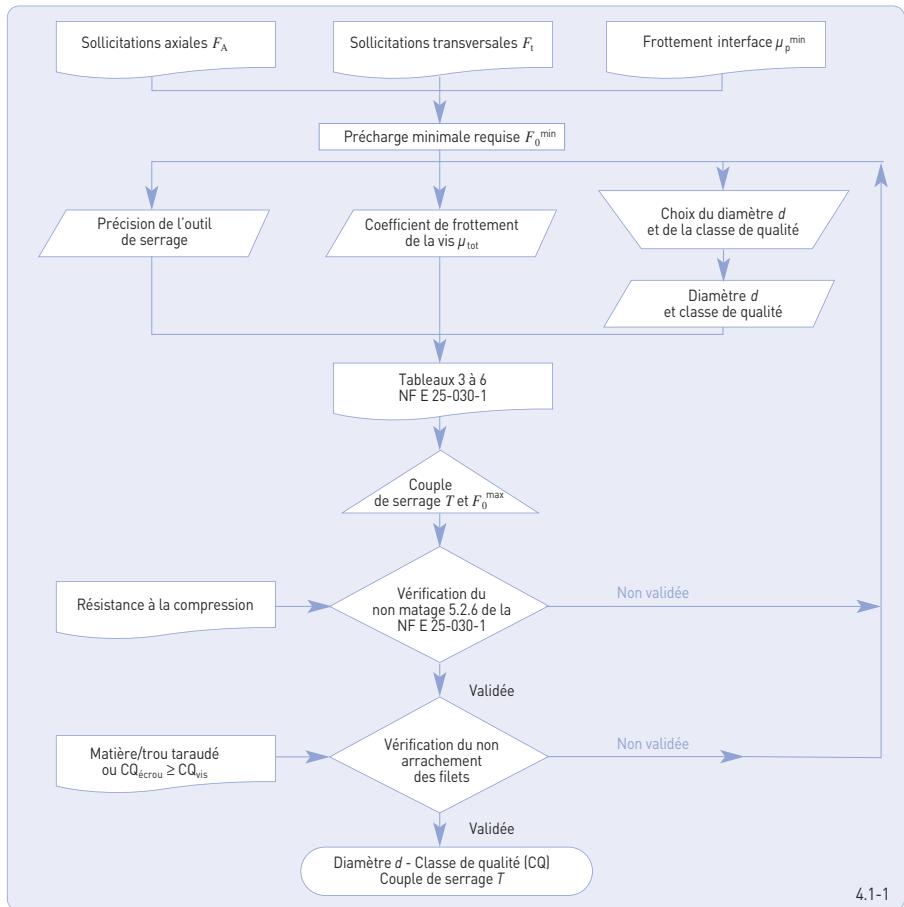
## 4.1 Démarche de dimensionnement d'un assemblage vissé

Un assemblage vissé se calcule, en considérant la fonction de l'assemblage, les sollicitations mécaniques qu'il va subir, les matériaux utilisés, la classe de qualité des éléments de l'assemblage, les frottements aux interfaces des pièces et les moyens et procédures de serrage. La norme NF E 25-030-1 propose une démarche permettant de traiter les cas courants. Pour les cas plus complexes, une démarche plus complète et sécuritaire est proposée par la norme NF E 25-030-2.

ASSEMBLAGE COURANT NF E 25-030-1 : DEMARCHE SIMPLIFIEE VALIDATION DES CONDITIONS DE SERRAGE

ASSEMBLAGE COMPLEXE NF E 25-030.2 : DEMARCHE COMPLETE VALIDATION DE L'ASSEMBLAGE (tenues statiques, dynamique et thermique et VALIDATION DES CONDITIONS DE SERRAGE)

Les couples de serrage minimaux, selon classe de qualité de la vis et classe des moyens d'application du couple sont consultables dans la partie "BIBLIOTHEQUE et OUTILS".

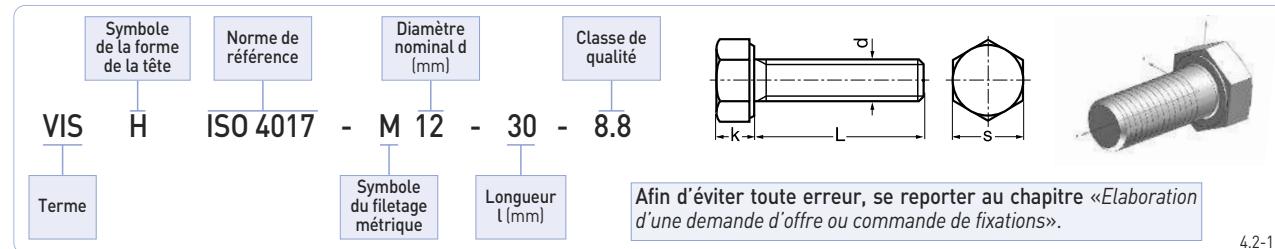


Synoptique de démarche de la norme NF E 25-030-1

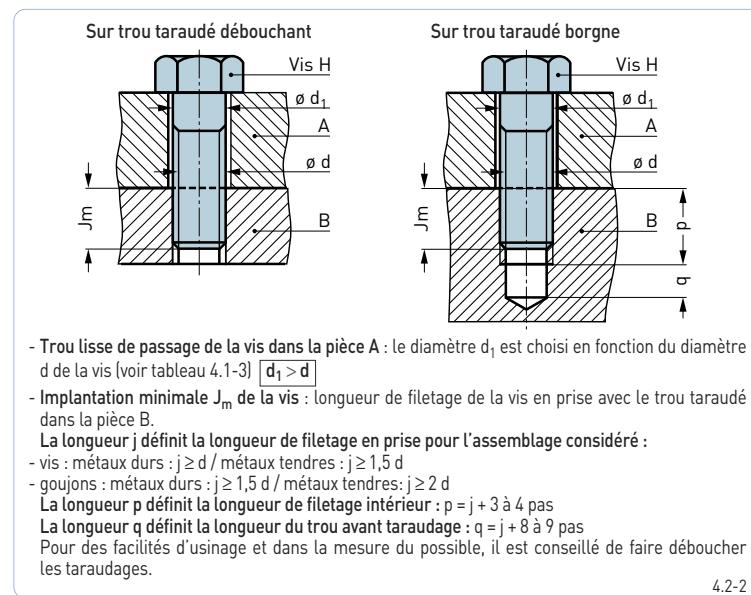
4.1-1

## 4.2 Règles d'implantation

### Désignation normalisée des vis



### Assemblage par vis avec tête débordante



4.2-3

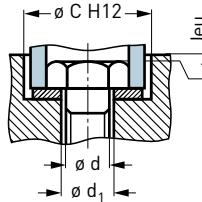
Diamètre nominal $d$	Diamètre $d_1$ du trou de passage			Diamètre nominal $d$	Diamètre $d_1$ du trou de passage		
	Série fine H12	Série moyenne H13	Série large H14		Série fine H12	Série moyenne H13	Série large H14
M 1	1,1	1,2	-	M 24	25	26	28
M 1,2	1,3	1,4	-	[M 27]	28	30	32
M 1,4	1,5	1,6	-	M 30	31	33	35
M 1,6	1,7	1,8	2,0	[M 33]	34	36	38
M 2	2,2	2,4	2,6	M 36	37	39	42
M 2,5	2,7	2,9	3,1	[M 39]	40	42	45
M 3	3,2	3,4	3,6	M 42	43	45	48
[M 3,5]	3,7	3,9	4,2	[M 45]	46	48	52
M 4	4,3	4,5	4,8	M 48	50	52	56
M 5	5,3	5,5	5,8	[M 52]	54	56	62
M 6	6,4	6,6	7,0	M 56	58	62	66
[M 7]	7,4	7,6	8,0	[M 60]	62	66	70
M 8	8,4	9,0	10,0	M 64	66	70	74
M 10	10,5	11,0	12,0	[M 68]	70	74	78
M 12	13	13,5	14,5	M 72	74	78	82
(M 14)	15	15,5	16,5	[M 76]	78	82	86
M 16	17	17,5	18,5	M 80	82	86	91
(M 18)	19	20	21,0	[M 85]	87	91	96
M 20	21	22	24,0	M 90	93	96	101
(M 22)	23	24	26,0	[M 95]	98	101	107

L'emploi des dimensions entre parenthèses est à éviter autant que possible (dimensions peu courantes).

## Tête de vis noyée dans un lamage pour ISO / DIN en TH

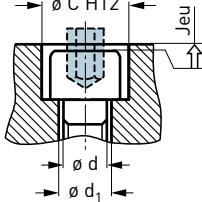
Outil de serrage débordant de la tête manœuvré à la main ou à la machine pour ISO / DIN en TH

Jeu supérieur à 0



Outil de serrage non débordant de la tête

Jeu supérieur à 0

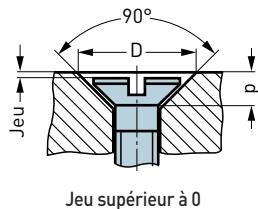


Remarque : les vis à tête fraîssée sont noyées dans une fraiseure.

Diamètre nominal d	d <sub>1</sub> H13	ø C H12 / Outil de serrage	
		Non débordant	Débordant
M3	3,4	8	12
M4	4,5	10	16,5
M5	5,5	11	19,5
M6	6,6	13	22
M8	9	18	28,5
M10	11	20	37
M12	13,5	22	42
M14	15	26	47
M16	17,5	30	52

4.2-4

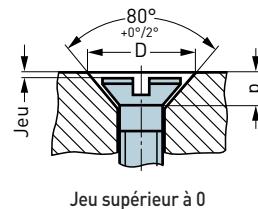
## Tête de vis à métaux noyée dans une fraiseure



Jeu supérieur à 0

d	Pas (gros)	p	D
M3	0,5	1,65	6,8
M4	0,7	2,70	9,8
M5	0,8	2,70	10,9
M6	1	3,30	13,2
M8	1,25	4,65	18,1
M10	1,5	5	21
M12	1,75	6	25,2
M14	2	7	-
M16	2	8	33,6

## Tête de vis à tôle 7982 noyée dans une fraiseure



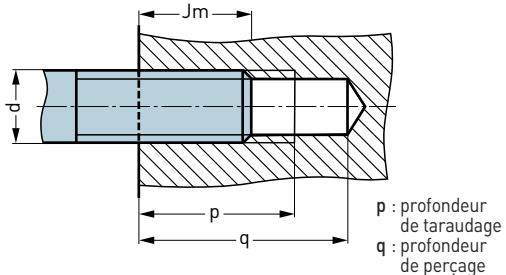
Jeu supérieur à 0

d	Pas	p	D min	D max
2,2	0,80	1,30	4,00	4,30
2,9	1,10	1,70	5,20	5,50
3,5	1,30	2,10	6,44	6,80
3,9	1,30	2,30	7,14	7,50
4,2	1,40	2,50	7,14	8,10
4,8	1,60	3,00	9,14	9,50
5,5	1,80	3,40	10,37	10,80
6,3	1,80	3,80	11,97	12,40

4.2-6

## 4.3 Implantation d'une vis

## Détermination de la profondeur de taraudage p et de perçage q



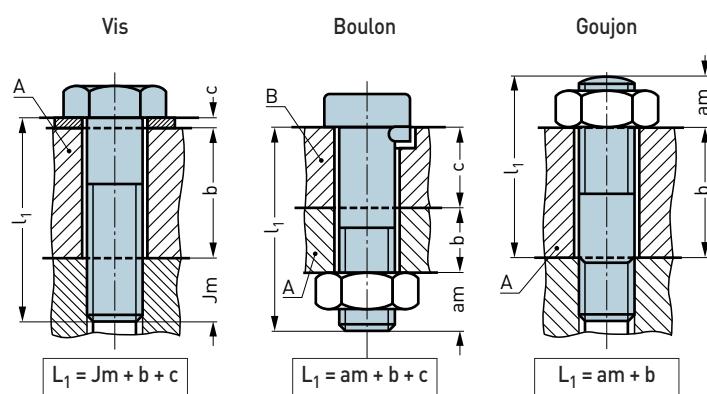
Implantation minimale Jm en fonction de la matière

- Acier :  $J_m = d$
- Fonte et alliages de cuivre :  $J_m = 1,5d$
- Aluminium et ses alliages :  $J_m = 2d$

d	p	q
M 3	Jm+2	Jm+5
M 4	Jm+2,5	Jm+6
M 5	Jm+3	Jm+8
M 6	Jm+4	Jm+10
M 8	Jm+5	Jm+12
M10	Jm+6	Jm+14
M12	Jm+7	Jm+16
M14	Jm+8	Jm+18
M16	Jm+8	Jm+20

4.3-1

## Détermination de la longueur d'une vis, d'un boulon et d'un goujon



Jm : implantation minimale  
(voir 4.2-1)  
b : épaisseur pièce A  
c : épaisseur rondelle

am : dépassement minimal  
Avec écrou H :  $am = d$   
Avec écrous H et Hm :  $am = 1,7d$   
Avec écrou HK :  $am = 1,4d$

4.3-2

## 4.4 Les boulons

### Présentation

Un boulon est constitué :

- d'une vis portant le filetage,
- d'une ou deux rondelles assurant l'appui d'un écrou permettant le serrage (se reporter aux chapitres 4.8 et 4.9).

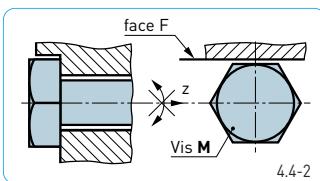
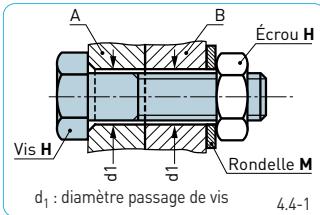
Un boulon assure une liaison fixe démontable entre les pièces A et B.

Les boulons sont définis à partir de la forme de la tête de vis.

### Boulon à tête hexagonale

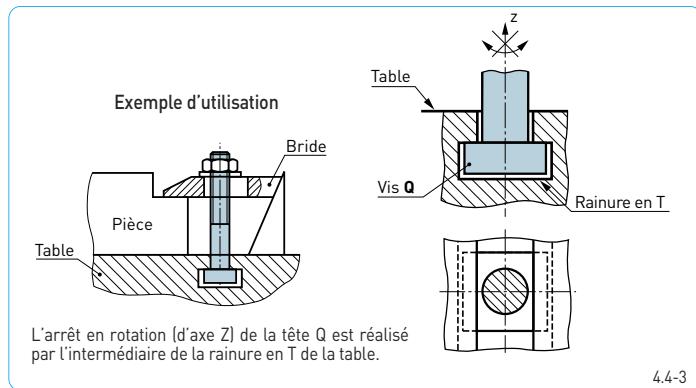
C'est le boulon le plus utilisé en construction mécanique. L'arrêt en rotation (d'axe Z) de la tête H est facilement et économiquement réalisé :

- par une clé si accessibilité,
- par un obstacle comme la face F (figure 4.3-2),
- par une plaquette arrêteur.



### Boulon à tête carré

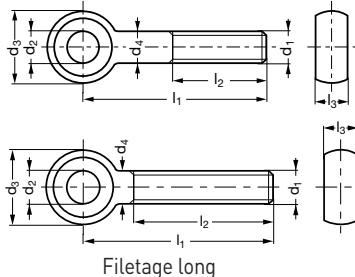
Boulon souvent utilisé dans les blocages de pièces sur les machines outils.



L'arrêt en rotation [d'axe Z] de la tête Q est réalisé par l'intermédiaire de la rainure en T de la table.

### Boulon à œil ou vis d'articulation

Très utilisé sur les montages d'usinage disposant de bride articulée.



Exemple d'utilisation

$d_1$	$d_2 \text{ H7}$	$d_3^{-0,3}$	$d_4$	$l_1$	$l_2$	$l_3^{-0,15}$
M 5	5	12	5	50	75	22
M 6	6	14	6	50	75	32
M 8	8	18	8	50	75	32
M 10	10	20	10	50	75	40
M 12	12	25	12	75	100	40
M 16	16	32	16	75	100	50
M 20	18	40	20	100	130	63
						22

Filetage long

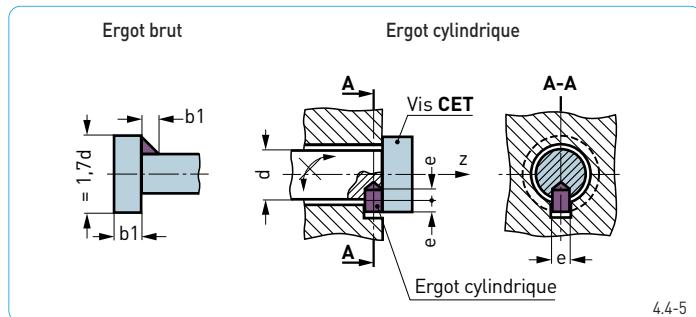
$d_1$	$d_2 \text{ E8}$	$d_3^{-0,4}$	$d_4$	$l_1$	$l_2$	$l_3^{-0,2}$
M 6	6	12	6	50	60	40
M 8	8	16	8	50	60	40
M 10	10	20	10	50	60	45
M 10	10	20	10	60	60	10
M 10	10	20	10	70	80	100
M 12	12	25	12	50	60	38
M 12	12	25	12	60	60	12
M 12	12	25	12	70	80	120
M 12	12	25	12	80	100	50
M 12	12	25	12	90	100	12
M 12	12	25	12	100	120	35
M 12	12	25	12	110	120	14
M 12	12	25	12	120	130	42
M 12	12	25	12	130	140	14
M 16	16	32	16	70	80	49
M 16	16	32	16	80	90	18
M 16	16	32	16	100	120	59
M 16	16	32	16	120	140	18
M 20	20	40	20	100	120	77
M 20	20	40	20	120	140	80
M 20	20	40	20	140	160	18
M 20	20	40	20	160	180	22
M 24	25	50	24	160	240	95
M 24	25	50	24	180	220	22
M 24	25	50	24	200	240	28

### Boulon à tête cylindrique

L'arrêt en rotation (d'axe Z) est obtenu soit :

- par un ergot cylindrique rapporté avec  $e = 2 \text{ pas}$

- par un ergot brut symbole CE avec  $b_1 = \frac{d}{2}$



### Boulon à tête fraîssée

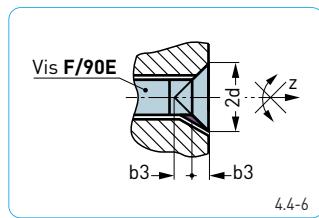
L'arrêt en rotation (Rz) est également obtenu :

- par un ergot cylindrique rapporté **F90/ET**

- par un ergot brut **F90/E** avec  $b_3 = \frac{d}{2}$

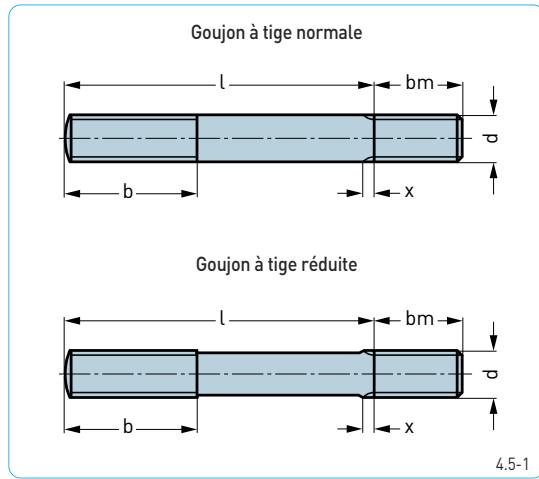
Remarque : ceci s'applique également aux boulons à tête fraîssée bombée

**FB90/E ou ET**

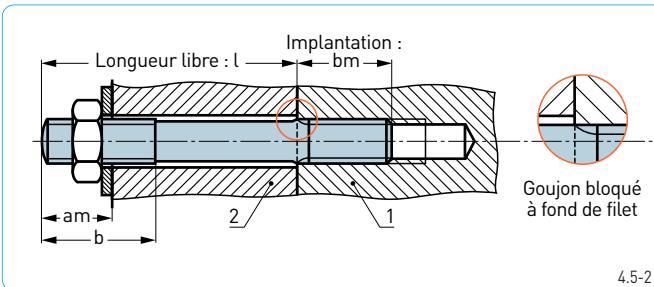


## 4.5 Les goujons NFE 25-135

### Représentation d'un goujon



### Implantation d'un goujon



Implantation bm en fonction de la matière

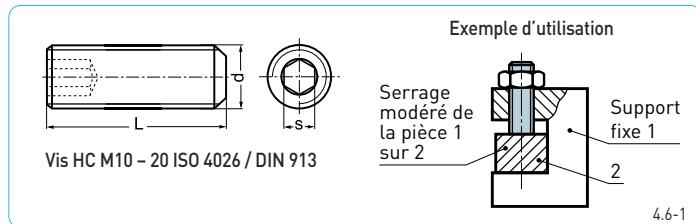
Acier : $bm = 1,5 d$
Fonte, cuivre et alliages : $bm = 2 d$
Aluminium et alliages : $bm = 2,5 d$

Remarque : selon que les parties filetées soient réalisées par roulage ou par taillage, la zone de raccordement entre partie lisse et partie filetée, ainsi que les zones terminales peuvent avoir une géométrie différente. Il est conseillé de reporter à la norme de référence.

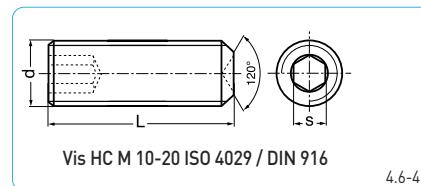
## 4.6 Les vis de pression

### Vis sans tête à empreinte 6 pans creux HC

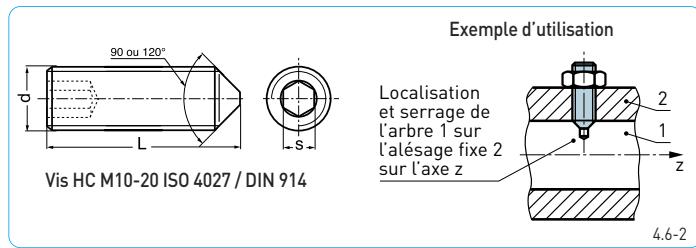
#### Vis sans tête à bout plat



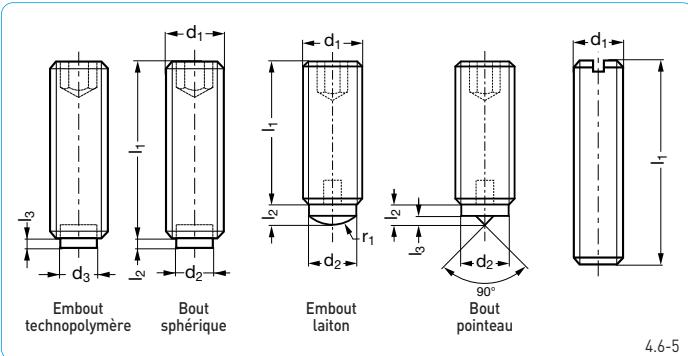
#### Vis sans tête à bout cuvette



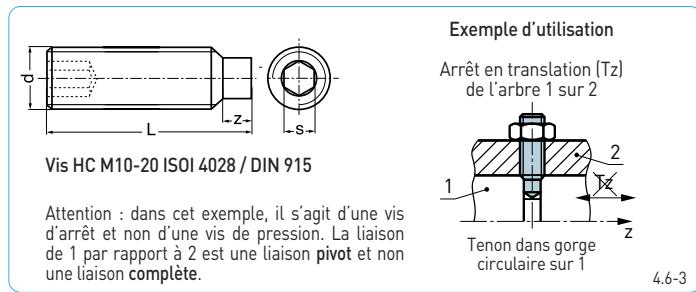
#### Vis sans tête à bout conique



#### Vis de pression à tête réduite

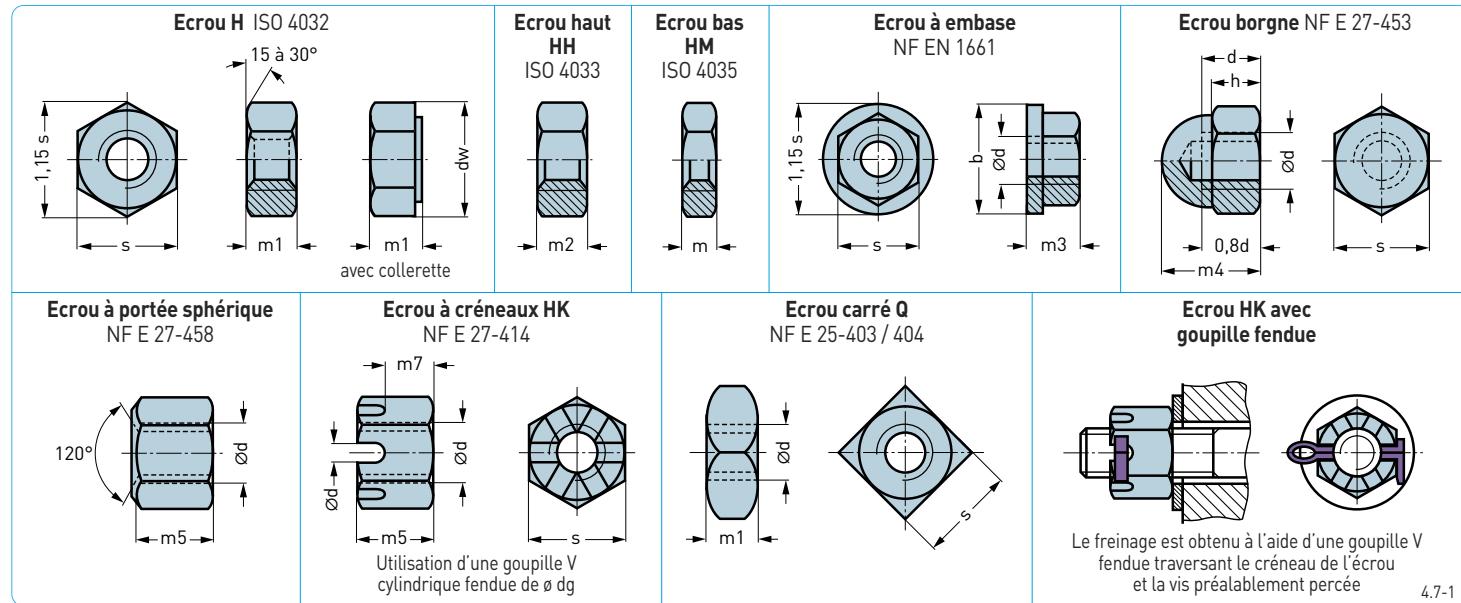


#### Vis sans tête à bout téton

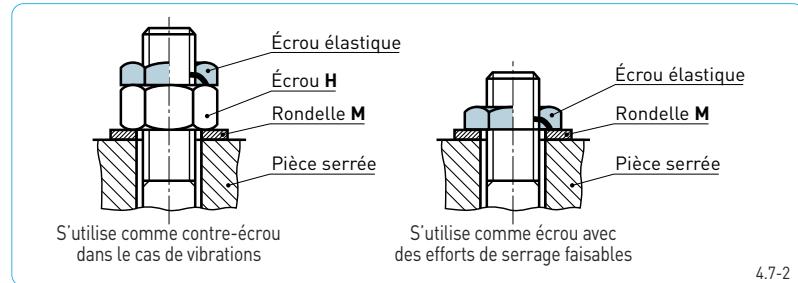


## 4.7 Les écrous

### Ecrous hexagonaux

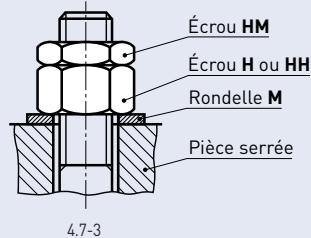


### Ecrous élastiques en tôle NFE 27-460

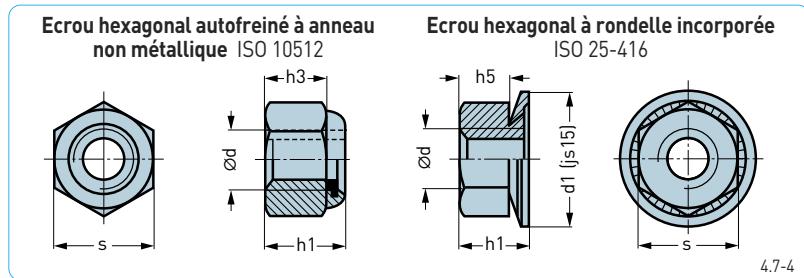


### Utilisation de deux écrous

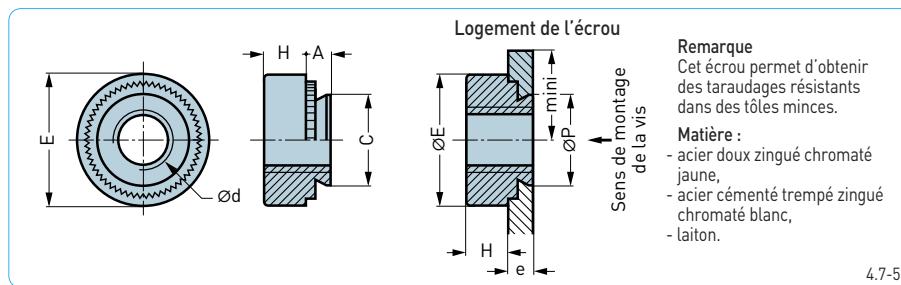
Evite le desserrage de l'ensemble



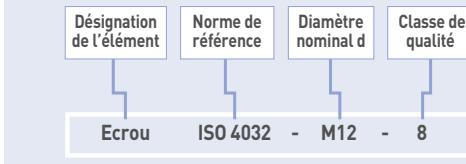
## Ecrous autofreinés



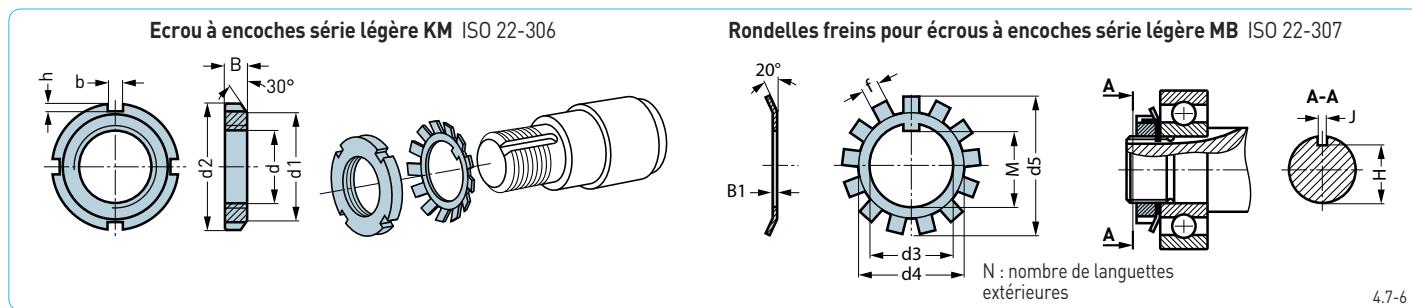
## Ecrous à sertir pour tôle



## Désignation



## Ecrous et rondelles à encoches



# 4.8 Les inserts et filets rapportés

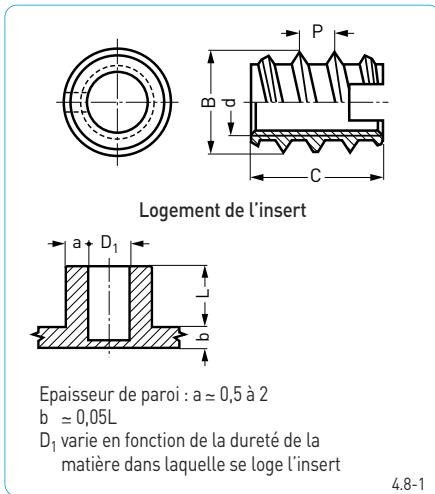
## Les inserts

### Autotaraudeurs

- Insert pour les moulages en alliages légers.
- Inserts pour matières plastique.

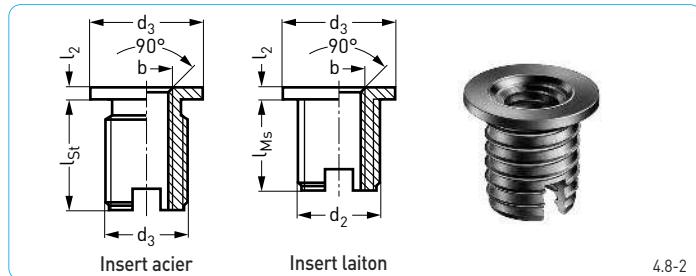
Matière :

- acier cémenté trempé zingué chromaté blanc,
- inox,
- laiton.



### Insert à collarette

- Pose par vissage (autotaraudeur).
- Acier zingué ou laiton.



## Les filets rapportés

### Techniques de renforcement des taraudages

Le filet rapporté se présente sous la forme d'un ressort réalisé à partir d'un fil laminé de section en losange qui lui confère un double filetage : intérieur et extérieur.

### Propriétés

- Renforcement mécanique du taraudage.
- Interface à la corrosion électrolytique entre la fixation et son support.
- Tenue en température pour un filet rapporté en acier réfractaire.

### Domaines d'application

- Pose dans l'alliage léger, réparation de taraudage.
- Aéronautique, spatial.
- Nucléaire, automobile.
- Diminution de la contrainte de torsion  $T_o$  dans la vis.

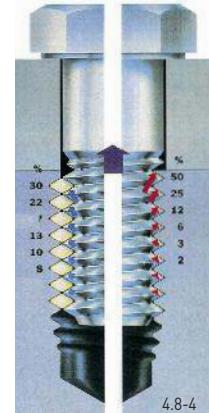
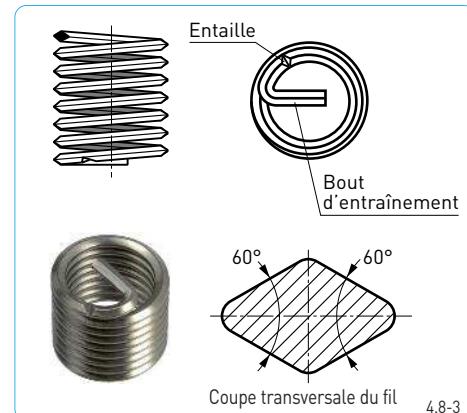
Le filet rapporté est réalisé en acier inoxydable :

- résistance à la traction  $R_m$  : 1400 N/mm<sup>2</sup> ;
- dureté Vickers HV : 425 HV 0,2 ;
- profondeur de rugosité  $R_2$  : 2,5 µm ;
- coefficient de frottement réduit  $\mu$  : ≤ 0,14 avec vis en acier, huilée ;

### Répartition régulière des contraintes

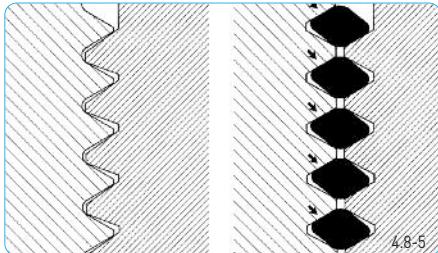
La grande élasticité du filet favorise une répartition régulière des charges et de la contrainte. Celle-ci forme un joint entre la vis et le filet.

Les erreurs de pas ou d'angle s'équilibrivent sur l'ensemble des flancs du filet.



On obtient ainsi une meilleure répartition des charges.

La qualité du rendement de la vis se trouve fondamentalement accrue qu'il s'agisse d'une charge statique ou dynamique.



4.8-5

4.8-6 Couples de freinage selon ISO 2320 (Nm). Pas fin ou normal pour une vis de classe 8.8

Filetage	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Couple de serrage	1,0	2,5	5,0	8,6	21,0	42,0	76,0	121,0	189,0	261,0	370,0
1 <sup>er</sup> vissage maxi	0,43	0,90	1,60	3,00	6,00	10,5	15,5	24,0	32,0	42,0	54,0
1 <sup>er</sup> dévissage mini	0,12	0,18	0,29	0,45	0,85	1,5	2,3	3,3	4,5	6,0	7,5
5 <sup>ème</sup> dévissage mini	0,08	1,12	0,20	0,30	0,60	1,0	1,6	2,3	3,0	4,2	5,3

La technique de la spire déformée assure un freinage important qui s'oppose à tout risque de dévissage intempestif de la vis (chocs thermiques ou vibratoires). Un ajout supplémentaire pour assurer l'anti-dévissement comme les rondelles, les goupilles, les fils-freins n'est plus nécessaire. Ainsi, cela réduit les coûts et facilite le montage.

## Aide au choix

4.8-7

Matière du filetage <sup>[1]</sup>	Tenue en température	Résistance à la traction en ambiance tempérée	Traitements de surface livrables <sup>[1]</sup>	Exemples	
Acier inoxydable X5 CrNi 18 10	425°C en pointe 315°C en continu	1400 N/mm <sup>2</sup>	- Sans revêtement - Lubrifiant sec - Argentage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Applications classiques pour toutes matières de support et classes de vis<sup>[3]</sup></li> </ul>	
Acier inoxydable X6 CrNiMoTi 17 12 2 <sup>[4]</sup>	425°C en pointe 315°C en continu	1400 N/mm <sup>2</sup>	- Sans revêtement - Cadmiage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration de la tenue en corrosion</li> <li>- Vis inox à forte teneur en CrNi<sup>[3]</sup></li> <li>- Vissage avec frottement réduit</li> </ul>	
Bronze CuSn 6	300°C en pointe 250°C en continu	1000 N/mm <sup>2</sup>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supports en Cu</li> <li>- Vis inox au CrNi</li> <li>- Vissage de réglage</li> </ul>	
Superalliage NiCr 15 Fe 7 TiAl <sup>[4]</sup>	750°C en pointe 550°C en continu	1150 N/mm <sup>2</sup>	- Sans revêtement - Argentage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contraintes thermiques et tenue en corrosion</li> </ul>	
Superalliage NiCr 20 Co 18 Ti Nimonic 90	900°C en pointe 600°C en continu			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aéronautique</li> <li>- Propulseurs d'avion</li> <li>- Turbocompresseurs</li> </ul>	
Aluminium spécial (série 7000) AlZnMgCu 1.5 <sup>[4]</sup>	170°C en pointe 150°C en continu	500 N/mm <sup>2</sup>	- Anodisé dur - Lubrifiant sec	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pièces en magnésium<sup>[2]</sup></li> <li>- Automobile</li> <li>- Produits en matériaux légers</li> </ul>	

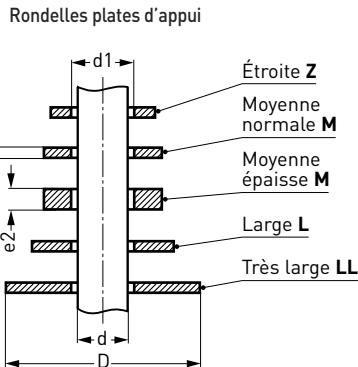
1. Autres matières ou traitements de surface sur demande.

2. Pour les applications en alliages de magnésium en milieu extérieur, des précautions supplémentaires seront prises.

3. Avec des vis inox au CrNi, un revêtement ou un lubrifiant approprié est conseillé.

4. Sur demande.

## 4.9 Les rondelles d'appui et rondelles-frein



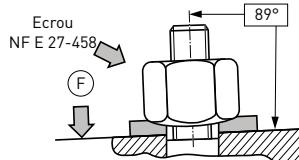
Se reporter pour l'aspect dimensionnel au tableau comparatif dimensionnel des rondelles selon NFE ,DIN et ISO, partie 36 du chapitre BIBLIOTHEQUE ET OUTILS" page 363

4.9-1

### Exemples d'utilisation

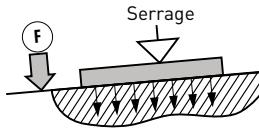
#### Rondelles à portée sphérique

Elles permettent de rattraper un défaut de perpendicularité de la surface d'appui F par rapport à l'axe de serrage.

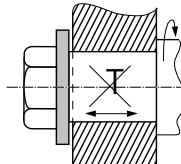


#### Rondelles plates

Elles permettent une répartition correcte des pressions de serrage et évitent le marquage de la surface d'appui F.

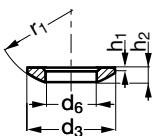
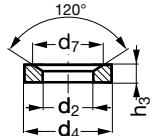
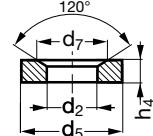
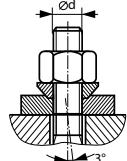


Elles peuvent constituer un arrêt en translation peu coûteux (matérialisé par une liaison pivot).



4.9-2

## Rondelles à portée sphérique DIN 6319

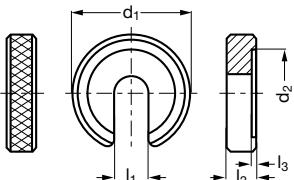
Rondelle convexe  
(Forme C)Rondelle concave  
(Forme D)Rondelle concave  
large (Forme G)Exemple de montage avec  
un écrou hexagonal

La rondelle concave peut être utilisée seule avec un écrou à portée sphérique ou avec une rondelle convexe. Cette technique est souvent utilisée sur les systèmes de blocage de pièces comportant des défauts angulaires (maximum de 3°).

d	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub> et d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>7</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	r <sub>1</sub>
6	7,1	12	17	6,4	11	0,7	2,3	2,8	4	9
8	9,6	17	24	8,4	14,5	0,6	3,2	3,5	5	12
10	12	21	30	10,5	18,5	0,8	4	4,2	5	15
12	14,2	24	36	13	20	1,1	4,6	5	6	17
16	19	30	44	17	26	1,3	5,3	6,2	7	22
20	23,2	36	50	21	31	2	6,3	7,5	8	27

4.9-3

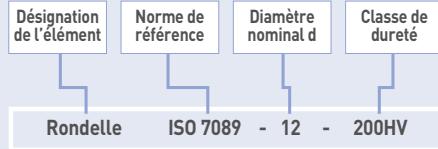
## Rondelles fendues amovibles NF E 27-617



d	d <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>
4	16	6	4,25	12	0,75
6	22	8	6,25	16	1
8	28	9	8,25	20	1,25
10	34	10	10,25	25	1,50
12	40	11	12,50	30	1,75
14	48	12	14,50	33	2
16	56	13	16,50	37	2
20	64	14	21	45	2,5
24	74	16	25	55	3
30	86	18	31	65	3
36	100	20	37	75	3

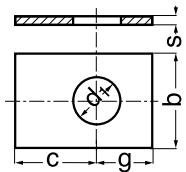
4.9-4

## Désignation

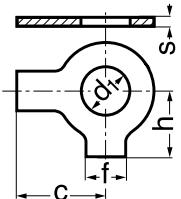


## Plaquettes arrêteoir NF E 27-614

Rectangulaire



A ailerons



Rectangulaire

d	d <sub>1</sub>	b	c	g	s
5	5,5	10	14	8	0,5
6	7	16	16	10	0,5
7	8	20	18	12	0,5
8	9	20	20	13	1
10	11	25	22	18	1
12	14	28	24	21	1
14	16	30	28	23	1
16	18	34	32	27	1
18	20	36	36	29	1
20	22	40	40	32	1
22	24	42	44	34	1
24	27	45	48	37	1,5
27	30	48	55	42	1,5
30	33	55	60	46	1,5
33	36	60	66	49	1,5
36	39	65	72	53	1,5
39	42	68	78	56	1,5
42	49	73	84	61	1,5

A ailerons

d	d <sub>1</sub>	c	h	f	s
5	5,5	13	8	5	0,5
6	7	16	10	6	0,5
7	8	16	12	7	0,5
8	9	18	13	8	1
10	11	23	18	9	1
12	14	25	21	12	1
14	16	28	23	13	1
16	18	32	27	15	1
18	20	36	29	16	1
20	22	40	32	18	1
22	24	45	34	20	1,5
24	27	48	37	22	1,5
27	30	55	42	24	1,5
30	33	60	46	26	1,5
33	36	66	49	29	1,5
36	39	72	53	31	1,5
39	42	78	56	32	1,5
42	45	84	61	35	1,5

4.9-5

## Choix d'une rondelle d'appui et d'une rondelle-frein

Le choix et le domaine d'application concernent essentiellement les rondelles normalisées destinées aux assemblages comportant des vis sous tension.

4.9-6 Tableau synoptique des fonctions des rondelles pour assemblages précontraints

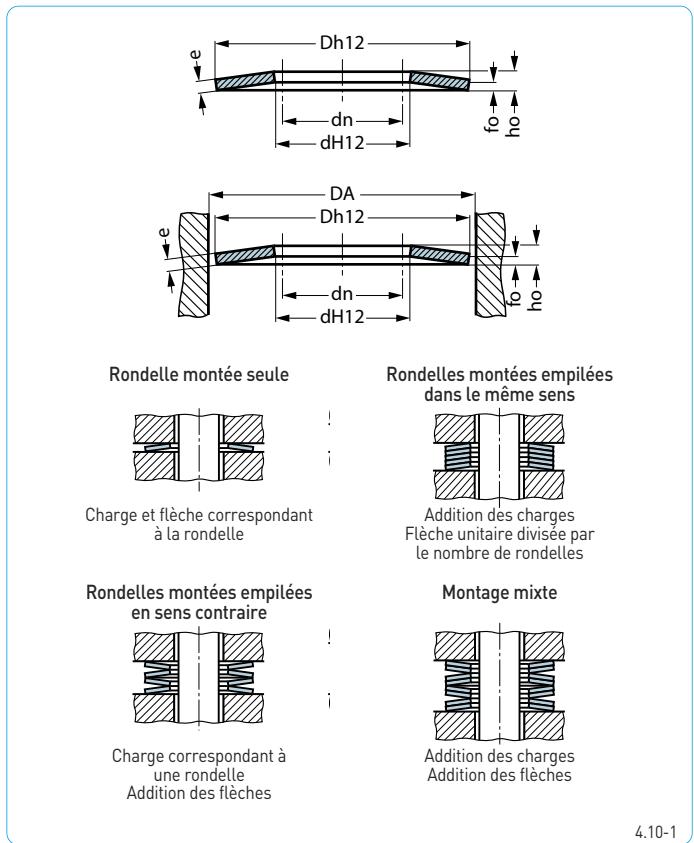
Très bonne Bonne Moyenne Passable Nulle

Types de rondelles	Norme de référence	Classes de qualité de la vis pour un assemblage rationnel	Fonctions							Observations
			Protection contre les meurtrissures	Diminution de la pression moyenne	répartition de la force de serrage	Trous de passage élargis	Opposition au dévissage	Opposition au desserrage	Liaison électrique de masse	
Plates	ISO 7089	8.8 200 HV 300HV 10.9								Fonction essentielle de protection contre les meurtrissures
	ISO 7090									
	ISO 7091									
	ISO 7092									
	ISO 7093									
	ISO 7094									
Grower sans bec	NF E 27-613 NF E 27-622 NF E 27-623	≤ 10.9								Souvent utilisées, par habitude, dans les assemblages non optimisés
Grower avec bec	NF E 27-613 NF E 27-622 NF E 27-623	≤ 10.9								
A dents chevauchantes extérieures forme concave	NF E 27-624 NF E 27-625	≤ 8.8								Exclusivement utilisées avec des vis tête fraîssée
A dents chevauchantes planes	NF E 27-620	≤ 8.8								Fixation de petites pièces : accessoires automobiles, cycles, électroménager
Ondulées à deux ondes	NF E 27-620	≤ 8.8								Serrage de matériaux tendres
Coniques à dents intérieures	NF E 27-512	8.8								Fixation des tôles minces en carrosserie automobile et électroménager
A double denture	NF E 27-626	≤ 8.8								Utilisées sur les glissières des moteurs électriques, alternateur
Coniques striées	NF E 27-511	6.8 8.8								Permettent de maintenir la tension dans les assemblages optimisés
Coniques lisses	NF E 27-510	8.0 12.9								Recommandées pour les assemblages des vis très courtes (risque de tassement)
Coniques striées à picots	non normalisée	≤ 8.8								Assurent dans de bonnes conditions la liaison électrique des masses
Plates trempées épaissies	non normalisée	10.9 12.9								Assemblage des pièces de très bonne géométrie

## 4.10 Les rondelles ressorts

### Rondelles ressorts coniques statiques (dites Belleville)

#### Eléments de calcul



#### Guidage des rondelles

##### Guidage de l'empilage alterné

Paquets et empilements de rondelles ressorts sont guidés par des éléments tels que, par exemple :

- une broche de guidage (guidage intérieur, voir figure 4.9-2a) ;
- un manchon de guidage (guidage extérieur, voir fig 4.9-2b) ;
- ou par des mesures autoentreuses : guidage par billes (voir fig 4.9-2c) ou par des segments en fil métallique écroui.

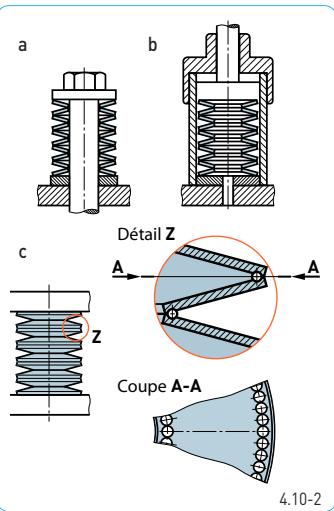
##### Guidage et jeu conseillé

Quand les rondelles ressorts sont empilées en colonnes, il faut alors qu'elles soient guidées sur le bord intérieur ou extérieur.

Dans le cas d'un guidage intérieur, l'axe de guidage devrait avoir une surface lisse avec dureté de 52 HCR.

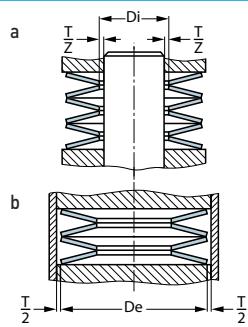
Pour le jeu entre l'élément de guidage et le ressort, on conseille les valeurs indiquées dans le tableau 4.9-4.

Les ressorts devraient travailler dans la mesure du possible entre  $s = 0,1 \cdot h_0$  et  $s = 0,75 \cdot h_0$ .



4.9-4

Diamètre interne (mm)	Jeu T min.
4,2 à 14,2	0,2
16,3 à 18,3	0,3
20,4 à 25,4	0,4
28,5	0,5
31 à 64	1,0
72 à 127	2,0



Guidage des ressorts : intérieur (a), extérieur (b). Jeu T entre les ressorts et l'élément de guidage

## Dimensions et valeurs des charges

4.10-5 Caractéristiques dimensionnelles

Diamètre de désignation de d [mm]	d <sub>1</sub> H14 [mm] min.	d <sub>1</sub> H14 [mm] max.	d <sub>2</sub> Js15 [mm] nom.	s [mm] nom.	H avant premier serrage [mm] min.	H avant premier serrage [mm] max.	b 2H12 <sup>(1)</sup> [mm]
5	5,30	5,60	11 15 ± 0,35	1,2 ± 0,04 1,4 ± 0,04	1,5 1,8	1,8 2,1	0,36
6	6,40	6,76	12 ± 0,35 14 ± 0,35 18 ± 0,35	1,4 ± 0,04 1,5 1,7 ± 0,05	1,7 1,9 2,1	2,0 2,2 2,4	0,36 0,36 0,36
8	8,40	8,76	16 ± 0,35 18 ± 0,35 22 ± 0,42	1,9 ± 0,05 2,0 ± 0,05 2,2 ± 0,05	2,3 2,4 2,6	2,6 2,7 3,0	0,36
10	10,50	10,93	20 ± 0,42 22 ± 0,42 27 ± 0,42	2,2 ± 0,05 2,4 ± 0,05 2,8 ± 0,06	2,7 2,9 3,3	3,1 3,3 3,7	0,42
12	13,00	13,43	24 ± 0,42 30 ± 0,42	2,8 ± 0,06 3,2 ± 0,06	3,2 3,8	3,6 4,2	0,42
[14] <sup>(2)</sup>	15,00	15,43	28 ± 0,42	3,0 ± 0,06	3,5	3,9	0,42
16	17,00	17,43	32 ± 0,50 39 ± 0,50	3,4 ± 0,06 3,6 ± 0,06	3,9 4,3	4,3 4,7	0,50
20	21,00	21,52	38 ± 0,50 45 ± 0,50	4,0 ± 0,07 4,4 ± 0,07	4,7 5,9	5,1 6,4	0,50

1. La tolérance b se rapporte à la dimension d<sub>2</sub>.

2. L'emploi du diamètre d = 14 doit être évité si possible.

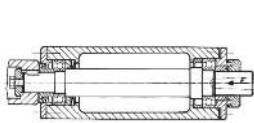
## Caractéristiques d'épreuves

Diamètre de désignation d [mm]	D2 nom. [mm]	S nom. [mm]	Charge d'épreuve F <sup>(1)</sup> [mm]	Flèche après essai <sup>(2)</sup> min [mm]	Couple de serrage (essai de fragilité) [mm]
5	11 15	1,2 1,4	8 200 8 200	0,15 0,25	7,1 7,1
6	12 14 18	1,4 1,5 1,7	11 600 11 600 11 600	0,15 0,20 0,25	12 12 12
8	16 18 22	1,9 2,0 2,2	21 200 21 200 21 200	0,20 0,22 0,30	29 29 29
10	20 22 27	2,2 2,4 2,8	33 700 33 700 33 700	0,25 0,30 0,35	58 58 58
12	24 30	2,8 3,2	48 900 48 900	0,25 0,40	100 100
[14] <sup>(2)</sup>	28	3,0	66 700	0,30	160
16	32 39	3,4 3,6	91 000 91 000	0,35 0,50	245 245
20	38 45	4,0 4,4	147 000 147 000	0,50 0,60	460 460

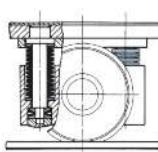
1. La charge d'épreuve de la rondelle équivaut à celle de la vis de même diamètre nominal en classe 8.8.

2. La flèche est égale, conventionnellement, à la différence entre la hauteur h et l'épaisseur réelles de la rondelle.

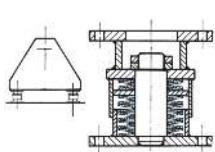
## Exemples de montages



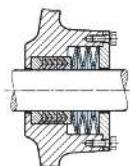
Montage de roulements à billes sur broche de fraisage



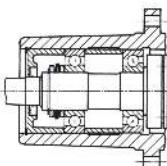
Suspension de véhicule  
Rondelles ressorts montées en sens contraire



Amortisseurs de vibrations  
Rondelles ressorts coniques en montage mixte



Maintien en compression des joints  
Rondelles ressorts montées en sens contraire



Montage de roulements à billes de corps de pompe  
Rondelles ressorts montées en sens contraire

## Rondelles ressorts dynamiques DIN 2093

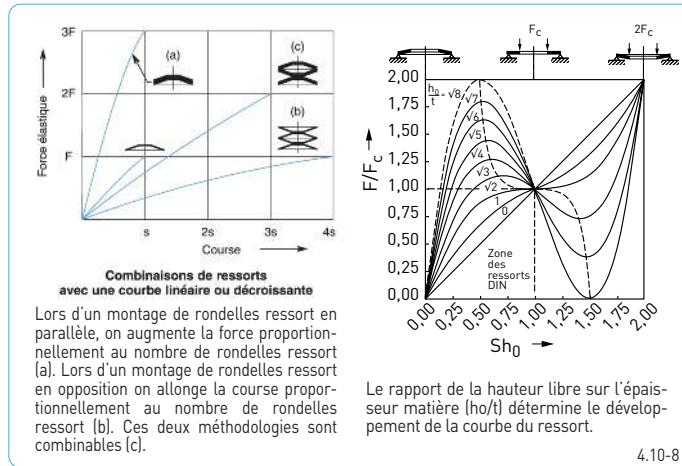
Les rondelles ressorts sont des anneaux de forme conique aplatis sur lesquels la charge s'exerce axialement. Selon leur application, les rondelles ressorts sont soit statiques, soit dynamiques et sont dénommées par, dans l'ordre :

- le diamètre extérieur  $D_e$ ,
- le diamètre intérieur  $D_i$ ,
- l'épaisseur matière  $t$ ,
- la hauteur libre  $L_0$ .

Les rondelles ressorts se caractérisent par les propriétés suivantes :

- une force importante pour une faible course,
- un encombrement plus faible que tout autre type de ressort,
- des éléments empilables différemment permettent des courbes caractéristiques variées.

Les rondelles ressorts sont souvent utilisées dans les secteurs de la construction de machines et appareils pour l'industrie pétrolière, automobile, aéronautique ou domestique.



4.10-8

### Vue d'ensemble des produits

#### Les rondelles ressorts conventionnelles

- rondelle ressort selon DIN 2093 : groupe 1, groupe 2, groupe 3 ;
- dimensions : diamètre extérieur de 8 à 800 mm
- matière selon DIN 2093 (DIN 17 221, DIN 17 222) et matières spéciales

## Empilage de rondelles ressorts

Les rondelles ressorts sont généralement montées sous la forme d'un empilage.

#### Avantages :

- simplification du montage par le pré-assemblage,
- courbe «force-course» spécifique à l'empilage (machine moderne de contrôle d'effort allant jusqu'à 1000 kN),
- possibilité de diminuer les tolérances d'effort,
- exclusion des erreurs d'empilage par le contrôle à 100% de l'effort.

### Exemples d'applications

#### Empilage de rondelles ressorts

Installations techniques, centrales électriques, constructions mécaniques.

Les empilements de rondelles ressorts s'utilisent comme ressort de suspension de chaudières ou de réservoirs. Ces rondelles ressorts compensent l'inflexion locale du plafond-porteur et garantissent ainsi un abaissement uniforme de la chaudière en cas de variations de charge et de dilatation thermique.

#### Compensation de jeu

Installations techniques, construction mécaniques.

Les rondelles ressorts servent à compenser les jeux des tolérances de l'ensemble des composants.

#### Freins à compression

Installations techniques, constructions mécaniques et automobiles.

Par baisse de la pression de service, les rondelles ressorts développent l'effort de freinage nécessaire.

### Rondelles ressorts

#### Classification selon DIN 2093 (tableau 4.9-10)

Les rondelles ressorts sont normalisées selon la DIN 2092 (rondelles ressorts : calcul) et la DIN 2093 (rondelles ressorts ; dimensions, exigences de qualité). La DIN 2093 les divise en 3 groupes :

- groupe 1 : épaisseur  $t$  inférieure à 1,25mm,
- groupe 2 : épaisseur  $t$  entre 1,25 et 6 mm,
- groupe 3 : épaisseur  $t$  entre 6 et 14 mm.

Les rondelles ressorts des groupes 1 et 2 sont fabriquées sans surfaces d'appui, celles du groupe 3 avec surface d'appui.

#### Matière de rondelle ressort

Pour les applications courantes l'acier ressort 51 CrV4 (n° 1.8159) est utilisé pour la fabrication des rondelles ressorts. L'utilisation des rondelles ressorts en basse ou haute, voire très haute température, ou bien en atmosphère corrosive peut également être envisagé sous réserve de spécification de matière selon le tableau 4.9-9.

### Protection anticorrosive des rondelles ressorts

La protection standard des rondelles ressorts est la phosphatation zinc et huilage. Dans le cas où l'utilisation des rondelles ressorts demande une protection contre la corrosion supérieure ; nous sommes à même de vous proposer les alternatives suivantes :

- phosphatation zinc + cire,
- zingage galvanique + chromatation,
- zingage mécanique + passivation 196 HBS,
- revêtement Delta-Tone / Delta-Seal,
- revêtement Geomet 500 A/B 700 HBS,
- nickelage chimique.

4.10-9

Désignation	Numéro de matière	Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> ) à							
		20°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C
Ck 67	1,1231	206	202	-	-	-	-	-	-
50 CrV 4	1,8159	206	202	196	-	-	-	-	-
51 CrMo4	1,7701	206	202	196	-	-	-	-	-
X12 CrNi17 7	1,4310	190	185	178	-	-	-	-	-
X7 CrNiAl 17 7	1,4568	200	195	190	-	-	-	-	-
X5 CrNiMo 18 10	1,4401	190	185	178	-	-	-	-	-
X35 CrMo 17	1,4122	209	205	199	192	-	-	-	-
X30 WCrV 5 3	1,2567	206	202	196	189	178	-	-	-
X 22 CrMoV 12 1	1,4923	209	205	200	193	-	-	-	-
Cu Be 2	2,1247	135	131	126	-	-	-	-	-
Ni Bc 2	2,4132	200	195	189	182	176	-	-	-
Inconel 718 (Ni Cr 19 Nb Mo)	2,4568	200	196	190	186	179	172	-	-
Inconel X 750 (Ni Cr 15Fe 7 li Al)	2,4669	214	203	198	190	179	170	-	-
Nimonic go (Ni Cr 20 Co 18 Ti)	2,4969	206	701	195	189	181	175	167	160

## Choix des rondelles ressort selon DIN 2093

4.10-10

Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)					
De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t			
8	3,2	0,30	18	9,2	1,00	34	16,3	1,50	63	31	3,00	112	57	4,00	160	82	11,00	125,00	64,00	5,00	280	152	18,5	360	182	21,5
8	3,2	0,40	20	8,2	0,50	34	16,3	2,00	63	31	3,50	112	57	6,00	160	82	4,80	125,00	64,00	6,00	300	127	12	360	182	23
8	3,2	0,50	20	8,2	0,60	35,5	18,3	1,25	70	24,5	3,00	112	57	6,00	180	92	10,00	125,00	71,00	6,00	300	127	13	370	202	25
8	4,2	0,20	20	8,2	0,70	35,5	18,3	2,00	70	24,5	3,50	125	51	4,00	180	92	13,00	140,00	72,00	5,00	300	127	14	370	202	26
8	4,2	0,30	20	8,2	0,80	40	14,3	1,25	70	25,5	2,00	125	51	4,00	200	82	8,00	150,00	61,00	5,00	300	127	15,3	380	152	19
8	4,2	0,40	20	8,2	0,90	40	14,3	1,50	70	30,5	2,50	125	51	5,00	200	82	10,00	150,00	61,00	6,00	300	127	16	380	192	13,5
10	3,2	0,30	20	8,2	1,00	40	14,3	1,75	70	30,5	3,00	125	51	5,00	200	82	12,00	150,00	71,00	6,00	300	127	17	380	192	25
10	3,2	0,40	20	10,2	0,40	40	14,3	2,00	70	35,5	3,00	125	51	6,00	200	92	10,00	160,00	82,00	4,30	300	127	17,4	380	202	12
10	3,2	0,50	20	10,2	0,50	40	16,3	1,50	70	35,5	3,50	125	51	6,00	200	92	12,00	160,00	82,00	6,00	300	152	8,5	380	202	15
10	4,2	0,10	20	10,2	0,80	40	16,3	1,75	70	35,5	4,00	125	61	5,00	200	92	14,00	180,00	92,00	4,80	300	152	10	380	212	18
10	4,2	0,50	20	10,2	0,90	40	16,3	2,00	70	35,5	4,00	125	61	5,00	200	102	8,00	180,00	92,00	6,00	300	152	12	400	202	10
10	4,2	0,60	20	10,2	1,00	40	18,3	2,00	70	40,5	4,00	125	61	6,00	200	102	10,00	200,00	82,00	5,00	300	152	13	400	202	12
10	5,2	0,25	20	10,2	1,10	40	20,4	1,50	70	40,5	4,00	125	61	6,00	200	102	12,00	200,00	82,00	6,00	300	152	14	400	202	14
10	5,2	0,40	22,5	11,2	0,60	40	20,4	2,00	70	40,5	5,00	125	64	3,50	200	102	14,00	200,00	82,00	8,50	300	152	14,5	400	202	16
10	5,2	0,50	22,5	11,2	0,80	40	20,4	2,25	70	40,5	5,00	125	64	5,00	200	112	12,00	200,00	82,00	13,00	300	152	15	400	202	19
12	4,2	0,40	23	8,2	0,70	40	20,4	2,50	71	36	2,00	125	64	5,00	200	112	14,00	200,00	102,00	5,50	300	152	15,5	400	202	20,3
12	4,2	0,50	23	8,2	0,80	45	22,4	1,25	71	36	2,50	125	64	6,00	200	112	16,00	200,00	102,00	8,30	300	152	16,1	400	202	21,2
12	4,2	0,60	23	8,2	0,90	45	22,4	1,75	71	36	4,00	125	64	6,00	225	112	6,50	200,00	9,00	300,00	300	152	16,5	400	202	22,5
12	5,2	0,50	23	10,2	0,90	45	22,4	2,50	71	36	4,00	125	71	6,00	225	112	8,00	200,00	102,00	11,00	300	152	17	400	202	30
12	5,2	0,60	23	10,2	1,00	48	16,3	1,50	80	30,5	2,50	125	71	6,00	225	112	12,00	200,00	112,00	6,00	300	152	18	440	212	18,5
12	6,2	0,50	23	12,2	1,00	50	18,4	1,25	80	31	3,00	140	72	3,80	225	112	16,00	200,00	112,00	15,00	300	152	18,5	440	252	25
12	6,2	0,60	25	12,2	0,70	50	18,4	1,50	80	31	4,00	140	72	5,00	250	102	10,00	225,00	112,00	9,00	300	152	19,5	450	202	25,5
12,5	6,2	0,35	25	12,2	0,90	50	18,4	2,00	80	31	4,00	140	72	5,00	250	102	12,00	225,00	112,00	10,00	300	152	20	450	252	21
12,5	6,2	0,50	28	10,2	0,80	50	18,4	2,50	80	35,5	4,00	150	61	5,00	250	127	7,00	225,00	112,00	10,80	300	152	20,5	450	252	25
12,5	6,2	0,70	28	10,2	1,00	50	18,4	3,00	80	35,5	4,00	150	61	5,00	250	127	8,00	250,00	127,00	7,50	182	12	600	470	237	33
14	7,2	0,35	28	12,2	1,00	50	20,4	2,00	80	36	3,00	150	61	6,00	250	127	10,00	250,00	127,00	9,00	320	172	8,1	480	252	20,3
14	7,2	0,50	28	14,2	0,80	50	20,4	2,50	80	41	2,25	150	61	6,00	250	127	12,00	250,00	127,00	9,20	320	172	9	480	252	20,7
14	7,2	0,60	28	14,2	1,00	50	22,4	2,00	80	41	3,00	150	71	6,00	250	127	14,00	250,00	127,00	10,50	320	172	13	500	202	37
15	5,2	0,40	31,5	16,3	0,80	50	22,4	2,50	80	41	4,00	150	71	6,00	250	127	16,00	250,00	127,00	11,00	320	172	15	500	242	32
15	5,2	0,50	34	12,3	1,00	50	25,4	1,25	80	41	4,00	160	82	4,30	70,00	35,50	4,00	250,00	127,00	13,00	340	172	9,2	500	252	19
15	5,2	0,60	35,5	18,3	0,90	50	25,4	1,50	80	41	5,00	160,00	82,00	4,30	70,00	40,50	4,00	250,00	127,00	13,50	340	172	9,5	600	282	22
15	6,2	0,50	22,5	11,2	1,25	50	25,4	2,25	90	46	2,50	160,00	82,00	10,00	71,00	36,00	4,00	250,00	127,00	15,00	340	172	11			
15	6,2	0,60	23	12,2	1,25	50	25,4	2,50	90	46	3,50	180	92	4,80	80,00	31,00	4,00	250,00	127,00	16,80	340	172	11,5			
15	6,2	0,70	23	12,2	1,50	50	25,4	3,00	90	46	5,00	180	92	6,00	80,00	35,50	4,00	250,00	127,00	17,50	340	172	12,5			
15	8,2	0,70	25	12,2	1,50	56	28,5	1,50	90	46	5,00	180	92	6,00	80,00	41,00	4,00	250,00	127,00	18,50	340	172	13,5			
15	8,2	0,80	28	10,2	1,25	56	28,5	2,00	100	41	4,00	180	92	6,00	80,00	41,00	5,00	270	127	10,65	340	172	13,7			
16	8,2	0,40	28	10,2	1,50	56	28,5	2,50	100	41	4,00	200	102	5,50	90,00	46,00	5,00	270	142	22	340	172	14,2			
16	8,2	0,60	28	12,2	1,25	56	28,5	3,00	100	41	5,00	200	102	5,50	100,00	41,00	4,00	280	127	12	340	172	14,6			
16	8,2	0,90	28	12,2	1,50	60	20,5	2,00	100	41	5,00	100	51	7,00	100,00	41,00	4,00	280	127	19	340	172	15,3			
18	6,2	0,40	28	14,2	1,25	60	20,5	2,50	100	51	2,70	125	61	8,00	100,00	51,00	4,00	280	142	12	340	172	15,8			
18	6,2	0,50	28	14,2	1,50	60	20,5	3,00	100	51	3,50	125	64	7,00	100,00	51,00	5,00	280	142	15	340	172	16,2			
18	6,2	0,60	31,5	16,3	1,25	60	25,5	2,50	100	51	4,00	125	64	8,00	100,00	51,00	6,00	280	142	16,6	340	172	17			
18	6,2	0,70	31,5	16,3	1,50	60	25,5	3,00	100	51	4,00	125	71	8,00	112,00	57,00	4,00	280	142	17,45	340	172	17,3			
18	6,2	0,80	31,5	16,3	1,75	60	30,5	2,50	100	51	5,00	125	71	10,00	112,00	57,00	6,00	280	142	18	340	172	18			
18	8,2	0,70	31,5	16,3	2,00	60	30,5	2,75	100	51	5,00	140	72	8,00	125,00	51,00	4,00	280	142	18,9	340	172	20			
18	8,2	0,80	34	12,3	1,25	60	30,5	3,00	100	51	6,00	150	61	7,00	125,00	51,00	5,00	280	142	20,3	340	172	22			
18	8,2	1,00	34	12,3	1,50	60	30,5	3,50	100	51	6,00	150	71	8,00	125,00	51,00	6,00	280	142	22	360	182	15,5			
18	9,2	0,45	34	14,3	1,25	63	31	1,80	112	57	3,00	150	81	8,00	125,00	61,00	5,00	280	152	12,8	360	182	20			
18	9,2	0,70	34	14,3	1,50	63	31	2,50	112	57	4,00	150	81	10,00	125,00	61,00	6,00	280	152	15	360	182	21			

Groupe 1  
Rondelles ressorts avec surface d'appui et épaisseur réduite

Groupe 3  
De : diamètre extérieur  
Di : diamètre intérieur  
t : épaisseur matière

Rondelles ressorts norme usine Mubea

## Catalogues

### Catalogue Fixation



### Guides produits



## Site internet

- Tableaux de cotes
- Dessins techniques
- Documents PDF
- Produits associés
- Plans 3D

[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)

## DVD 3D

- 120 000 composants modélisés.

**Catalogues et DVD 3D,  
gratuits sur simple demande :**

- par notre site internet,
- ou avec le formulaire en page 390.

Données complémentaires pour une meilleure approche du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

Ch. 8 - **Vocabulaire du métier de la fixation**

**BIBLIOTHEQUE & OUTILS**

Ch. 24 - **Couples de serrage pour visserie en acier ou inox**

Ch. 32 - **Tables de conversion des duretés**

Ch. 33 - **Classification des aciers inoxydables couramment utilisés en boulonnnerie-visserie**

Ch. 34 - **Caractéristiques mécaniques et physiques de la visserie**

Ch. 39 - **Documents de contrôle selon NF EN 10204 (janvier 2005)**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

Ch. 12 - **Usages de la profession et préconisations générales**

5

Caractéristiques  
mécaniques

# 5.0 Vis, goujons et tiges filetées

Filetages à pas gros et filetage à pas fin (NF EN ISO 898-1 Mai 2013)

## Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 898 spécifie les caractéristiques mécaniques et physiques des vis, goujons et tiges filetées en acier au carbone et en acier allié, soumis à essai dans la plage de température ambiante de 10 °C à 35 °C. Les fixations (terme utilisé lorsque les vis, goujons et tiges filetées sont considérés dans leur ensemble) conformes aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 sont évaluées dans cette plage de température ambiante. Les fixations peuvent ne pas conserver les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées à des températures élevées (voir Annexe B) et/ou basses.

**Note 1 :** Les fixations conformes aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 sont utilisées pour des applications dans la plage de températures de -50 °C à +150 °C. Il est conseillé aux utilisateurs de consulter un métallurgiste expérimenté en fixations pour une utilisation en dehors de cette plage de -50 °C à +150 °C et au-delà jusqu'à une température maximale de +300 °C, afin de déterminer les choix appropriés pour une application donnée.

**Note 2 :** Des informations relatives à la sélection et à l'utilisation des aciers à basses et à hautes températures figurent par exemple dans l'EN 10269, l'ASTM F2281 et l'ASTM A320/A320M.

Certaines vis peuvent ne pas satisfaire aux exigences de résistance à la traction ou à la torsion de la présente partie de l'ISO 898, en raison de la géométrie de leur tête dont la section cisaillée dans la tête est inférieure à la section résistante dans le filetage. Cela concerne les vis à tête basse ou réduite ou fraisée.

La présente partie de l'ISO 898 s'applique aux vis, goujons et tiges filetées :

- en acier au carbone ou en acier allié,
- à filetage métrique ISO triangulaire conforme à l'ISO 68-1,
- de filetage M1,6 à M39 pour les pas gros, et de filetage M8×1 à M39×3 pour les pas fins,
- de combinaisons diamètre/pas conformes à l'ISO 261 et à l'ISO 262, et
- de tolérance de filetage conforme à l'ISO 965-1, l'ISO 965-2 et l'ISO 965-4.

Elle ne s'applique pas aux vis sans tête et fixations filetées similaires non soumises à des contraintes de traction (voir l'ISO 898-5).

Elle ne spécifie aucune exigence pour des caractéristiques telles que :

- la soudabilité,
- la résistance à la corrosion,
- la résistance au cisaillement,
- les caractéristiques fonctionnelles de couple/tension (pour la méthode d'essai, voir l'ISO 16047), ou

- la résistance à la fatigue.

## Système de désignation des classes de qualité

Le symbole des classes de qualité des vis, goujons et tiges filetées se compose de deux nombres, séparés par un point (voir Tableaux 5.0-1 à 5.0-3) :

- le nombre à gauche du point, constitué d'un ou deux chiffres, représente le 1/100 de la valeur nominale de la résistance à la traction,  $R_{m,nom}$ , en mégapascals (voir Tableau 5.0-3, n°1) ;

- le nombre à droite du point représente 10 fois le rapport entre la valeur nominale de la limite d'élasticité et la valeur nominale de la résistance à la traction,  $R_{m,nom}$ , comme spécifié dans le 5.0-1 (rapport de limite d'élasticité). La limite d'élasticité nominale spécifiée dans le Tableau 5.0-3 (n°2 à n°4) correspond :

- à la limite inférieure d'écoulement nominale,  $R_{el,nom}$ , ou
- à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % nominale,  $R_{p0,2,nom}$ , ou
- à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d nominale,  $R_{pf,nom}$ .

Nombre à droite du point	.6	.8	.9
$\frac{R_{el,nom}}{R_{m,nom}}$ ou $\frac{R_{p0,2,nom}}{R_{m,nom}}$ ou $\frac{R_{pf,nom}}{R_{m,nom}}$	0.6	0.8	0.9
	0.6	0.8	0.9

5.0-1  
Rapport entre la valeur nominale de la limite apparente d'élasticité et la valeur nominale de la résistance à la traction.

Lorsqu'un zéro est ajouté à gauche de la classe de qualité, cela signifie que les fixations ont une capacité de charge réduite (voir paragraphes "capacités de charge des fixations" et "Marquage et identification des fixations à capacité de charge réduite").

**Exemple 1 :** Une fixation de résistance nominale à la traction  $R_{m,nom} = 800$  MPa et de rapport de limite d'élasticité égal à 0,8 est de classe de qualité 8.8.

**Exemple 2 :** Une fixation dont les caractéristiques du matériau sont de classe de qualité 8.8 mais à capacité de charge réduite est désignée par 08.8. La multiplication de la résistance nominale à la traction par le rapport de limite d'élasticité donne la valeur nominale de la limite d'élasticité en mégapascals (MPa).

Le marquage et l'étiquetage de la classe de qualité pour les vis, goujons et tiges filetées doivent être tels que spécifiés au paragraphe "Marquage et identification des fixations à capacité de charge intégrale". Pour les fixations à capacité de charge réduite, des symboles spécifiques de marquage sont spécifiés au paragraphe "Marquage et identification des fixations à capacité de charge réduite".

Le système de désignation de la présente partie de l'ISO 898 peut être utilisé pour des dimensions en dehors des limites du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 898 (par exemple  $d > 39$  mm), à condition que toutes les exigences applicables conformément aux tableaux 5.0-1 et 5.0-3 soient satisfaites.

#### 5.0-2 - Aciers

Classes de qualité	Matériau et traitement thermique	Limites de composition chimique (analyse sur produit, %) <sup>a</sup>				Température de revenu
		C	P	S	B <sup>b</sup>	
		min	max	max	max	min
4.6 <sup>c,d</sup>	Acier au carbone ou acier au carbone avec éléments d'alliage	-----	0.55	0.050	0.060	Non spécifiées
4.8 <sup>d</sup>		0.13	0.55	0.050	0.060	
5.6 <sup>c</sup>		-----	0.55	0.050	0.060	
5.8 <sup>d</sup>		0.15	0.55	0.050	0.060	
6.8 <sup>d</sup>		0.15 <sup>e</sup>	0.40	0.025	0.025	
8.8 <sup>f</sup>	Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.25	0.55	0.025	0.025	0.003
	Acier au carbone trempé et revenu ou	0.20	0.55	0.025	0.025	
	Acier allié trempé et revenu <sup>g</sup>	0.20	0.55	0.025	0.025	
9.8 <sup>f</sup>	Acier carboné avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.15 <sup>e</sup>	0.40	0.025	0.025	0.003
	Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.25	0.55	0.025	0.025	
	Acier allié trempé et revenu <sup>g</sup>	0.20	0.55	0.025	0.025	
10.9 <sup>f</sup>	Acier carboné avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu ou	0.20 <sup>e</sup>	0.55	0.025	0.025	0.003
	Acier au carbone trempé et revenu ou	0.25	0.55	0.025	0.025	
	Acier allié trempé et revenu <sup>g</sup>	0.20	0.55	0.025	0.025	
12.9 f,h,i	Acier allié trempé et revenu <sup>g</sup>	0.30	0.50	0.025	0.025	0.003
12.9 f,h,i	Acier au carbone avec éléments d'alliage (par exemple Bore, Mn ou Cr), trempé et revenu	0.28	0.50	0.025	0.025	0.003
						380

<sup>a</sup> en cas de litige, l'analyse sur produit s'applique

<sup>b</sup> la teneur en bore peut atteindre 0.005% à condition que le bore non efficace par l'adjonction de titane et/ou d'aluminium

<sup>c</sup> pour les éléments de fixation à froid de classes de qualité 4.6 et 5.6, un traitement thermique du fil utilisé pour le forgeage à froid ou un traitement thermique des éléments de fixation forgés à froid peut être nécessaire afin d'obtenir la ductilité requise.

<sup>d</sup> L'acier de décolletage est autorisé pour ces classes de qualité à condition que la teneur en soufre, phosphore et plomb ne dépasse pas les valeurs suivantes : soufre 0.34%, phosphore 0.11%, plomb 0.35%.

<sup>e</sup> Pour les aciers au bore dont la teneur en carbone est inférieure à 0.25% (analyse sur produit), la teneur minimale en manganèse doit être de 0.6% pour la classe de qualité 8.8 et de 0.7% pour les classes de qualité 9.8 et 10.9.

<sup>f</sup> Les matériaux de ces classes de qualité doivent être d'une trempabilité suffisante afin d'obtenir une structure présentant approximativement 90% de martensite à cœur dans la partie filetée des éléments de fixation à l'état trempé, avant le revenu.

<sup>g</sup> Cet acier allié doit contenir au moins l'un des éléments suivants dans la quantité minimale donnée : chrome 0.30%, nickel 0.30%, molybdène 0.20%, vanadium 0.10%. Lorsque les éléments sont combinés par deux, trois ou quatre et ont des teneurs en alliages inférieures à celles indiquées ci-dessus, la valeur limite à appliquer pour la détermination de la classe d'acier est 70% de la somme des valeurs limites individuelles ci-dessus pour les deux, trois ou quatre éléments concernés.

<sup>h</sup> Une couche enrichie de phosphore blanc détectable de manière métallographique n'est pas permise pour la classe de qualité 12.9/12.9. Elle doit être détectée au moyen d'une méthode d'essai appropriée.

<sup>i</sup> La classe de qualité 12.9/12.9 doit être utilisée avec précaution. Il convient de tenir compte de l'aptitude du fabricant d'éléments de fixation des conditions de fonctionnement et de l'assemblage. L'environnement peut générer des fissures de corrosion sous contrainte des éléments de fixation, qu'ils soient revêtus ou non.

## Matériau

Le Tableau 5.0-2 spécifie les valeurs limites pour la composition chimique des aciers et les températures minimales de revenu pour les différentes classes de qualité des vis, goujons et tiges filetées. La composition chimique doit être évaluée conformément aux Normes internationales pertinentes.

**Note :** Les réglementations nationales restreignant ou interdisant certains composants chimiques sont à prendre en compte en fonction du pays ou de la région concernée.

Pour les fixations destinées à être galvanisées à chaud, les exigences supplémentaires pour les matériaux de l'ISO 10684 s'appliquent.

## Caractéristiques mécaniques et physiques

Les vis, goujons et tiges filetées dont la classe de qualité est spécifiée doivent avoir, à température ambiante<sup>2)</sup>, les caractéristiques mécaniques et physiques applicables conformes aux Tableaux 5.0-3 à 5.0-7, quels que soient les essais effectués en cours de production ou lors d'une inspection finale.

L'Article 8 définit les conditions d'application des méthodes d'essai utilisées pour vérifier que les fixations de différentes formes et de différentes dimensions sont conformes aux caractéristiques définies dans le Tableau 5.0-3 et dans les Tableaux 5.0-4 à 5.0-7.

**Note 1 :** Même si les propriétés du matériau des fixations satisfont à toutes les exigences applicables spécifiées des Tableaux 5.0-2 et 5.0-3, certaines fixations présentent une capacité de charge réduite du fait de leur forme ou de leurs dimensions (voir paragraphes "Capacité de charge des fixations", "Essai de résistance à la traction sur vis à capacité de charge réduite du fait de la forme de leur tête" et "Essai de résistance à la traction sur vis et goujons à tige très réduite (élégie)").

**Note 2 :** Bien qu'un grand nombre de classes de qualité soient définies dans la présente partie de l'ISO 898, cela ne signifie pas que toutes les classes conviennent à toutes les fixations. Des informations complémentaires sur l'application des classes de qualité spécifiques figurent dans les normes de produit concernées. Pour les fixations non normalisées, il est conseillé de suivre aussi étroitement que possible le choix déjà fait pour les fixations normalisées analogues.

### 5.0-3 - Caractéristiques mécaniques et physiques des vis, goujons et tiges filetées

N°	Caractéristiques mécaniques ou physiques	Classes de qualité										
			4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 du 16 mm <sup>a</sup>	d > 16 mm <sup>b</sup>	9.8 du 16 mm	10.9	12.9/12.9
1	Résistance à la traction R <sub>m</sub> MPa	nom.c	400		500	600		800		900	1000	1200
		min	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
2	Limite inférieure d'écoulement R <sub>el</sub> <sup>d</sup> MPa	nom.c	240	----	300	----	----	----	----	----	----	----
		min	240	----	300	----	----	----	----	----	----	----
3	Limite conventionnelle d'élasticité à 0.2% R <sub>p0,2</sub> MPa	nom.c	----	----	----	----	----	640	640	720	900	1080
		min	----	----	----	----	----	640	660	720	940	1100
4	Limite conventionnelle d'élasticité à 0.0048 d sur produits entiers R <sub>pl</sub> MPa	nom.c	----	320	----	400	400	----	----	----	----	----
		min	----	340 <sup>e</sup>	----	420 <sup>e</sup>	480 <sup>e</sup>	----	----	----	----	----
5	Contrainte à la charge d'épreuve, S <sub>p</sub> <sup>f</sup> MPa	nom	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
	Rapport des contraintes à la charge d'épreuve/limite d'élasticité	S <sub>pnom</sub> /R <sub>el,min</sub> OU										
		S <sub>pnom</sub> /R <sub>p0,2,min</sub> OU	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
6	Allongement après rupture sur éprouvette A%	min	22	----	20	----	----	12	12	10	9	8

## 5.0-3 - (suite)

N°	Caractéristiques mécaniques ou physiques	Classes de qualité										
			4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 du 16 mm <sup>a</sup>	9.8 d > 16 mm <sup>b</sup>	10.9 du 16 mm	12.9/12.9	
7	Striction après rupture sur éprouvette Z%	min		----				52	48	48	44	
8	Allongement après rupture sur produits entiers A (voir également annexe C)	min	----	0.24	----	0.22	0.20	----	----	----	----	
9	Solidité de tête							Pas de rupture				
10	Dureté Vickers, HV F 98N	min	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max		220 <sup>g</sup>			250	320	335	360	380	435
11	Dureté Brinell HBW F=30D <sup>2</sup>	min	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max		209 <sup>g</sup>			238	304	318	342	361	414
12	Dureté de Rockwell HRB	min	67	71	79	82	89		----			
		max		95.0 <sup>g</sup>			99.5		----			
13	Dureté superficielle, HV 0.3	max		----				h		h,i	h,j	
14	Hauteur de la zone non décarburée dans le filetage E,mm	min		----				½ H1		2/3H1	3/4H1	
	Profondeur de décarburation totale dans le filetage G,mm	max		----				0.015				
15	Réduction de dureté après le deuxième revenu, HV	max		----				20				
16	Couple de rupture M <sub>8</sub> Nm	min		----				Conformément à l'ISO 898-7				
17	Résilience K <sub>v</sub> kJ/J	min	----		27	----	27	27	27	27	m	
18	Défauts de surface, conformément à						ISO 6157-1 <sup>n</sup>				ISO 6157-3	

<sup>a</sup> les valeurs ne s'appliquent pas à la boulonnnerie de construction métallique<sup>b</sup> Pour les boulons destinés à la construction métallique J > M12.<sup>c</sup> Les valeurs nominales ne sont spécifiées que pour les besoins du système de désignation des classes de qualité. Voir chapitre "Système de désignation des classes de qualité".<sup>d</sup> Lorsque la limite inférieure d'écoulement  $M_{el}$  ne peut être déterminée, il est admis de mesurer la limite conventionnelle d'élasticité à 0.2%  $K_{p0.2}$ .<sup>e</sup> Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8, les valeurs  $K_{pf min}$  sont à l'étude. Ces valeurs ne sont indiquées que pour le calcul du ratio des contraintes charge d'épreuve/limite d'élasticité, il ne s'agit pas de valeurs d'essai.<sup>f</sup> Les charges d'épreuve figurent dans les tableaux 5.0-5 et 5.0-7<sup>g</sup> La dureté déterminée à l'extrémité d'un élément de fixation doit être de 250 HV, 238 HB ou 99.5 HRB maximum<sup>h</sup> La dureté superficielle de l'élément de fixation ne doit pas être supérieure de plus de 30 unités Vickers à la dureté mesurée à cœur, la détermination de la dureté superficielle et de la dureté à cœur étant effectuée à HV 0.3<sup>i</sup> Toute augmentation de la dureté à la surface indiquant que la dureté superficielle dépasse 390 HV est inacceptable<sup>j</sup> Toute augmentation de la dureté à la surface indiquant que la dureté superficielle dépasse 435 HV est inacceptable<sup>k</sup> Les valeurs sont déterminées à une température d'essai de -20°C, voir paragraphe "Essai de résilience sur éprouvettes".<sup>l</sup> S'applique à  $d > 16$  mm<sup>m</sup> La valeur de Kv est à l'étude<sup>n</sup> Il est possible d'appliquer l'ISO 6157-3 au lieu de l'ISO 6157-1 par accord entre le fabricant et le client.

## 5.0-4 - Charges minimales de rupture - Filetage métrique ISO à pas gros

Filetage <sup>a</sup> d	Section résistante nominale $A_{s,nom}$ <sup>b</sup> mm <sup>2</sup>	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge minimale de rupture $F_{m,mn}$ ( $A_{s,nom} \times R_m$ /mm) N								
M3	5.03	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3.5	6.78	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8.78	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14.2	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20.1	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28.9	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36.6	14 600 <sup>c</sup>	15 400	18 300 <sup>c</sup>	19 000	22 000	29 200 <sup>c</sup>	32 900	38 100 <sup>c</sup>	44 600
M10	58	23 200 <sup>c</sup>	24 400	29 000 <sup>c</sup>	30 200	34 800	46 400 <sup>c</sup>	52 200	60 300 <sup>c</sup>	70 800
M12	84.3	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 <sup>d</sup>	75 900	87 700	103 000
M14	115	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 <sup>d</sup>	104 000	120 000	140 000
M16	157	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 <sup>d</sup>	141 000	163 000	192 000
M18	192	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	----	200 000	234 000
M20	245	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	----	255 000	299 000
M22	303	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	----	315 000	370 000
M24	353	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	----	367 000	431 000
M27	459	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	----	477 000	560 000
M30	561	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	----	583 000	684 000
M33	694	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	----	722 000	847 000
M36	817	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	----	850 000	997 000
M39	976	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	----	1 020 000	1 200 000

<sup>a</sup> l'absence d'indication du pas dans la désignation d'un filetage signifie que le pas gros est spécifié<sup>b</sup> Pour le calcul de  $A_{s,nom}$ , voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction  $R_m$ "<sup>c</sup> Pour les éléments de fixation de tolérance de filetage 6az conformément à l'ISO 965-4 destinés à la galvanisation à chaud, les valeurs réduites conformes à celles de l'Annexe A de l'ISO 10684 : 2004 s'appliquent.<sup>d</sup> Pour les boulons destinés à la construction métallique, les valeurs 70 000 N (pour M12), 95 500 N (pour M14) et 130 000 N (pour M16) s'appliquent respectivement.

5.0-5 - Charges d'épreuve - Filetage métrique ISO à pas gros

Filetage <sup>a</sup> d	Section résistante nominale $A_{s,nom}$ <sup>b</sup> mm <sup>2</sup>	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge d'épreuve $F_p$ ( $A_{s,nom} \times S_{p,nom}$ ) N								
M3	5.03	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 920	3 270	4 180	4 880
M3.5	6.78	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8.78	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14.2	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20.1	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M7	28.9	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36.6	8 240 <sup>c</sup>	11 400	10 200 <sup>c</sup>	13 900	16 100	21 200 <sup>c</sup>	23 800	30 400 <sup>c</sup>	35 500
M10	58	13 000 <sup>c</sup>	18 000	16 200 <sup>c</sup>	22 000	25 500	33 700 <sup>c</sup>	37 700	48 100 <sup>c</sup>	56 300
M12	84.3	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900 <sup>d</sup>	54 800	70 000	81 800
M14	115	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700 <sup>d</sup>	74 800	95 500	112 000
M16	157	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000 <sup>d</sup>	102 000	130 000	152 000
M18	192	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	----	159 000	186 000
M20	245	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	----	203 000	238 000
M22	303	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	----	252 000	294 000
M24	353	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	----	293 000	342 000
M27	459	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	----	381 000	445 000
M30	561	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	----	466 000	544 000
M33	694	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	----	576 000	673 000
M36	817	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	----	678 000	792 000
M39	976	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	----	810 000	947 000

<sup>a</sup> L'absence d'indication du pas dans la désignation d'un filetage signifie que le pas gros est spécifié

<sup>b</sup> Pour le calcul de  $A_{s,nom}$ , voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction Rm"

<sup>c</sup> Pour les éléments de fixation de tolérance de filetage 6az conformément à l'ISO 965-4 destinés à la galvanisation à chaud, les valeurs réduites conformes à celles de l'Annexe A de l'ISO 10684 : 2004 s'appliquent.

<sup>d</sup> Pour les boulons destinés à la construction métallique, les valeurs 50 700 N (pour M12), 68 800 N (pour M14) et 94 500 N (pour M16) s'appliquent respectivement.

## 5.0-6 - Charges minimales de rupture - Filetage métrique ISO à pas fin

Filetage <sup>a</sup> <i>dxP</i>	Section résistante nominale <i>A<sub>s,nom</sub></i> <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge minimale de rupture <i>F<sub>m,min</sub></i> ( <i>A<sub>s,nom</sub></i> x <i>R<sub>m/min</sub></i> ) N								
M8 x 1	39.2	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10 x 1.25	61.2	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M10 x 1	64.5	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M12 x 1.5	88.1	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 000
M12 x 1.25	92.1	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 000
M14 x 1.5	125	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16 x 1.5	167	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18 x 1.5	216	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	----	225 000	264 000
M20 x 1.5	272	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	----	283 000	332 000
M22 x 1.5	333	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	----	346 000	406 000
M24 x 2	384	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	----	399 000	469 000
M27 x 2	496	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	----	516 000	605 000
M30 x 2	621	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	----	646 000	758 000
M33 x 2	761	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	632 000	----	791 000	928 000
M36 x 3	865	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	----	900 000	1 055 000
M39 x 3	1 030	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	----	1 070 000	1 260 000

<sup>a</sup> Pour le calcul de *A<sub>s,nom</sub>*, voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction *R<sub>m</sub>*"

5.0-7 - Charges d'épreuve - Filetage métrique ISO à pas fin

Filetage <sup>a</sup> $dxP$	Section résistante nominale $A_{s,nom}^a$ mm <sup>2</sup>	Classe de qualité								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
		Charge dépreuve $F_p$ ( $A_{s,nom} \times S_{p,nom}$ ) N								
M8 x 1	39.2	8 820	12 200	11 000	14 900	17 200	22 700	25 500	32 500	38 000
M10 x 1.25	61.2	13 800	19 000	17 100	23 300	26 900	35 500	39 800	50 800	59 400
M10 x 1	64.5	14 500	20 000	20 000	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M12 x 1.5	88.1	19 800	27 300	24 700	33 500	38 800	51 100	57 300	73 100	85 500
M12 x 1.25	92.1	20 700	28 600	25 800	35 000	40 500	53 400	59 900	76 400	89 300
M14 x 1.5	125	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M16 x 1.5	167	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M18 x 1.5	216	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	----	179 000	210 000
M20 x 1.5	272	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	----	226 000	264 000
M22 x 1.5	333	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	----	276 000	323 000
M24 x 2	384	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	----	319 000	372 000
M27 x 2	496	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	----	412 000	481 000
M30 x 2	621	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	----	515 000	602 000
M33 x 2	761	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	----	632 000	738 000
M36 x 3	865	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	----	718 000	839 000
M39 x 3	1 030	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	----	855 000	999 000

<sup>a</sup> Pour le calcul de  $A_{s,nom}$ , voir paragraphe "Détermination de la résistance à la traction Rm"

## Conditions d'application des méthodes d'essai

### Généralités

Les essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des fixations spécifiées dans le Tableau 5.0-3 sont regroupés en deux catégories principales, FF et MP. Le groupe FF est utilisé pour les essais sur les fixations finies. Le groupe MP est utilisé pour les essais du matériau des fixations. Les deux groupes sont respectivement divisés en séries d'essais FF1, FF2, FF3, FF4, et MP1, MP2 pour les différentes sortes de fixations. Cependant, il n'est pas possible de vérifier toutes les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées dans le Tableau 5.0-3 pour toutes les fixations quelles que soient leur forme ou dimensions, et ce principalement du fait de limites dimensionnelles et/ou de capacité de charge.

### Capacité de charge des fixations

#### Fixations à capacité de charge intégrale

Une fixation à capacité de charge intégrale est une fixation finie, normalisée ou non, pour laquelle, lorsqu'elle est soumise à l'essai de traction conformément aux séries d'essais FF1, FF2 ou MP2,

- la rupture se produit
- dans la partie filetée libre, pour les fixations avec  $d_s > d_2$ , ou
- dans la partie filetée libre ou dans la partie lisse (tige), pour les fixations avec  $d_s \approx d_2$ , et
- la charge de rupture minimale  $F_{m,min}$  est conforme au Tableau 5.0-4 ou 5.0-6.

### Fixations à capacité de charge réduite du fait de leur géométrie

Une fixation à capacité de charge réduite est une fixation finie, normalisée ou non, dont les propriétés du matériau sont conformes aux exigences prévues par sa classe de qualité telles que définies dans la présente partie de l'ISO 898 mais qui, du fait de sa géométrie, ne satisfait pas aux exigences d'essais des séries d'essais FF1, FF2 ou MP2 en termes de capacité de charge.

La rupture d'une fixation à capacité de charge réduite ne se produit généralement pas dans la partie filetée libre lorsqu'elle est soumise à l'essai de traction de la série d'essais FF3 ou FF4.

La capacité de charge réduite des fixations par rapport à la charge de rupture dans le filetage est due aux deux raisons principales suivantes, d'ordre géométrique :

- une conception de la tête, applicable aux vis:
- à tête basse et/ou réduite avec ou sans entraînement externe, ou
- à tête cylindrique basse et/ou réduite à entraînement interne, ou
- à tête fraisée à entraînement interne;
- une conception de la partie lisse (tige), applicable aux fixations spécifiquement conçues pour des applications ne nécessitant ou ne prévoyant pas une capacité de charge intégrale conformément à la présente partie de l'ISO 898, par exemple vis à tige très réduite (élégie).

La série d'essais FF3 (voir Tableau 5.0-10) est utilisée pour les fixations mentionnées en a) ci-dessus. La série d'essais FF4 (voir Tableau 5.0-11) est utilisée pour les fixations mentionnées en b).

### Contrôle/essai effectué par le fabricant

Les fixations fabriquées conformément à la présente partie de l'ISO 898 doivent être en mesure de satisfaire à toutes les exigences applicables des Tableaux 5.0-3 à 5.0-7, en utilisant les méthodes d'essai «réalisables» spécifiées dans les Tableaux 5.0-8 à 5.0-11.

La présente partie de l'ISO 898 n'impose pas au fabricant les essais qui doivent être effectués sur chaque lot de fabrication. Il est de la responsabilité du fabricant d'appliquer les méthodes appropriées de son choix, telles que contrôle en cours de fabrication ou contrôle final, afin de s'assurer que le lot de fabrication est bien conforme à l'ensemble des exigences applicables.

En cas de litige, les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre «Méthodes d'essai» doivent s'appliquer.

### Contrôle/essai effectué par le fournisseur

Le fournisseur peut contrôler les fixations qu'il fournit en utilisant les méthodes de son choix pourvu que les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées dans les Tableaux 5.0-3 à 5.0-7 soient respectées.

En cas de litige, les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre «Méthodes d'essai» doivent s'appliquer.

### Contrôle/essai effectué par le client

Le client peut contrôler les fixations livrées au moyen des méthodes d'essais données dans le chapitre «Méthodes d'essai», en choisissant les essais applicables dans les séries d'essais appropriés tels que définis au paragraphe «Essais réalisables par groupe de fixations et éprouvettes».

En cas de litige, les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre «Méthodes d'essai» doivent s'appliquer.

### Essais réalisables par groupe de fixations et éprouvettes

#### Généralités

Les conditions d'application des séries d'essais FF1 à FF4 et MP1 à MP2, utilisant les méthodes d'essai de le chapitre «Méthodes d'essai», sont spécifiées dans les Tableaux 5.0-8 à 5.0-13.

Les séries d'essais FF1 à FF4 conformes aux Tableaux 5.0-8 à 5.0-11 s'appliquent aux essais des fixations finies :

- **FF1** : essais pour la détermination des caractéristiques des vis finies, à tête normale et à tige normale ou réduite (capacité de charge intégrale),  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$  (voir Tableaux 5.0-8);
- **FF2** : essais pour la détermination des caractéristiques des goujons finis à tige normale ou réduite, et des tiges filetées finies (à capacité de charge intégrale),  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$  (voir Tableaux 5.0-9);
- **FF3** : essais pour la détermination des caractéristiques des vis finies avec  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$  et à capacité de charge réduite, en raison
  - d'une tête basse et/ou réduite avec ou sans entraînement externe, ou
  - d'une tête cylindrique basse et/ou réduite à entraînement interne, ou
  - d'une tête fraisée à entraînement interne,
 (Voir Tableaux 5.0-10);

- **FF4** : essais pour la détermination des caractéristiques des vis, goujons et tiges filetées finis spécifiquement conçus pour des applications ne nécessitant ou ne prévoyant pas une capacité de charge intégrale conformément à la présente partie de l'ISO 898, par exemple fixations à tige très réduite (élégie),  $d_s < d_2$  (capacité de charge réduite) (voir Tableau 5.0-11).

Les séries d'essais MP1 et MP2 conformes aux Tableaux 5.0-12 et 5.0-13 s'appliquent aux essais des propriétés des matériaux des fixations, et/ou pour la mise au point des procédés de fabrication. Les séries d'essais FF1 à FF4 peuvent également être utilisées à cet effet.

- **MP1** : essais pour la détermination des propriétés des matériaux des fixations et/ou pour la mise au point des procédés de fabrication utilisant des éprouvettes (voir Tableaux 5.0-12).

#### 5.0-8 - Série d'essais FF1 - Vis finies à capacité de charge intégrale

Nº voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graphhe	Classes de qualité			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				$d < 3 \text{ mm ou } l < 2,5d \text{ ou } b < 2,0d$	$d \geq 3 \text{ mm et } l \geq 2,5d \text{ ou } b \geq 2,0d$	$d < 3 \text{ mm ou } l < 2,5d \text{ ou } b < 2,0d$	$d \geq 3 \text{ mm et } l \geq 2,5d \text{ ou } b \geq 2,0d$
1	Résistance minimale à la traction $R_{m \min}$	Essai de traction avec cale biaisé	9.1	NR	a	NR	a
		Essai de traction		NR	a	NR	a
5	Contrainte nominale à la charge d'épreuve $S_{pnom}$	Essai de charge d'épreuve	9.6	NR		NR	
8	Allongement minimal après rupture $A_{f \min}$	Essai de traction sur produits entiers	9.3	NR	b,d	c,d	NR
9	Solidité de tête	Essai de solidité de la tête $\frac{1,5d \leq l < 3d}{l \geq 3d \text{ } d \leq 10 \text{ mm}}$	9.8				
10 ou 11 ou 12	Dureté maximale	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarbonatation maximale	Essai de décarbonatation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	e	e
16	Couple minimal de rupture $M_{B\min}$	Essai de torsion $1,6 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm } b \geq 1d + 2P$	9.13	f	f,g		g
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

<sup>a</sup> Pour les éléments de fixation avec  $d \geq 3 \text{ mm}, l \geq 2d \text{ et } b < 2d$  voir 9.1.5 et 9.2.5

<sup>b</sup> Les valeurs pour les classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8 et 10.9 sont données à l'Annexe C

<sup>c</sup> Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8

<sup>d</sup>  $l \geq 2.7d \text{ et } h \geq 2.2d$

- **MP2** : essais pour la détermination des propriétés des matériaux des fixations à capacité de charge intégrale et/ou pour la mise au point des procédés de fabrication,  $d_s = d_2$  ou  $ds > d_2$  (voir Tableaux 5.0-13).

#### Limites d'application

Les limites d'application des méthodes d'essai relatives au groupe de fixations considéré doivent être conformes aux Tableaux 5.0-8 à 5.0-13.

#### Fourniture de résultats d'essai

Lorsque, pour une commande spécifique, le client demande un rapport contenant des résultats d'essai, ces derniers doivent être établis en utilisant les méthodes d'essai spécifiées au chapitre «Méthodes d'essai» et sélectionnées dans les Tableaux 5.0-8 à 5.0-13. Tout essai particulier spécifié par le client doit faire l'objet d'un accord au moment de la commande.

<sup>e</sup> Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige

<sup>f</sup> Pour les classes de qualité 4.6 et 6.8, aucune valeur n'est spécifiée dans l'ISO 898-7

<sup>g</sup> Peut être utilisé au lieu de l'essai de traction, cependant, en cas de litige, l'essai de traction s'applique.

  Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

  Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation (par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

## 5.0-9 - Série d'essais FF2 - Goujons et tiges filetées finis à capacité de charge intégrale

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graph	Classes de qualité			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				d < 3 mm ou l <sub>t</sub> < 3d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm ou l <sub>t</sub> ≥ 3d ou b ≥ 2,0d	d < 3 mm ou l <sub>t</sub> < 3d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm ou l <sub>t</sub> ≥ 3d ou b ≥ 2,0d
1	Résistance minimale à la traction R <sub>m min</sub>	Essai de traction	9.2	NR	a	NR	a
5	Contrainte nominale à la charge d'épreuve S <sub>pnom</sub>	Essai de charge d'épreuve	9.6	NR		NR	
8	Allongement minimal après rupture A <sub>f min</sub>	Essai de traction sur produits entiers	9.3	NR	b,d	c,d	NR
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	e	e
16	Couple minimal de rupture M <sub>Bmin</sub>	Essai de torsion 1,6 mm ≤ d ≤ 10 mm b ≥ 1d + 2 P	9.13	f	F,g		g
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

<sup>a</sup> Si la rupture du goujon se produit dans le filetage du côté implantation b<sub>m</sub> la dureté minimale s'applique au lieu de R<sub>m min</sub>. Dans ce cas, il est également possible de déterminer la résistance à la traction R<sub>m</sub> en utilisant des éprouvettes usinées conformément à 9.7.

<sup>b</sup> l<sub>t</sub> ≥ 3,2 d b ≥ 2,2d

<sup>c</sup> Les valeurs pour les classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8 et 10.9 sont données à l'Annexe C

<sup>d</sup> Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8

<sup>e</sup> Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige

## 5.0-10 - Série d'essais FF3 - Vis finies à capacité réduite du fait de la forme de la tête

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graph	Classes de qualité			
				4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				d < 3 mm ou l< 2,5d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm et l≥ 2,5d ou b ≥ 2,0d	d < 3 mm ou l< 2,5d ou b < 2,0d	d ≥ 3 mm et l≥ 2,5d ou b ≥ 2,0d
a	Charge minimale de rupture	Essai de traction pour les vis dont la rupture ne se produit pas dans la partie filetée libre du fait de la forme de la tête	9.4	NR	a	NR	a
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	b	b
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

<sup>a</sup> Se reporter à la norme de produit de la vis considérée pour la charge minimale de rupture

<sup>b</sup> Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige

Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation (par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

5.0-11 - Série d'essais FF4 - Vis, goujons et tiges filetées finis à capacité de charge réduite, par exemple du fait de la tige très réduite (élégie)

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graphhe	Classes de qualité			
				4.6, 5.6		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9	
				d < 3mm ou longueur réduite < 3d <sub>s</sub> ou b < d	d ≥ 3mm et longueur réduite ≥ 3d <sub>s</sub> ou b ≥ d	d < 3mm ou longueur réduite < 3d <sub>s</sub> ou b < d	d ≥ 3mm et longueur réduite ≥ 3d <sub>s</sub> ou b ≥ d
1	Résistance minimale à la traction R <sub>m min</sub>	Essai de traction des vis, goujons et tiges filetées à tige très réduite (élégie)	9.5	NR	a	NR	a
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9				
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR		
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR		
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	b	b
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15				

<sup>a</sup> R<sub>m</sub> se rapporte à la section résistante de la tige très réduite. A<sub>ds</sub> =  $\frac{\pi}{4} d_s^2$

<sup>b</sup> Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige.

  Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

  Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation (par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

## 5.0-12 - Série d'essais MP1 – Caractéristiques des matériaux déterminés sur éprouvettes usinées

N° voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graphes	Classes de qualité				
				4.6, 5.6		8.8, 9.8, 10.9, 12.9/12.9		
				$3 \leq d < 4.5 \text{ mm}$ et $b \geq d$ et $l \geq 6.5 d$ (a)	$d \geq 4.5 \text{ mm}$ et $d_0 \geq 3 \text{ mm}$ et $l \geq d+26 \text{ mm}$ (a)	$3 \leq d < 4.5 \text{ mm}$ et $b \geq d$ et $l \geq 6.5 d$ (a)	$d \geq 16 \text{ mm}$ et $d_0 \geq 3 \text{ mm}$ et $b \geq d$ et $l \geq d+26 \text{ mm}$ (a,d,e)	$d \geq 16 \text{ mm}$ et $d_0 \geq 0.75 d$ et $b \geq d$ et $l \geq 5.5d + 8 \text{ mm}$ (a,f,g)
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\min}$	Essai de traction sur éprouvettes usinées	9.7	h	h	NR	NR	NR
2	Limite inférieure minimale d'écoulement $R_{eL\min}$			NR <sup>h</sup>	NR <sup>h</sup>			
3	Limite conventionnelle minimale d'élasticité à $0.2\% R_{p0.2\min}$							
6	Allongement minimal après rupture $A_{\min}$							
7	Striction minimale après rupture $Z_{\min}$			NR	NR			
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9					
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR			
14	Zone de décarburation maximale	Essai de décarburation	9.10	NR	NR			
17	Résilience minimale $K_{v\min}$	Essai de résilience $d \geq 16 \text{ mm}$ et $l \geq 55 \text{ mm}$	9.14	NR	j	NR	x	x
18	Défauts de surface <sup>k</sup>	Contrôle des défauts de surface	9.15					

<sup>a</sup> Pour déterminer la longueur totale minimale des goujons, ajouter  $1_{el}$  à la formule de longueur<sup>b</sup> Pour les vis de longueur  $l \geq 5d$  afin d'évaluer  $Z_{\min}$ <sup>c</sup> Pour les goujons et tiges filetées de longueur  $l \geq 6d$  afin d'évaluer  $Z_{\min}$ <sup>d</sup> Pour les vis de longueur  $l \geq d + 20 \text{ mm}$  afin d'évaluer  $Z_{\min}$ <sup>e</sup> Pour les goujons et tiges filetées de longueur  $l \geq 2d + 20 \text{ mm}$  afin d'évaluer  $Z_{\min}$ <sup>f</sup> Pour les vis de longueur  $l \geq 4d + 8 \text{ mm}$  afin d'évaluer  $Z_{\min}$ <sup>g</sup> Pour les goujons et tiges filetées de longueur  $l \geq 5d + 8 \text{ mm}$  afin d'évaluer  $Z_{\min}$ <sup>h</sup> Lorsque la limite inférieure d'écoulement  $R_{eL}$  ne peut être déterminée, il est admis de mesurer la limite conventionnelle d'élasticité à  $R_{p0.2}$ <sup>i</sup> La partie pleine de la tête peut être incluse<sup>j</sup> Uniquement pour la classe de qualité 5.6.<sup>k</sup> A évaluer avant l'usinage des éprouvettes.

  Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».

  Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).

NR Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation (par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

5.0-13 - Série d'essais MP2 - Caractéristiques des matériaux déterminés sur vis, goujons et tiges filetées finis à capacité de charge intégrale

Nº voir tableau 5.0-3	Caractéristiques	Méthode d'essai	Para-graphhe	Classes de qualité		
				4.6, 5.6	4.8, 5.8, 6.8	8.8, 9.8, 10.9, 12.9/ <u>12.9</u>
				d ≥ 3 mm et l ≥ 2.7 da et b ≥ 2.2 d		
1	Résistance minimale à la traction $R_{m\ min}$	Essai de traction sur produits finis	9.2	d	d	d
4	Limite conventionnelle minimale d'élasticité à $0.004 8d R_{pf\ min}$	Essai de traction sur produits entiers	9.3	b		c
5	Contrainte nominale à la charge d'épreuve $S_{p\ nom}$	Essai de charge d'épreuve sur produits entiers	9.6	d	d	d
8	Allongement minimal après rupture $At_{min}$	Essai de traction sur produits entiers	9.3	e		e
10 ou 11 ou 12	Dureté	Essai de dureté	9.9			
13	Dureté superficielle maximale	Essai de carburation	9.11	NR	NR	
14	Zone de décarbonatation maximale	Essai de décarbonatation	9.10	NR	NR	
15	Réduction de dureté après deuxième revenu	Essai de deuxième revenu	9.12	NR	NR	f
18	Défauts de surface	Contrôle des défauts de surface	9.15			

<sup>a</sup> Pour goujons et tiges filetées dont l'extrémité côté implantation de filet résiste à une charge de traction plus élevée que côté écrou ou pour les goujons et tiges filetées entièrement filetées de longueur totale  $l \geq 3.2 d$

<sup>b</sup> Pour les classes de qualité 4.6 et 5.6, la limite conventionnelle d'élasticité à  $0.004 Bd R_{pf}$  n'est pas spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

<sup>c</sup> Pas de valeur disponible

<sup>d</sup>  $l \geq 2.5d$  et  $b \geq 2.0 d$

<sup>e</sup> Les valeurs de  $A_t$  sont indiquées à l'Annexe C pour information

<sup>f</sup> Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige



Réalisable : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai». En cas de litige, l'essai doit être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai».



Réalisable mais effectué uniquement lorsque cela est explicitement spécifié par le client : l'essai peut être réalisé conformément au chapitre «Méthodes d'essai» comme une alternative pour une caractéristique donnée (par exemple essai de torsion lorsque l'essai de traction est possible) ou comme un essai particulier s'il est exigé dans une norme de produit ou par le client au moment de la commande (par exemple essai de résilience).



NR Non réalisable : l'essai ne peut pas être réalisé en raison de la forme et/ou des dimensions de l'élément de fixation (par exemple longueur à essayer trop courte, absence de tête) ou parce que l'essai ne s'applique qu'à une catégorie particulière d'éléments de fixation (par exemple essai pour éléments de fixation traités thermiquement).

## Méthodes d'essai

### Essai de résistance à la traction avec cale biaise sur vis finies (goujons et tiges filetées exclus)

#### Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer simultanément :

- la résistance à la traction sur vis finies,  $R_m$ ;
- l'intégrité de la zone de raccordement sous tête (raccordement tête-tige ou tête-partie filetée)

#### Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis avec ou sans embase de caractéristiques suivantes :

- face d'appui plane ou striée;
- tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- tête plus résistante que la (les) partie(s) lisse(s) (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s)  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$ ;
- longueur nominale  $l \geq 2,5d$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 2,0d$ ;
- boulonnnerie de construction métallique avec  $b < 2d$ ;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- toutes classes de qualité.

#### 5.0-14 - Classes de tolérance de filetage des adaptateurs à intérieur fileté

Finition/ revêtement de la fixation	Tolérance de filetage	
	Classe de tolérance de filetage de la fixation avant tout revêtement	Classe de tolérance de filetage de l'adaptateur à intérieur fileté
Brut	6h ou 6g	6H
Avec revêtement électrolytique selon l'ISO 4042	6g ou 6e ou 6f	6H
Avec revêtement de zinc lamellaire selon l'ISO 10683	6g ou 6e ou 6f	6H
Galvanisé à chaud selon l'ISO 10684 et destiné à être assemblé avec des écrous de classe de tolérance de filetage		
– 6H	6az	6H
– 6AZ	6g ou 6h	6AZ
– 6AX	6g ou 6h	6AX

Le dispositif d'essai doit être suffisamment rigide afin que la flexion se produise au raccordement sous tête ou dans le filetage.

#### Appareillage

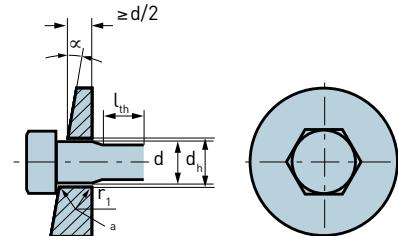
La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les dispositifs d'essais modifiant l'effet de l'angle de la cale biaise,  $\alpha$ , spécifié à la Figure 5.0-15 et dans le Tableau 5.0-17 ne doivent pas être utilisés.

#### Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage, la cale biaise et les adaptateurs filetés doivent être conformes aux spécifications suivantes :

- dureté: 45 HRC min;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur à intérieur fileté: conforme au Tableau 5.0-14;
- diamètre du trou de passage  $d_h$ : conforme au Tableau 5.0-16;
- cale biaise conforme à la Figure 5.015 et aux Tableaux 5.0-16 et 5.0-17.

#### 5.0-15 - Essai de traction avec cale biaise sur vis finies



<sup>a</sup> Rayon ou chanfrein à 45°. Voir Tableau 2.

5.0-16 - Diamètre du trou de passage et rayon de la cale biaise  
(Dimensions en millimètres)

Diamètre nominal de filetage d	d <sub>h</sub> <sup>ab</sup>		r <sub>1</sub> <sup>c</sup>	Diamètre nominal de filetage d	d <sub>h</sub> <sup>ab</sup>		r <sub>1</sub> <sup>c</sup>
	min.	max.			min.	max.	
3	3,4	3,58	0,7	16	17,5	17,77	1,3
3,5	3,9	4,08	0,7	18	20	20,33	1,3
4	4,5	4,68	0,7	20	22	22,33	1,6
5	5,5	5,68	0,7	22	24	24,33	1,6
6	6,6	6,82	0,7	24	26	26,33	1,6
7	7,6	7,82	0,8	27	30	30,33	1,6
8	9	9,22	0,8	30	33	33,39	1,6
10	11	11,27	0,8	33	36	36,39	1,6
12	13,5	13,77	0,8	36	39	39,39	1,6
14	15,5	15,77	1,3	39	42	42,39	1,6

<sup>a</sup> Série moyenne conformément à l'ISO 273.

<sup>b</sup> Pour les vis à tête ronde et collet carré, le trou doit être adapté pour accepter le collet carré.

<sup>c</sup> Pour les produits de grade C, il convient d'utiliser un rayon r<sub>1</sub> calculé conformément à la formule suivante :

$$r_1 = r_{\max} + 0,2 \quad \text{où} \quad r_{\max} = \frac{d_{a,\max} - d_{s,\min}}{2}$$

5.0-17 - Angle de cale  $\alpha$  pour l'essai de traction avec cale biaise

Diamètre nominal de filetage d mm	Classes de qualité pour :			
	vis partiellement filetées avec longueur de la partie lisse l <sub>s</sub> ≥ 2d	vis entièrement filetées, et vis partiellement filetées avec longueur de la partie lisse l <sub>s</sub> < 2d		
	4,6, 4,8, 5,6, 5,8, 6,8, 8,8, 9,8, 10,9	12,9/12,9	4,6, 4,8, 5,6, 5,8, 6,8, 8,8, 9,8, 10,9	12,9/12,9
	α ± 30°			
3 ≤ d ≤ 20	10°	6°	6°	4°
20 < d ≤ 39	6°	4°	4°	4°

## Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La cale biaise spécifiée précédemment doit être placée sous la tête de la vis conformément à la Figure 5.0-15. La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge, l<sub>th</sub>, doit être au moins égale à 1d.

Pour la boulonnnerie de construction métallique ayant une longueur filetée écourtée, l'essai de traction avec cale biaise peut être effectué avec une longueur filetée libre, l<sub>th</sub>, inférieure à 1d.

L'essai de résistance à la traction avec cale biaise doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.

L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.

Mesurer la charge de rupture F<sub>m</sub>.

## Résultats d'essai

### Détermination de la résistance à la traction $R_m$

#### Méthode

La résistance à la traction,  $R_m$ , est calculée sur la base de la section résistante nominale,  $A_{s,nom}$ , et de la charge maximale de rupture,  $F_m$ , mesurée au cours de l'essai :

$$R_m = \frac{F_m}{A_{s,nom}}$$

avec

$$A_{s,nom} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

- où

- $d_2$  est le diamètre sur flancs de base du filetage conformément à l'ISO 724;
- $d_3$  est le diamètre intérieur du filetage extérieur;

$$- d_3 = d_1 - \frac{H}{6};$$

- $d_1$  est le diamètre intérieur de base du filetage extérieur conformément à l'ISO 724;
  - $H$  est la hauteur du triangle génératrice du filetage conformément à l'ISO 68-1.
- Les valeurs de la section résistante nominale  $A_{s,nom}$ , figurent dans les Tableaux 5.0-4 et 5.0-6.

#### Exigences

Pour les vis avec  $d_s > d_2$  et les vis entièrement filetées, la rupture doit se produire dans la partie filetée libre.

Pour les fixations avec  $d_s \approx d_2$ , la rupture doit se produire dans la partie filetée libre ou dans la partie lisse (tige).

$R_m$  doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3. Les valeurs de la charge minimale de rupture,  $F_{m,min}$ , doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans les Tableaux 5.0-4 et 5.0-6.

**Note :** Dans le cas des petits diamètres, il existe une différence croissante entre la zone de contrainte nominale par rapport à la zone de contrainte réelle. Lorsque la dureté est utilisée pour le contrôle/essai en cours de fabrication, en particulier pour les plus petits diamètres, il peut être nécessaire d'augmenter la dureté au-dessus de la valeur minimale spécifiée dans le Tableau 5.0-3 afin d'atteindre la valeur minimale de charge de rupture.

### Détermination de l'intégrité de la zone de raccordement sous tête (raccordement tête-tige ou tête-partie filetée) - Exigences

La rupture ne doit pas se produire dans la tête.

Pour les vis partiellement filetées, la rupture ne doit pas se produire dans la zone de raccordement entre la tête et la partie lisse (tige).

Pour les vis entièrement filetées, la rupture peut s'étendre dans le raccordement entre la tête et le filetage ou dans la tête, avant séparation, à condition que l'origine de la défaillance soit située dans la partie filetée libre.

## Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées finis pour la détermination de la résistance à la traction, $R_m$

#### Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer la résistance à la traction  $R_m$  sur produits finis.

Cet essai peut être combiné avec l'essai défini dans la paragraphe suivant (« Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées entiers pour la détermination de l'allongement après rupture et de la limite conventionnelle d'élasticité »).

#### Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis, goujons et tiges filetées de caractéristiques suivantes :

- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- vis à tête plus résistante que la(s) partie(s) lisse(s) (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s)  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$ ;
- vis de longueur nominale  $l \geq 2,5d$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 2,0d$ ;
- vis de construction métallique avec  $b < 2d$ ;
- goujons et tiges filetées de longueur totale  $l \geq 3,0d$ ;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- toutes classes de qualité.

#### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

## Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes:

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage,  $d_h$ , conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.014.

## Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-18 a) ou b). Le goujon et la tige filetée soumis à essai doivent être montés dans deux adaptateurs filetés conformément à la Figure 5.0-18 c) ou d). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à  $1d$ .

La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge,  $l_{th}$ , doit être au moins égale à  $1d$ . Cependant, lorsque cet essai est combiné à l'essai spécifié au paragraphe suivant, la longueur de la partie filetée libre soumise à la charge,  $l_{th}$ , doit être égale à  $1,2d$ .

Pour la boulonnnerie de construction métallique ayant une longueur filetée écourtée, l'essai de traction peut être effectué avec une longueur de filetage libre  $l_{th}$  inférieure à  $1d$ .

L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.

L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.

Mesurer la charge de rupture,  $F_m$ .

## Résultats d'essai

### Méthode

Pour les calculs, voir paragraphe « Détermination de la résistance à la traction  $R_m$  ».

### Exigences

Pour les fixations avec  $d_s > d_2$ , la rupture doit se produire dans la partie filetée libre.

Pour les fixations avec  $d_s \approx d_2$ , la rupture doit se produire dans la partie filetée libre ou dans la partie lisse (tige).

Pour les vis entièrement filetées, la rupture peut s'étendre dans le raccordement entre la tête et le filetage ou dans la tête, avant séparation, à condition que l'origine de la défaillance soit située dans la partie filetée libre.

$R_m$  doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3. Les valeurs de la charge minimale de rupture,  $F_{m,min}$ , doivent être conformes aux valeurs spécifiées dans les Tableaux 5.0-4 et 5.0-6.

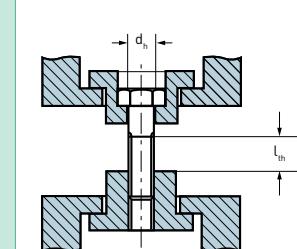


Figure a - Exemple de dispositif d'essai pour vis partiellement filetées

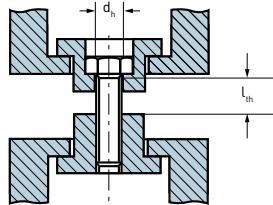


Figure b - Exemple de dispositif d'essai pour vis entièrement filetées

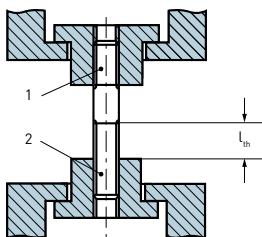


Figure c - Exemple de dispositif d'essai pour goujons

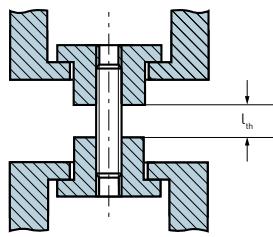


Figure d - Exemple de dispositif d'essai pour tiges filetées

### Légende

1 - extrémité côté implantation

2 - extrémité côté écrou

$d_h$  - diamètre du trou de passage

$l_{th}$  - longueur de la partie filetée libre de la fixation dans le dispositif d'essai

5.0-18 - Exemples de dispositifs pour l'essai de traction des fixations entières

Note : Dans le cas des petits diamètres, il existe une différence croissante entre la zone de contrainte nominale par rapport à la zone de contrainte réelle. Lorsque la dureté est utilisée pour le contrôle en cours de fabrication, en particulier pour les plus petits diamètres, il peut être nécessaire d'augmenter la dureté au-dessus de la valeur minimale spécifiée dans le Tableau 5.0-3 afin d'atteindre la valeur minimale de charge de rupture.

## Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées entiers pour la détermination de l'allongement après rupture, $A_f$ , et de la limite conventionnelle d'élasticité à $0,0048d, R_{pf}$

### Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer simultanément :

- l'allongement après rupture,  $A_f$ , sur produits entiers;
  - la limite conventionnelle d'élasticité à  $0,0048d, R_{pf}$ , sur produits entiers.
- Cet essai peut être combiné avec l'essai défini précédemment.

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- vis à tête plus résistante que toute partie lisse (tige);
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s)  $d_s > d$  ou  $d_s \approx d$ ;
- vis de longueur nominale  $l \geq 2,7d$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 2,2d$ ;
- goujons et tiges filetées de longueur totale  $lt \geq 3,2d$ ;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- toutes classes de qualité.

### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignants.

### Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage,  $d_h$ , conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté : conforme au Tableau 5.0-14.

Le dispositif d'essai doit être suffisamment rigide pour éviter des déformations susceptibles d'influencer la détermination de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à  $0,0048d, F_{pf}$ , et l'allongement après rupture,  $A_f$ .

### Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-18 a) ou b). Les goujons et tiges filetées soumis à essai doivent être montés dans deux adaptateurs filetés conformément à la Figure 5.0-18 c) ou d). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à  $1d$ .

La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge,  $l_{th}$ , doit être égale à  $1,2d$ .

Note : Pour obtenir  $l_{th} = 1,2d$  en pratique, le mode opératoire suivant est proposé : d'abord, visser l'adaptateur fileté jusqu'à ce qu'il soit en butée sur le cône de raccordement du filetage; ensuite, dévisser l'adaptateur en effectuant le nombre de tours requis correspondant à  $l_{th} = 1,2d$ .

L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser  $10 \text{ mm/min}$  jusqu'à la charge correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité à  $0,0048d, F_{pf}$ , et  $25 \text{ mm/min}$  au-delà.

La charge,  $F$ , doit être mesurée de manière continue jusqu'à la rupture, soit directement au moyen d'un dispositif électronique approprié (par exemple microprocesseur), ou sur la courbe charge-déplacement (voir l'ISO 6892-1); la courbe peut être tracée automatiquement ou de manière graphique.

Pour que les mesurages graphiques soient suffisamment précis, l'échelle de la courbe doit être telle que la pente correspondant à l'allongement élastique (partie rectiligne de la courbe) s'inscrive entre  $30^\circ$  et  $45^\circ$  par rapport à l'axe de la charge.

## Résultats d'essai

### Détermination de l'allongement après rupture, $A_f$

#### Méthode

L'allongement plastique  $\Delta L_p$  est mesuré directement sur la courbe charge-déplacement, tracée électroniquement ou de manière graphique (voir Figure 5.0-19).

La pente de la partie de courbe correspondant à l'allongement élastique (partie rectiligne de la courbe) doit être déterminée. Une droite parallèle à la pente dans la phase élastique, passant par le point de rupture et ayant un point d'intersection avec l'axe de déplacement du dispositif d'amarrage doit être tracée (voir Figure 5.0-19). L'allongement plastique  $\Delta L_p$  est déterminé sur l'axe de déplacement du dispositif d'amarrage conformément à la Figure 5.0-19.

En cas de doute, la pente de la courbe charge-déplacement correspondant à l'allongement élastique doit être déterminée en traçant une droite coupant la

courbe en deux points correspondant à  $0,4 F_p$  et  $0,7 F_p$ , où  $F_p$  est la charge d'épreuve spécifiée dans les Tableaux 5.0-5 et 5.0-7.

L'allongement après rupture sur produits entiers est calculé en utilisant la Formule (3):

$$A_f = \frac{L_p}{1,2d}$$

#### Exigences

Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8,  $A_f$  doit satisfaire à l'exigence spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

#### Détermination de la limite conventionnelle d'élasticité à $0,0048d, R_{pf}$

##### Méthode

$R_{pf}$  doit être déterminé directement sur la courbe charge-déplacement (voir Figure 5.0-20).

Une droite parallèle à la pente dans la phase élastique (partie rectiligne de la courbe) doit être tracée à une distance égale à  $0,0048d$  sur l'axe de déplacement du dispositif d'amarrage; le point d'intersection entre cette droite et la courbe correspond à la charge  $F_{pf}$ .

Note :  $0,0048d = 0,4\%$  de  $1,2d$ .

En cas de doute, la pente de la courbe charge-allongement correspondant à l'allongement élastique doit être déterminée en traçant une droite coupant la courbe en deux points correspondant à  $0,4F_p$  et  $0,7F_p$ , où  $F_p$  est la charge d'épreuve figurant dans les Tableaux 5.0-5 et 5.0-7.

La limite conventionnelle d'élasticité à  $0,0048d$ ,  $R_{pf}$ , est calculée à l'aide de la Formule :

$$R_{pf} = \frac{F_{pf}}{A_{s,nom}}$$

- avec

-  $A_{s,nom}$  telle que définie en 9.1.6.1.

#### Exigences

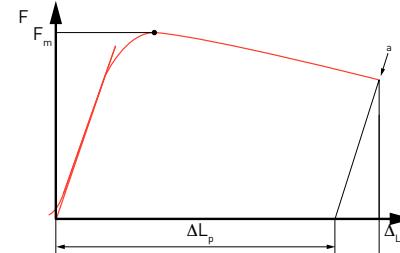
Aucune exigence n'est spécifiée.

##### Note 1

Les valeurs de  $R_{pf}$  sont à l'étude. Voir Tableau 5.0-3 (n° 4 et note de bas de tableau e) pour information.

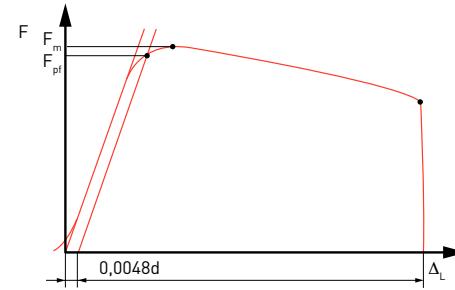
##### NOTE 2

Les valeurs de limite d'élasticité obtenues à partir d'essais effectués sur produits entiers peuvent varier par rapport à celles obtenues sur éprouvettes du fait des méthodes de fabrication et de l'effet des dimensions.



a Point de rupture.

5.0-19 - Courbe charge-déplacement pour la détermination de l'allongement après rupture,  $A_f$



5.0-20 - Courbe charge-déplacement pour la détermination de la limite conventionnelle d'élasticité à  $0,0048d, R_{pf}$

## Essai de résistance à la traction sur vis à capacité de charge réduite du fait de la forme de leur tête

### Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer la charge de traction des vis à capacité de charge réduite, c'est à dire dont la rupture n'est pas prévue dans la partie filetée libre du fait de la forme de la tête (voir paragraphe « Capacité de charge des fixations »).

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis de caractéristiques suivantes :

- la rupture n'est pas prévue dans la partie filetée libre du fait de la forme de la tête;
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) (tige)  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$ ;
- longueur nominale  $l \geq 2,5d$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 2,0d$ ;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- toutes classes de qualité.

### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarre auto-alignant.

### Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarre et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes:

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage  $d_h$  conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur à intérieur fileté conforme au Tableau 1.

### Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-18 a) ou b).

La longueur de la partie filetée libre soumise à la charge  $l_{th}$ , doit être au moins égale à 1d.

L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarre tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.

L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.

La charge de rupture,  $F_m$ , doit être mesurée.

### Résultats d'essai - Exigences

La charge de rupture à la traction,  $F_m$ , doit être égale ou supérieure à la charge minimale de rupture spécifiée dans la norme de produit pertinente, ou toute autre spécification qui s'applique.

## Essai de résistance à la traction sur vis et goujons à tige très réduite (élégie)

### Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer la résistance à la traction,  $R_m$ , des fixations à tige très réduite (élégie) (voir paragraphe "Capacité de charge des fixations").

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis et goujons de caractéristiques suivantes :

- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s) (tige)  $d_s < d_2$ ;
- longueur de la tige très réduite (élégie)  $\geq 3d_s$  (voir  $L_c$  à la Figure 5.0-22);
- longueur du filetage  $b \geq 1d$ ;
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9.

### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarre auto-alignants.

### Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarre et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage,  $d_h$ , conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.0-14.

### Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La vis soumise à essai doit être montée dans l'adaptateur conforme à la Figure 5.0-18 a). Le goujon et la tige filetée doivent être montés dans deux adaptateurs filetés conformément à la Figure 5.0-18 c). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à 1d.

L'essai de résistance à la traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarre

tournant librement, ne doit pas dépasser 25 mm/min.  
L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture.  
La charge de rupture,  $F_m$ , doit être mesurée.

## Résultats d'essai

### Méthode

La résistance à la traction,  $R_m$ , est calculée sur la base de l'aire de la section de la tige très réduite (élégie),  $A_{ds}$ , et de la charge maximale de rupture,  $F_m$ , mesurée au cours de l'essai :

$$R_m = \frac{F_m}{A_{ds}}$$

avec  $A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2$

### Exigences

La rupture doit se produire dans la tige très réduite (élégie).  
 $R_m$  doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3.

## Essai de charge d'épreuve sur vis, goujons et tiges filetées finis

### Généralités

L'essai de charge d'épreuve consiste en deux opérations principales, à savoir :  
- application d'une charge d'épreuve spécifiée, en traction (voir Figure 5.0-21), et  
- mesure de l'allongement permanent, s'il se produit, dû à la charge d'épreuve.

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis, goujons et tiges filetées de caractéristiques suivantes :  
- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;  
- vis à tête plus résistante que la (les) partie(s) lisse(s) (tige);  
- diamètre de la (des) partie(s) lisse(s)  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$ ;  
- vis de longueur nominale  $l \geq 2,5d$ ;  
- longueur du filetage  $b \geq 2,0d$ ;  
- goujons et tiges filetées de longueur totale  $l_t \geq 3,0d$ ;  
-  $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;  
- toutes classes de qualité.

### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

### Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage,  $d_h$ , conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.014.

### Mode opératoire

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La fixation doit être préparée de façon appropriée à chaque extrémité, par exemple comme indiqué à la Figure 5.0-21 (voir détail X). Pour les mesurages de longueur, la fixation doit être placée dans un appareil de mesurage muni de touches sphériques, ou toute autre dispositif approprié. Des gants ou des pinces doivent être utilisés pour minimiser les erreurs de mesure dues à l'influence de la température. La longueur totale de la fixation  $l_0$  doit être mesurée avant application de la charge.

La vis soumise à essai doit être montée dans les adaptateurs conformément à la Figure 5.0-21 a) ou b). Pour le goujon et la tige filetée, deux adaptateurs filetés doivent être utilisés conformément à la Figure 5.0-21 c) ou d). La longueur des filets en prise doit être au moins égale à 1d.

La partie filetée libre soumise à la charge,  $l_{th}$ , doit être égale à 1d.

**Note :** Pour obtenir  $l_{th} = 1d$  en pratique, le mode opératoire suivant est proposé : visser d'abord l'adaptateur fileté jusqu'à ce qu'il soit en butée sur le cône de raccordement du filetage; dévisser ensuite l'adaptateur en effectuant le nombre de tours requis correspondant à  $l_{th} = 1d$ .

La charge d'épreuve des Tableaux 5.0-5 et 5.0-7 doit être appliquée axialement sur la fixation.

La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 3 mm/min. La charge d'épreuve une fois atteinte doit être maintenue durant 15 s.

Après relâchement de la charge, la longueur totale de la fixation,  $l_t$ , doit être mesurée.

### Résultats d'essai - Exigences

La fixation doit avoir la même longueur totale  $l_t$  après relâchement de la charge que la longueur  $l_0$  avant l'application de la charge, dans la tolérance de  $\pm 12,5 \mu\text{m}$  autorisée pour tenir compte des erreurs de mesure.

Certaines variables, telles que la rectitude de la fixation, l'alignement du filetage et les incertitudes de mesure peuvent avoir une incidence sur l'allongement apparent de la fixation lors de la première application de la charge d'épreuve. Dans ce cas, la fixation doit être à nouveau soumise à essai conformément au mode opératoire précédent en utilisant une charge de 3 % supérieure à la charge d'épreuve des Tableaux 5.0-5 et 5.0-7.

La longueur totale  $l_2$  après le relâchement de la deuxième charge doit être la même que la longueur totale  $l_1$  après le relâchement de la première charge, dans la tolérance de  $\pm 12,5 \mu\text{m}$  autorisée pour tenir compte des erreurs de mesure.

## Essai de résistance à la traction sur éprouvettes

### Généralités

Cet essai de traction a pour objet de déterminer

- la résistance à la traction,  $R_m$ ,
- la limite inférieure d'écoulement,  $R_{eL}$ , ou la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %,  $R_{p0,2}$ ,
- l'allongement après rupture,  $A$ , exprimé en pourcentage, et
- la striction après rupture,  $Z$ , exprimée en pourcentage.

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- éprouvettes usinées dans des vis :
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 1d$ ;
- longueur nominale  $l \geq 6d_0 + 2r + d$  (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer  $A$  ;
- longueur nominale  $l \geq 4d_0 + 2r + d$  (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer  $Z$  ;
- éprouvettes usinées dans des goujons et tiges filetées :
- $3 \text{ mm} \leq d \leq 39 \text{ mm}$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 1d$ ;
- longueur du filetage de l'extrémité du goujon côté implantation  $bm \geq 1d$ ;
- longueur totale  $l_t \geq 6d_0 + 2r + 2d$  (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer  $A$  ;
- longueur totale  $l_t \geq 4d_0 + 2r + 2d$  (conformément à la Figure 5.0-22) pour déterminer  $Z$  ;

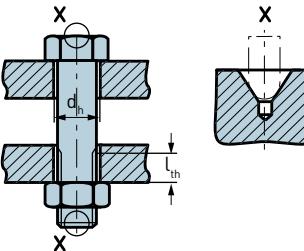


Figure a - Exemple de dispositif d'essai pour les vis partiellement filetées

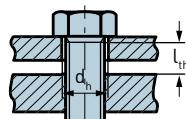


Figure b - Exemple de dispositif d'essai pour les vis entièrement filetées

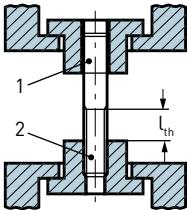


Figure c - Exemple de dispositif d'essai pour les goujons

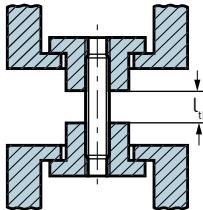


Figure d - Exemple de dispositif d'essai pour les tiges filetées

### Légende

- 1 - extrémité côté implantation
- 2 - extrémité côté écrou
- $d_h$  - diamètre du trou de passage
- $l_{th}$  - longueur de la partie filetée libre de la fixation dans le dispositif d'essai

Un exemple de contact « sphère-cone » entre les touches de mesure et les trous de centrage aux extrémités de la fixation figure dans le détail X. Toute autre méthode appropriée peut être utilisée.

### 5.0-21 - Exemples de dispositif d'essai pour la charge d'épreuve

- classes de qualité 4.6, 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9.

**Note :** Les éprouvettes peuvent également être réalisées à partir de vis de capacité de charge réduite du fait de leur géométrie, à condition que la tête soit plus résistante que l'aire de la section  $S_0$  de l'éprouvette, ainsi que pour les fixations de diamètre de la partie lisse (tige)  $d_s < d_2$  (voir paragraphe « Capacité de charge des fixations).

Les fixations de classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8 (obtenues par écrouissage) doivent être soumises à l'essai de traction sur produits entiers (voir paragraphe « Essai de résistance à la traction sur vis, goujons et tiges filetées entiers pour la détermination de l'allongement après rupture et de la limite conventionnelle d'élasticité »)

### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

### Dispositif d'essai

Les dispositifs d'amarrage et les adaptateurs doivent être conformes aux spécifications suivantes :

- dureté 45 HRC min;
- diamètre du trou de passage  $d_h$  conforme au Tableau 5.0-16;
- classe de tolérance de filetage de l'adaptateur ou des adaptateurs à intérieur fileté conforme au Tableau 5.0-14.

### Éprouvettes usinées

L'éprouvette doit être usinée à partir de la fixation en l'état de livraison. L'éprouvette conforme à la Figure 5.0-22 doit être utilisée pour l'essai de traction. Le diamètre de l'éprouvette doit être  $d_0 < d_{3,min}$ , mais avec  $d_0 \geq 3$  mm dans toute la mesure du possible.

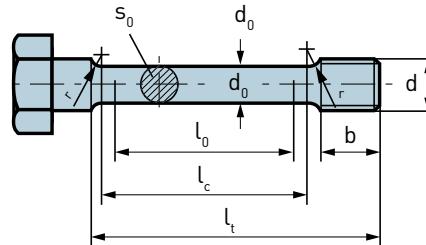
Lors de l'usinage de l'éprouvette pour les fixations trempées et revenues de diamètre nominal  $d > 16$  mm, la réduction de section ne doit pas dépasser 25 % du diamètre initial  $d$  (environ 44 % de la section initiale). Pour les éprouvettes usinées à partir de goujons et tiges filetées, les deux extrémités doivent avoir une longueur de filetage au moins égale à 1  $d$ .

### Mode opératoire

L'essai de traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 10 mm/min jusqu'à la charge correspondant à la limite inférieure d'écoulement,  $R_{el}$ , ou jusqu'à la charge correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %,  $R_{p0,2}$ , et 25 mm/min au-delà.

L'essai de traction doit être poursuivi jusqu'à la rupture. La charge de rupture,  $F_m$ , doit être mesurée.

### 5.0-22 - Éprouvette pour essai de traction



#### Légende

- $d$  diamètre nominal de filetage
- $d_0$  diamètre de l'éprouvette ( $d_0 < d_{3,min}$ , mais avec  $d_0 \geq 3$  mm dans toute la mesure du possible)
- $b$  longueur du filetage ( $b \geq d$ )
- $l_0$  longueur initiale entre repères de l'éprouvette - pour la détermination de l'allongement,  $l_0 = 5d_0$  ou  $(5,65 \sqrt{S_0})$  — pour la détermination de la striction,  $l_0 \geq 3d_0$
- $l_c$  longueur de la partie calibrée de l'éprouvette ( $l_0 + d_0$ )
- $l_t$  longueur totale de l'éprouvette ( $l_c + 2r + b$ )
- $S_0$  aire de la section initiale de l'éprouvette avant l'essai de traction
- $r$  rayon de raccordement ( $r \geq 4$  mm)

## Résultats d'essai

### Méthode

Les caractéristiques suivantes doivent être déterminées conformément à l'ISO 6892-1 :

- résistance à la traction,  $R_m$

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

- limite inférieure d'écoulement,  $R_{el}$ , ou limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %,  $R_{p0,2}$ ;
- allongement après rupture exprimé en pourcentage, à condition que  $l_0$  soit au moins égale à  $5d_0$ :

$$A = \frac{l_u - l_0}{l_0} \times 100$$

- où
- $L_u$  est la longueur ultime entre repères de l'éprouvette (voir l'ISO 6892-1) ;
- striction après rupture exprimée en pourcentage, à condition que  $L_o$  soit au moins égale à  $3d_0$  :

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100$$

- où
- $S_u$  est l'aire de la section de l'éprouvette après rupture.

#### Exigences

Les caractéristiques suivantes doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3 :

- la résistance minimale à la traction,  $R_{m,min}$ ;
- la limite inférieure d'écoulement,  $R_{el,L}$ , ou la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %,  $R_{p0,2}$ ;
- l'allongement après rupture, A, exprimé en pourcentage;
- la striction après rupture, Z, exprimée en pourcentage.

## Essai de solidité de la tête

#### Généralités

L'essai de solidité de la tête a pour objet de vérifier l'intégrité de la zone de raccordement sous tête (raccordement tête-tige ou tête-partie filetée), en rabattant la tête de la fixation sur un bloc-support selon un angle spécifique.

**Note :** Cet essai est en général utilisé lorsqu'il n'est pas possible d'effectuer l'essai de résistance à la traction avec cale biaise à cause de la longueur trop courte de la fixation.

#### Limites d'application

Cet essai s'applique aux vis de caractéristiques suivantes :

- tête plus résistante que la section dans la partie filetée ;
- longueur nominale  $l \geq 1,5d$  ;
- $d \leq 10$  mm ;
- toutes classes de qualité.

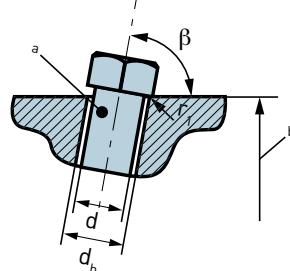
#### Dispositif d'essai

Le bloc-support de la Figure 5.0-23 doit être conforme aux spécifications suivantes :

- dureté 45 HRC min ;
- diamètre du trou de passage,  $d_h$ , et rayon,  $r_1$ , conformes au Tableau 2 ;

- épaisseur  $2d$  minimum ;
- angle,  $\beta$ , conforme au Tableau 5.0-24.

5.0-23 - Dispositif d'essai de solidité de la tête



#### Légende

d  $l \geq 1,5d$ .

b Épaisseur minimale du bloc-support :  $2d$ .

5.0-24 - Angle du bloc-support  $\beta$  pour l'essai de solidité de la tête

Classe de qualité	4.6	5.6	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9 / 12.9
$\beta$									60°

#### Mode opératoire

La fixation doit être soumise à l'essai en l'état de livraison.

L'essai de solidité de la tête doit être effectué avec un dispositif conformément à la Figure 5.0-23.

Le bloc doit être solidement fixé. Un marteau doit être utilisé pour frapper la tête de la vis de plusieurs coups de sorte que la tête se rabatte selon un angle de  $90^\circ - \beta$ . Les valeurs de l'angle  $\beta$  sont spécifiées dans le Tableau 5.0-24.

L'examen doit être effectué avec un grossissement d'au moins huit fois sans dépasser 10 fois.

#### Résultats d'essai - Exigences

La vis ne doit présenter aucune amorce de rupture visible dans la zone de raccordement entre la tête et la partie lisse (tige) ou entre la tête et le filetage.

Pour les vis entièrement filetées, l'exigence est satisfaite même si une amorce de rupture apparaît dans le premier filet, à condition que la tête ne casse pas.

## Essai de dureté

### Généralités

L'essai de dureté a pour objet

- pour toutes les fixations qui ne peuvent pas être soumises à un essai de traction, de déterminer la dureté de la fixation;
- pour les fixations qui peuvent être soumises à un essai de traction, de déterminer la dureté de la fixation afin de vérifier que la dureté maximale n'est pas dépassée.

**Note :** Il peut ne pas y avoir de rapport direct entre la dureté et la résistance à la traction. Les valeurs maximales de dureté ont été choisies pour des raisons autres que celles liées à la résistance théorique maximale (par exemple pour éviter la fragilisation).

La dureté peut être déterminée soit sur une coupe transversale dans la partie filetée, soit sur une surface appropriée.

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- toutes classes de qualité.

### Méthodes d'essai

La dureté peut être déterminée en utilisant l'essai de dureté Vickers, Brinell ou Rockwell.

- Essai de dureté Vickers L'essai de dureté Vickers doit être effectué conformément à l'ISO 6507-1.
- Essai de dureté Brinell L'essai de dureté Brinell doit être effectué conformément à l'ISO 6506-1.
- Essai de dureté Rockwell L'essai de dureté Rockwell doit être effectué conformément à l'ISO 6508-1.

### Mode opératoire

#### Généralités

Les fixations utilisées pour les essais de dureté doivent être en l'état de livraison.

#### Détermination de la dureté sur une coupe transversale dans la partie filetée

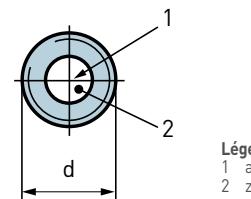
**Note :** Le terme «dureté à cœur» est couramment utilisé pour décrire la dureté déterminée par cette méthode d'essai.

Une coupe transversale doit être effectuée à une distance de l'extrémité du

filetage égale à  $1d$ , et la surface doit être préparée de manière appropriée.

Les points de mesure de dureté doivent être effectués dans la zone comprise entre l'axe et le mi-rayon (voir Figure 5.0-25).

5.0-25 - Zone de mi-rayon pour la détermination de la dureté



#### Légende

- 1 axe de la fixation
- 2 zone de mi-rayon (rayon de  $0,25d$ )

#### Détermination de la dureté en surface

La dureté doit être déterminée sur les surfaces plates de la tête ou à l'extrémité de la fixation ou sur la partie lisse, après enlèvement de tout revêtement et préparation appropriée de l'échantillon d'essai.

Cette méthode peut être utilisée pour les contrôles de routine.

#### Charge d'essai pour la détermination de la dureté

L'essai de dureté Vickers doit être effectué avec une charge minimale de 98 N. L'essai de dureté Brinell doit être effectué avec une charge égale à  $30D^2$ , exprimée en newtons.

#### Exigences

Pour les fixations qui ne peuvent pas être soumises à un essai de traction, et pour la boulonnnerie de construction métallique de longueur filetée écourtée soumise à l'essai de traction mais avec une partie filetée libre  $l_{th} < 1d$ , la dureté doit être dans la plage de dureté spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

Pour les fixations qui peuvent être soumises à un essai de traction avec une partie filetée libre  $l_{th} \geq 1d$ , pour les fixations à tige très réduite (élégie), et pour les éprouvettes, la dureté ne doit pas dépasser les valeurs de dureté maximale spécifiées dans le Tableau 5.0-3.

Pour les fixations de classes de qualité 4.6, 4.8, 5.6 et 5.8 et 6.8, la dureté déterminée à l'extrémité de la fixation conformément au paragraphe « Détermination de la dureté en surface » ne doit pas dépasser les valeurs maximales de dureté spécifiées dans le Tableau 5.0-3.

Pour les fixations trempées et revenues, si la différence entre les valeurs de dureté déterminées dans la zone à mi-rayon (voir Figure 8) excède 30 HV, la

conformité à l'exigence relative à la teneur de 90 % de martensite doit être vérifiée (voir Tableau 5.0-2).

Pour les fixations obtenues par écrouissage de classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8, la dureté déterminée conformément au paragraphe « Détermination de la dureté sur une coupe transversale dans la partie filetée » doit être dans la plage de dureté spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

En cas de litige, l'essai spécifié au paragraphe « Détermination de la dureté sur une coupe transversale dans la partie filetée » et utilisant la dureté Vickers doit être la méthode d'essai de référence.

## Essai de décarburation

### Généralités

L'essai de décarburation a pour objet de détecter si la surface des fixations trempées et revenues est décarburée, et de déterminer la profondeur de la zone de décarburation totale (voir Figure 5.0-26).

**Note :** Une perte de teneur en carbone (décarburation) au-delà des limites spécifiée dans le Tableau 5.0-3 peut réduire la résistance du filetage et peut générer une défaillance.

La décarburation doit être vérifiée par l'une des deux méthodes suivantes :

- méthode par examen microscopique
- méthode par contrôle de la dureté

La méthode par examen microscopique est utilisée pour déterminer la profondeur de la zone de décarburation totale, G, et la présence de décarburation ferritique, si elles existent, et la hauteur de la zone du métal de base, E (voir Figure 5.0-26).

La méthode par contrôle de la dureté est utilisée pour déterminer si l'exigence relative à la hauteur minimale de la zone du métal de base, E, est satisfaite, et pour détecter la décarburation par micro-dureté (voir Figure 5.0-28).

### Méthode par examen microscopique

#### Limites d'application

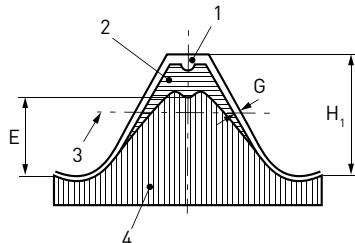
Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

### 5.0-26 - Zones de décarburation

#### Legend

- d décarburation totale
- 2 décarburation partielle ou décarburation ferritique
- 3 ligne primitive
- 4 métal de base
- E hauteur de la zone non décarburée dans le filetage
- G profondeur de décarburation totale dans le filetage
- H<sub>1</sub> hauteur du filetage extérieur dans la condition du maximum de matière



### Préparation de l'échantillon d'essai

Les échantillons d'essai doivent être préparés après que toutes les opérations de traitement thermique aient été effectuées sur les fixations, et après enlèvement de tout revêtement éventuel.

Les échantillons d'essai doivent être réalisés par coupe longitudinale passant par l'axe du filetage, à une distance de l'extrémité du filetage égale à environ un diamètre nominal (1d). L'éprouvette doit être insérée dans un support plastique (enrobage) ou éventuellement dans des mordaches. La surface doit ensuite être meulée et polie conformément aux bonnes pratiques métallographiques.

**Note :** Une attaque par une solution de nital à 3 % (concentré d'acide nitrique dans de l'éthanol) est généralement pratiquée pour faire apparaître les changements de microstructure provoqués par la décarburation.

### Mode opératoire

L'échantillon d'essai doit être examiné au microscope. Sauf accord contraire, un grossissement ×100 doit être utilisé pour l'examen.

Lorsque le microscope est du type à écran en verre dépoli, l'étendue de la décarburation peut être mesurée directement à l'aide d'une échelle graduée. Lorsqu'un oculaire est utilisé pour le mesurage, il convient qu'il soit d'un type approprié et qu'il comporte un réticule ou une échelle graduée.

### Exigences

La profondeur maximale de décarburation totale G, si elle existe, doit être conforme aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-3. La hauteur de la zone non décarburée dans le filetage E doit être conforme aux exigences spécifiées

5.0-27 - Valeurs de la hauteur du filetage extérieur dans la condition du maximum de matière,  $H_1$ , et de la hauteur minimale de la zone non décarburée dans le filetage,  $E_{\min}$ . Dimensions en millimètres

Pas du filetage P <sup>a</sup>		0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
Classe de qualité	H <sub>1</sub>	0,307	0,368	0,429	0,491	0,613	0,767	0,92	1,074	1,227	1,534	1,840 0,920	2,147	2,454
	8,8, 9,8	0,154	0,184	0,215	0,245	0,307	0,384	0,46	0,537	0,614	0,767	1,074	1,227	
	10,9	0,205	0,245	0,286	0,327	0,409	0,511	0,613	0,716	0,818	1,023	1,227	1,431	1,636
	12,9/12,9	0,23	0,276	0,322	0,368	0,46	0,575	0,69	0,806	0,92	1,151	1,38	1,61	1,841

<sup>a</sup> Pour  $P < 1,25$  mm, utiliser uniquement la méthode microscopique

<sup>b</sup> calculé sur la base de la spécification du tableau 5.0-3, N°14

dans le Tableau 5.0-27, et il ne doit pas y avoir de décarburation présente dans la zone du métal de base (zone 4) conformément à la Figure 5.0-26.

Il convient d'éviter la présence de décarburation ferritique en zone 2, telle que définie à la Figure 5.0-26. Cependant, cela ne doit pas être une cause de rejet, à condition que les exigences de dureté conformément au paragraphe « Méthode par contrôle de la dureté/Exigences » soient satisfaites.

### Méthode par contrôle de la dureté

#### Limites d'application

Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- filetages de pas  $P \geq 1,25$  mm;
- classes de qualité 8,8 à 12,9/12,9.

#### Préparation de l'échantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être préparé de manière identique à la méthode par examen microscopique, cependant l'attaque par solution chimique et l'enlèvement du revêtement ne sont pas nécessaires.

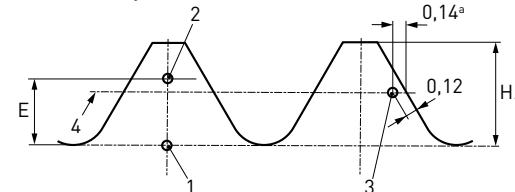
#### Mode opératoire

Les points de mesure de dureté Vickers doivent être effectués aux points 1 et 2 conformément à la Figure 5.0-28. La charge d'essai doit être de 2,942 N (essai de dureté Vickers HV 0,3).

#### Exigences

La valeur de la dureté Vickers au point 2, HV(2), doit être égale ou supérieure à celle déterminée au point 1, HV(1), moins 30 unités Vickers. La hauteur de la zone non décarburée, E, doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.0-27.

5.0-28 - Détermination de la dureté pour l'essai de décarburation et de carburation



Pas de décarburation lorsque  $HV(2) \geq HV(1) - 30$   
Pas de carburation lorsque  $HV(3) \leq HV(1) + 30$

#### Légende

E : hauteur de la zone de non-décarburation dans le filetage, mm  
 $H_1$  : hauteur du filetage extérieur dans les conditions du maximum de matière, mm  
 1, 2, 3 : points de mesure (1 étant le point de référence)  
 4 : ligne primitive

<sup>a</sup> La valeur de 0,14 mm est donnée uniquement à titre d'information pour faciliter le positionnement du point le long de la ligne primitive.

Note : Il n'est pas possible de détecter la décarburation totale jusqu'à la valeur maximale définie dans le Tableau 5.0-3 par la méthode de contrôle de dureté.

### Essai de carburation

#### Généralités

L'essai de carburation a pour objet de déterminer que la surface d'une fixation trempée et revenue n'a pas été carburée au cours du traitement thermique. La différence entre la dureté du métal de base et la dureté superficielle est décisive pour l'évaluation de la condition de carburation à la surface.

De plus, la dureté superficielle ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée pour les classes de qualité 10.9 et 12.9/12.9.

**Note :** La carburation est préjudiciable dans la mesure où l'augmentation de la dureté superficielle peut générer une fragilisation ou réduire la résistance à la fatigue. Il est nécessaire de distinguer soigneusement une augmentation de dureté due à la carburation, par rapport à une augmentation de dureté due au traitement thermique ou à un écrouissage de la surface, comme par exemple pour les filets roulés après traitement thermique.

La carburation doit être détectée par l'une des deux méthodes suivantes :

- essai de dureté sur une coupe longitudinale;
- essai de dureté superficielle.

En cas de litige et lorsque  $P \geq 1,25$  mm, l'essai de dureté sur une coupe longitudinale doit être la méthode d'essai de référence.

#### Méthode par contrôle de la dureté sur une coupe longitudinale

##### Limites d'application

Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- filetages de pas  $P \geq 1,25$ ;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

##### Préparation de l'échantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être préparé de manière identique à la méthode par examen microscopique, cependant l'attaque par solution chimique et l'enlèvement du revêtement ne sont pas nécessaires.

##### Mode opératoire

Les points de mesure de dureté Vickers doivent être effectués aux points 1 et 3 conformément à la Figure 5.0-28. La charge d'essai doit être de 2,942 N (essai de dureté Vickers HV 0,3).

Lorsque l'échantillon d'essai a été utilisé pour l'essai, la dureté au point 3 doit être déterminée sur la ligne primitive du filet adjacent au filet sur lequel ont déjà été effectuées les déterminations aux points 1 et 2.

##### Exigences

La valeur de dureté Vickers au point 3, HV(3), doit être inférieure ou égale à la valeur déterminée au point 1, HV(1), plus 30 unités Vickers. Une augmentation de plus de 30 unités Vickers indique une carburation. En complément à cette exigence, la dureté superficielle ne doit pas dépasser 390 HV 0,3 pour la classe de qualité 10.9 et 435 HV 0,3 pour la classe de qualité 12.9/12.9 comme spécifié dans le Tableau 5.0-3.

#### Méthode par contrôle de la dureté superficielle

##### Limites d'application

Cette méthode s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

##### Préparation de l'échantillon d'essai

Une surface plane appropriée sur la tête ou l'extrémité de la fixation doit être préparée par un meulage ou polissage minimal afin d'assurer la reproductibilité des mesures tout en conservant les caractéristiques d'origine de la surface du matériau.

Une coupe transversale doit être effectuée à une distance de l'extrémité du filetage égale à 1d, et la surface doit être préparée de manière appropriée.

##### Mode opératoire

La dureté superficielle doit être déterminée sur la surface préparée conformément au mode opératoire de l'essai de dureté.

La dureté du métal de base doit être déterminée sur la coupe transversale (positionnement et préparation de la coupe transversale).

La charge d'essai doit être de 2,942 N (essai de dureté Vickers HV 0,3) pour les deux déterminations.

##### Exigences

La valeur de dureté déterminée en surface doit être inférieure ou égale à celle de la dureté du métal de base plus 30 unités Vickers. Une augmentation de plus de 30 unités Vickers indique une carburation.

En complément à cette exigence, la dureté superficielle ne doit pas dépasser 390 HV 0,3 pour la classe de qualité 10.9 et 435 HV 0,3 pour la classe de qualité 12.9/12.9 comme spécifié dans le Tableau 5.0-3.

#### Essai de deuxième revenu

##### Généralités

Cet essai a pour objet de vérifier que la température minimale de revenu a été atteinte au cours du procédé de traitement thermique.

Cet essai est un essai de référence à utiliser en cas de litige.

##### Limites d'application

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- toutes dimensions;
- classes de qualité 8.8 à 12.9/12.9.

#### **Mode opératoire**

La dureté Vickers doit être déterminée conformément au mode opératoire de l'essai de dureté en effectuant trois points de mesure sur la même fixation. Cette fixation doit être soumise à un deuxième revenu, en la maintenant pendant 30 min à une température inférieure de 10 °C à la température minimale de revenu spécifiée dans le Tableau 5.0-2. Après ce deuxième revenu, trois nouveaux points de mesure de dureté Vickers doivent être effectués sur la même fixation et dans la même zone que pour la première détermination.

#### **Exigences**

La moyenne des trois points de mesure de dureté effectués avant le deuxième revenu doit être comparée à la moyenne des trois points de mesure effectués après le deuxième revenu. La réduction de dureté après le deuxième revenu, si elle existe, doit être inférieure à 20 unités Vickers.

## **Essai de torsion**

#### **Généralités**

L'essai de torsion a pour objet de déterminer le couple de rupture,  $M_B$ , des vis.

#### **Limites d'application**

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- vis à tête plus résistante que la section dans la partie filetée;
- diamètre de la partie lisse (tige)  $d_s > d_2$  ou  $d_s \approx d_2$ ;
- longueur du filetage  $b \geq 1 d + 2P$ ;
- $1,6 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$ ;
- classes de qualité 4.6 à 12.9/12.9.

**Note :** L'ISO 898-7 ne spécifie pas de valeur pour les classes de qualité 4.6 à 6.8.

#### **Appareillage et dispositif d'essai**

L'appareillage et le dispositif d'essai sont spécifiés dans l'ISO 898-7.

#### **Mode opératoire**

La fixation doit être soumise à essai en l'état de livraison.

La vis doit être maintenue dans le dispositif d'essai conformément à l'ISO 898-7, sur une longueur filetée au moins égale à  $1d$ . La longueur filetée libre  $l_{th}$  doit être au moins égale à  $2P$  du côté de la tête, longueur de filets entièrement formés

à partir du raccordement sous tête ou du raccordement filetage/partie lisse. Le couple doit être appliqué progressivement et de manière continue.

**Note :** Une vérification des calculs de base a montré une inversion entre la longueur de la partie filetée libre et la longueur de filets en prise dans l'ISO 898-7:1992.

#### **Résultats d'essai**

#### **Méthode**

La méthode est spécifiée dans l'ISO 898-7.

#### **Exigences**

Les exigences sont spécifiées dans l'ISO 898-7.

En cas de litige, les spécifications suivantes s'appliquent :

- pour les vis qui ne peuvent pas être soumises à un essai de traction, l'essai de dureté conformément à la page 200 doit être l'essai de référence;
- pour les vis qui peuvent être soumises à un essai de traction, l'essai de traction doit être l'essai de référence.

## **Essai de résilience sur éprouvettes**

#### **Généralités**

L'essai de résilience a pour objet de vérifier la résistance au choc (ténacité) du matériau de la fixation sous une charge dynamique, à une température basse spécifiée. L'essai n'est effectué que s'il est exigé dans une norme de produit ou par accord entre le fabricant et le client.

#### **Limites d'application**

Cet essai s'applique aux fixations de caractéristiques suivantes :

- éprouvettes usinées dans des vis, goujons et tiges filetées;
- $d \geq 16 \text{ mm}$ ;
- longueur totale des vis (y compris la partie pleine de la tête)  $\geq 55 \text{ mm}$ ;
- goujons et tiges filetées de longueur totale  $l_t \geq 55 \text{ mm}$ ;
- classes de qualité 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9.

#### **Appareillage et dispositif d'essai**

L'appareillage et le dispositif d'essais sont spécifiés dans l'ISO 148-1.

#### **Éprouvette**

L'éprouvette doit être usinée à partir de la fixation en l'état de livraison.

L'éprouvette doit être conforme à l'ISO 148-1 (essai de résilience Charpy avec entaille en V). Elle doit être prélevée dans le sens de la longueur, aussi près que possible de la surface de la fixation, et être située dans la partie filetée dans toute la mesure du possible. La face non entaillée de l'éprouvette doit être celle qui est la plus proche de la surface de la fixation.

#### Mode opératoire

L'éprouvette doit être maintenue à une température stabilisée de -20°C. L'essai de résilience doit être effectué conformément à l'ISO 148-1.

#### Exigences

Lorsque l'essai est effectué à une température de -20°C, la résilience doit satisfaire à l'exigence spécifiée dans le Tableau 5.0-3.

**Note :** D'autres températures d'essai et d'autres valeurs de résilience peuvent être spécifiées dans des normes de produits particulières, ou par accord entre le fabricant et le client.

## Contrôle des défauts de surface

Les défauts de surface doivent être contrôlés sur les fixations en l'état de livraison.

Pour les fixations de classes de qualité 4.6 à 10.9, le contrôle des défauts de surface doit être effectué conformément à l'ISO 6157-1. Par accord entre le fabricant et le client, l'ISO 6157-3 peut s'appliquer.

Pour les fixations de la classe de qualité 12.9/12.9, le contrôle des défauts de surface doit être effectué conformément à l'ISO 6157-3.

Dans le cadre de la série d'essais MP1 (voir Chapitre « Conditions d'application des méthodes d'essai »), le contrôle des défauts de surface s'applique avant usinage.

## MARQUAGE

#### Généralités

Les fixations fabriquées conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 doivent être désignées conformément au système de désignation spécifié au chapitre «Système de désignation des classes de qualité», et doivent être marquées conformément aux paragraphes suivants, selon le cas. Cependant, le système de désignation spécifié au chapitre «Système de dési-

gnation des classes de qualité», et les dispositions de marquage conformes aux paragraphes suivants ne doivent être utilisés que si toutes les exigences applicables de la présente partie de l'ISO 898 sont satisfaites.

La hauteur du marquage en relief sur le dessus de la tête ne doit pas être incluse dans la dimension de hauteur de tête, sauf spécification contraire dans la norme de produit.

#### Marque d'identification du fabricant

La marque d'identification du fabricant doit être effectuée lors du procédé de fabrication sur toutes les fixations marquées d'un symbole de classe de qualité. La marque d'identification du fabricant est également recommandée pour les fixations qui ne sont pas marquées du symbole de la classe de qualité. Un distributeur qui marque des fixations avec sa propre marque d'identification doit être considéré comme fabricant.

#### Marquage et identification des fixations à capacité de charge intégrale

##### Généralités

Les fixations à capacité de charge intégrale fabriquées conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 doivent être marquées conformément aux paragraphes suivants.

Il convient de laisser à l'initiative du fabricant le choix des variantes ou options de marquage définies dans les paragraphes correspondants.

##### Symboles de marquage des classes de qualité

Les symboles de marquage sont spécifiés dans le Tableau 5.0-29.

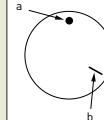
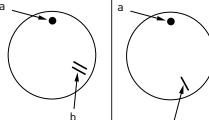
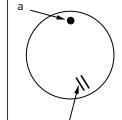
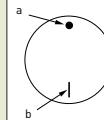
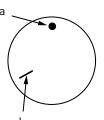
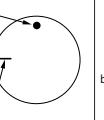
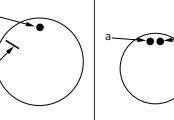
##### 5.0-29 - Symboles de marquage des fixations à capacité de charge intégrale

Classe de qualité	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	12.9
Symbol de marquage <sup>a</sup>	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	12.9

<sup>a</sup> Le point du symbole de marquage peut-être omis.

Dans le cas de vis de petites dimensions ou lorsque la forme de la tête ne permet pas le marquage conformément au Tableau 5.0-29, les symboles de marquage horaire conformes au Tableau 5.0-30 peuvent être utilisés.

## 5.0-30 - Système de marquage horaire des vis à capacité de charge intégrale

Classes de qualité	4.6	4.8	5.6	5.8	
Symboles de marquage					
Classes de qualité	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Symboles de marquage					

a La position de la douzième heure (repère de référence) doit être marquée soit par la marque d'identification du fabricant, soit par un point.

b La classe de qualité est indiquée par un tiret ou un double tiret et, dans le cas de la classe de qualité 12.9, par un point.

## Identification

### Vis à tête hexagonale et vis à six lobes externes

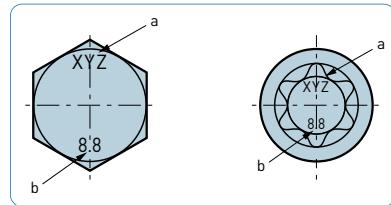
Les vis à tête hexagonale et les vis à six lobes externes (y compris les vis à embase) doivent être marquées de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.0-29.

Le marquage est exigé pour les fixations de toutes les classes de qualité et de diamètre nominal  $d \geq 5$  mm.

Le marquage doit de préférence être effectué sur le dessus de la tête, en creux ou en relief, ou sur le côté de la tête en creux (voir Figure 5.0-31). Dans le cas de vis à embase, le marquage doit être fait sur l'embase si le procédé de fabrication ne le permet pas sur le dessus de la tête.

## 5.0-31

### Exemples de marquage de vis à tête hexagonale et de vis à six lobes externes



a Marque d'identification du fabricant.

b Classe de qualité.

### Vis à tête cylindrique à six pans creux et vis à tête cylindrique à six lobes internes

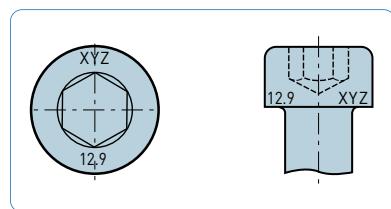
Les vis à tête cylindrique à six pans creux et les vis à tête cylindrique à six lobes internes autre que cylindrique basse doivent être marquées de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.0-29.

Le marquage est exigé pour les fixations de toutes les classes de qualité et de diamètre nominal  $d \geq 5$  mm.

Le marquage doit de préférence être effectué sur le côté de la tête en creux, ou sur le dessus de la tête en creux ou en relief (voir Figure 5.0-32).

## 5.0-32

### Exemples de marquage de vis à tête cylindrique à six pans creux

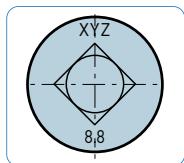


**Vis à tête ronde et collet carré**

Les vis à tête ronde et collet carré doivent être marquées de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 1.

Le marquage est exigé pour les fixations de toutes les classes de qualité et de diamètre nominal  $d \geq 5$  mm.

Le marquage doit être effectué sur la tête, en creux ou en relief (voir Figure 5.0-33).



5.0-33  
Exemple de marquage de vis à tête ronde et collet carré

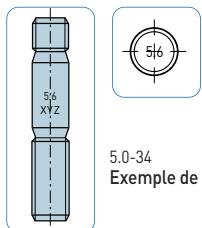
**Goujons**

Les goujons doivent être marqués de la marque d'identification du fabricant et du symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.0-29 ou du symbole de marquage alternatif défini dans le Tableau 5.0-35.

Le marquage est obligatoire pour les goujons de classes de qualité 5.6, 8.8, 9.8, 10.9 et 12.9/12.9 et de diamètre nominal  $d \geq 5$  mm.

Le marquage doit être effectué sur la partie lisse (tige) du goujon. Si cela n'est pas possible, le marquage de la classe de qualité doit être effectué à l'extrémité du goujon côté écrou, et la marque d'identification du fabricant peut être omise (voir Figure 5.0-34).

Pour les goujons à ajustement serré, le marquage de la classe de qualité doit être fait en bout du côté écrou, et la marque d'identification du fabricant peut être omise.



5.0-34  
Exemple de marquage des goujons

**5.0-35 - Variantes de symbole de marquage pour les goujons**

Classes de qualité	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9
Symbol de marquage	—	○ <sup>a</sup>	+	□ <sup>a</sup>	△ <sup>a</sup>

Il est permis d'indenter uniquement le contour ou bien toute la surface du symbole.

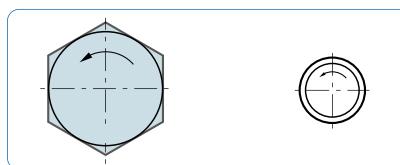
**Autres sortes de vis**

Si le client l'exige, le même système de marquage que celui spécifié dans les paragraphes précédents celui-ci doit être utilisé pour les autres sortes de vis et pour les fixations particulières.

Le marquage n'est pas courant pour les vis à tête fraisée, à tête fraisée bombée, à tête cylindrique basse, à tête cylindrique bombée large ou autres formes de tête similaires avec un entraînement par fente(s), par empreinte ou autre entraînement interne.

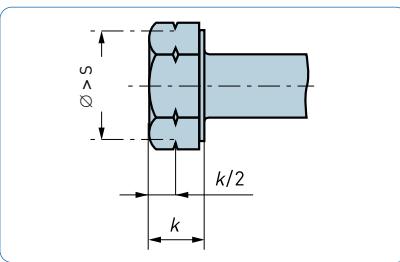
**Marquage des vis à filetage à gauche**

Les vis à filetage à gauche et de diamètre nominal  $d \geq 5$  mm doivent être marquées du symbole spécifié à la Figure 5.0-36, soit sur le dessus de la tête, soit à l'extrémité de la fixation.



5.0-36  
Marquage des vis avec filetage à gauche

Pour le filetage à gauche, une variante de marquage peut être utilisée pour les vis à tête hexagonale comme spécifié à la Figure 5.0-37.



s surplat  
k hauteur de tête

5.0-37  
Variante de marquage des vis avec filetage à gauche

## Marquage et identification des fixations à capacité de charge réduite

### Généralités

Les fixations à capacité de charge réduite (voir paragraphe sur « Fixations à capacité de charge réduite du fait de leur géométrie ») fabriquées conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 doivent être marquées conformément aux paragraphes « identification » et « marquage des vis à filetage à gauche », à l'exception du symbole de marquage de la classe de qualité qui doit être précédé du caractère «0» conformément au Tableau 5.0-38.

Les symboles de marquage conformes aux Tableaux 1, 2 ou 3 ne doivent pas être utilisés pour les fixations à capacité de charge réduite.

Lorsque la capacité de charge réduite s'applique aux fixations conformes à une norme de produits, les symboles de marquage conformes au Tableau 5.0-38 doivent s'appliquer à toutes les dimensions spécifiées dans la norme de produits, même si certaines dimensions pourraient satisfaire à toutes les exigences de capacité de charge intégrale.

## Annexe A - (informatif)

Tableau A1 - Relation entre la résistance à la traction et l'allongement après rupture

Résistance nominale à la traction $R_{m,nom}$ , MPa	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
$A_{f,min}$	$A_{min}$									
0,37	22		4.6							
0,33	20			5.6						
Allongement minimal après rupture <sup>a</sup> $A_{f,min}$ ou $A_{min}$	0,24		4.8							
	0,22			5.8						
	0,20 <sup>b</sup>	12 <sup>c</sup>			6.8		8.8			
	-	10					9.8			
	0,13	9						10.9		
	-	8							12.9/12.9	

a Les valeurs de  $A_{f,min}$  et  $A_{min}$  imprimées en gras sont normatives (voir tableau 3)

b S'applique uniquement à la classe de qualité 6.8

c S'applique uniquement à la classe de qualité 8.8

Symboles de marquage pour les fixations à capacité de charge réduite  
Les symboles de marquage doivent être conformes au Tableau 5.0-38.

### 5.0-38 - Symboles de marquage pour les fixations à capacité de charge réduite

Classes de qualité	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	12.9
Symbol de marquage <sup>a</sup>	04.6	04.8	05.6	05.8	06.8	08.8	09.8	010.9	012.9	012.9

<sup>a</sup> Le point du symbole de marquage peut être omis.

### Marquage des conditionnements

Tous les conditionnements pour tous les types de fixation et quelles que soient leurs dimensions doivent être marqués (par exemple au moyen d'un étiquetage). Le marquage doit comporter l'identification du fabricant et/ou du distributeur, et le symbole de marquage de la classe de qualité conformément au Tableau 5.0-29 ou au Tableau 5.0-38, ainsi que le numéro de lot de fabrication tel que défini dans l'ISO 16426.

## Annexe B - (informative)

Influence des températures élevées sur les caractéristiques mécaniques des fixations.

Les températures élevées peuvent être la cause de modifications des caractéristiques mécaniques et des caractéristiques fonctionnelles.

Jusqu'à des températures typiques de service de 150 °C, aucun changement préjudiciable des caractéristiques mécaniques n'est observé. À des températures supérieures à 150 °C et jusqu'à une température maximale de 300 °C, il convient de vérifier les caractéristiques fonctionnelles des fixations en procédant à une étude approfondie.

Avec l'augmentation de la température, il est possible d'observer :

- une réduction de la limite apparente d'élasticité ou de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ou de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d sur fixations finies, et
- une réduction de la résistance à la traction.

Une utilisation continue des fixations à des températures de service élevées peut générer une relaxation des contraintes et, plus la température augmente, plus la relaxation est importante. La relaxation des contraintes est associée à une perte de la force de serrage.

Les fixations obtenues par écrouissage [classes de qualité 4.8, 5.8, 6.8] sont plus sensibles à la relaxation des contraintes que les fixations trempées et revenues, ou que les fixations ayant subi un traitement de relaxation des contraintes.

Il convient de prendre des précautions lorsque des aciers contenant du plomb sont utilisés pour les fixations soumises à des températures élevées. Pour ces fixations, il convient de tenir compte du risque de fragilisation par métal fondu (LME) lorsque la température de service est dans la plage de températures du point de fusion du plomb.

Des informations relatives au choix et à l'utilisation des aciers destinés à être utilisés à des températures élevées figurent, par exemple, dans l'EN 10269 et l'ASTM F2281.

## Annexe C - (informative)

Allongement après rupture sur produits entiers, Af

Le Tableau 5.0-3 spécifie les valeurs minimales d'allongement après rupture des vis, goujons et tiges filetées entiers ( $A_f, \text{min}$ ) uniquement pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8. Les valeurs pour les autres classes de qualité sont données dans le Tableau C.1 pour information. Ces valeurs sont encore à l'étude.

Tableau C1 - Allongement après rupture sur produits entiers  $A_f$

Classe de qualité	4.6	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
$A_f, \text{min}$	0,37	0,33	0,20	-	0,13	-

# 5.1 Ecrous de classe de qualité spécifiée

Filetage à pas gros et à pas fin (NF EN ISO 898-2 – Juin 2012)

## Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 898 spécifie les caractéristiques mécaniques et physiques des écrous à filetages à pas gros et filetages à pas fin, en acier au carbone et en acier allié, lorsqu'ils sont soumis à essai dans une plage de températures ambiantes de 10 °C à 35 °C.

Les écrous satisfaisant aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 sont évalués dans cette plage de températures ambiantes. Il se peut qu'ils ne conservent pas les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées à des températures plus élevées et/ou plus basses.

**Note 1 :** Les écrous satisfaisant aux exigences de la présente partie de l'ISO 898 ont été utilisés pour des applications entre -50 °C et +150 °C. Il est de la responsabilité des utilisateurs de consulter un expert en matériaux de fixation pour les températures situées hors de la plage allant de -50 °C à +150 °C et jusqu'à une température maximale de +300 °C afin de déterminer les choix appropriés pour une application donnée.

**Note 2 :** Des informations sur la sélection et l'application des aciers pour une utilisation à basses et hautes températures sont données par exemple dans l'EN 10269, l'ASTM F2281 et l'ASTM A320/A320M.

La présente partie de l'ISO 898 s'applique aux écrous :

- fabriqués en acier au carbone ou en acier allié;
- à filetage à pas gros  $M5 \leq D \leq M39$ , et à filetage à pas fin  $M8 \times 1 \leq D \leq M39 \times 3$ ;
- à filetage métrique ISO triangulaire conforme à l'ISO 68-1;
- à combinaisons diamètre/pas conformes à l'ISO 261 et ISO 262;
- de classes de qualité spécifiées, comprenant la charge d'épreuve;
- de différents styles: écrous bas, écrous normaux et écrous hauts;
- de hauteur minimale  $m \geq 0,45D$ ;
- de diamètre extérieur ou de dimensions des surplats minimum  $s \geq 1,45D$  (voir aussi Annexe A);
- conçus pour être utilisés avec des vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité conformes à l'ISO 898-1.

Pour les écrous galvanisés à chaud, voir l'ISO 10684.

La présente partie de l'ISO 898 ne spécifie pas d'exigence pour les caractéristiques telles que :

- l'autofreinage (voir l'ISO 2320);
- la relation couple/tension (voir l'ISO 16047 pour la méthode d'essai);

- la soudabilité;
- la résistance à la corrosion.

## Système de désignation

### Désignation des styles d'écrou

La présente partie de l'ISO 898 spécifie des exigences relatives aux trois styles d'écrous, définis en fonction de leur hauteur :

- style 2 : écrou haut de hauteur minimale  $m_{min} \approx 0,9D$  ou  $m_{min} > 0,9D$ ; voir le Tableau A.1;
- style 1 : écrou normal de hauteur minimale  $m_{min} \geq 0,8D$ ; voir le Tableau A.1;
- style 0 : écrou bas de hauteur minimale  $0,45D \leq m_{min} < 0,8D$ .

## Désignation des classes de qualité

### Généralités

Le marquage et l'étiquetage des classes de qualité des écrous doivent être effectués conformément au chapitre « Marquage », uniquement pour les écrous qui sont conformes à l'ensemble des exigences de la présente partie de l'ISO 898.

### Écrous normaux (style 1) et écrous hauts (style 2)

Le symbole des classes de qualité pour les écrous normaux (style 1) et les écrous hauts (style 2) est composé d'un nombre. Il correspond au nombre situé à gauche de la classe de qualité maximale appropriée des vis, goujons et tiges filetées avec lesquels ils peuvent être associés.

### Écrous bas (style 0)

Le symbole des classes de qualité pour les écrous bas (style 0) est composé de deux nombres, tels que spécifiés ci-après:

- le premier nombre est zéro et indique que la capacité de charge de l'écrou est réduite par rapport à celle d'un écrou normal ou haut et, par conséquent, qu'un arrachement du filetage de l'écrou peut se produire en cas de surcharge;
- le second nombre correspond à 1/100 de la contrainte nominale à la charge d'épreuve, mesurée à l'aide d'un mandrin d'essai traité, en mégapascals.

### Plages de diamètres nominaux en fonction du style et de la classe de qualité de l'écrou

Les plages de diamètres nominaux en fonction des styles d'écrous et des classes de qualité sont listées dans le Tableau 5.1-1.

## 5.1.1 - Plages de diamètres nominaux en fonction du style et de la classe de qualité de l'écrou

Classe de qualité	Plage de diamètres nominaux, D		
	Écrou normal (style 1)	Écrou haut (style 2)	Écrou bas (style 0)
04	—	—	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3
			M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3
05	—	—	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3
			M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3
5	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—	—
	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—	—
6	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—	—
	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—	—
8	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	M5 < D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—
	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—
9	—	M5 ≤ D ≤ M39	—
	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—
10	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M39×3	—
	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	M5 ≤ D ≤ M39 M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	—
12	M5 ≤ D ≤ M16	M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5	—

## Conception des assemblages vis/ecrou

L'Annexe A fournit des explications sur les principes de conception des écrous et sur la capacité de charge des assemblages vis/écrous.

Les écrous normaux (style 1) et les écrous hauts (style 2) doivent être associés avec des fixations à filetage extérieur conformément au tableau 5.1-2. Toutefois, un écrou de classe de qualité supérieure peut remplacer un écrou de classe de qualité inférieure.

Par rapport aux écrous de classe de tolérance 6H, une diminution de la résistance à l'arrachement du filetage de l'écrou apparaît lorsque la déviation fondamentale est supérieure à zéro (par exemple pour les écrous galvanisés à chaud : 6AZ, 6AX). Les écrous bas (style 0) ont une capacité de charge réduite par rapport aux écrous normaux ou aux écrous hauts et ils ne sont pas conçus pour éviter l'arrachement du filetage.

Il convient d'assembler les écrous bas servant de contre-écrous avec un écrou normal ou un écrou haut. Dans un assemblage avec un contre-écrou, il convient tout d'abord de serrer l'écrou bas contre les pièces à assembler, puis de serrer l'écrou normal ou haut contre l'écrou bas.

## 5.1.2 - Combinaison des écrous normaux (style 1) et des écrous hauts (style 2) en fonction des classes de qualité des vis

Classe de qualité de l'écrou	Classe de qualité maximale de la fixation associée (vis, goujon et tige filetée)
5	5.8
6	6.8
8	8.8
9	9.8
10	10.9
12	12.9/12.9

## Materiau

Le Tableau 5.1-3 spécifie les matériaux et traitements thermiques correspondant aux différentes classes de qualité des écrous.

Les écrous à pas gros et de classes de qualité 05, 8 [écrous normaux (style 1) avec D > M16], 10 et 12 doivent être trempés et revenus.

Les écrous à pas fin et de classes de qualité 05, 6 [avec D > M16], 8 [écrous normaux (style 1)], 10 et 12 doivent être trempés et revenus.

La composition chimique doit être évaluée conformément aux Normes internationales adéquates.

**Note :** Il est prévu que les réglementations nationales relatives à la restriction ou à l'interdiction de certains éléments chimiques dans les pays ou régions concernés soient prises en compte.

## Caracteristiques mecaniques

Les écrous dont la classe de qualité est spécifiée doivent avoir, à température ambiante, les caractéristiques de résistance à la charge d'épreuve (voir Tableaux 5.1-4 et 5.1-5) et de dureté (voir Tableaux 5.1-6 et 5.1-7) lorsqu'ils sont testés conformément dans le chapitre « Méthode d'essai », quels que soient les essais réalisés au cours de la fabrication ou du contrôle final.

Pour les écrous qui ne sont pas trempés et revenus, les exigences supplémentaires spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai » s'appliquent.

5.1-3 – Aciers

	Classe de qualité	Matériau et traitement thermique de l'écrou	Limites de composition chimique (analyse de coulée %) <sup>a</sup>				
			C max.	Mn min.	P max.	S max.	
Filetage à pas gros	04 b	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	0,25	0,06	0,15	
	05 c	Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058	
	5 b	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	—	0,06	0,15	
	6 b	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	—	0,06	0,15	
	8	Écrou haut (style 2)	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	0,25	0,06	0,15
	8	Écrou normal (style 1), D ≤ M16	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	0,25	0,06	0,15
	8 c	Écrou normal (style 1), D > M16	Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058
	9		Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	0,25	0,06	0,15
	10 c		Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058
	12 c		Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,45	0,048	0,058
Filetage à pas fin	04 b	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	0,25	0,06	0,15	
	05 c	Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058	
	5 b	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	—	0,06	0,15	
	6 b	D ≤ M16	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	—	0,06	0,15
	6 b	D > M16	Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058
	8	Écrou haut (style 2)	Acier au carbone <sup>d</sup>	0,58	0,25	0,06	0,15
	8 c	Écrou normal (style 1)	Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058
	10 c		Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,3	0,048	0,058
	12 c		Acier au carbone, QT <sup>e</sup>	0,58	0,45	0,048	0,058

QT = Écrous trempés et revenus (Quenched and Tempered).

«—» = Pas de limite spécifiée.

<sup>a</sup> En cas de litige, l'analyse sur produit s'applique.

<sup>b</sup> Les écrous de ces classes de qualité peuvent être fabriqués à partir d'acier de décolletage par accord entre le client et le fabricant dans ce cas, le soufre, le phosphore et le plomb sont autorisés avec les teneurs maximales suivantes : S : 0,34% P : 0,11% Pb : 0,35%

<sup>c</sup> Des éléments d'alliage peuvent être ajoutés à condition que les caractéristiques mécaniques de la présente norme soient respectées.

<sup>d</sup> Peut être trempé et revenu à l'initiative du fabricant.

<sup>e</sup> Pour les matériaux de ces classes de qualité, la trempabilité doit être suffisante pour garantir une structure d'environ 90% de l'artensite à l'état « trempé » avant revenu, au niveau du taraudage de l'écrou tel que spécifié à la figure 5.1-11.

## 5.1.4 – Valeurs de charge d'épreuve des écrous à pas gros

Filetage D	Pas P	Charge d'épreuve <sup>a</sup> , N Classe de qualité							
		04	05	5	6	8	9	10	12
M5	0,8	5 400	7 100	8 250	9 500	12 140	13 000	14 800	16 300
M6	1	7 640	10 000	11 700	13 500	17 200	18 400	20 900	23 100
M7	1	11 000	14 500	16 800	19 400	24 700	26 400	30 100	33 200
M8	1,25	13 900	18 300	21 600	24 900	31 800	34 400	38 100	42 500
M10	1,5	22 000	29 000	34 200	39 400	50 500	54 500	60 300	67 300
M12	1,75	32 000	42 200	51 400	59 000	74 200	80 100	88 500	100 300
M14	2	43 700	57 500	70 200	80 500	101 200	109 300	120 800	136 900
M16	2	59 700	78 500	95 800	109 900	138 200	149 200	164 900	186 800
M18	2,5	73 000	96 000	121 000	138 200	176 600	176 600	203 500	230 400
M20	2,5	93 100	122 500	154 400	176 400	225 400	225 400	259 700	294 000
M22	2,5	115 100	151 500	190 900	218 200	278 800	278 800	321 200	363 600
M24	3	134 100	176 500	222 400	254 200	324 800	324 800	374 200	423 600
M27	3	174 400	229 500	289 200	330 500	422 300	422 300	486 500	550 800
M30	3,5	213 200	280 500	353 400	403 900	516 100	516 100	594 700	673 200
M33	3,5	263 700	347 000	437 200	499 700	638 500	638 500	735 600	832 800
M36	4	310 500	408 500	514 700	588 200	751 600	751 600	866 000	980 400
M39	4	370 900	488 000	614 900	702 700	897 900	897 900	1 035 000	1 171 000

<sup>a</sup> Lors de l'utilisation d'écrous bas, il convient de tenir compte du fait que la charge d'arrachement peut être inférieure à la charge d'épreuve d'un écrou à capacité de charge intégrale (Voir Annexe A).

## 5.1.5 – Valeurs de charge d'épreuve des écrous à pas fin

Filetage D × P	Charge d'épreuve <sup>a</sup> , N Classe de qualité							
	04	05	5	6	8	10	12	
M8×1	14 900	19 600	27 000	30 200	37 400	43 100	47 000	
M10×1,25	23 300	30 600	44 200	47 100	58 400	67 300	73 400	
M10×1	24 500	32 200	44 500	49 700	61 600	71 000	77 400	
M12×1,5	33 500	44 000	60 800	68 700	84 100	97 800	105 700	
M12×1,25	35 000	46 000	63 500	71 800	88 000	102 200	110 500	
M14×1,5	47 500	62 500	86 300	97 500	119 400	138 800	150 000	
M16×1,5	63 500	83 500	115 200	130 300	159 500	185 400	200 400	
M18×2	77 500	102 000	146 900	177 500	210 100	220 300	—	

5.1-5 – Valeurs de charge d'épreuve des écrous à pas fin

Filetage D × P	Charge d'épreuve <sup>a</sup> , N Classe de qualité						
	04	05	5	6	8	10	12
M18×1,5	81 700	107 500	154 800	187 000	221 500	232 200	—
M20×2	98 000	129 000	185 800	224 500	265 700	278 600	—
M20×1,5	103 400	136 000	195 800	236 600	280 200	293 800	—
M22×2	120 800	159 000	229 000	276 700	327 500	343 400	—
M22×1,5	126 500	166 500	239 800	289 700	343 000	359 600	—
M24×2	145 900	192 000	276 500	334 100	395 500	414 700	—
M27×2	188 500	248 000	351 100	431 500	510 900	535 700	—
M30×2	236 000	310 500	447 100	540 300	639 600	670 700	—
M33×2	289 200	380 500	547 900	662 100	783 800	821 900	—
M36×3	328 700	432 500	622 800	804 400	942 800	934 200	—
M39×3	391 400	515 000	741 600	957 900	1 123 000	1 112 000	—

<sup>a</sup> Lors de l'utilisation d'écrous bas, il convient de tenir compte du fait que la charge d'arrachement peut être inférieure à la charge d'épreuve d'un écrou à capacité de charge intégrale (Voir Annexe A).

5.1-6 – Dureté des écrous à pas gros

Filetage D	Classe de qualité																
	04		05		5		6		8		9		10		12		
	Dureté Vickers, HV	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
M5 ≤ D ≤ M16	188	302	272	353	130	302	150	302	200 233a	302	188	302	272	353	295c	353	
M16 < D ≤ M39					146		170		353b						272		
Dureté Brinell, HB																	
M5 ≤ D ≤ M16	179	287	259	336	124	287	143	287	190 287	287	179	287	259	336	280c	336	
M16 < D ≤ M39					139		162		221a 336b						259	336	
Dureté Rockwell, HRC																	
M5 ≤ D ≤ M16	min.	30	26	36	—	30	—	30	—	30	—	30	—	26	36	29c	36
M16 < D ≤ M39	—									36b						26	

L'intégrité de surface doit être conforme à l'ISO 6157-2.  
L'essai de dureté Vickers est la méthode de référence

<sup>a</sup> Valeur minimale pour les écrous hauts (style2) : 180 HV (171 HB)  
<sup>b</sup> Valeur maximale pour les écrous hauts (style2) : 302 HV (287 HB 30 HRC)  
<sup>c</sup> Valeur minimale pour les écrous hauts (style2) : 272 HV (259 HB 26 HRC)

## 5.1.7 – Dureté des écrous à pas fin

Filetage D × P	Classe de qualité														
	04		05		5		6		8		10		12		
	Dureté Vickers, HV		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5					175		188		353 <sup>b</sup>	295 <sup>c</sup>			295	353	
M16×1,5 < D ≤ M39×3	188	302	272	353	190	302	233	302	353	260	353	—	—	—	
Dureté Brinell, HB															
M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5					166		179		238 <sup>a</sup>	336 <sup>b</sup>	280 <sup>c</sup>			280	336
M16×1,5 < D ≤ M39×3	179	287	259	336	181	287	221	287	280	336	247	336	—	—	—
Dureté Rockwell, HRC															
M8×1 ≤ D ≤ M16×1,5					—		30		22,2 <sup>a</sup>	36 <sup>b</sup>	29 <sup>c</sup>			29	36
M16×1,5 < D ≤ M39×3	—	30	26	36	—	30	—	30	29,2	36	24	36	—	—	—

L'intégrité de surface doit être conforme à l'ISO 6157-2.  
L'essai de dureté Vickers est la méthode de référence

a Valeur minimale pour les écrous hauts [style2] : 195 HV (185 HB)  
b Valeur maximale pour les écrous hauts [style2] : 302 HV (287 HB 30 HRC)  
c Valeur minimale pour les écrous hauts [style2] : 250 HV (238 HB 22.2 HRC)

## Contrôle

### Contrôle par le fabricant

La présente partie de l'ISO 898 n'impose pas au fabricant les essais à réaliser sur chaque lot de fabrication. Il relève de la responsabilité du fabricant d'appliquer les méthodes appropriées de son choix, tel que le contrôle en cours de fabrication ou une inspection finale, afin de s'assurer que le lot fabriqué est de fait conforme à toutes les exigences spécifiées. Pour plus d'informations, voir l'ISO 16426.

En cas de litige, les méthodes d'essai spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai » doivent s'appliquer.

### Contrôle par le fournisseur

Le fournisseur contrôle les écrous qu'il livre en utilisant les méthodes de son choix (évaluation périodique du fabricant, contrôle des résultats d'essai du fabricant, essais sur les écrous, etc.), à condition que les caractéristiques mécaniques et physiques spécifiées dans les Tableaux 5.1-4, 5.1-5, 5.1-6, 5.1-7 et 5.1-10 soient conformes. En cas de litige, les méthodes d'essai conformes dans le chapitre « Méthode d'essai » doivent s'appliquer.

### Contrôle par le client

Le client peut contrôler les écrous livrés à l'aide des méthodes d'essai spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai ». En cas de litige, les méthodes d'essai spécifiées dans le chapitre « Méthode d'essai » doivent s'appliquer, sauf indication contraire.

## Méthodes d'essai

### Essai de charge d'épreuve

#### Généralités

L'essai de charge d'épreuve consiste en deux opérations principales, soit :

- application de la charge d'épreuve spécifiée au moyen d'un mandrin d'essai (voir Figures 5.1-8 et 5.1-9);
- contrôle de l'endommagement éventuel du filetage de l'écrou provoqué par la charge d'épreuve.

Note : Pour l'essai de charge d'épreuve des écrous autofreinés, voir l'ISO 2320 qui définit des procédures d'essai complémentaires.

#### Limites d'application

Cet essai s'applique aux écrous de diamètres nominaux  $M5 \leq D \leq M39$  et pour toutes les classes de qualité.

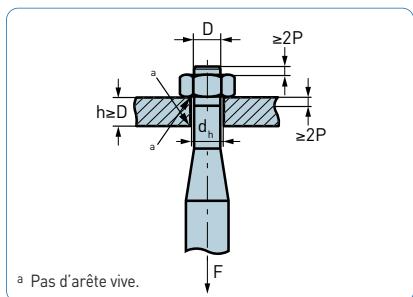
#### Appareillage

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1, de classe 1 ou plus précise. Les poussées transversales sur l'écrou doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignants.

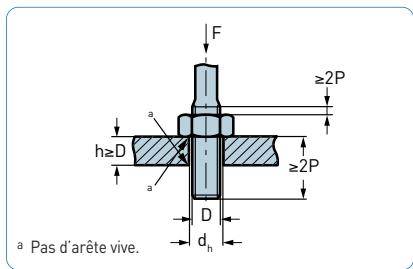
#### Dispositif d'essai

Le dispositif-support et le mandrin d'essai doivent être conformes aux spécifications suivantes :

1. dureté du dispositif-support : 45 HRC minimum;
2. épaisseur,  $h$ , du dispositif-support : 1D minimum;
3. diamètre du trou de passage,  $d_h$ , du dispositif-support: conforme au Tableau 8;
4. mandrin trempé et revenu: dureté 45 HRC à 50 HRC;
5. classe de tolérance du filetage extérieur du mandrin d'essai: le filetage du mandrin utilisé doit être dans la classe de tolérance 5h6g, et de plus le diamètre extérieur du filetage du mandrin doit être dans le dernier quart de la tolérance du 6g au minimum de matière. Les dimensions du filetage du mandrin d'essai sont données dans les Tableaux B.1 et B.2.



5.1-8  
Essai de traction axiale



5.1-9  
Essai de compression axiale

#### 5.1-10 – Diamètre du trou de passage du dispositif-support - Dimensions en millimètres

Diamètre nominal D	Diamètre du trou de passage $d_h$ <sup>a</sup>		Diamètre nominal D	Diamètre du trou de passage $d_h$ <sup>a</sup>		Diamètre nominal D	Diamètre du trou de passage $d_h$ <sup>a</sup>	
	min.	max.		min.	max.		min.	max.
M5	5,03	5,115	M14	14,05	14,16	M27	27,065	27,195
M6	6,03	6,115	M16	16,05	16,16	M30	30,065	30,195
M7	7,04	7,13	M18	18,05	18,16	M33	33,08	33,24
M8	8,04	8,13	M20	20,065	20,195	M36	36,08	36,24
M10	10,04	10,13	M22	22,065	22,195	M39	39,08	39,24
M12	12,05	12,16	M24	24,065	24,195	—	—	—

<sup>a</sup>  $d_h = D$  avec une tolérance D11 (Voir ISO 286-2).

### Mode opératoire

L'écrou doit être soumis à essai en l'état de livraison.

L'écrou doit être monté sur le mandrin d'essai conformément à la Figure 5.1-8 ou à la Figure 5.1-9.

L'essai de traction axiale ou l'essai de compression axiale doit être réalisé conformément à l'ISO 6892-1. La vitesse d'essai, telle que déterminée avec un dispositif d'amarrage tournant librement, ne doit pas dépasser 3 mm/min.

La charge d'épreuve spécifiée dans le Tableau 5.1-4 pour les écrous à pas gros et dans le Tableau 5.1-5 pour les écrous à pas fin doit être appliquée et doit être maintenue pendant 15 s, avant d'être relâchée.

Le dépassement de la valeur de la charge d'épreuve est à minimiser.

L'écrou doit être retiré à la main du mandrin d'essai. Il peut être nécessaire d'utiliser une clé manuelle pour amorcer la rotation de l'écrou, mais l'utilisation d'une telle clé n'est admise que sur un demi-tour.

Les filets du mandrin d'essai doivent être contrôlés après chaque écrou essayé. Si les filets du mandrin d'essai ont été endommagés pendant l'essai, le résultat de l'essai ne doit pas être validé et un nouvel essai doit être réalisé avec un mandrin conforme.

### Résultats d'essai

Si une fracture de l'écrou ou un arrachement du filetage se produit, cela doit être noté.

Le fait que l'écrou ait été retiré uniquement à la main ou avec l'aide d'une clé sur un demi-tour maximum doit être noté.

### Exigence

L'écrou doit résister à la charge d'épreuve spécifiée dans le Tableau 5.1-4 ou 5.1-5 sans arrachement des filets de l'écrou ou rupture de l'écrou.

L'écrou doit pouvoir être dévissé à la main après relâchement de la charge d'épreuve (et, si nécessaire, après un demi-tour maximum avec une clé).

En cas de litige, l'essai de traction axiale effectué conformément à la Figure 5.1-8 doit être la méthode de référence.

## Essai de dureté

### Limites d'application

Cet essai s'applique aux écrous de toutes dimensions et de toutes classes de qualité.

### Modes opératoires d'essai

#### Charge d'essai pour la détermination de la dureté

L'essai de dureté Vickers doit être effectué avec une charge minimale de 98 N. L'essai de dureté Brinell doit être effectué avec une charge égale à  $30D^2$ , exprimée en newtons.

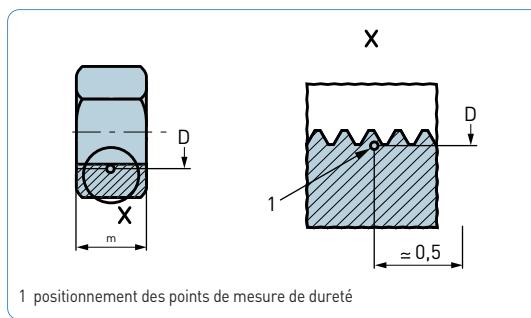
#### Détermination de la dureté sur une surface

Pour les contrôles de routine, l'essai de dureté doit être réalisé sur une surface d'appui de l'écrou, après enlèvement de tout revêtement et après une préparation adéquate de l'écrou.

La valeur de dureté doit être la moyenne de trois points de mesure espacés d'environ  $120^\circ$ .

#### Détermination de la dureté sur une section longitudinale

L'essai de dureté doit être effectué sur une section longitudinale passant par l'axe de l'écrou. Les points de mesure doivent être situés à une hauteur d'environ 0,5m et aussi près que possible du diamètre extérieur du filetage de l'écrou (voir Figure 5.1-11).



5.1-11 - Positionnement des points de mesure de dureté  
à approximativement mi-hauteur d'écrou

### Exigences

#### Ecrous trempés et revenus

La dureté en surface doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.1-6 pour les écrous à pas gros et dans le Tableau 5.1-7 pour les écrous à pas fin.

## En cas de litige :

1. pour la dureté en surface, l'essai de dureté Vickers avec une charge de 98 N (HV 10) doit être la méthode de référence, et la dureté doit être conforme aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.1-6 ou 5.1-7;
2. pour la dureté à cœur, l'essai de dureté Vickers doit être la méthode de référence, et la dureté doit être conforme aux exigences spécifiées dans le Tableau 5.1-6 ou 5.1-7.

## Écrous non trempés et revenus

Les écrous qui ne sont pas trempés et revenus ne doivent pas avoir une dureté supérieure à l'exigence de dureté maximale spécifiée dans le Tableau 5.1-6 ou 5.1-7. En cas de litige, l'essai de dureté Vickers doit être la méthode de référence.

Si l'exigence de dureté minimale n'est pas satisfaite lorsque l'essai est effectué, cela ne doit pas être un motif de rejet à condition que les exigences de charge d'épreuve soient satisfaites.

## Contrôle de l'intégrité de surface

Le contrôle des défauts de surface doit être effectué de la façon spécifiée dans l'ISO 6157-2.

La machine d'essai de traction doit être conforme à l'ISO 7500-1. Les poussées transversales sur la fixation doivent être évitées, par exemple au moyen de dispositifs d'amarrage auto-alignant.

## Marquage

### Généralités

Les écrous ne doivent être désignés conformément au système de désignation

spécifié au chapitre « Désignation des classes de qualité » et ne doivent être marqués conformément à ce chapitre que si toutes les exigences pertinentes de la présente partie de l'ISO 898 sont satisfaites.

Il convient que la variante de marquage spécifiée dans le Tableau 5.1-12 soit laissée à l'appréciation du fabricant.

### Marque d'identification du fabricant

La marque d'identification du fabricant doit être apposée pendant le processus de fabrication sur tous les écrous marqués du symbole de la classe de qualité. Le marquage d'identification du fabricant est également recommandé sur les écrous qui ne sont pas marqués d'un symbole indiquant la classe de qualité.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 898, un distributeur qui distribue des écrous marqués avec sa propre marque d'identification doit être considéré comme le fabricant.

### Marquage et identification des fixations à capacité de charge intégrale

#### Généralités

Le symbole de marquage doit être réalisé comme spécifié dans ce chapitre pendant le processus de fabrication sur tous les écrous fabriqués conformément aux exigences de la présente partie de l'ISO 898.

#### Écrous normaux (style 1) et écrous hauts (style 2)

Les symboles de marquage des classes de qualité des écrous normaux (style 1) et des écrous hauts (style 2) sont spécifiés dans le Tableau 5.1-12, deuxième ligne. Pour des écrous de petite dimension ou dont la forme ne permet pas ce marquage, les symboles de marquage alternatif par marquage horaire conformément au Tableau 5.1-12, troisième ligne, doivent être utilisés.

5.1-12 – Symboles de marquage des classes de qualité des écrous normaux (style 1) et des écrous hauts (style 2)

Symbol de désignation de la classe de qualité	5	6	8	9	10	12
Symbol de marquage	5	6	8	9	10	12
Symbol de marquage alternatif par marquage horaire <sup>a</sup>						
<sup>a</sup> La position midi (repère de référence) doit être indiquée soit par la marque d'identification du fabricant, soit par un point.						

### Écrous bas (style 0)

Les symboles de marquage des classes de qualité des écrous bas (style 0) sont spécifiés dans le Tableau 5.1-13.

#### 5.1-13 – Symboles de marquage des classes de qualité des écrous bas (style 0)

<b>Classe de qualité</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Symbol de marquage</b>	4	5

Le marquage horaire alternatif spécifié dans le Tableau 5.1-12 ne doit pas être utilisé pour les écrous bas.

## Identification

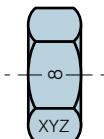
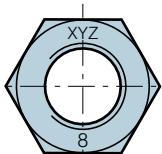
### Écrous hexagonaux

Les écrous hexagonaux (y compris les écrous à embase, les écrous autofreinés, etc.) doivent comporter la marque d'identification du fabricant et le symbole de marquage de la classe de qualité spécifié dans le Tableau 5.1-12. Des exemples sont donnés aux Figures 5.1-14 et 5.1-15.

Le marquage est obligatoire pour les écrous de toutes les classes de qualité.

Le marquage doit être effectué en creux sur un côté ou une face d'appui, ou en relief sur le chanfrein. Les marques en relief ne doivent pas dépasser de la face d'appui de l'écrou.

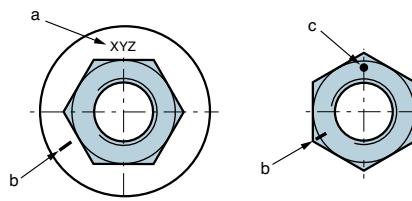
Pour les écrous à embase, le marquage doit être réalisé sur l'embase lorsque le procédé de fabrication ne permet pas d'apposer le marquage sur le dessus de l'écrou.



5.1-14  
Exemples de marquage avec le symbole de marquage

#### 5.1-15 – Exemples de marquage horaire (alternative de marquage)

- <sup>a</sup> Marque d'identification du fabricant.
- <sup>b</sup> Classe de qualité.
- <sup>c</sup> Le point peut être remplacé par la marque d'identification du fabricant.



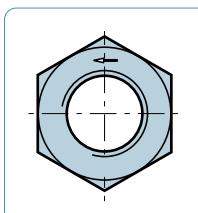
### Autres types d'écrous

Si le client l'exige, des systèmes de marquage tels que ceux spécifiés au chapitre « Identification / Ecrous hexagonaux » doivent être utilisés pour d'autres types d'écrous.

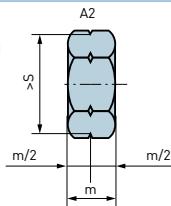
### Marquage du filetage à gauche

Les écrous avec filetage à gauche doivent être marqués comme spécifié à la Figure 5.1-6 sur une face d'appui de l'écrou, en creux.

La variante de marquage pour filetage à gauche telle que spécifiée à la figure 5.1-17 peut également être utilisée pour les écrous hexagonaux.



5.1-16  
Marquage du filetage à gauche



5.1-17 - Variante de marquage pour filetage à gauche

### Marquage des emballages

Tous les emballages de tous les types d'écrous, quelles que soient leurs dimensions, doivent être marqués (par exemple, par étiquetage). Le marquage doit inclure la marque d'identification du fabricant et/ou du distributeur et le symbole de la classe de qualité conformément au Tableau 5.1-12 et 5.1-13 ainsi que le numéro de lot de fabrication tel que défini dans l'ISO 16426.

## Annexe a - (informatif)

### A.1 - Principes de base de conception des écrous

Un assemblage vissé est principalement constitué de deux pièces qui sont assemblées en utilisant d'une part une pièce à filetage extérieur (vis ou goujon) et d'autre part une pièce taraudée ou un écrou.

Un assemblage vissé optimisé constitué d'une vis, d'un goujon ou d'une tige filetée de classe de qualité spécifiée conformément à l'ISO 898-1 et assemblé avec un écrou normal ou haut de classe de qualité associée conformément à la présente partie de l'ISO 898 est apte à supporter une précharge maximale en utilisant les pleines capacités de résistance de la vis. En cas de surserrage, la rupture se produit dans la partie filetée libre de la vis (sollicitée en traction), ce qui met en évidence un problème de serrage.

Le mode de défaillance d'un assemblage vis/écrou sous tension correspond à la valeur la plus faible des trois charges suivantes :

- charge d'arrachement du filetage de l'écrou;
- charge d'arrachement du filetage de la vis, du goujon ou de la tige filetée;
- charge de rupture de la vis, goujon ou tige filetée (la rupture de la vis est le mode de défaillance prévu des assemblages vis/écrou en cas de surcharge).

Ces trois charges dépendent principalement :

- pour l'écrou, de la dureté, de la hauteur, de la hauteur effective de filet complet, du diamètre, du pas et de la classe de tolérance de filetage;
- pour la vis, de la dureté, du diamètre, du pas et de la classe de tolérance de filetage.

Tableau Table A.1 – Hauteurs minimales des écrous hexagonaux

Filetage D	Surplat s mm	Hauteur minimale de l'écrou hexagonal			
		Écrou normal (style 1)		Écrou haut (style 2)	
		m min mm	m min/D	m min mm	m min/D
M5	8	4,40	0,88	4,80	0,96
M6	10	4,90	0,82	5,40	0,90
M7	11	6,14	0,88	6,84	0,98
M8	13	6,44	0,81	7,14	0,90
M10	16	8,04	0,80	8,94	0,89
M12	18	10,37	0,86	11,57	0,96
M14	21	12,10	0,86	13,40	0,96

Pour des informations techniques détaillées sur les principes de conception des écrous, voir l'ISO/TR 16224.

De plus, ces trois charges sont interdépendantes. Par exemple, une augmentation de la dureté de la vis peut induire une augmentation de la charge d'arrachement du filetage de l'écrou. La dureté détermine aussi la tenue fonctionnelle de l'écrou, et c'est pourquoi une dureté maximale est spécifiée pour chaque classe de qualité.

La base analytique pour le calcul des différentes charges d'arrachement a été établie dans une publication d'Alexander<sup>[14]</sup>. Des essais expérimentaux approfondis ont démontré la théorie d'Alexander par des résultats pratiques. Des études récentes, incluant des calculs aux éléments finis, ont également permis de confirmer cette théorie<sup>[15]</sup>.

Les trois styles d'écrou se distinguent par leur hauteur. Cela donne au fabricant, pour certaines classes de qualité, la possibilité de choisir soit un procédé de fabrication avec trempe et revenu et utilisant moins de matériau pour obtenir les caractéristiques requises, soit un procédé utilisant plus de matériau mais sans traitement thermique supplémentaire.

Tableau Table A.1 – Hauteurs minimales des écrous hexagonaux

Filetage D	Surplat s mm	Hauteur minimale de l'écrou hexagonal			
		Écrou normal (style 1)		Écrou haut (style 2)	
		m <sub>min</sub> mm	m <sub>min</sub> /D	m <sub>min</sub> mm	m <sub>min</sub> /D
M16	24	14,10	0,88	15,70	0,98
M18	27	15,10	0,84	16,90	0,94
M20	30	16,90	0,85	19,00	0,95
M22	34	18,10	0,82	20,50	0,93
M24	36	20,20	0,84	22,60	0,94
M27	41	22,50	0,83	25,40	0,94
M30	46	24,30	0,81	27,30	0,91
M33	50	27,40	0,83	30,90	0,94
M36	55	29,40	0,82	33,10	0,92
M39	60	31,80	0,82	35,90	0,92

Tableau Table A.2 – Dureté Vickers minimale proposée pour les écrous normaux (style 1) avec D &lt; M5

Filetage D	Dureté Vickers minimale des écrous HV				
	Classe de qualité				
	5	6	8	10	12
M3	151	178	233	284	347
M3,5	157	184	240	294	357
M4	147	174	228	277	337

## A.2 - Écrous de diamètres D<M5 et D>M39

Les caractéristiques mécaniques des assemblages vis/écrou ont été optimisées pour les fixations de M5 à M39 inclus, sur la base des dimensions des écrous hexagonaux spécifiées dans l'ISO 4032 (écrous normaux, style 1) et de l'ISO 4033 (écrous hauts, style 2). En règle générale, les assemblages vis/écrou de petit diamètre nécessitent une dureté d'écrou et/ou un rapport de hauteur d'écrou, m/D, moins élevés, du fait du rapport P/D plus élevé.

Les écrous de diamètre D < 5 mm spécifiés dans l'ISO 4032 ont une hauteur minimale d'écrou, m<sub>min</sub>, inférieure à 0,8D, ce qui est trop faible pour respecter ce principe de conception. Cela signifie que ce type d'écrou doit avoir une valeur de dureté plus élevée pour éviter le mode de défaillance par arrachement des filets de l'écrou (voir Tableau A.2).

Les écrous de diamètre D > M39 spécifiés dans l'ISO 4032 ont une hauteur minimale d'écrou, m<sub>min</sub>, inférieure à 0,8D, ce qui est trop faible pour respecter ce principe de conception. Par conséquent, les caractéristiques mécaniques de ces écrous ne sont pas définies dans la présente partie de l'ISO 898 et les classes de qualité ne sont pas spécifiées dans l'ISO 4032 (les caractéristiques mécaniques sont à définir par accord entre le client et le fournisseur).

## Annexe b - (informative)

### Dimension du mandrin d'essai

Table B.1 – Dimensions du filetage du mandrin d'essai pour la charge d'épreuve  
Filetage à pas gros

Ecrou Filetage D	Mandrin (filetage à pas gros)			
	Diamètre extérieur de filetage du mandrin (quart inférieur de la classe de tolérance 6 g) max.	Diamètre à flanc de fillet du mandrin (classe tolérance 5h) max.	Diamètre extérieur de filetage du mandrin (quart inférieur de la classe de tolérance 6 g) min.	Diamètre à flanc de fillet du mandrin (classe tolérance 5h) min.
<b>M3</b>	2,901	2,874	2,675	2,615
<b>M3,5</b>	3,385	3,354	3,110	3,043
<b>M4</b>	3,873	3,838	3,545	3,474
<b>M5</b>	4,864	4,826	4,480	4,405
<b>M6</b>	5,839	5,794	5,350	5,260
<b>M7</b>	6,839	6,794	6,350	6,260
<b>M8</b>	7,813	7,760	7,188	7,093
<b>M10</b>	9,791	9,732	9,026	8,920
<b>M12</b>	11,767	11,701	10,863	10,745
<b>M14</b>	13,752	13,682	12,701	12,576
<b>M16</b>	15,752	15,682	14,701	14,576
<b>M18</b>	17,707	17,623	16,376	16,244
<b>M20</b>	19,707	19,623	18,376	18,244
<b>M22</b>	21,707	21,623	20,376	20,244
<b>M24</b>	23,671	23,577	22,051	21,891
<b>M27</b>	26,671	26,577	25,051	24,891
<b>M30</b>	29,628	29,522	27,727	27,557
<b>M33</b>	32,628	32,522	30,727	30,557
<b>M36</b>	35,584	35,465	33,402	33,222
<b>M39</b>	38,584	38,465	36,402	36,222

Table B.2 – Dimensions du filetage du mandrin d'essai pour la charge d'épreuve  
Filetage à pas fin

Ecrou Filetage D x P	Mandrin (filetage à pas fin)			
	Diamètre extérieur de filetage du mandrin (quart inférieur de la classe de tolérance 6 g) max.	Diamètre à flanc de fillet du mandrin (classe tolérance 5h) max.	Diamètre extérieur de filetage du mandrin (quart inférieur de la classe de tolérance 6 g) min.	Diamètre à flanc de fillet du mandrin (classe tolérance 5h) min.
<b>M8x1</b>	7,839	7,794	7,350	7,260
<b>M10x1,25</b>	9,813	9,760	9,188	9,093
<b>M10x1</b>	9,839	9,794	9,350	9,260
<b>M12x1,5</b>	11,791	11,732	11,026	10,914
<b>M12x1,25</b>	11,813	11,760	11,188	11,082
<b>M14x1,5</b>	13,791	13,732	13,026	12,911
<b>M16x1,5</b>	15,791	15,732	15,026	14,914
<b>M18x2</b>	17,752	17,682	16,701	16,569
<b>M18x1,5</b>	17,791	17,732	17,026	16,914
<b>M20x2</b>	19,752	19,682	18,701	18,569
<b>M20x1,5</b>	19,791	19,732	19,026	18,914
<b>M22x2</b>	21,752	21,682	20,701	20,569
<b>M22x1,5</b>	21,791	21,732	21,026	20,914
<b>M24x2</b>	23,752	23,682	22,701	22,569
<b>M27x2</b>	26,752	26,682	25,701	25,569
<b>M30x2</b>	29,752	29,682	28,701	28,569
<b>M33x2</b>	32,752	32,682	31,701	31,569
<b>M36x3</b>	35,671	35,577	34,051	33,891
<b>M39x3</b>	38,671	38,577	37,051	36,891

## 5.2 Vis et goujons en acier inoxydable (NF EN ISO 3506-1 – Janvier 2010)

**Avertissement :** la norme ISO 3506-1 est actuellement en cours de révision. Elle devrait introduire de nouvelles nuances d'acier et une évolution des obligations en matière de marquage et d'étiquetage. Par ailleurs, les méthodes et procédures de test se rapprocheraient de celles des produits en acier (ISO 898-1)

### Domaine d'application

- Les caractéristiques mécaniques qui suivent sont applicables aux vis et goujons :
- de diamètre nominal de filetage ( $d$ ) jusqu'à 39 mm inclus,
  - à filetage métrique ISO triangulaire,
  - de forme quelconque.

Elles ne s'appliquent pas aux vis possédant des caractéristiques spéciales (telles que la soudabilité).

### Caractéristiques mécaniques pour vis et goujons en acier austénitique

5.2-1

Groupe	Nuance	Classe de qualité	Limite de diamètre de filetage	Résistance à la traction $R_{m\ min}^{[1]}$ N/mm <sup>2</sup>	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2% $R_{p,0,2\ min}^{[2]}$ N/mm <sup>2</sup>	Allongement après rupture $A_{min}$ mm <sup>2</sup>
Austénitique	A1 A2	50	39	500	210	0,6 d
	A3 A4	70	$\leq 24^{[3]}$	700	450	0,4 d
	A5	80	$\leq 24^{[3]}$	800	600	0,3 d

1. La résistance à la traction est calculée en fonction de la section résistante.

2. A déterminer conformément au § 6.2.4 de la norme ISO 3506-1 1997 selon la longueur réelle de la vis et non sur une éprouvette préparée :  $d$ .

3. Les caractéristiques mécaniques des éléments de fixation dont le diamètre nominal  $d$  est supérieur à 24 mm doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur et être marquées de la nuance et classe de qualité selon ce tableau 5.2-1.

### Couple de rupture minimal $M_{B\ min}$ des vis en acier austénitique M1,6 à M16 (filetage à pas gros)

5.2-2

Filetage	Couple de rupture $M_{B\ min}$ (Nm)		
	50	70	80
M 1,6	0,15	0,2	0,24
M 2	0,3	0,4	0,48
M 2,5	0,6	0,9	0,96
M 3	1,1	1,6	1,8
M 4	2,7	3,8	4,3
M 5	5,5	7,8	8,8
M 6	9,3	13	15
M 8	23	32	37
M 10	46	65	74
M 12	80	110	130
M 16	210	290	330

Les valeurs minimales des couples de rupture des éléments de fixation en acier martensitique ou ferritique doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

### Caractéristiques mécaniques à hautes et basses températures

Limite inférieure d'écoulement ou limite conventionnelle d'élasticité à 0,2% à températures élevées : les valeurs données dans les tableaux 5.2-3 et 5.2-4 sont pour information. Il convient que les utilisateurs comprennent que, par la chimie actuelle, les charges auxquelles sont soumis les éléments de fixation assemblés et l'environnement peuvent subir une variation significative. Si les charges fluctuent et que des périodes de fonctionnement à températures élevées sont importantes ou qu'une possibilité d'accentuation de la corrosion est importante, il convient de consulter le fabricant.

5.2-3

Nuance d'acier	R <sub>eL</sub> et R <sub>p,0,2%</sub> Température			
	+ 100°C	+ 200°C	+ 300°C	+ 400°C
A1 - A4	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60

Note.  
Pour classes de qualité 70 et 80 uniquement.

5.2-4

Nuance d'acier	Limites inférieures des températures opérationnelles en utilisation continue	
	Vis <sup>[1]</sup>	Goujons
A2	- 200°C	
A4	- 60°C	- 200°C

1. En liaison avec l'élément d'alliage Mo, la stabilité de l'austénite est réduite et la température de transition est portée vers des valeurs plus élevées si une forte proportion de déformation est appliquée à l'élément de fixation en cours de fabrication.

### Caractéristiques mécaniques des vis sans tête

Essai de torsion des vis sans tête à six pans creux : les vis sans tête doivent être conformes aux exigences de couple de torsion selon le tableau 5.2-5.

## Caractéristiques mécaniques des vis à tête

Résistance à la torsion : les vis à tête en acier inoxydable doivent avoir une résistance à la torsion telle que le couple nécessaire pour provoquer une défaillance soit égal ou supérieur aux valeurs minimales de couple données dans le tableau 5.2-6 pour la classe de qualité considérée.

5.2-5

Diamètre nominal de filetage (d) min	Longueur minimale de la vis testée (mm)				Couple d'essai min. (Nm) Classe de qualité	
	Bout plat	Bout pointu	Bout à téton	Bout à cuvette	12H	21H
1,6	2,5	3	3	2,5	0,03	0,05
2	4	4	4	3	0,06	0,1
2,5	4	4	5	4	0,18	0,3
3	4	5	6	5	0,25	0,42
4	5	6	8	6	0,8	1,4
5	6	8	8	6	1,7	2,8
6	8	8	10	8	3	5
8	10	10	12	10	7	12
10	12	12	16	12	14	24
12	16	16	20	16	25	42
16	20	20	25	20	63	105
20	25	25	30	25	126	210
24	30	30	35	30	200	332

Les longueurs minimales testées sont les longueurs situées sous les traits interrompus forts dans la norme du produit, c'est-à-dire les longueurs ayant la profondeur normale des six pans creux.

5.2-6

Filetage	Couple de rupture M <sub>Bmin</sub> (Nm) Classe de qualité			
	20H	25H	30H	40H
ST 2,2	0,38	0,48	0,54	0,6
ST 2,6	0,64	0,8	0,9	1
ST 2,0	1	1,2	1,4	1,5
ST 3,3	1,3	1,6	1,8	2
ST 3,5	1,7	2,2	2,4	2,7
ST 3,9	2,3	2,9	3,3	3,6
ST 4,2	2,8	3,5	3,9	4,4
ST 4,8	4,4	5,5	6,2	6,9
ST 5,5	6,9	8,7	9,7	10,8
ST 6,3	11,4	14,2	15,9	17,7
ST 8	23,5	29,4	32,9	36,5

Capacité de formage du filetage : les vis à tête en acier inoxydable doivent former un filetage correspondant, sans déformation de leur propre filetage, conformément aux prescriptions suivantes :

- la vis doit être vissée dans une plaque jusqu'à ce qu'un filet complet la traverse entièrement,
- pour des vis en acier austénitique ou ferritique la plaque doit être constituée d'un alliage d'aluminium d'une dureté comprise entre 80 HV 30 et 120 HV 30,
- pour des vis en acier martensitique, la plaque doit avoir une teneur en carbone ne dépassant pas 0,23% et une dureté comprise entre 125 HV 30 et 165 HV 30.

L'épaisseur des plaques et la dimension de l'avant-trou doivent être conformes aux valeurs données dans le tableau 5.2-7.

5.2-7

Filetage	Epaisseur de la plaque d'essai (mm)		Diamètre du trou (mm)	
	mini	maxi	mini	maxi
ST 2,2	1,17	1,30	1,905	1,955
ST 2,6	1,17	1,30	2,185	2,235
ST 2,0	1,17	1,30	2,415	2,465
ST 3,3	1,17	1,30	2,68	2,73
ST 3,5	1,85	2,06	2,92	2,97
ST 3,9	1,85	2,06	3,24	3,29
ST 4,2	1,85	2,06	3,43	3,48
ST 4,8	3,10	3,23	4,015	4,065
ST 5,5	3,10	3,23	4,735	4,785
ST 6,3	4,67	5,05	5,475	5,525
ST 8	4,67	5,05	6,885	6,935

## Marquage

### Vis et goujons (figure 5.2-8)

Toutes les vis à tête hexagonale et les vis à tête cylindrique à six pans creux ou à six lobes internes dont le diamètre nominal est  $d \geq 5$  mm doivent être clairement marquées. Le marquage doit inclure la nuance d'acier et la classe de qualité.

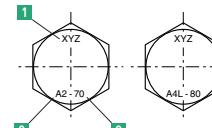
Les goujons de diamètre nominal de filetage  $d \geq 6$  mm doivent être clairement marqués. Le marquage doit être appliqué sur la partie non filetée du goujon et doit comporter la nuance et la classe de qualité de l'acier. S'il s'avère impossible de marquer la partie non filetée, seule la nuance d'acier est marquée à l'extrémité filetée du goujon.

### Vis sans tête et vis à tête

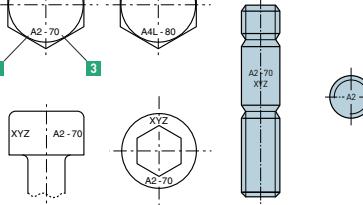
Le marquage n'est pas obligatoire.

#### Marquage des vis à tête hexagonale

- Identification du fabricant.
- Nuance d'acier.
- Classe de qualité.



#### Marquage des goujons



Marquage de vis à tête cylindrique à six pans creux et à six lobes internes (autres possibilités)

5.2-8

## 5.3 Ecrous en acier inoxydable (NF EN ISO 3506-2 – Janvier 2010)

**Avertissement :** la norme ISO 3506-2 est actuellement en cours de révision. Elle devrait introduire de nouvelles nuances d'acier et une évolution des obligations en matière de marquage et d'étiquetage. Par ailleurs, les méthodes et procédures de test se rapprocheraient de celles des produits en acier (ISO 898-2)

**Nota :** le marquage est d'une série d'entailles au 1/3 de la hauteur pour de l'acier de nuance A2 et de deux séries au 1/3 et 2/3 de la hauteur pour de l'acier de nuance A4.

### Domaine d'application

Les caractéristiques mécaniques qui suivent sont applicables aux écrous :

- de diamètre de filetage ( $d$ ) jusqu'à 39 mm inclus,
- à filetage métrique ISO triangulaire,
- de forme quelconque,

- avec des cotes sur plats telles que spécifiées dans la norme ISO 272,
- dont la hauteur nominale est égale ou supérieure à 0,5d.

Elles ne s'appliquent pas aux écrous possédant des caractéristiques spéciales telles que la capacité de freinage ou la soudabilité.

### Caractéristiques mécaniques des écrous en acier austénitique

5.3-1

Groupe	Nuance	Classe de qualité		Limite de diamètre de filetage	Résistance à la charge d'épreuve $S_p \text{ min}$ (Nm)	
		Ecrou style 1 ( $m \geq 0,8d$ )	Ecrou bas ( $0,5d \leq m \leq 0,8d$ )		Ecrou style 1 ( $m \geq 0,8d$ )	Ecrou bas ( $0,5d \leq m \leq 0,8d$ )
Austénitique	A1	50	025	$\leq 39$	500	250
	A2 A3	70	035	$\leq 24^{[1]}$	700	350
	A4 A5	80	040	$\leq 24^{[1]}$	800	400

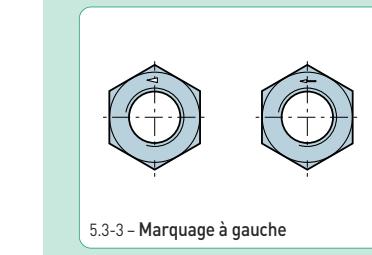
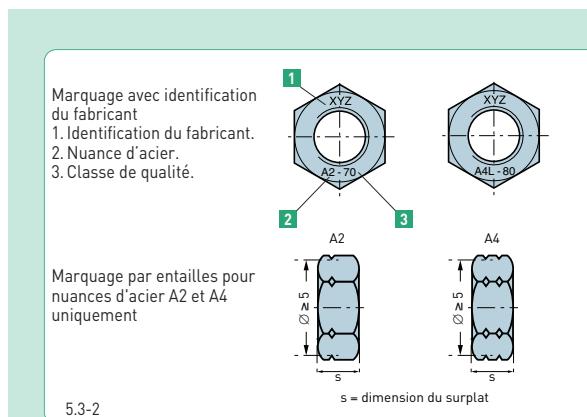
1. Les caractéristiques mécaniques des éléments de fixation dont le diamètre nominal de filetage  $d$  est supérieur ou égal à 24 mm doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur et être marqués de la nuance d'acier et classe de qualité selon le tableau 5.3-1

### Marquage (figure 5.3-2)

Le marquage est obligatoire sur les écrous de diamètre nominal de filetage  $d \geq 5$  mm. Il doit inclure la nuance et la classe de qualité de l'acier. Le marquage d'une seule face de l'écrou est acceptable et doit être en creux uniquement lorsqu'il est appliqué sur la face de contact de l'écrou. Le marquage est également toléré sur le côté de l'écrou. Lorsque le marquage est constitué d'entailles, sans indication de la classe de qualité, c'est la classe de qualité 50 ou 025 qui s'applique.

### Marquage à gauche (figure 5.3-3)

Les écrous avec filetage à gauche doivent être marqués en creux sur une face d'appui de l'écrou par une flèche ou par une saignée sur les angles du six pans à mi-hauteur.



## 5.4 Fixations en matériau thermoplastique

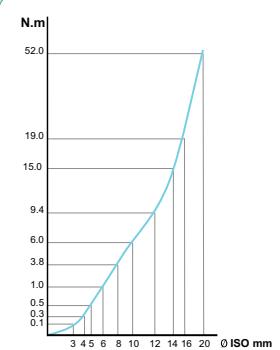
**Avertissement :** les caractéristiques mécaniques et physiques des matériaux thermoplastiques dépendent de façon très significative de leur formulation précise et sont par conséquent variables selon l'origine du matériau et le fabricant du produit. Les données ci-après ne sont donc qu'indicatives et ne sauraient entraîner la responsabilité de EMILE MAURIN à ce titre.

Propriétés	PA	PA-FV	PP	POM	PE-HD	PVDF
<b>Mécaniques</b>						
Densité g/cm <sup>3</sup>	1,14	1,29 à 1,36	0,90 à 0,92	1,40 à 1,43	0,95	1,76
Reprise d'humidité %	2,60	1,80	0,03 à 0,1	0,25 à 0,28	0,01 à 0,1	0,04
Module d'élasticité MPa	1100 à 2000	5000 à 5300	1000 à 1300	3000	1100 à 1400	2300 à 3000
Allongement %	4,5 à 20	4 à 5	-	8 à 25	-	8 à 10
Dureté Shore D	-	-	73	83	70 à 79	78
<b>Thermiques</b>						
Température d'utilisation normale °C	+ 70 à + 100	+ 100 à + 130	+ 100	+ 85 à + 95	+ 70 à + 80	+ 110 à + 130
Température d'utilisation en pointe °C	+ 150 à + 170	+ 180 à + 200	+ 140	+ 140	+ 90	+ 150
Température d'utilisation minimum °C	- 30	- 40	- 30	- 60 à - 40	- 50 à - 40	- 50 à - 40
Point de fusion °C	+ 250	+ 255	+ 170	+ 165	+ 135	+ 170
Combustibilité UL 94	V2	-	-	HB	HB	V0
<b>Electriques</b>						
Résistance transversale ohm/cm	10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>14</sup>

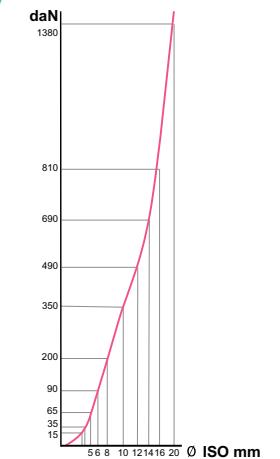
PA : polyamide / PA-FV : polyamide chargé de fibre de verre / PP : polypropylène / POM : polyacétal (Delrin®)

PE-HD : polyéthylène / PVDF : fluorure de polyvinylidène (polyvinylidenfluorid)

5.4-1 Courbe de couple de serrage PA 6-6



5.4-2 Courbe de résistance à la traction PA 6-6



## Résistance aux liquides

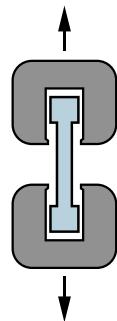
(source : fabricants de matière première)

● Bonne résistance   ● Résistance limitée   ● Application déconseillée

Matière	Liquide																				Reprise d'humidité selon ASTM D 570 (%)			
	Eau froide	Eau chaude	Acide dilué	Acide concentré	Acide oxydé	Acides fluorhydriques	Potasse diluée	Potasse concentrée	Bases inorganiques	Halogène sec	Hydrocarbures	Hydrocarbures chlorés	Alcools	Ester	Cétone	Ether	Aldehyde	Acides aminés	Acides organiques	Hydrocarbures aromatiques	Essence	Huiles minérales	Graisses et huiles	Hydrocarbures chlorés non saturés
PE-HD	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	< 0,01			
PE-LD	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	< 0,01			
PP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,01 à 0,03			
PIB	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	< 0,01			
PMP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,01			
PVC-U	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,04 à 0,4			
PVC-P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,15 à 0,75			
PS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,03 à 0,1			
SB	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,2 à 0,4			
SAN	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,3			
ABS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,2 à 0,45			
PMMA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,2 à 0,4			
AMMA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,15			
PVK	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,2			
POM	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,22 à 0,25			
PTFE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0			
PCTFE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0			
PA6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1,3 à 1,9			
PA12	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,25			
PC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,2			
PET	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,3			
PBT	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1			
PPE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,06			
PSU	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,2 à 0,26			
PI	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,3			
PF	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,12			
MF	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,7			
UF	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,4 à 0,8			
UP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,03 à 0,6			
SI	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,2			
EP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,05 à 0,5			
PUR I.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,7 à 0,9			
PUR v.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,1 à 0,2			
PUR e.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,7 à 0,9			

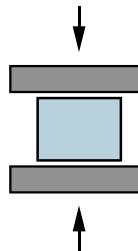
## 5.5 Essais mécaniques

### 5.50 Synoptique des principaux essais mécaniques



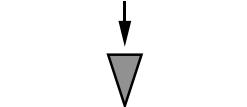
TRACTION

5.50-1



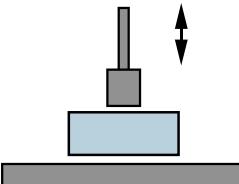
COMPRESSION

5.50-2



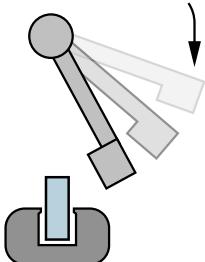
FLEXION

5.50-3



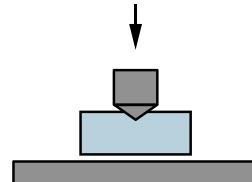
FATIGUE

5.50-4



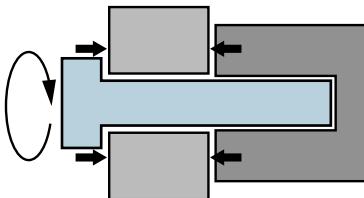
RESILIENCE

5.50-5



DURETE

5.50-6



COUPE-TENSION

5.50-7

## 5.51 Essais de traction NFE EN 10002-1

L'essai de traction est le principal essai de laboratoire caractérisant les propriétés mécaniques instantanées d'un matériau.

On utilise des éprouvettes en forme d'haltères qui sont dimensionnées de façon à ce que l'allongement se fasse uniquement dans la zone centrale tout en permettant la fixation des extrémités dans les mors (fig. 5.51-1).

Cette zone centrale, de section uniforme plus faible que sur le reste de l'éprouvette, peut être de section cylindrique ou rectangulaire selon le matériau et la norme. Dans ce cas précis, déformations et contraintes se définissent simplement dans le sens de l'allongement.

Force appliquée à l'éprouvette ( $F$ )

$\sigma = \frac{F}{S}$  Section initiale de l'éprouvette dans la zone centrale ( $S$ )

Différence de longueur de l'éprouvette ( $\Delta l$ )

$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  Section initiale de l'éprouvette dans la zone d'allongement ( $l_0$ )

Cela permet de définir un essai qui caractérise véritablement le matériau, avec des valeurs indépendantes des dimensions de l'éprouvette. On exploite l'essai de traction en tracant la courbe  $F = f[\Delta l]$ . De façon schématique, on en déduit une courbe  $\sigma = \sigma[\epsilon]$  (fig. 5.51-2).

On tire de cet essai des caractéristiques mécaniques très importantes :

- la résistance à la rupture  $R_m$  : c'est la contrainte maximale obtenue avant d'atteindre la rupture,
- la résistance à la limite élastique  $R_e$
- l'allongement à la rupture A%,
- le module d'élasticité E, ou module de Young  $E = \sigma / \epsilon$ , ce qui est valable uniquement dans le domaine élastique.

On distingue généralement deux phases, le domaine élastique OA, et le domaine plastique AB :

- dans le domaine élastique, les déformations sont réversibles, c'est-à-dire que l'éprouvette reprend sa longueur initiale lorsque la force appliquée est supprimée ( $\sigma = 0$  et  $\epsilon = 0$ ). Les déformations maximales pour lesquelles existe un comportement élastique sont généralement faibles (pas plus de 1%) ;
- dans le domaine plastique, les déformations sont irréversibles, c'est-à-dire que l'éprouvette ne reprend plus sa longueur initiale lorsque la force appliquée est supprimée ( $\sigma = 0$  et  $\epsilon = 0$ ). Il existe des matériaux, tels que le verre, sans déformation plastique jusqu'à la rupture. A l'opposé, des matériaux tels que

l'or, certains matériaux plastiques, atteignent la rupture avec des déformations plastiques extrêmement élevées (plus de 1000%).

Dans le domaine élastique, la courbe prend l'aspect d'une droite, c'est-à-dire que  $\sigma$  est proportionnel à  $\epsilon$ . Dans le domaine plastique, ce n'est plus le cas, et cela permet de définir en A la limite entre domaine élastique et domaine plastique, appelé limite d'élasticité, ou encore seuil d'écoulement.

Cependant, la transition définissant cette limite d'élasticité est parfois difficile à déterminer avec précision sur certaines courbes. Pour lever toute ambiguïté, on définit une limite d'élasticité conventionnelle pour laquelle une déformation plastique fixée à l'avance est atteinte :  $\epsilon$  est en principe fixé à 0,2% de la longueur étirable de l'éprouvette.

E et  $R_e$  sont modifiés quand la limite d'élasticité est conventionnelle. On note alors  $E_{0,2}$  et  $R_{p0,2}$ .

### Propriétés mécaniques statiques déduites d'un essai de traction

#### Résistance

La résistance est définie par  $R_m$ , qui est la contrainte maximale qu'un matériau peut supporter avant de rompre. Cependant, on peut également lui associer  $R_e$ , la contrainte atteinte à la limite élastique, c'est-à-dire la contrainte maximale qu'un matériau peut supporter avant de se déformer plastiquement de façon irréversible.

#### Rigidité

La rigidité est définie par le module d'élasticité E. Elle définit donc la capacité du matériau à se déformer de façon élastique et donc réversible. Plus le matériau est rigide, plus la force qu'il faut lui appliquer est importante, pour une déformation donnée.

La figure 5.51-3 présente quelques valeurs typiques par typologie de matériau.

#### Ductilité

La ductilité est définie par l'allongement à la rupture A%. C'est la propriété grâce à laquelle un matériau peut se déformer fortement de façon permanente avant de se rompre. Par opposition au matériau fragile (voir ci-dessous), un matériau ductile casse avec présence de déformation plastique.

Un matériau ductile présente de nombreux avantages :

- la transformation du matériau à l'état solide est facilitée. Cela implique une malléabilité du matériau, c'est-à-dire une aptitude de façonnage, de modelage, aisée ;
- une dégradation éventuelle du matériau pour une application donnée peut être détectée et contrôlée à temps, car la rupture n'est pas immédiate ;
- cela permet d'envisager un dimensionnement avec une marge de sécurité, surtout si les déformations permanentes sont jugées supportables.

### Fragilité

Un matériau fragile se déforme jusqu'à la rupture, sans aucune déformation plastique, c'est-à-dire uniquement de façon élastique. C'est le cas de matériaux tels que le verre, les céramiques, mais aussi de certains matériaux plastiques (polystyrène,...). Un matériau fragile est non ductile.

Des matériaux tels que les aciers, qui sous des conditions normales d'utilisation ont un comportement ductile, peuvent avoir un comportement fragile quand ils sont soumis à de faibles températures et à de fortes vitesses de sollicitation (voir le paragraphe essais de tenue aux chocs).

### Elasticité

Un matériau élastique est caractérisé par sa capacité à une forte déformation élastique. Cela peut concerner aussi bien un matériau fragile qu'un matériau ductile.

### Ténacité

La ténacité est caractérisée par l'énergie nécessaire pour casser un matériau. Un matériau tenace a donc une bonne capacité d'allongement, et une bonne résistance à la rupture.

Sur un essai de traction, cette énergie est représentée par l'aire sous la courbe.

La ténacité se caractérise aussi par la résistance à la propagation de fissures. Sa mesure peut être obtenue de diverses façons :

- par des essais de résilience, caractérisant la tenue aux chocs (choc Charpy, choc Izod, essais Brinell, essais Rockwell),
- par des essais de traction, avec des vitesses de mise en charge faibles.

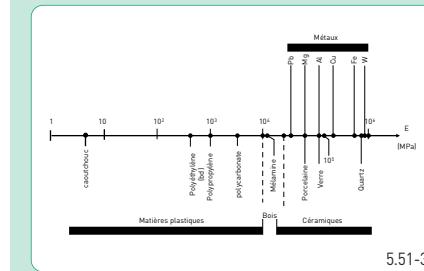
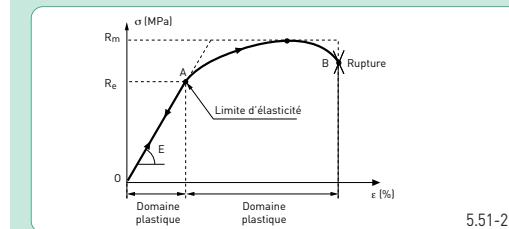
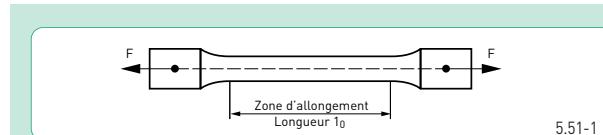
## Essai de traction sur vis entière

La norme 898-1 dans son évolution reconnaît et priorise les essais sur vis entière.

«*Cet essai simple est à privilégier car il permet d'obtenir, en un seul essai et dans des conditions volontairement sévères, une image globale de l'aptitude de la fixation à sa fonction*» soit :

- la résistance à la traction sur vis finie  $R_m$ ,

- la ductilité dans la zone de raccordement sous tête (dépendant essentiellement du matériau et du traitement thermique ou écrouissage),
- le bon fibrage dans la zone de raccordement.



## 5.52 Essais de compression et cisaillement

### Essai de compression

Il s'agit d'un effet très simple car il suffit de soumettre une éprouvette de forme cylindrique à deux forces opposées entre deux plateaux d'une presse. L'éprouvette est de géométrie simple, facile à réaliser.

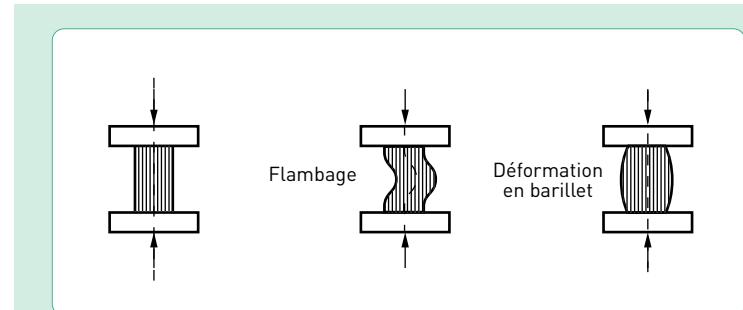
Mais il est souvent plus profitable de réaliser un essai de traction pour obtenir des résultats caractérisant de façon rigoureuse le matériau. En effet, deux difficultés majeures apparaissent lors de l'essai :

- le flambage : si l'éprouvette est trop haute par rapport à son diamètre, il y a risque d'apparition d'une instabilité de l'éprouvette (voir figure 5.52-1),
- le frottement éprouvette / plateau d'essai qui s'oppose à l'augmentation du diamètre de l'éprouvette, quand sa hauteur diminue : il en résulte des éprouvettes en forme de bâillet (voir figure 5.52-1).

Par conséquent, l'essai de compression est surtout utilisé pour déterminer les propriétés mécaniques des matériaux fragiles (bétons, céramiques) qui, du fait des défauts qu'ils comportent, résistent mal en traction. Ici, le type d'éprouvette est un avantage important : simplicité de sa réalisation, de sa géométrie.

### Essai de cisaillement

Un essai de cisaillement en matière de fixation ne peut être représentatif que réalisé en conditions réelles de montage de l'assemblage. Aucune norme ne définit de valeur pour ce type d'essai.



5.52-1 Déformation de l'éprouvette lors d'un essai de compression

5.52-2 Appareil de test de compression



5.52-3 Appareil de test de cisaillement

## 5.53 Essais de flexion

Comparativement à l'essai de traction, l'essai de flexion présente l'avantage d'utiliser des éprouvettes de conception simple, avec des barreaux de section rectangulaire, et entaille en V ou U. Cela permet, comme pour la compression, de tester des matériaux tels que les verres et les céramiques, difficiles à tester en traction.

Il présente aussi l'avantage d'être un essai souvent plus représentatif des conditions d'utilisation du matériau.

En contrepartie, cet essai ne permet pas d'atteindre la rupture des matériaux ductiles, car l'essai n'aurait plus de signification physique au-delà d'une certaine flèche  $d$  : les formules ne seraient plus exploitables (contraintes, allongements, etc) du fait de la trop grande courbure atteinte par le matériau. De ce fait, on se limitera à des déformations élastiques, avant tout pour **tester la rigidité** et déterminer la limite élastique.

De plus, l'essai de flexion combine des efforts de traction, compression et cisaillement. Cela limite la validité de l'essai, et rend les formules dépendantes des dimensions de l'éprouvette (longueur  $L$ , largeur  $b$ , épaisseur  $h$ ) en fonction de la portée  $D$ .

Ainsi, au niveau des deux principaux essais de flexion, **la flexion 3 points** et **la flexion 4 points**, on en déduit les formules suivantes :

**3 points**

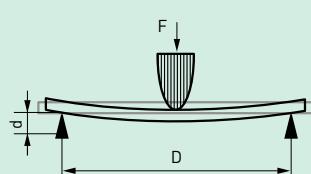
$$E = \frac{D^3}{4bh^3} \times \frac{F}{d}$$

$$\sigma = \frac{3FD}{2bh^2}$$

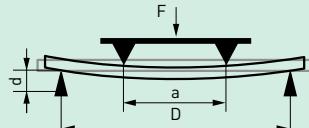
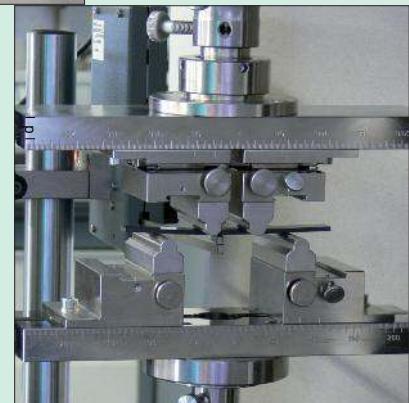
**4 points**

$$E = \frac{3D^3(L-D)}{bh^3} \times \frac{F}{d}$$

$$\sigma = \frac{3F(D-a)}{2bh^2}$$



5.53-1 Flexion 3 points



5.53-2 Flexion 4 points

## 5.54 Essais de fatigue NF ISO 3800

### Principe

Un essai de fatigue est réalisé en comptant le nombre de cycles nécessaires jusqu'à la rupture de l'éprouvette, en fonction d'un cycle de charge donné, tout en conservant des déformations élastiques. En fait, les essais de fatigue sont très variables et très difficiles à réaliser, pour plusieurs raisons :

- ils sont très longs, c'est-à-dire qu'il faut réaliser un très grand nombre de cycles avant d'aboutir à une rupture éventuelle,
- ils ne peuvent véritablement simuler les cas tirés de la pratique, qui ont des cycles d'une grande complexité (courbe 5.54-1),
- la rupture éventuelle fait appel à la notion de probabilité, ce qui implique un grand nombre d'essais vérificatifs,
- un grand nombre de paramètres interviennent :
  - la température,
  - le degré d'agressivité chimique,
  - l'amplitude de variation des contraintes  $\Delta\sigma$ ,
  - la contrainte moyenne  $\sigma_0$ ...

Il existe un très grand nombre de modes de sollicitation, dont les plus fréquents sont la flexion plane, la flexion rotative, la torsion alternée, la traction compression/uniaxiale (figure 5.54-2).

Ainsi, un essai de fatigue se rencontre sous un grand nombre de variantes (figure 5.54-3).

On note cependant que ce cycle est généralement fonction des contraintes  $\sigma$  imposées au matériau, et non pas des déformations  $s$ . Les contraintes sont plus faciles à contrôler (figure 5.54-4).

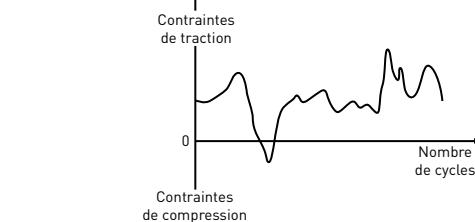
### Résultats

Les résultats sont matérialisés par les courbes de Wöhler (figure 5.54-4).

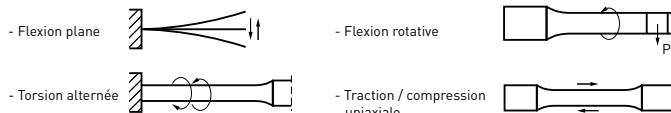
Pour obtenir ces courbes, des éprouvettes sont soumises à des efforts en flexion rotative, avec divers niveaux d'amplitude de contrainte. Le nombre de cycles requis pour entraîner la rupture de ces éprouvettes est recherché.

La rupture par fatigue est un phénomène statistique : les courbes 5.54-5 correspondent à une probabilité de 50% de rupture, pour un niveau donné d'amplitude de contrainte.

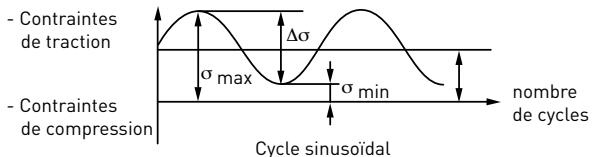
Pour une analyse complète, il faut donc souvent multiplier les essais de fatigue, à chaque niveau de contrainte, afin de déterminer les courbes d'équiprobabilité de rupture.



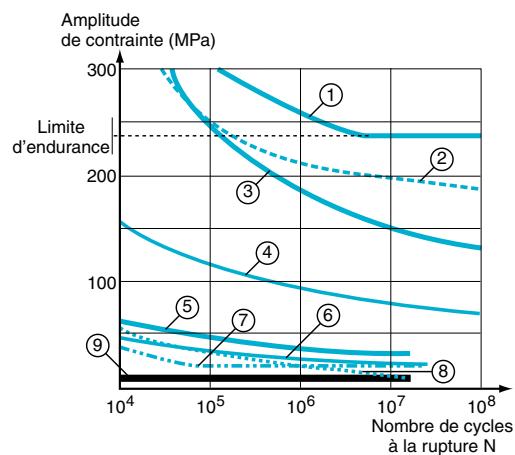
5.54-1 Exemple de courbe de fatigue en situation réelle



5.54-2 Types de sollicitation pour essais de fatigue



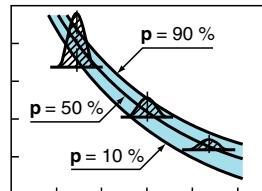
5.54-3 Exemple de courbe d'essai de fatigue



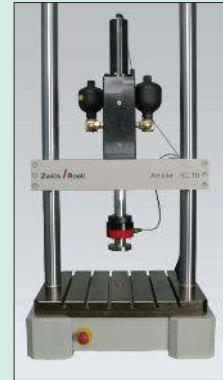
5.54-4 Courbes de Wöhler

1- acier doux. 2- Al 7075 - T6\*. 3- Al 2024 - T6\*. 4- Aluminium.  
5- Epoxyde; 6- Bois (pin). 7- PMMA. 8- Nylon. 9- Verre.  
\* Alliage d'aluminium norme ASTM / Etats-Unis

5.54-5 Courbes de probabilité de rupture



5.54-6 Machine de test sur vis



5.54-7 Machine de test uni-axiale



5.54-8 Echantillons après un test de fatigue

## 5.55 Essais de résilience - Essais de flexion par chocs NF EN 10045-1

### Généralités

Ces essais sont assimilés à des essais de tenue aux chocs, et ont pour but de mettre en évidence la ténacité du matériau avec de fortes vitesses de sollicitation. Ce sont des essais de résilience.

La ténacité est caractérisée par l'énergie nécessaire  $K$  pour casser un matériau. La résilience  $K_C$  du matériau est définie par la formule :

$$K_C = \frac{K}{S}$$

$S$  est la section résistante de l'éprouvette, c'est-à-dire celle qui est soumise aux plus fortes contraintes, lors du choc. On notera cependant qu'une valeur de résilience ne peut être validée que si l'éprouvette a cassé lors de l'essai. Dans le cas contraire, il faut prévoir une entaille sur l'éprouvette pour favoriser la rupture. Plus cette entaille est aiguë, plus on accentue le caractère fragile du matériau.

Dans les conditions de service, un matériau aura une grande tendance à casser avec les facteurs suivants :

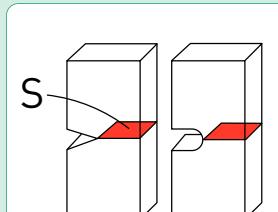
- les basses températures,
- les vitesses croissantes d'application des charges,
- les efforts anormaux (effort excentrés agissant dans des directions hors axe de symétrie).

Comme il est difficile de concevoir des essais avec des efforts anormaux, les essais de résilience sont des essais avec des vitesses de sollicitation (donc de déformation) élevées et/ou avec de faibles températures.

### Essais sur barreaux, choc Charpy, choc Izod

Dans le cas des métaux, on utilise un mouton-pendule muni à son extrémité d'un couteau qui permet de développer une énergie donnée au moment du choc. Cette énergie est classiquement, dans le cas de la norme européenne, de 300 joules.

L'énergie absorbée est obtenue en comparant la différence d'énergie potentielle entre le départ du pendule et la fin de l'essai. La machine est munie d'index permettant de connaître la hauteur du pendule au départ ainsi que la position la plus haute que le pendule atteindra après la rupture de l'éprouvette.



5.55-1



5.55-2 Essai Izod



5.55-3 Mouton 300/400J



5.55-4 Essai Charpy

La graduation de la machine permet généralement d'obtenir directement une valeur en joule.

En fonction du matériau testé, le pendule sera choisi à partir de l'énergie cinétique  $E = M.g.L.h$  disponible :

- de 0,5 à 4 J ou 7,5 à 50 J : matières plastiques ;
- de 100 à 300 J : alliages légers, aciers avec de petites éprouvettes Charpy (distance entre appuis de 40 mm), masse du pendule de 8,6 kg à 22,5 kg ;
- 3000 J : aciers, fontes avec de grandes éprouvettes Charpy (distance entre appuis de 120 mm), masse du pendule 94 kg.

L'éprouvette est un barreau de section rectangulaire entaillé. Il existe trois grandes familles d'éprouvettes, dont chacune fait l'objet de normes très précises :

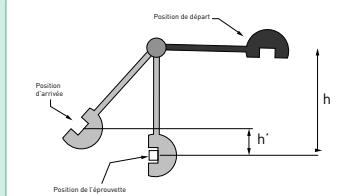
- Charpy U : flexion 3 points, avec entaille en U, résilience notée KCU,
- Charpy V : flexion 3 points, avec entaille en V, résilience notée KCV,
- Izod : éprouvette encastrée, entaille affleurante, en V, résilience Izod.

Un très grand nombre de dimensions sont possibles, en fonction de la taille de l'éprouvette, la profondeur, le type d'entaille... Cela rend difficile la comparaison des valeurs entre différents matériaux.

On notera cependant :

- que l'essai Izod est spécialement adapté pour les matières plastiques, car l'enca斯特rement évite les grosses déformations n'aboutissant pas à la rupture,
- que l'essai Charpy U est facile à réaliser, car le rayon au fond de l'entaille est important, mais il manque de sensibilité (surtout pour les matériaux ductiles),
- que pour l'essai Charpy V, les exigences de précision d'entaille sont difficiles à atteindre, mais les résultats obtenus sont plus rigoureux et plus reproductibles.

Malgré tout, les essais de résilience sur barreau nécessitent un grand nombre d'éprouvettes pour obtenir des résultats fiables, car la dispersion est très importante. Comme ce sont aussi des essais rapides à réaliser, ils doivent être considérés avant tout comme des essais de contrôle qualité.



5.55-5

5.55-5 Représentation du mouton-pendule et des hauteurs à prendre en compte pour le calcul de l'énergie absorbée

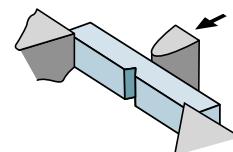
$$K = m.g.h - m.g.h'$$

m : masse du mouton-pendule

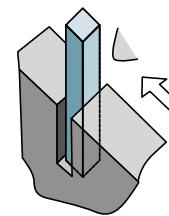
g : accélération de la pesanteur (environ  $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ )

h : hauteur du mouton-pendule à sa position de départ

h' : hauteur du mouton-pendule à sa position d'arrivée



5.55-6 Charpy



5.55-7 Izod

## 5.56 Essais de dureté

### Essais de dureté en ISO 14577

#### Généralités

La dureté d'un matériau est la résistance qu'il oppose à la pénétration d'un corps plus dur. Les essais de dureté sont particulièrement utilisés pour caractériser les matériaux métalliques, car ce sont des essais rapides à effectuer. Ils permettent ainsi de réaliser un contrôle qualité du matériau en ayant une première approche des caractéristiques mécaniques statistiques (résistance, rigidité,...) sans être obligé de réaliser un essai de traction, long et coûteux.

Il existe un grand nombre d'essais possibles, mais on relèvera surtout Brinell, Rockwell, Vickers, très complémentaires.

Les essais de dureté sont également très utilisés pour les matériaux plastiques (moins durs), mais avec d'autres essais que ceux mentionnés ci-dessus, Shore et Barcol, essentiellement. Ces essais ont l'avantage d'être encore plus rapides, mais la précision des mesures est moins bonne.

Quant aux verres et céramiques, ce sont des matériaux trop durs et trop fragiles pour être testés en dureté sous cette forme.

Les valeurs obtenues sont des valeurs comparatives.

Dans le cas des essais Brinell, Rockwell et Vickers, le symbole de dureté est respectivement HB, HR, HV.

### Essais Rockwell

L'essai consiste à appliquer une bille d'acier ou un cône diamant dans le matériau à tester. La charge est appliquée en deux temps, avec une pré-charge  $F_0$  et une surcharge  $F_1$ . Après enlèvement de la seule surcharge, on peut lire la profondeur de l'empreinte  $h$ , l'appareil étant équipé d'un comparateur. On en déduit la dureté Rockwell HR, mais ordinairement l'appareil est étalonné pour une lecture directe.

Il est appliqué sur le matériau testé une pré-charge assez faible (98 ou 29,4 N) qui sert d'origine de la mesure de la dureté, et qui subsiste au moment de la mesure de HR.

Les avantages :

- stabilisation de l'échantillon au cours de l'essai,
- minimisation de l'état d'écrouissage superficiel éventuel,
- possibilité de rendre éventuellement la taille de l'empreinte plus faible, sans que pour autant la qualité de l'état de surface puisse nuire à la mesure.

HR est une valeur conventionnelle et est égale à :

- 130 - h, dans le cas où l'essai est effectué à l'aide d'une bille,
- 100 - h, dans le cas où l'essai est effectué à l'aide d'un cône diamant.

Le cône diamant est encore appelé cône de Brasie et possède un angle au sommet de 120°.

Les diamètres de bille possibles sont 1,5875 mm, 3,175 mm et 6,35 mm.

### Essais Vickers

L'essai consiste à appliquer dans le matériau un pénétrateur diamant en forme de pyramide à base carrée, d'angle au sommet 136°, sous l'action d'une charge F maintenue pendant 15 secondes, et à mesurer la diagonale  $d$  d'une empreinte après enlèvement de la charge. La dureté Vickers est proportionnelle au rapport F/S. Elle s'exprime par un nombre sans unité, HV, suivi de la valeur de la charge, par exemple : 255 HV 30.

$$HV = \frac{2F(\sin 136/2)}{g \cdot d^2} = \frac{0,189F}{d^2}$$

F : force appliquée (N)

d : valeur moyenne des diagonales de l'empreinte (mm)

g : accélération terrestre ( $9,80665 \text{ m.s}^{-2}$ )

L'intérêt de choisir une pyramide à base carrée comme pénétrateur est que contrairement à l'essai Rockwell ou Brinell, la dureté Vickers est quasiment indépendante de la charge appliquée. Cela permet d'établir une gamme de valeurs très large, allant des plastiques jusqu'aux aciers cémentés.

Pour pouvoir mesurer  $d$ , il faut un système optique, il s'agit donc d'une manipulation relativement longue.

L'essai Vickers convient pour les matériaux homogènes de toute dureté, mais est particulièrement utilisé pour les matériaux les plus durs en couche très mince, car la profondeur de l'empreinte est encore plus petite que pour l'essai Rockwell : aciers cémentés, aciers nitrurés...

Il est important d'obtenir, lors de l'essai,  $d_1$  et  $d_2$  de même ordre de grandeur.

### Essais Brinnel

L'essai consiste à appliquer dans le matériau un pénétrateur qui est une bille polie de forme sphérique en acier trempé ou en carbure de tungstène. Son diamètre peut être de 1, 2,5, 5 ou 10 mm. Après annulation de la charge, elle laisse dans le métal une empreinte circulaire permanente dont le diamètre  $d$  est mesuré.

L'essai doit se faire sous certaines conditions :

- la dureté du matériau doit être inférieure à celle de la bille (la solution est déconseillée avec plus de 229 HB),
- les dimensions et la position d'une empreinte font l'objet de valeurs normalisées qui dépendent du matériau testé :

- la profondeur ne doit pas être trop grande par rapport à l'épaisseur de la pièce (rapport 1/8 à 1/10),
- l'empreinte ne doit être ni trop proche d'une autre, ni trop proche du bord.

Une dureté Brinell est notée ainsi : valeur de la dureté devant le symbole HB, HBS ou HBW, puis conditions de l'essai, soit diamètre de la bille en mm, charge en daN, durée en secondes.

Exemple : 200 HB 5 / 750 / 15.

En fait, les 3 chiffres après HB sont facultatifs et ne devraient être notés que s'ils sont différents des valeurs normalisées préconisées.

$$HB = \frac{F \text{ [N]}}{S \text{ [mm}^2\text{]}}$$

F : force appliquée (N)

S : surface de l'empreinte ( $\text{mm}^2$ )

Autre formule, si la surface d'empreinte se calcule en fonction de la profondeur h ou du diamètre d :

$$HB = \frac{2F}{g \cdot \pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{0,102 F}{Sdh}$$

F : force appliquée (N)

D : diamètre de la bille (mm)

d : diamètre de l'empreinte laissée par la bille (mm)

g : accélération terrestre ( $9,80665 \text{ m.s}^{-2}$ )

Relation entre HB et R<sub>m</sub> :  $HB \approx 3R_m$

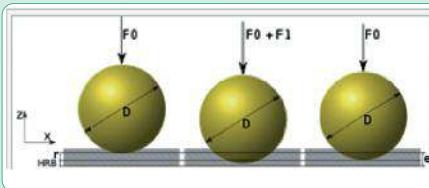
## Essais Knoop

Ce test de dureté est effectué avec un pénétrateur est un diamant de forme pyramidal. L'avantage du pénétrateur Knoop est de donner une empreinte suffisamment grande pour une très faible charge, en sollicitant donc un volume très réduit de matière.

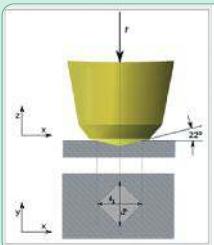
La dureté Knoop HK s'exprime comme la dureté Vickers par le rapport de la force appliquée F à la surface projetée A de l'empreinte.

Cette méthode permet de résoudre de nombreux problèmes tels que la mesure de la dureté des couches minces (décarburation, traitements superficiels comme que la carbonitration), l'évaluation de l'écrouissage local, l'exploration d'alliages à phases multiples.

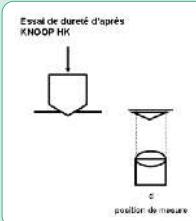
Grandeur mesurée : dureté Knoop HK.



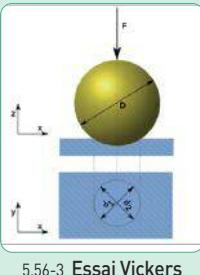
5.56-1 Essai Rockwell



5.56-2 Essai Vickers



5.56-4 Essai Knoop



5.56-3 Essai Vickers

## Avantages :

- essai particulièrement adapté aux éprouvettes étroites, à cause d'un rapport de diagonale d'environ 7/1,
- essai supérieur à la méthode Vickers notamment sur éprouvettes fines et revêtements, puisque l'empreinte est moins profonde (facteur 4) pour une longueur de diagonale identique,
- essai particulièrement adapté aux matériaux poreux, à cause d'une faible tendance aux fissures,
- essai adapté à la recherche d'anisotropie d'un matériau grâce à une dureté Knoop qui, dans de tels cas, est dépendante de la direction sélectionnée pour les diagonales,
- Fonctionnalités de la surface d'essai testée conservées (empreinte d'essai plus plate).

## Inconvénients :

- difficulté d'obtenir une qualité de surface suffisamment fine,
- dureté dépendante de la force d'essai,
- sensibilité du pénétrateur diamant aux détériorations,
- difficultés d'aligner la surface d'essai nécessaire à l'obtention d'une empreinte symétrique

La mesure de l'empreinte, dont la taille est comprise entre 0,01 et 0,1 mm, est réalisée au microscope.

$$HK = 14229 \cdot \frac{F}{d^2}$$

F : force d'un essai (kgf)

d : diagonales de l'empreinte (mm)

## Tableau d'ensemble : essais de dureté des métaux

5.56-5

Méthode d'essai Rockwell	Domaines d'application
HRA	Aciers trempés et aciers de faible épaisseur ou tôles fines pour essais d'après HRC
HRD	Faible sollicitation du matériau et destruction de l'éprouvette comparable à HRC. Métal trempé
HRC	Aciers trempés (outils, aciers de construction haute résistance)
HRF	Tôles fines laminées à froid en métal, alliages cuivre-zinc recuits et cuivre recuit
HRB	Aciers doux de construction (tôles), métaux non-ferreux
HRG	Bronze au phosphore, cuivre au beryllium, fonte douce de dureté peu élevée.
HRH	Aluminium, zinc, plomb
HRE	Fonte douce, alliages légers et au magnésium, métaux de frottement
HRK	Métaux de frottement et autres matériaux de très faible dureté
HR 15/30/45N	Aciers tels que pour HRA, HRD et HRC, sous forme de pièces fines ou de tôles
HR 15/30/45T	Aciers doux et métaux non-ferreux tels que pour HRF et HRB, sous forme de pièces fines Ex : tôles à emboutir

5.56-6

Diamètre de la bille d'essai (mm)	Coefficient				
	30	10	5	2,5	1
10	29420	9807	4903	2442	980,7
5	7355	2452	1226	612,9	245,2
2,5	1839	612,9	306,5	153,2	61,29
1	294,2	98,07	49,03	24,52	9,807
Plage de dureté enregistrée	96 à 650	32 à 218	16 à 109	8 à 55	3 à 22
Applications	Métal, fonte, fonte douce	Alu, laiton, cuivre, bronze	Aluminium, zinc	Aluminium	Plomb, étain

Méthode	Abréviation	Pénétrateur	Précharge	Force d'essai	Grandeur mesurée / Plage	Norme	
<b>Rockwell</b>							
Echelle A	HRA	Cône diamant	98,07 N	588,4 N	20 à 88 HRA	DIN EN ISO 6508-1	
Echelle B	HRB	Bille, ø 1,5875 mm (1/16 pouce)		980,7 N	20 à 100 HRB		
Echelle C	HRC	Cône diamant		1471 N	20 à 70 HRC		
Echelle D	HRD			980,7 N	40 à 77 HRD		
Echelle E	HRE	Bille, ø 3,1750 mm (1/8 pouces)		70 à 100 HRE			
Echelle F	HRF	Bille ø 1,5875 mm		588,4 N	60 à 100 HRF		
Echelle G	HRG	Bille, ø 1,5875 mm (1/6 pouce)		1471 N	30 à 94 HRG		
Echelle H	HRH	Bille, ø 3,1750 mm (1/8 pouce)		588,4 N	80 à 100 HRH		
15 N	HR 15N	Cône diamant		147,1 N	70 à 94 HR 15 N		
30 N	HR 30N			294,2 N	42 à 86 HR 30 N		
45 N	HR 45N			441,3 N	20 à 77 HR 45 N		
15 T	HR 15T	Bille, ø 1,5875 mm (1/16 pouce)	29,42 N	147,1 N	67 à 93 HR 15T	DIN ISO 4516	
30 T	HR 30T			294,2 N	29 à 82 HR 30T		
45 T	HR 45T			441,3 N	1 à 72 HR 45T		
<b>Vickers</b>							
Micro	HV 0,01 à 0,2	Pyramide diamant	-	0,098 à 1,961	Dureté Vickers HV	DIN ISO 4516	
Petite charge	HV 0,2 à 5	Angle plat 136°	-	1,961 à 49,03		DIN EN ISO 6507-1	
Macro	HV 5 à 100	-	-	49,03 à 980,7 N			
<b>Knoop</b>	HK	Pyramide diamant rhomboïde	-	≤ 9,807 N	Dureté Knoop HK	ISO 4545 DIN ISO 4516	
<b>Brinell</b>	HBW	Bille, ø 1 / 2,5 / 5 / 10 mm	-	9,807 à 29420 N	Dureté Brinell HB	DIN EN ISO 6506-1	
<b>Dureté instrumentée</b>							
	HU	Pyramide diamant Angle plat 136°	-	2 à 2500 N	HU	DIN 50 359-1	
		Pyramide diamant Berkovich - Bille en carbure	-			Pr DIN EN ISO 14577-1	
<b>Méthode HV</b>	HVT	Pyramide diamant 136°	~ 1,96	1,961 à 980,7 N	Dureté Vickers HVT	Méthode non normée	
<b>Méthode HBT</b>	HBT	Bille, ø 2,5 / 5 / 10mm	1961 N / 980,7 N 490,3 N / 98,07 N	29420 N à 612,9 N	Dureté de Brinell HBT, ≤ 650 HBT		
<b>Dureté de rebond</b>	HL	Sphérique Rayon 1,5 à 2,5 mm	-	E = 3,0 mJ 90,0 mJ	Dureté de rebond		

## 5.57 Essais de couple/tension

### Généralités

Dans les assemblages vissés, la relation qui lie le couple de serrage et la tension qui en résulte dans la vis est tributaire des frottements. Ceux-ci se localisent entre les filets de la vis et ceux de l'écrou ou du taraudage d'une part, ET entre la face d'appui et la fixation entraînée en rotation (vis ou écrou selon le procédé de serrage).

Un assemblage optimisé nécessite la maîtrise des frottements ainsi que l'emploi d'outils de serrage précis afin de respecter la plage de tension visée.

Un essai de couple/tension est réalisé :

- soit pour déterminer les caractéristiques réelles de l'assemblage, à condition de disposer des pièces et fixations à assembler,
- soit pour vérifier les caractéristiques d'une fixation dans des conditions de référence normalisée
  - NF EN ISO 16047 + NF E 25-039 dans le cas général
  - NF EN 14399-2 pour les boulons de construction métallique
  - Normes internes ou cahier des charges des utilisateurs : constructeurs et équipementiers automobile, aéronautique etc...

Cet essai est effectué sur un banc de serrage et nécessite l'utilisation d'algorithmes de calcul spécialisés.

### Coefficient de frottement $\mu$

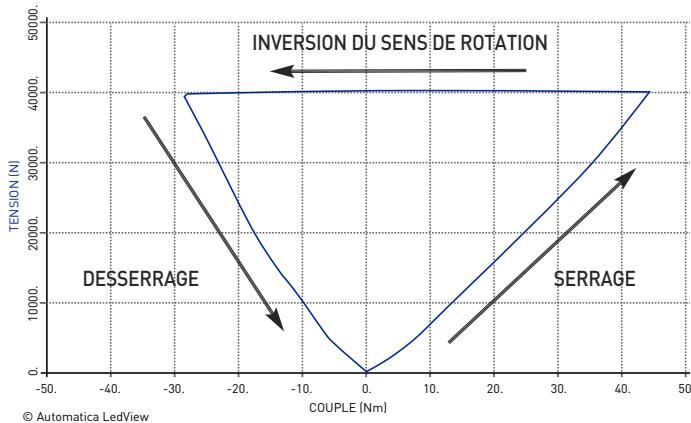
Il est habituellement utilisé pour la construction mécanique, l'automobile, le ferroviaire.  $\mu$  est un nombre sans dimension, calculé à partir de grandeurs physiques mesurées, qui permet de résumer la relation couple/tension simplement et indépendamment des caractéristiques géométriques de l'assemblage. Il dépend de la nature et de la géométrie des surfaces en contact.

Pour une fixation à filetage métrique ISO, la relation liant le couple de serrage  $C$  et la tension dans l'assemblage  $F$  s'exprime ainsi, avec  $P$  pas du filetage,  $D_2$  diamètre à flanc de filet,  $r_m$  rayon moyen de la surface d'appui tournante (tête de vis ou écrou)

$$C = F \times [0,16 \times P + \mu \times (0,577 \times d^2 \times r_m)]$$



5.57-1 Exemple de banc de serrage



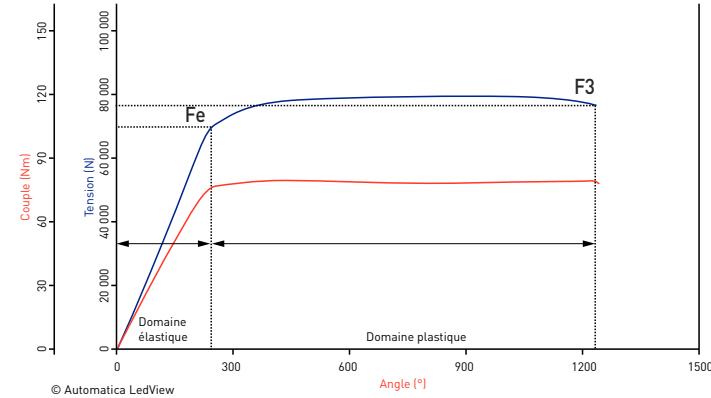
5.57-2 Visualisation d'une courbe d'essai couple/tension

Si les caractéristiques de l'équipement d'essai le permettent, il est possible de répartir le frottement total  $\mu_{tot}$  en frottement sous la fixation entraînée en rotation  $\mu_b$  ( $b$  pour « bearing surface » = surface d'appui) et frottement dans le filetage  $\mu_{th}$  ( $th$  pour « thread » = filetage)

### Coefficient de rendement du couple K

Il est habituellement utilisé en construction métallique pour les boulons précontraints (HR, HRC et HV). K est un nombre sans dimension, calculé à partir du couple C et de la tension mesurée F, et du diamètre d de la fixation

$$C = K \times d \times F$$



5.57-3 Exemple de courbe de serrage dans le domaine plastique

Des critères supplémentaires liés à la rotation et/ou l'allongement peuvent être vérifiés avec un équipement d'essai adapté.

Lors de la fabrication, la maîtrise des valeurs et de la dispersion de  $\mu$  ou de K est réalisée par lubrification, celle-ci pouvant être intégrée dans le cas de certains revêtements.

# 5.6 Défaillance d'assemblages vissés

## Typologie et causes principales

### TYPLOGIE

La défaillance d'un assemblage vissé (aussi appelé «ruine») peut survenir par :

- rupture brutale,
- rupture progressive (fatigue),
- fragilisation par l'hydrogène,
- corrosion.

### Rupture statique brutale

#### Sollicitation excessive de traction

Les contraintes sont réparties uniformément dans la section :

- rupture nette perpendiculaire à l'axe du fût de la vis (**rupture fragile**),
- rupture avec zone d'amorçage et rupture finale en périphérie avec présence effet de lèvres de cisaillement (**rupture ductile**),
- rupture avec formation de lignes radiales dues à la présence de tapures de trempe (**rupture semi-fragile**).

Sauf défaut métallurgique, une vis cède au niveau du premier filet en prise

Exemples : voir photos 5.6-1 et 5.6-2.

#### Sollicitation excessive de torsion

Les contraintes sont distribuées dans la section avec un maximum en périphérie et un minimum au cœur. On peut observer une importante déformation plastique (effet de vrillage) avec présence d'un faciès de rupture tourbillonnaire (photo 5.6-3)

### Rupture de fatigue

#### Flexion rotative (photo 5.6-4)

Typiquement, ce type de rupture se caractérise sur la section de vis par :

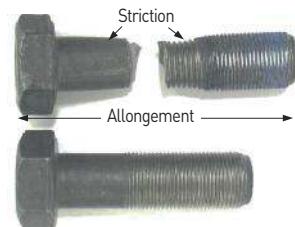
- des amorcages périphériques multiples avec lignes de crêtes ou radiales,
- des lignes frontales ou lignes d'arrêt,
- deux zones identifiables : une zone de propagation en fatigue et une zone de rupture finale brutale.

#### Flexion plane et flexion plane alternée (photo 5.6-5)

Dans le cas de flexion plane, l'amorçage se situe en un seul point.

Dans le cas d'une flexion plane alternée, l'amorçage se situe en deux points diamétralement opposés

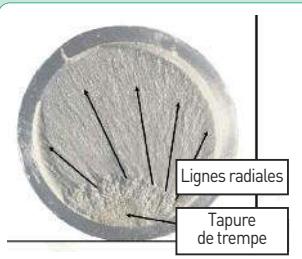
5.6-1 Vis 10.9 rompue au serrage (serrage excessif)



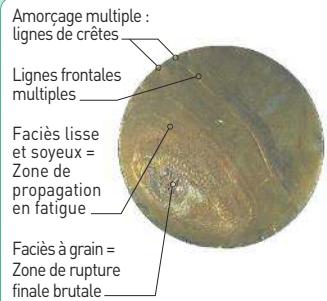
5.6-3 Rupture par sollicitation excessive de torsion



5.6-2 Rupture brutale semi-fragile : localisation de l'origine de la rupture



5.6-4 Rupture par flexion rotative



## Facteurs d'influence

- La rupture en fatigue se caractérise par un effet d'entaille, l'amorçage se produisant généralement en surface.
- La géométrie de la pièce est donc déterminante et les variations de section à éviter (limiter les gorges, augmenter les congés...)
- La surface de la zone de rupture finale est représentative de l'équilibre statique de l'assemblage, car obtenue par dépassement des caractéristiques mécaniques résiduelles.
- Les zones d'usinage sont des zones d'amorçage potentiel ; un filetage roulé est plus performant qu'un filetage taillé, du point de vue de la résistance à la fatigue.

## Fragilisation par l'hydrogène

### Principe et origine

Principalement lors du traitement de surface (ou lors d'un soudage) il y a absorption d'hydrogène en surface puis diffusion qui provoque une perte de cohésion du réseau métallique (photo 5.6-6).

Lors d'un traitement de surface électrolytique, le risque apparaît dans différentes phases :

- décapage,
- dégraissage cathodique,
- électrolyse.

La rupture est de type différé à caractère fragile.

Le risque s'accroît avec les caractéristiques mécaniques.

La rupture intervient lors du serrage ou quelques heures après mise en service, même en l'absence de charge extérieure additionnelle.

La prévention s'effectue par un traitement thermique de dégazage, devant s'effectuer dans les quatre heures après sortie du bain électrolytique (voir NF EN ISO 4042, NF EN 12329 et NF EN 12330).

## Corrosion

L'amorçage se fait sur des piqûres de corrosion : l'état de surface conditionne ce type de ruine. Le défaut d'état de surface devient une zone de concentration de contrainte qui peut provoquer la rupture (photo 5.6-7).

## CAUSES DE RUPTURE

Statistiquement, 53% des ruines d'assemblages vissés sont attribuées à une rupture de fatigue et 47% à une rupture brutale.

## Causes de rupture brutale

Les origines sont multiples et diversifiées (diagramme 5.6-8).

## Causes de rupture par fatigue

Le montage est la cause principale des ruptures par fatigue (diagramme 5.6-9).

## Causes essentielles et prévention

Au-delà du phénomène emblématique de fragilisation par l'hydrogène, près d'un tiers des ruptures proviennent d'un défaut de montage !

Quelques recommandations :

- bien qualifier la classe de qualité de la vis,
- choisir un écrou compatible en classe de qualité avec la vis,
- éviter les assemblages hétérogènes (effet de corrosion galvanique),
- assurer un serrage avec précontrainte,
- assurer la tenue de la précontrainte : par exemple un contre-écrou évite le desserrage mais n'assure pas la tenue de la précontrainte,
- bien choisir la rondelle et éviter son écrasement.

5.6-5 Ruptures par flexion plane et par flexion alternée



5.6-6 Rupture due à une fragilisation par l'hydrogène

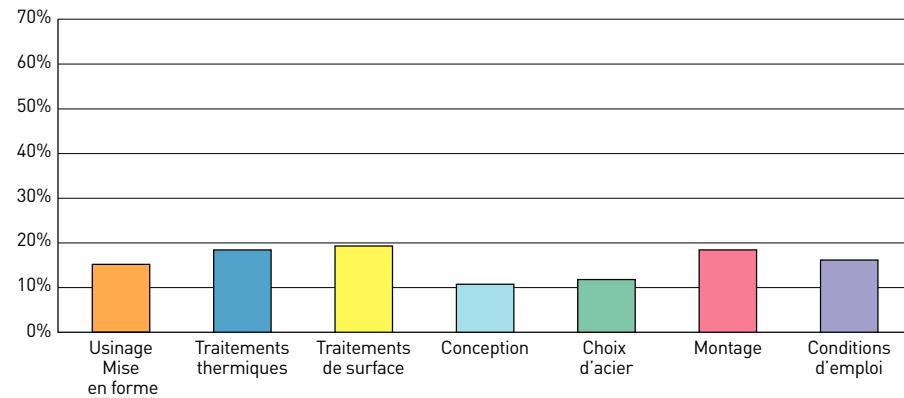


5.6-7 Rupture sur piqûres de corrosion

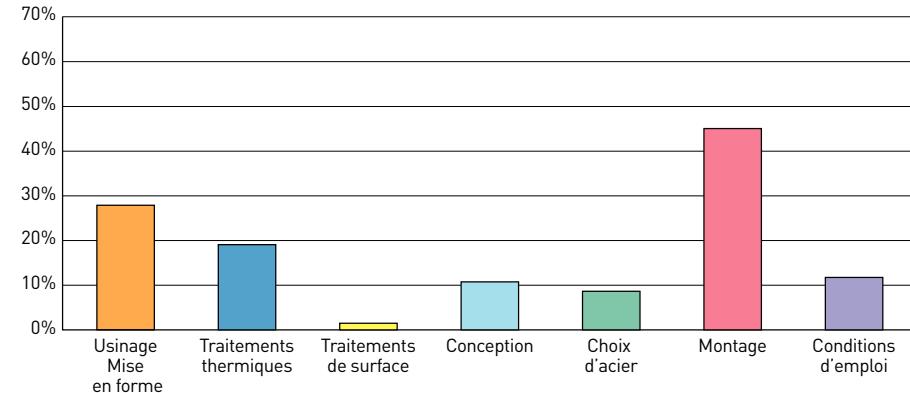


Les photos de ce chapitre sont d'origine CETIM.

## 5.6-8 Statistique des causes de rupture brutale



## 5.6-9 Statistique des causes de rupture par fatigue



Données complémentaires pour une meilleure approche du chapitre

#### APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE

Ch. 8 - **Vocabulaire du métier de la fixation**

#### PROCESS DE FABRICATION

Ch. 3.7 - **Filetage roulé**

Ch. 3.8 - **Filetage taillé**

#### CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Ch. 5.0 - **Vis, goujons et tiges filetées**

Ch. 5.1 - **Ecrous en acier**

Ch. 5.2 - **Vis et goujons en acier inoxydable**

Ch. 5.3 - **Ecrous en acier inoxydable**

Ch. 5.7 - **Défaillance d'assemblages vissés**

#### SERRAGE, AUTO-FREINAGE, GRIPPAGE

Ch. 8.0 - **Principes mécaniques du serrage d'un assemblage vissé**

#### BIBLIOTHEQUE & OUTILS

Ch. 19 - **Ecart fondamental taraudage/filetage**

Ch. 20 - **Symboles et normes de référence des filetages courants**

#### ENVIRONNEMENT & LEGISLATION

Ch. 10 - **Usages de la profession et préconisations générales**

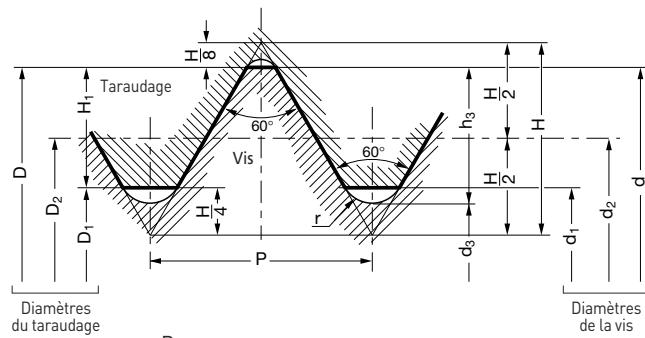
# 6

## Profil d'un élément fileté

# 6.0 Filetages métriques à profil triangulaire à 60° ISO

(NF EN ISO 68)

## Profil de base NF EN ISO 68



P = pas

$$H = 0,86603 P$$

D = d = diamètre nominal

$$D_2 = d_2 = d - \frac{3}{4} H = d - 0,6495 P$$

$$D_1 = d_1 = d_2 - 2 \left( \frac{H}{2} - \frac{H}{4} \right) = d - 1,0825 P$$

$$d_3 = d_2 - 2 \left( \frac{H}{2} - \frac{H}{6} \right) = d - 1,2269 P$$

$$H_1 = \frac{D - D_1}{2} = 0,5412 P$$

$$h_3 = \frac{d - d_3}{2} = 0,6134 P$$

$$r = 0,1443 P \text{ (théorique)}$$

6.0-1

## Calcul simplifié du profil de base des filetages ISO en fonction du diamètre nominal et du pas

6.0-2

Pas P	Diamètre nominal $d = D_{\min.}$	Diamètre sur flancs $d_2 = D_2$	Diamètre intérieur du filetage intérieur $D_1$	Diamètre du noyau du filetage extérieur $d_3$ (avec $r$ théorique)
0,2	d	$-1 + 0,870$	$-1 + 0,783$	$-1 + 0,755$
0,25	d	$-1 + 0,838$	$-1 + 0,729$	$-1 + 0,693$
0,3	d	$-1 + 0,805$	$-1 + 0,675$	$-1 + 0,632$
0,35	d	$-1 + 0,773$	$-1 + 0,621$	$-1 + 0,571$
0,4	d	$-1 + 0,740$	$-1 + 0,567$	$-1 + 0,509$
0,45	d	$-1 + 0,708$	$-1 + 0,513$	$-1 + 0,448$
0,5	d	$-1 + 0,675$	$-1 + 0,459$	$-1 + 0,387$
0,6	d	$-1 + 0,610$	$-1 + 0,350$	$-1 + 0,264$
0,7	d	$-1 + 0,545$	$-1 + 0,242$	$-1 + 0,141$
0,75	d	$-1 + 0,513$	$-1 + 0,188$	$-1 + 0,080$
0,8	d	$-1 + 0,480$	$-1 + 0,134$	$-1 + 0,019$
1	d	$-1 + 0,350$	$-2 + 0,917$	$-2 + 0,773$
1,25	d	$-1 + 0,188$	$-2 + 0,647$	$-2 + 0,466$
1,5	d	$-1 + 0,026$	$-2 + 0,376$	$-2 + 0,160$
1,75	d	$-2 + 0,863$	$-2 + 0,106$	$-3 + 0,853$
2	d	$-2 + 0,701$	$-3 + 0,835$	$-3 + 0,546$
2,5	d	$-2 + 0,376$	$-3 + 0,294$	$-4 + 0,933$
3	d	$-2 + 0,051$	$-4 + 0,752$	$-4 + 0,319$
3,5	d	$-3 + 0,727$	$-4 + 0,211$	$-5 + 0,706$
4	d	$-3 + 0,402$	$-5 + 0,670$	$-5 + 0,093$
4,5	d	$-3 + 0,077$	$-5 + 0,129$	$-6 + 0,479$
5	d	$-4 + 0,752$	$-6 + 0,587$	$-7 + 0,866$
5,5	d	$-4 + 0,428$	$-6 + 0,046$	$-7 + 0,252$
6	d	$-4 + 0,103$	$-7 + 0,505$	$-8 + 0,639$

Exemple : M10 soit M10 x 1,50

diamètre nominal :  $d = D_{\min.} = 10 \text{ mm}$

diamètre sur flancs de base :  $d_2 = D_2 = d - 1 + 0,026 = 9,026 \text{ mm}$

diamètre intérieur du taraudage :  $D_1 = d - 2 + 0,376 = 8,376 \text{ mm}$

diamètre du noyau de la vis :  $d_3 = d - 2 + 0,160 = 8,160 \text{ mm}$

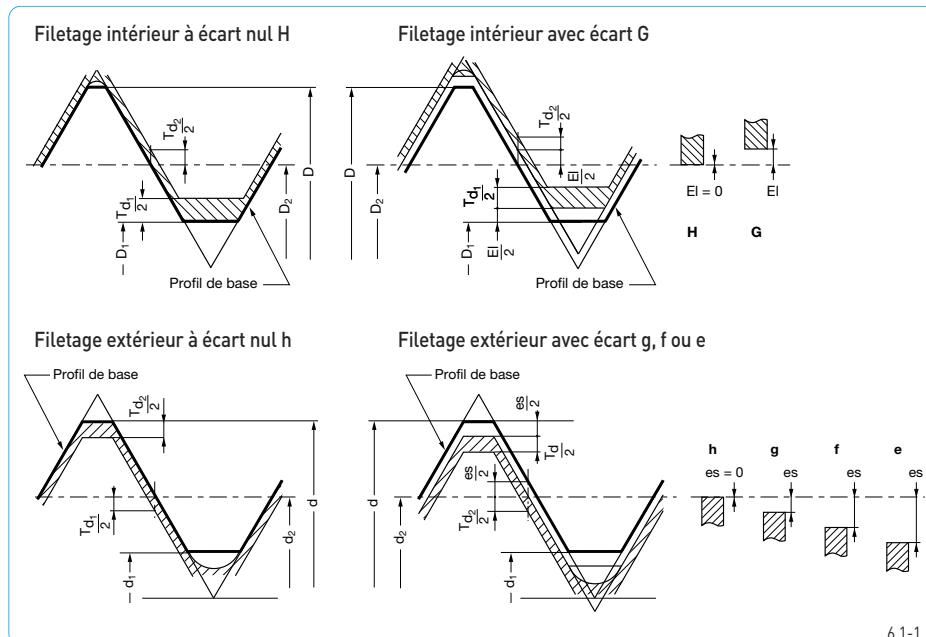
(à titre indicatif pour  $r$  théorique)

# 6.1 Tolérance des éléments filetés de 1 à 355 mm

(NF EN ISO 965). Principes et données fondamentales

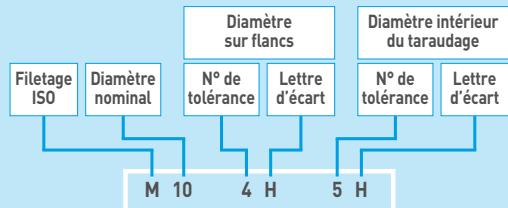
## Représentation schématique des tolérances et positions

- Un chiffre donne la valeur de la tolérance, en fonction du palier de diamètre nominal sélectionné et du pas.
- Une lettre, majuscule pour les filetages intérieurs, minuscules pour les filetages extérieurs, donne la position, fonction du pas exclusivement, de la tolérance, c'est-à-dire son écart par rapport au profil de base.

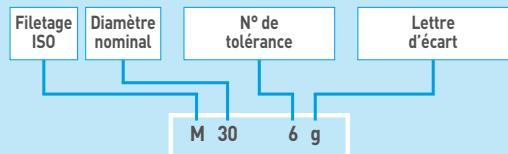


## Exemple de désignation d'un filetage ISO, NF EN ISO 261 et 965

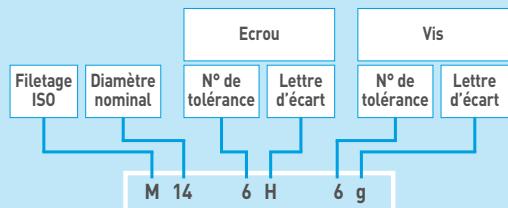
Numéros de tolérance du profil de filetage différents (fixation femelle : écrou ou taraudage)



Numéros de tolérance du profil de filetage identiques (fixation mâle : vis, goujon ou filetage extérieur)



## Assemblage fileté, profil ISO (écrou/vis)

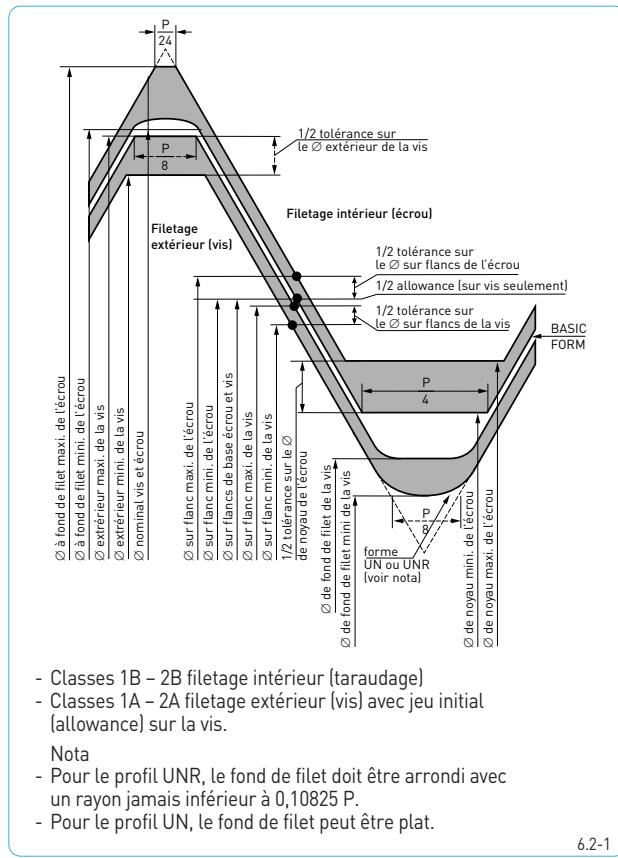


Nota : une vis brute sera tolérancée 6g, une vis revêtue sera tolérancée 6h

## 6.2 Filetages Américains UNC UNF UNS

Filetages à filet triangulaire 60° profil unifié selon norme ANSI B1.1. et norme anglaise B.S.1580

Profil du filet série UNC – UNF – UNEF – UN – UNS

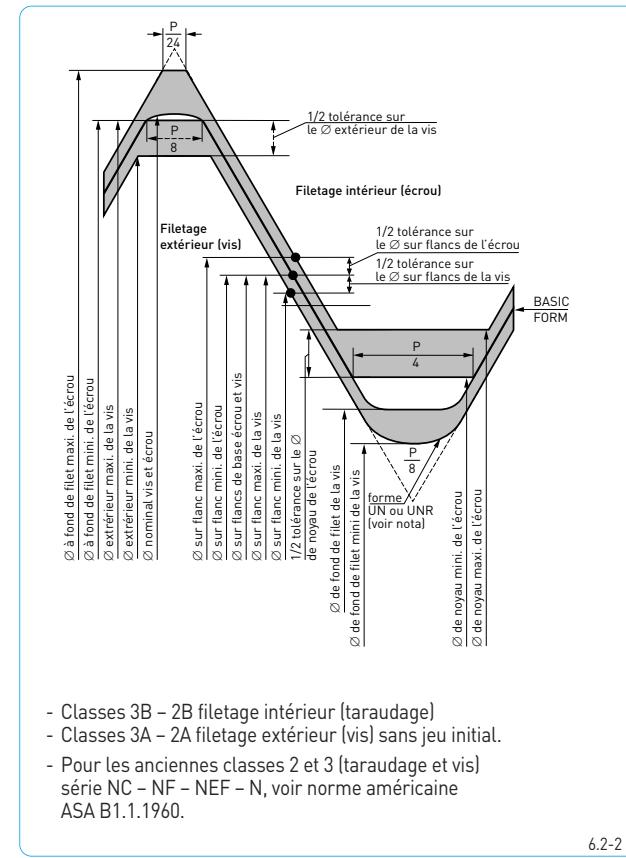


- Classes 1B – 2B filetage intérieur (taraudage)
- Classes 1A – 2A filetage extérieur (vis) avec jeu initial (allowance) sur la vis.

Nota

- Pour le profil UNR, le fond de filet doit être arrondi avec un rayon jamais inférieur à 0,10825 P.
- Pour le profil UN, le fond de filet peut être plat.

6.2-1



- Classes 3B – 2B filetage intérieur (taraudage)
- Classes 3A – 2A filetage extérieur (vis) sans jeu initial.
- Pour les anciennes classes 2 et 3 (taraudage et vis) série NC – NF – NEF – N, voir norme américaine ASA B1.1.1960.

6.2-2

## Filetages américains à filet triangulaire 60° profil unifié selon ANSI B1.1. et norme anglaise B.S.1580 (suite)

Série UNC classes 2B – 2A – 3B – 3A. Cotes théoriques et tolérances sur diamètres sur flancs et diamètre intérieur.

Désignation du filetage	Pas en mm	cote théoriques		tolérance Ø sur flanc						Ø Alésage écrou				
		Ø nominal	Ø sur flancs	écrou UNC-2B		vis UNC-2A		écrou UNC-3B		vis UNC -3A		Basic mini 2B-3B	maxi 2B	maxi 3B
				+ tol. 2B	-allowance	-(All +tol.2A)	+tol.3B	-tol.3A						
Nº 1 - 64 f	0,3969	1,854	1,598	+0,066	-0,015	-0,066	+0,048	-0,038	1,425	+0,157	+0,157			
Nº 2 - 56 f	0,4536	2,184	1,89	+0,071	-0,015	-0,069	+0,053	-0,041	1,694	+0,178	+0,178			
Nº 3 - 48 f	0,5292	2,515	2,172	+0,076	-0,018	-0,076	+0,056	-0,043	1,941	+0,206	+0,206			
Nº 4 - 40 f	0,6350	2,845	2,433	+0,084	-0,020	-0,084	+0,061	-0,048	2,156	+0,229	+0,229	+0,229		
Nº 5 - 40 f	0,6350	3,175	2,764	+0,084	+0,020	-0,086	+0,048	-0,048	2,487	+0,211	+0,211			
Nº 6 - 32 f	0,7938	3,505	2,99	+0,094	-0,020	-0,091	+0,069	-0,053	2,642	+0,254	+0,254			
Nº 8 - 32 f	0,7938	4,166	3,65	+0,094	-0,023	-0,097	+0,071	-0,056	3,302	+0,229	+0,229			
Nº 10 - 24 f	1,0583	4,826	4,138	+0,109	-0,025	-0,109	+0,081	-0,064	3,683	+0,279	+0,279			
Nº 12 - 24 f	1,0583	5,486	4,798	+0,112	-0,025	-0,112	+0,084	-0,066	4,343	+0,254	+0,254			
1/4" - 20 f	1,2700	6,350	5,525	+0,124	-0,028	-0,122	+0,091	-0,071	4,978	+0,279	+0,279			
5/16 " - 18 f	1,4111	7,938	7,021	+0,135	-0,030	-0,132	+0,099	-0,076	6,401	+0,330	+0,330			
3/8" - 16 f	1,5875	9,525	8,494	+0,145	-0,033	-0,145	+0,109	-0,084	7,798	+0,356	+0,356			
7/16" - 14 f	1,8143	11,113	9,934	+0,155	-0,036	-0,155	+0,117	-0,089	9,144	+0,406	+0,406			
1/2" - 13 f	1,9538	12,700	11,430	+0,165	-0,038	-0,165	+0,122	-0,094	10,592	+0,432	+0,432			
9/16" - 12 f	2,1167	14,288	12,913	+0,173	-0,041	-0,173	+0,130	-0,099	11,989	+0,457	+0,457			
5/8" - 11 f	2,3091	15,875	14,376	+0,183	-0,041	-0,180	+0,137	-0,104	13,386	+0,483	+0,483			
3/4" - 10 f	2,5400	19,050	17,399	+0,196	-0,046	-0,196	+0,145	-0,112	16,307	+0,533	+0,533			
7/8 " - 9 f	2,8222	22,225	20,391	+0,208	-0,048	-0,208	+0,155	-0,119	19,177	+0,584	+0,584			
1" - 8 f	3,1750	25,400	23,338	+0,224	-0,051	-0,224	+0,168	-0,130	21,971	+0,635	+0,635			
1 1/8" - 7 f	3,6286	28,575	26,218	+0,239	-0,056	-0,239	+0,180	-0,137	24,638	+0,711	+0,711			
1 1/4" - 7 f	3,6286	31,750	29,393	+0,244	-0,056	-0,244	+0,183	-0,140	27,813	+0,711	+0,711			
1 3/8" - 6 f	4,2333	34,925	32,174	+0,264	-0,061	-0,264	+0,198	-0,152	30,353	+0,762	+0,762			
1 1/2" - 6 f	4,2333	38,100	35,349	+0,267	-0,061	-0,267	+0,201	-0,155	33,528	+0,762	+0,762			
1 3/4" - 5 f	5,0800	44,450	41,151	+0,295	-0,069	-0,295	+0,221	-0,170	38,964	+0,864	+0,864			
2" - 4 1/2 f	5,6444	50,800	47,135	+0,315	-0,074	-0,315	+0,236	-0,180	44,679	+0,914	+0,914			

Exemple :

Taraudage : 1" - 8 f UNC 2B

$$\Delta = 23,338 + 0 + 0,224$$

Filetage extérieur : 7/16" - 14 f UNC 2A

$$\Delta = 9,934 - 0,036 - 0,155$$

6.2-3

## Filetages américains à filet triangulaire 60° profil unifié selon ANSI B1.1. et norme anglaise B.S.1580 (suite)

Série UNF classes 2B - 2A - 3B - 3A. Cotes théoriques et tolérances sur diamètres sur flancs et diamètre intérieur.

Désignation du filetage	Pas en mm	cote théoriques		tolérance Ø sur flanc						Ø Alésage écrou				
		Ø nominal	Ø sur flancs	écrou UNF-2B		vis UNF-2A		écrou UNF-3B		vis UNF-3A		Basic mini 2B-3B	maxi 2B	maxi 3B
				+ tol. 2B	- allowance	-[All +tol.2A]	+tol.3B	-tol.3A						
N° 0 - 80 f	0,3175	1,524	1,318	+0,058	-0,013	-0,058	+0,043	-0,033	1,181	+0,124	+0,124			
N° 1 - 72 f	0,3528	1,854	1,626	+0,064	-0,015	-0,064	+0,048	-0,036	1,473	+0,140	+0,140			
N°2 - 64 f	0,3969	2,184	1,928	+0,069	-0,015	-0,066	+0,051	-0,038	1,755	+0,157	+0,157			
N° 3 - 56 f	0,4536	2,515	2,220	+0,071	-0,018	-0,074	+0,053	-0,041	2,024	+0,173	+0,173			
N° 4 - 48 f	0,5292	2,845	2,502	+0,079	-0,018	-0,079	+0,058	-0,046	2,271	+0,188	+0,188			
N° 5 - 44 f	0,5773	3,175	2,799	+0,081	-0,018	-0,081	-0,061	-0,048	2,550	+0,191	+0,191			
N° 6 - 40 f	0,6350	3,505	3,094	+0,086	-0,020	-0,086	+0,064	-0,051	2,819	+0,203	+0,193			
N° 8 - 36 f	0,7256	4,166	3,708	+0,091	-0,020	-0,091	+0,069	-0,053	3,404	+0,203	+0,193			
N° 10 - 32 f	0,7938	4,826	4,310	+0,099	-0,023	-0,099	+0,074	-0,058	3,962	+0,203	+0,206			
N° 12 - 28 f	0,9071	5,486	4,897	+0,107	-0,025	-0,107	+0,079	-0,061	4,496	+0,229	+0,221			
1/4" - 28 f	0,9071	6,350	5,761	+0,109	-0,025	-0,109	+0,081	-0,064	5,359	+0,229	+0,203			
5/16" - 24 f	1,0583	7,938	7,249	+0,122	-0,028	-0,122	+0,091	-0,069	6,782	+0,254	+0,213			
3/8" - 24 f	1,0583	9,525	8,837	+0,124	-0,028	-0,124	+0,094	-0,074	8,382	+0,254	+0,183			
7/16" - 20 f	1,2700	11,113	10,287	+0,137	-0,033	-0,140	+0,104	-0,079	9,728	+0,305	+0,218			
1/2" - 20 f	1,2700	12,700	11,875	+0,142	-0,033	-0,142	+0,107	-0,081	11,328	+0,279	+0,196			
9/16" - 18 f	1,4111	14,288	13,371	+0,150	-0,036	-0,150	+0,112	-0,086	12,751	+0,330	+0,218			
5/8" - 18 f	1,4111	15,875	14,958	+0,152	-0,036	-0,155	+0,114	-0,089	14,351	+0,330	+0,203			
3/4" - 16 f	1,5875	19,050	18,019	+0,165	-0,038	-0,165	+0,124	-0,097	17,323	+0,356	+0,224			
7/8" - 14 f	1,8143	22,225	21,046	+0,178	-0,041	-0,178	+0,135	-0,104	20,269	+0,406	+0,224			
1" - 12 f	2,1167	25,400	24,026	+0,193	-0,046	-0,196	+0,145	-0,112	23,114	+0,457	+0,249			
1 1/8" - 12 f	2,1167	28,575	27,201	+0,198	-0,046	-0,198	+0,150	-0,114	26,289	+0,457	+0,249			
1 1/4" - 12 f	2,1167	31,750	30,376	+0,203	-0,046	-0,203	+0,152	-0,117	29,464	+0,457	+0,249			
1 3/8" - 12 f	2,1167	34,925	33,551	+0,208	-0,048	-0,208	+0,155	-0,119	32,639	+0,457	+0,249			
1 1/2" - 12 f	2,1167	38,100	36,726	+0,211	-0,048	-0,211	+0,160	-0,122	35,814	+0,457	+0,249			

## Exemple :

Taraudage : 1/2" - 20 f UNF 3B

$$\Delta = 11,875 + 0 + 0,107$$

Filetage extérieur : 1" - 12 f UNF 3A

$$\Delta = 24,026 - 0 - 0,112$$

$$\emptyset \text{ int} = 11,328 + 0 + 0,196$$

6.2-4

## Filetages américains à filet triangulaire 60° profil unifié selon ANSI B1.1. et norme anglaise B.S.1580 (suite)

Série UNEF classes 2B – 2A – 3B – 3A. Cotes théoriques et tolérances sur diamètres sur flancs et diamètre intérieur.

Désignation du filetage	Pas en mm	cote théoriques		tolérance Ø sur flanc						Ø Alésage écrou				
		Ø nominal	Ø sur flancs	écrou UNEF-2B		vis UNEF-2A		écrou UNEF-3B		vis UNEF -3A		Basic mini 2B-3B	maxi 2B	maxi 3B
				+ tol. 2B	-allowance	-(All +tol.2A)	+tol.3B	-tol.3A						
Nº 12 - 32 f	0,7938	5,486	4,971	+0,104	-0,023	-0,102	+0,079	-0,061	4,623	+0,203	+0,191			
1/4" - 32 f	0,7938	6,350	5,834	+0,107	-0,025	-0,107	+0,079	-0,061	5,486	+0,203	+0,175			
5/16" - 32 f	0,7938	7,938	7,422	+0,107	-0,025	-0,107	+0,079	-0,061	7,087	+0,178	+0,145			
3/8" - 32 f	0,7938	9,525	9,009	+0,112	-0,025	-0,112	+0,084	-0,064	8,661	+0,203	+0,150			
7/16" - 28 f	0,9071	11,113	10,523	+0,117	-0,028	-0,119	+0,089	-0,069	10,135	+0,203	+0,155			
1/2" - 28 f	0,9071	12,700	12,111	+0,122	-0,028	-0,122	+0,091	-0,071	11,709	+0,229	+0,168			
9/16" - 24 f	1,0583	14,288	13,599	+0,130	-0,030	-0,130	+0,097	-0,074	13,132	+0,254	+0,188			
5/8" - 24 f	1,0583	15,875	15,187	+0,132	-0,030	-0,132	+0,099	-0,076	14,732	+0,254	+0,175			
11/19" - 24 f	1,0583	17,463	16,774	+0,132	-0,030	-0,132	+0,099	-0,076	16,307	+0,254	+0,188			
3/4" - 20 f	1,2700	19,050	18,225	+0,145	-0,033	-0,145	+0,109	-0,084	17,678	+0,279	+0,196			
13/16" - 20 f	1,2700	20,638	19,812	+0,145	-0,033	-0,145	+0,109	-0,084	19,253	+0,305	+0,208			
7/8" - 20 f	1,2700	22,225	21,400	+0,145	-0,033	-0,145	+0,109	-0,084	20,853	+0,279	+0,196			
15/16" - 20 f	1,2700	23,813	22,987	+0,150	-0,036	-0,150	+0,112	-0,086	22,428	+0,305	+0,208			
1" - 20 f	1,2700	25,400	24,575	+0,150	-0,036	-0,150	+0,112	-0,086	24,028	+0,279	+0,196			
1 1/16" - 18 f	1,4111	26,988	26,071	+0,157	-0,036	-0,155	+0,117	-0,091	25,451	+0,330	+0,216			
1 1/8" - 18 f	1,4111	28,575	27,658	+0,157	-0,036	-0,155	+0,117	-0,091	27,051	+0,330	+0,203			
1 3/16" - 18 f	1,4111	30,163	29,246	+0,160	-0,038	-0,163	+0,119	-0,091	28,626	+0,330	+0,216			
1 1/4" - 18 f	1,4111	31,750	30,833	+0,160	-0,038	-0,163	+0,119	-0,091	30,226	+0,330	+0,203			
1 5/16" - 18 f	1,4111	33,338	32,421	+0,160	-0,038	-0,163	+0,119	-0,091	31,801	+0,330	+0,216			
1 3/8" - 18 f	1,4111	34,925	34,008	+0,160	-0,038	-0,163	+0,119	-0,091	33,401	+0,330	+0,203			
1 7/16" - 18 f	1,4111	36,513	35,596	+0,165	-0,038	-0,165	+0,122	-0,094	34,976	+0,330	+0,216			
1 1/2" - 18 f	1,4111	38,100	37,183	+0,165	-0,038	-0,165	+0,122	-0,094	36,576	+0,305	+0,203			
1 9/16" - 18 f	1,4111	39,688	38,771	+0,165	-0,038	-0,165	+0,122	-0,094	38,151	+0,330	+0,216			
1 5/8" - 18 f	1,4111	41,275	40,358	+0,165	-0,038	-0,165	+0,122	-0,064	39,751	+0,330	+0,203			
1 11/16" - 18 f	1,4111	42,863	41,946	+0,168	-0,038	-0,168	+0,124	-0,097	41,326	+0,330	+0,216			

**Exemple :**

Taraudage : 3/4" - 20 f UNEF 3B

$$\Delta = 18,225 + 0 + 0,109$$

Filletage extérieur : 1 1/4" - 18 f UNEF 2A

$$\Delta = 30,833 - 0,038 - 0,163$$

6.2-5

**Filetages américains unifiés à grand arrondi  
profil UNJ selon norme anglaise BS.4084  
et norme américaine MIL-S-8879**

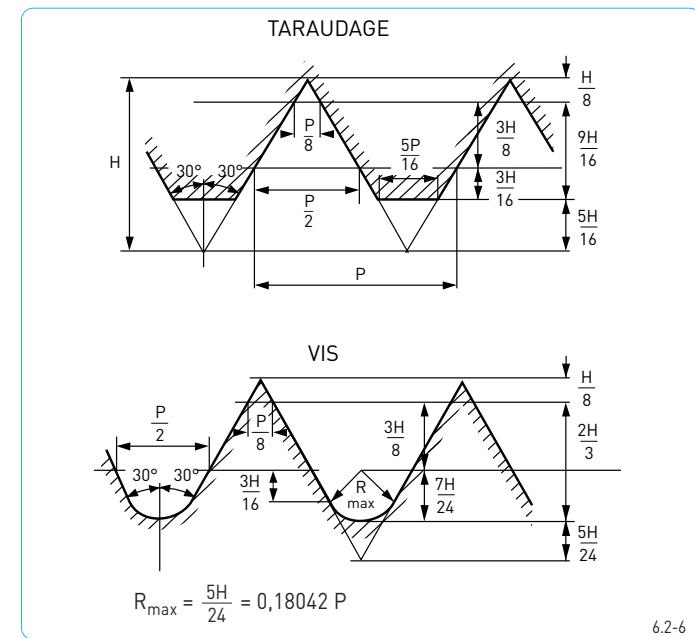
**Profil du filet séries UNJC - UNJF - UNJEF - UNJ - UNJS**

Le profil J diffère du profil unifié. En effet :

- vis : le rayon à fond de filet est augmenté ;
- taraudage : la troncature est augmentée sur le taraudage, pour éviter les interférences avec le rayon à fond de filet de la vis à  $5H/16$  pour le profil J ;
- les séries deviennent : UNJC - UNJF - UNJEF - UNJ - UNJS ;
- une seule classe est prévue : 3A pour les vis et 3B pour les taraudages.

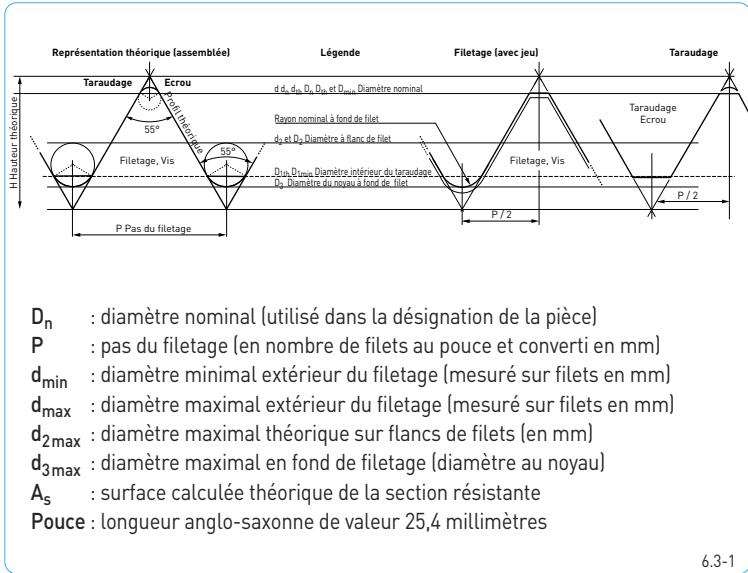
Vérification :

- les tampons «Entre» et «N'entre pas» unifiés classe 3B sont valables ;
- la bague «Entre» UNJ diffère de la bague «Entre» unifiée par son diamètre intérieur qui est plus grand (troncature  $5H/16$  au lieu de  $H/4$ ), diamètre sur flancs identique à celui de la bague unifiée classe A3 ;
- la bague «N'entre pas» unifiée classe 3A reste valable.



6.2-6

## 6.3 Filetages Anglais BSW BSF



6.3-1

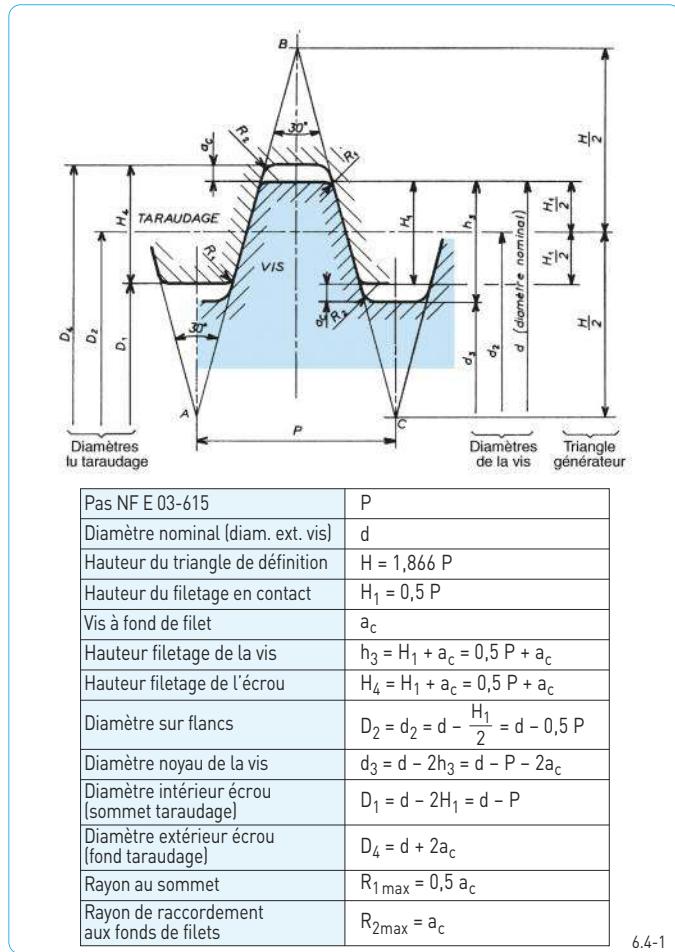
Les filetages anglais ne sont plus normalisés et ont fait l'objet d'un remplacement progressif depuis l'entrée de la Grande Bretagne au sein de la Communauté Européenne. Nous vous présentons ces données uniquement dans le but de faciliter un éventuel diagnostic, sachant qu'il est très difficile de trouver encore ces articles. Le filetage américain UNC diffère du filetage anglais BSW par l'angle du sommet (60° au lieu de 55°), cependant, dans la majorité des cas, il peut s'y substituer du fait des jeux existants. Toutefois, cette compatibilité n'est vraie que pour toutes les dimensions ayant le même pas, ce qui n'est pas le cas des diamètres 1/2", 2"1/4, 2"3/4 et au-delà (incompatibles signalées en bleu). Sauf précisions contraires, les dimensions sont exprimées en millimètres.

Informations données à titre documentaire, sans engagement de responsabilité de la société EMILE MAURIN,

6.3-2

Filetage			Filetage anglais gros BSW angle au sommet 55°		Filetage anglais fin BSF angle au sommet 55°			
Diamètre nominal sur filet D <sub>n</sub>			Pas P		Diamètre extérieur maximal d <sub>max</sub>	Pas P		Diamètre extérieur maximal d <sub>max</sub>
Pouce (fraction)	Pouce	mm	Nombre de filets au pouce	mm	Nombre de filets au pouce	mm	Nombre de filets au pouce	mm
1/8"	0,125	3,175	40	0,635	3,155	-	-	-
5/32"	0,156	3,969	32	0,794	3,949	-	-	-
3/16"	0,188	4,763	24	1,058	4,743	32	0,794	4,747
7/32"	0,219	5,556	-	-	-	28	0,907	5,538
1/4"	0,250	6,350	20	1,270	6,330	26	0,977	6,322
9/32"	0,281	7,144	-	-	-	26	0,977	7,112
5/16"	0,313	7,938	18	1,411	7,918	22	1,155	7,907
3/8"	0,375	9,525	16	1,588	9,505	20	1,270	9,492
7/16"	0,438	11,113	14	1,814	11,093	18	1,411	11,077
1/2"	0,500	12,700	12	2,117	12,675	16	1,588	12,662
9/16"	0,563	14,288	12	2,117	14,263	16	1,588	14,249
5/8"	0,625	15,875	11	2,309	15,846	14	1,814	15,834
11/16"	0,688	17,463	11	2,309	17,433	14	1,814	17,419
3/4"	0,750	19,050	10	2,540	19,018	12	2,117	19,004
13/16"	0,813	20,638	-	-	-	12	2,117	20,570
7/8"	0,875	22,225	9	2,822	22,190	11	2,309	22,225
1"	1,000	25,400	8	3,175	25,361	10	2,540	25,400
1"1/8	1,125	28,575	7	3,629	28,529	9	2,822	28,482
1"1/4	1,250	31,750	7	3,629	31,704	9	2,822	31,647
1"3/8	1,375	34,925	6	4,233	34,879	8	3,175	34,811
1"1/2	1,500	38,100	6	4,233	38,048	8	3,175	37,976
1"5/8	1,625	41,275	-	-	-	8	3,175	41,141
1"3/4	1,750	44,450	5	5,080	44,389	7	3,629	44,305
2"	2,000	50,800	4,5	5,644	50,732	7	3,629	50,635
2"1/4	2,250	57,150	4	6,350	57,072	6	4,233	56,964
2"1/2	2,500	63,500	4	6,350	63,422	6	4,233	63,293
2"3/4	2,750	69,850	3,5	7,257	69,763	6	4,233	69,623
3"	3,000	76,200	3,5	7,257	76,113	5	5,080	75,952
3"1/4	3,250	82,550	3,25	7,815	82,374	5	5,080	82,281
3"1/2	3,500	88,900	3,25	7,815	88,711	5	5,644	88,611
3"3/4	3,750	95,250	3	8,467	95,047	5	5,644	94,940
4"	4,000	101,600	3	8,467	101,384	5	5,644	101,269

## 6.4 Filetages trapézoïdaux symétriques (NF 03-615/616/617)



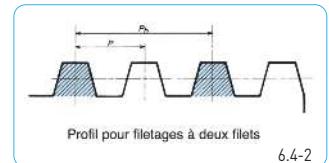
### Définition des pas

$P_h$  : pas hélicoïdal (avance axiale par tour)

$P$  : pas du profil

Vis à un seul filet :  $P_h = P$

Vis à  $n$  filets :  $P_h = n \times P$



### Valeur du vide à fond de filet $a_c$ en fonction de $P$

6.4-3

P (mm)	1,5	2 à 5	6 à 12	14 à 40
$a_c$ (mm)	0,15	0,25	0,5	1

### Valeurs des pas recommandés en fonction du diamètre nominal NF E 03-616

6.4-4

Diamètre nominal (mm)	Pas du profil (mm)												
	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	32
8	9	.											
10	11	.	.										
12	14	.	.										
16	18		.	.									
20	22		.	.	.								
25	28		.	.	.	.							
32	36		.	.	.	.	.	.					
40	45		.		.	.	.	.					
50	56			.	.	.	.	.					
63	70			.	.	.	.		.				
80	90			.	.			.	.				
100	110				.			.	.				
125	140				.			.	.				
160	180				.		.	.	.				
200	220					.		.	.				
250	280					.		.	.				
320	-							.	.				

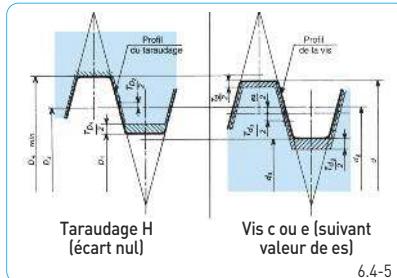
### Notes :

- Le tableau ci-dessus est valable aussi bien pour les vis à un seul filet que pour les vis à plusieurs filets.

- Les filetages à un seul filet du tableau ci-dessus sont en principe irréversibles.

## Tolérance des filetages trapézoïdaux symétriques NF E 03-617

- Pour les taraudages, une seule position d'intervalle est prévue : H.
- Pour les filetages, deux positions d'intervalle de tolérance sont prévues : c ou e.



6.4-6

## Classes de tolérance recommandées NF E 03-617 (tableau 6.4-7)

Longueurs en prise : le choix de la classe de tolérance étant fonction de la longueur en prise de l'assemblage fileté, il est prévu deux catégories :

- longueurs dites «normales», symbole N, dont les valeurs sont données dans le tableau 6.4-6 ;
- longueurs dites «longues», symbole L, dont les valeurs sont supérieures aux précédentes.

6.4-7

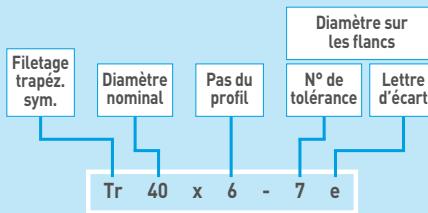
	Taraudage		Vis	
Longueur en prise	N	L	N	L
Qualité moyenne	7H	8H	7e	8e
Qualité grossière	8H	9H	8c	9c

Diamètre nominal d (mm)	Pas du profil P (mm)	Longueur en prise nominale (mm)
5,6 < d ≤ 11,2	1,5	5 < N ≤ 15
	2	6 < N ≤ 19
11,2 < d ≤ 22,4	1,5	6 < N ≤ 18
	2	8 < N ≤ 24
22,4 < d ≤ 45	3	11 < N ≤ 32
	4	15 < N ≤ 43
45 < d ≤ 90	3	12 < N ≤ 36
	4	18 < N ≤ 54
	5	21 < N ≤ 63
	6	25 < N ≤ 75
	8	34 < N ≤ 100
90 < d ≤ 180	5	26 < N ≤ 78
	8	38 < N ≤ 118
	10	50 < N ≤ 140
	12	60 < N ≤ 170
	16	75 < N ≤ 236
180 < d ≤ 350	6	36 < N ≤ 106
	8	45 < N ≤ 132
	12	67 < N ≤ 200
	16	90 < N ≤ 265
	20	112 < N ≤ 335
	24	132 < N ≤ 400
	10	69 < N ≤ 205
	12	75 < N ≤ 224
	20	137 < N ≤ 410
	24	150 < N ≤ 450
	32	200 < N ≤ 600
	40	273 < N ≤ 820

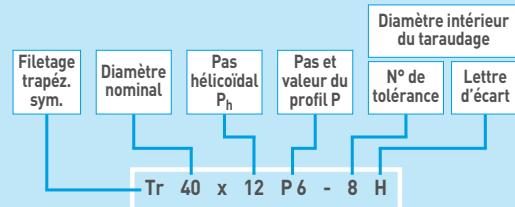
## Exemple de désignation d'un filetage trapézoïdal symétrique NF E 03-617

Le symbole Tr désigne les filetages trapézoïdaux symétriques

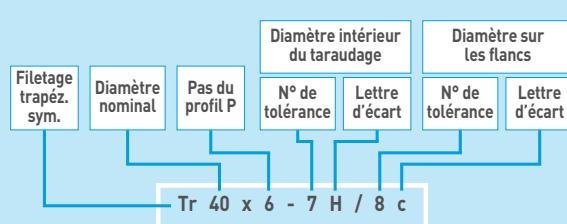
### Filetage à un seul fillet



### Filetage à plusieurs filets



### Assemblage fileté trapézoïdal





Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

- Ch. 5 - Notions élémentaires sur  
**les revêtements de surface**
- Ch. 8 - **Vocabulaire du métier  
de la fixation**

**BIBLIOTHEQUE & OUTILS**

- Ch. 10 - **Limites supérieures des  
épaisseurs nominales de revêtement**
- Ch. 30 - **Caractéristiques  
des revêtements de surface usuels**
- Ch. 31 - **Tableau des couples  
galvaniques**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

- Ch. 9 - Directive 2000/53/CE (ROHS  
véhicules)
- Ch. 10 - Directive 2002/95/CE (ROHS  
matériel électrique et électronique)
- Ch. 11 - Directive 2011/65/UE (ROHS  
matériel électrique et électronique)
- Ch. 12 - **Usages de la profession  
et préconisations générales**

7

**Lutte contre  
la corrosion**

# 7.0 Les processus de corrosion

## Définitions

- La quasi-totalité des métaux n'existe pas à l'état pur dans la nature mais sous forme d'oxyde, sulfures, carbonates... il est donc logique, que dans les environnements agressifs, ils tendent à donner à nouveau des oxydes, des sulfures et autres composés chimiques.
- La corrosion est une attaque destructive plus ou moins rapide du matériau sous l'action physique chimique ou électrochimique des milieux qui l'environnent. Les métaux et alliages sont particulièrement exposés en surface, principalement, mais aussi dans la masse par cavitation ou par corrosion intergranulaire.
- Pour les alliages ferreux, il ne faut pas confondre «rouille» qui est un oxyde hydraté se formant à froid et calamine formée à haute température (forge).

## Trois types de corrosion

- **Chimique** : réaction hétérogène entre un métal et une phase gazeuse ou liquide non électrolyte.
- **Biochimique ou bactérienne** : les bactéries absorbent et transforment les sels et minéraux, provoquant l'apparition de produits agressifs (acides).
- **Electrochimique** : de loin la plus fréquente, la plus dangereuse pour les métaux.

Elle nécessite la présence d'un électrolyte et d'un milieu hétérogène entraînant une formation de «piles». Un courant électrique circule entre les zones cathodes et les zones anodes qui sont attaquées.

Ces piles sont microscopiques. L'eau sous ses différentes formes sera l'électrolyte, la présence de sels dissous ( $\text{NaCl}$ ) augmente les risques de corrosion par une plus grande différence de potentiel électrochimique.

Chaque métal ou constituant d'une structure possède une valeur de potentiel différente par rapport à la solution. La résultante des potentiels d'électrodes respectifs au cours du phénomène de pile (donc de corrosion) va tendre vers un équilibre représentant la force électromotrice de la pile.

Chaque métal possède un potentiel d'équilibre qui lui est propre.

Les métaux qui possèdent des potentiels négatifs se corrodent facilement, inversement ils résistent à la corrosion (métaux nobles).

Entre deux métaux associés, le métal le plus électropositif par rapport à l'autre constitue le pôle positif de la pile. Les potentiels sont aussi variables selon le milieu ambiant, l'attaque n'est sensible que pour une différence de potentiel (ddp) supérieure à 300 mV.

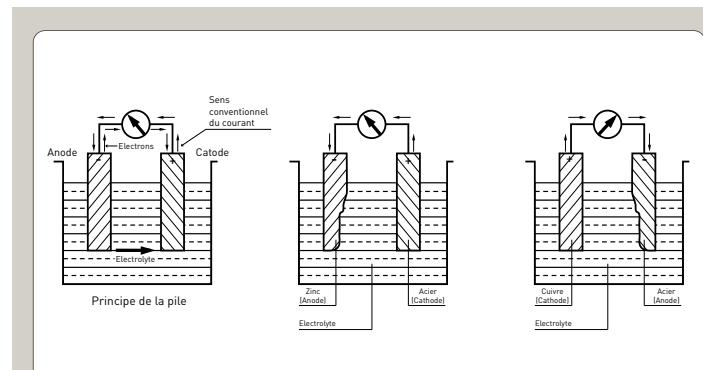
## Modes de destruction par corrosion

La corrosion se traduit par :

- une diminution de poids,
- une altération de la surface attaquée,
- un affaiblissement des propriétés mécaniques.

Suivant la forme géométrique et le type de destruction, on distingue quatre principaux schémas de corrosion.

- **La corrosion uniforme** ou généralisée, avec une vitesse de dégradation uniforme, en tous les points du métal exposé qui se dissout régulièrement. La résistance mécanique décroît avec l'épaisseur et la perte de poids. Les caractéristiques mécaniques rapportées à l'unité ne varient pas.
- **La corrosion localisée** ou corrosion par piqûres ou par sillons, avec formation de trous profonds et de petits diamètres (piqûres) là où existent des impuretés, des hétérogénéités chimiques, des entailles, des rugosités en surface. Cette corrosion affecte surtout la capacité de déformation de l'alliage.
- **La corrosion intercristalline** ou corrosion intergranulaire. A l'inverse des précédentes, cette corrosion se propage en profondeur le long des joints de grains ou de cristaux. Ses effets sont particulièrement graves, car peu visibles de l'extérieur. Le métal peut se rompre sous une faible charge, il devient fragile. On n'observe pas de perte de poids.



7.0-1 Principe de la pile

- La corrosion galvanique ou bimétallique qui fait intervenir deux métaux électrochimiquement très différents dans un milieu conducteur. Quand la différence de potentiel est importante entre les métaux ou constituants voisins, le métal le moins résistant devient anodique, il est attaqué, l'autre, cathodique, est protégé. C'est une corrosion localisée (exemple : l'acier galvanisé attaqué par le cuivre dans les circuits de chauffage central).

Il existe d'autres formes de corrossions, citons :

- la corrosion caverneuse,
- la corrosion à la ligne d'eau (aération différentielle),
- la corrosion par érosion,
- la corrosion transgranulaire.

#### La corrosion, importance économique

Cet aspect est loin d'être négligeable : les coûts directs globaux dus à la corrosion (protection et remplacement) sont estimés à 3,5% du produit national brut dans les pays occidentaux.

### Trois facteurs de corrosion

Les facteurs de corrosion sont très nombreux et de natures très diverses :

#### Facteurs liés au milieu :

- nature du milieu, composition chimique, impuretés,
- pH, température, pression, mouvement, viscosité,
- résistivité, éclairage, présence de micro-organismes.

#### Facteurs liés à la pièce, au matériau :

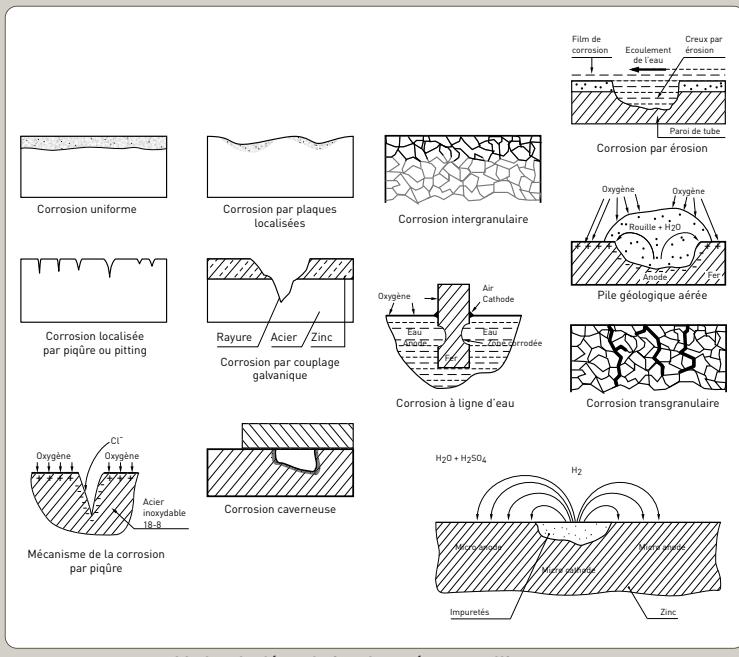
- analyse chimique, degré de pureté, structure cristalline,
- nature et morphologie des constituants,
- contraintes mécaniques, tensions internes,
- résistivité, état de surface (micrométrie),
- tracé, formes, mode d'obtention (assemblage),
- présence de gaz inclus dans l'alliage.

#### Facteurs liés aux conditions d'emploi :

- contraintes mécaniques appliquées (fatigue, corrosion),
- orientation de la pièce par rapport aux courants liquides,
- mouvement de la pièce dans le milieu,
- voisinage d'autres pièces, leur nature métallique,
- potentiel de la pièce par rapport au milieu, aux autres pièces,
- rapport des volumes, pièce/milieu, température.

Métal	Réaction d'équilibre	Potentiel en volts
Or	$Au = Au^{+++} + 3e^-$	+ 1,42
Platine	$Pt = Pt^{+++} + 2e^-$	+ 1,20
Argent	$Ag = Ag^+ + e^-$	+ 0,80
Cuivre	$Cu = Cu^{++} + 2e^-$	+ 0,34
Hydrogène	$H = 2H^+ + 2e^-$	0,00 par convention
Plomb	$Pb = Pb^{++} + 2e^-$	- 0,13
Fer	$Fe = Fe^{++} + 2e^-$	- 0,44
Zinc	$Zn = Zn^{++} + 2e^-$	- 0,76
Aluminium	$Al = Al^{++} + 3e^-$	- 1,67
Magnésium	$Mg = Mg^{++} + 2e^-$	- 2,34

7.0-2 Potentiels d'équilibre de quelques métaux



7.0-3 Modes de dégradation des métaux et alliages

## Milieux corrosifs courants

### - Corrosion atmosphérique

Facteurs climatologiques : température, ensoleillement, vents, précipitations, humidité relative.

Facteurs d'agressivité : gaz sulfureux ( $\text{SO}_2$ ), gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), chlorures (bord de mer).

### - Corrosion par l'eau

L'eau de mer et l'eau douce sont chargées en sels solubles actifs dans les piles de corrosion sur métaux.

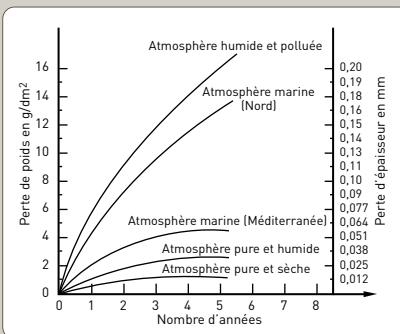
L'eau de pluie et l'eau de condensation sont très peu chargées et leur conductivité électrique est faible (sauf les pluies acides).

Le mouvement des pièces et de l'eau accentue la détérioration par corrosion-érosion par abrasion (hélices) : il y a renouvellement d'oxygène.

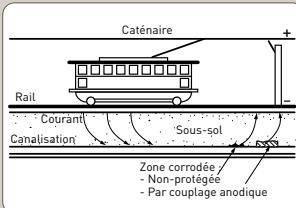
Dans les circuits, le couplage acier avec cuivre, bronze, acier inoxydable entraîne des corrosions rapides.

### - Corrosions par les sols

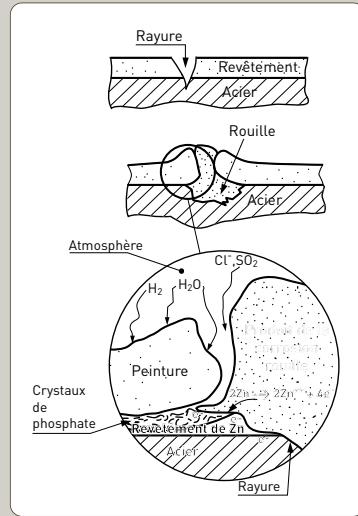
Le sol humide est un électrolyte. La nature du sol, acide ou alcalin, sa perméabilité à l'air, la présence de bactéries, influencent la vitesse de corrosion des métaux et alliages enterrés. Les sols acides ou très perméables sont agressifs. Les courants électriques vagabonds (courants de fuite) circulent dans les circuits de moindre résistance (canalisations) et entraînent des risques supplémentaires de corrosion.



7.0-4 Evolution de la corrosion en fonction des milieux



7.0-5 Courants de fuite dans le sol



7.0-6 Schéma d'une corrosion initiée par une rayure sur une carrosserie automobile

# 7.1 Corrosion galvanique

## Définition

Risque de corrosion du fait du couple électrochimique entre les matériaux et/ou les revêtements en contact lors d'un assemblage hétérogène.

**Des métaux différents**, juxtaposés et mis dans un milieu donné même légèrement conducteur (une ambiance non sèche par exemple), ont tendance à créer un courant électrique proportionnel à leur différence de potentiel. Ce couplage (effet de pile) se traduit par la destruction plus ou moins rapide de l'élément ayant le plus petit potentiel (anode).

## Moyen de prévention

On peut préventivement vérifier les risques de corrosion électrochimique d'un assemblage hétérogène en choisissant des couples de matériaux métalliques dont les potentiels électrochimiques sont les plus proches possibles : le tableau 7.1-1 propose ce choix parmi les principaux matériaux utilisés en mécanique générale.

Certains métaux (aluminium, cuivre, plomb), certains alliages (acier inoxydable, cupronickel) ou certains revêtements (cadmimage, chromage, nickelage, zingage) mettent en œuvre des composants ayant des aptitudes électrochimiques élevées, au point d'être utilisés pour la réalisation de piles et accumulateurs, et peuvent poser de réels problèmes lors d'associations hasardeuses.

## Mode d'emploi du tableau

1. Reporter les deux matériaux choisis, l'un en abscisse, l'autre en ordonné, de manière à croiser les indications (si le croisement ne se réalise pas dans la zone chiffrée, inverser les entrées).
2. En cas de revêtement de surface, utiliser le même procédé en choisissant le métal du revêtement et non celui du support qui est protégé tant que la couche superficielle existe et empêche toute pénétration.
3. En cas de croisement en dessous du trait en pointillé (valeurs supérieures à 300), le métal en ordonnée est attaqué, et cela d'une manière d'autant plus rapide et forte que le chiffre (ddp) est élevé.
4. La rapidité du démarrage et la vitesse de destruction par corrosion sont proportionnelles à la différence de potentiel (ddp) entre les matériaux mis en œuvre.

5. L'effet galvanique est influencé par le rapport de surface des deux éléments. Si la surface du métal considéré (anode) est la plus petite, sa vitesse de corrosion croît ; dans le cas inverse, elle diminue.

6. Le métal couplé (en abscisse) ne subit pas de corrosion galvanique et bénéficie au contraire, d'un effet de protection proportionnel lui aussi à la différence de potentiel.

En conséquence, pour éviter cette corrosion, la différence de potentiel doit être la plus faible possible (elle est idéalement nulle en cas de montage homogène). A défaut l'élément de fixation devra être réalisé dans le matériau le plus noble (cathodel), et les pièces à assembler dans le matériau le moins noble (anode), et/ou si possible la surface du métal considéré la plus grande vis-à-vis du métal couplé. En cas d'impossibilité d'obtenir une différence de potentiel en dessous de 300, l'emploi d'un isolant (bakélite, caoutchouc, néoprène, nylon, PVC, teflon®...) peut être une solution alternative intéressante.

## 7.1-1 Principaux matériaux utilisés en mécanique générale

## Métal considéré : anode

## Métal couplé : cathode

Les différences de potentiel (ddp) sont établies dans une solution aqueuse à 2% de chlorure de sodium et exprimées en millivolts, suivant la norme française NFE-25-032. Ce document ne traite pas des autres types de corrosion qui peuvent bien évidemment se superposer et attaquer les deux matériaux, y compris le métal couplé (cathode).

En dessous du trait pointillé, le métal en ordonnée est attaqué.

Notes

- Le métal couplé ne subit pas de corrosion galvanique et bénéficie, au contraire, d'un effet de protection galvanique (faible si la différence de potentiel est petite, importante si la différence de potentiel est grande).
  - L'effet galvanique est influencé par le rapport de surface des deux métaux :
    - si la surface du métal considéré est la plus petite, sa corrosion augmente,
    - si la surface du métal considéré est la plus grande, sa corrosion diminue.Cet effet est d'autant plus accentué que la différence entre les deux surfaces est plus importante.

1. En milieu comme l'eau de mer ou les solutions salines, le chrome se dépassive plus ou moins dans le temps et son potentiel de dissolution diminue [pour atteindre 250 mV seulement par rapport au platine], ce qui tend à réduire l'effet de corrosion sur les métaux qui lui sont couplés.

## 7.2 Méthodes de lutte contre la corrosion

### Généralités

Il n'existe pas de solution universelle de par la complexité du problème, il n'existe pas de métal inaltérable.

Pour chaque milieu, il existe un alliage moins exposé. Quatre types de solutions peuvent être retenus, avec différents principes de mise en œuvre :

- utilisation de revêtements protecteurs, non métalliques ou métalliques,
- métaux et alliages résistants à la corrosion,
- autoprotection par passivité du métal,
- protection cathodique ou électrochimique.

Ces solutions sont classées ci-après par nature de revêtement.

### Protection par revêtements non métalliques

**Peinture, laque, vernis.** Solution relativement simple qui permet une décoration de la pièce à protéger. C'est une faible protection car une détérioration locale du revêtement accélère la progression de la corrosion (aération différentielle).

**Applications.** Automobile, électroménager, cycles... Esthétique, décoration.

#### Oxydation chimique

Méthode essentiellement appliquée à l'aluminium et ses alliages. L'épaisseur du film d'oxyde qui se forme naturellement à la surface ne dépasse pas 1/10<sup>e</sup> de micron. C'est une protection insuffisante contre une attaque chimique ou l'abrasion. Le traitement d'oxydation permet de former à la surface du métal, par électrolyse, une pellicule d'alumine épaisse, dure et protectrice.

**Applications.** Pièces exposées en atmosphère extérieure.

**Phosphatation.** Méthode consistant à réaliser une sous-couche permettant une meilleure adhésion des peintures à la surface d'une pièce à protéger. La pièce est plongée dans une solution de phosphate de manganèse, de zinc ou de sodium, portée à une température de 80°C à 100°C. L'immersion dure de quelques minutes à une heure. Il y a formation de cristaux de phosphates de fer insolubles à la surface du métal qui permettront ensuite une meilleure adhésion mécanique de la peinture ou une protection naturelle.

**Applications.** Métaux ferreux, aciers, fontes. Epaisseur du revêtement : 10 à 20 µm. Anticorrosion. Bonne résistance au frottement. Déformation à froid des aciers et alliages d'aluminium.

### Protection par revêtements métalliques

**Immersion.** Les pièces à protéger sont plongées dans un bain de métal en fusion.

Les revêtements possibles sont surtout des métaux à bas point de fusion :

- étain : étamage,
- zinc : zingage, galvanisation.

**Applications.** Protection contre la corrosion atmosphérique. Pièces de machines à laver, corps de vannes, bacs...

**Diffusion.** Les pièces à protéger sont soumises à un traitement thermique au contact d'un élément chimique. Celui-ci diffuse depuis la surface. La pièce est recouverte de métal pur en surface avec une sous-couche d'alliage par en dessous :

- shéridisation : cémentation à 350°C de sable et de gris de zinc,
- chromisation : cémentation au fluorure de chrome à 1050°C,
- calorisation : cémentation Al + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> à 850°C.

**Applications.** Pièces mécaniques. Esthétique. Décoration.

**Métallisation.** Le métal protecteur (Zn, Al) est fondu à l'aide d'un pistolet métalliseur à gaz. Un jet d'air comprimé pulvérise le métal fondu. Les gouttelettes sont ainsi projetées sur la pièce avec une grande vitesse (100 m/s environ), permettant leur soudure en donnant un dépôt très adhérent.

**Applications.** Canalisations souterraines en fonte ou acier, automobile. Très bonne protection.

**Placage.** Méthode s'effectuant sur les tôles au cours d'un laminage à chaud. La pression et la diffusion thermique assurent la liaison entre le métal à protéger et le métal protecteur. Le cuivre, le nickel, le laiton sont utilisés comme métaux protecteurs sur les métaux ferreux ainsi que l'acier inoxydable.

**Applications.** Construction mécanique, chaudironnerie, cuves.

**Electrolyse.** On fait passer un courant électrique dans un bain électrolytique par l'intermédiaire d'une cathode constituée de la pièce à protéger (pôle -) et l'anode du métal à déposer. Le métal d'apport se dissout dans l'électrolyte et vient se déposer sur la cathode. Principaux métaux d'apport utilisés : cuivre, nickel, chrome, zinc, étain. Plusieurs étapes peuvent se succéder : par exemple, le chromage d'une pièce en acier nécessite un cuivrage suivi d'un nickelage.

#### Applications

- Dépôts épais : dépôts pour gravure électronique, vilebrequins, matrices, moules...
- Dépôts minces : décoration, sous-couche avant dépôt final, pistons et segments, industrie électrique.

## Métaux et alliages résistant à la corrosion

**Autoprotection par la nature de la structure** (cubique à faces centrées) **ou par passivation naturelle selon les éléments associés.** Ce sont souvent des métaux à phase unique qui sont utilisés, soit des métaux purs, soit des alliages à solution unique :

- métaux purs (nickel, plomb, titane, aluminium), qui résistent bien à la corrosion mais qui offrent de faibles caractéristiques mécaniques ;
- aciers alliés au chrome : à partir d'une teneur de 12% de chrome, il se forme une couche d'oxyde compacte et adhérente ;
- aciers inoxydables : avec 18% de chrome et au moins 8% de nickel, on obtient une structure austénitique. D'autres éléments, en faible quantité, peuvent être rajoutés pour encore augmenter la résistance à la corrosion (Mo, Ti, Nb, Cu...).

**Applications.** Toutes situations agressives chimiquement. Agroalimentaire, médical, industries chimiques.

## 7.3 Les revêtements électrolytiques

### Le zingage électrolytique ou electrozingage

Le zingage électrolytique est un procédé simple d'utilisation et économiquement compétitif.

Il est réalisé par électrolyse d'une solution aqueuse contenant des sels métalliques et non métalliques dont la nature dépend de l'application envisagée et des propriétés souhaitées du revêtement. La grande variété des dépôts obtenus suivant la formulation et les conditions de dépôt rend ce revêtement incontournable dans de nombreuses applications.

Les anodes pour le zingage électrolytique sont du zinc, le métal consommé est de haute pureté car sa qualité conditionne la marche du bain d'électrolyse.

Le revêtement par voie électrolytique ajoute à la régularité du dépôt obtenu, qui est la caractéristique majeure du procédé, le pouvoir dans le cas du zinc, d'être anodique vis-à-vis du fer (acier) et de présenter ainsi les conditions d'une bonne protection contre la corrosion.

Cette régularité de l'épaisseur de dépôt présente un avantage important pour les pièces délicates et précises, les tolérances restent acquises sans nécessité des opérations complémentaires de reprise de finition.

Le revêtement par voie électrolytique se prête parfaitement bien au traitement éventuel de chromatation qui permet de stabiliser l'aspect du dépôt de zinc, tout en renforçant la tenue à la corrosion.

Le zingage électrolytique s'effectue dans des installations classiques d'électrolyse mais évidemment spécialement affectées au traitement par le zinc.

On utilise le plus souvent des bains cyanurés, la densité de courant étant de l'ordre de  $3A/dm^2$ .

Pour les petites pièces, il est avantageux de traiter au tonneau.

Les pièces importantes (gros diamètres, longueurs inhabituelles) seront traitées à l'attache mais avec un coût nettement plus important, afin d'éviter les phénomènes de chocs sur filets.

### Importance de la séquence d'electrozingage

Satisfaire les critères de qualité exigés par les donneurs d'ordre impose à l'exploitant la maîtrise du procédé, en l'occurrence la maîtrise de la stabilisation de l'électrolyte pour une conduite optimale de fonctionnement du réacteur. Ainsi, et s'agissant d'un réacteur fermé de type batch (cas du traitement à l'attache ou en vrac), la composition du bain évolue tout au long des campagnes suite aux réactions susceptibles de se dérouler au sein du réacteur mais également en raison des entraînements des postes amont vers les postes aval.

De nombreux travaux ont permis d'établir que les propriétés structurales d'un revêtement électrolytique dépendent de la densité de courant imposée, de la composition de l'électrolyte (c'est-à-dire de la forme chimique sous laquelle se trouve la phase mère dans l'électrolyte ainsi que de la nature des additifs), du substrat et du procédé d'application.

Une approche globale basée sur l'établissement d'un bilan matière pour chaque constituant minéral de l'électrolyte permet à l'exploitant une meilleure compréhension du fonctionnement du réacteur. Ce faisant, il sera en situation de définir les consignes de concentration, et par là-même, les actions correctives à mener pour maintenir l'équilibre de fonctionnement du système.

### La chromatation

La chromatation est un traitement de conversion chimique pouvant être appliquée par immersion ou par aspersion à partir d'une solution contenant du chrome hexavalent comme constituant principal. Elle permet de former des couches complexes d'oxydes et de sels de chrome sur des revêtements électrolytiques de métaux communs comme le zinc. Ce procédé confère au matériau des propriétés particulières telles que :

- une amélioration de la résistance à la corrosion des systèmes de protection cathodique de revêtements de zinc sur substrat acier due à l'effet inhibiteur de corrosion du chrome hexavalent,
- une excellente base d'accrochage pour les finitions organiques.

### Matériaux susceptibles d'être chromatés

Le procédé de chromatation peut être réalisé sur un certain nombre de métaux et leurs alliages, tels que le zinc électrolytique ou galvanisé, l'aluminium, l'argent, le cadmium, le magnésium et le cuivre.

Cette partie est consacrée uniquement à la chromatation sur zinc, utilisée dans le domaine des fixations.

### Méthodes d'application

La surface de la pièce à chromatater doit être exempte de graisses pour permettre une bonne adhérence et une homogénéité de la couche de conversion. Pour cette raison, on réalise généralement le traitement de chromatation directement après le rinçage de l'étape de zingage, ou après le dégazage.

Le traitement consiste à immerger le produit à chromatater (durée d'immersion variant de quelques secondes à plusieurs minutes) dans une solution acide constituée majoritairement :

- des sels de chrome hexavalent ou d'un mélange de sels de chrome hexavalent et trivalent,
- d'anions activateurs tels que fluorures, chlorures, sulfates, phosphates... Ils déterminent les caractéristiques, la vitesse de formation et les propriétés du film chromaté,
- d'anions réducteurs (acétates, formiates, oxalates...) qui activent la cinétique de réduction du chrome hexavalent en chrome trivalent,
- d'un acide qui permet d'activer le substrat métallique.

### Rôle de la couche

La couche de chromatation réalisée sur un matériau revêtu peut avoir un triple rôle :

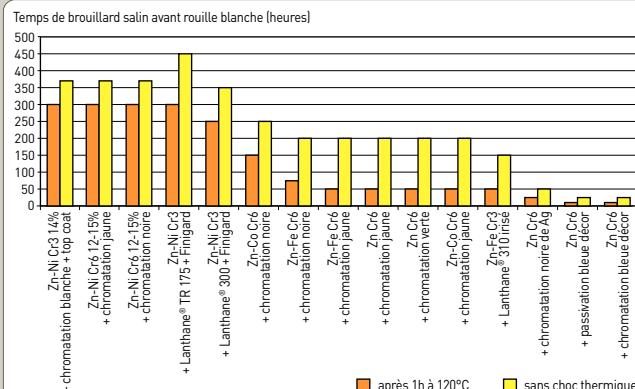
- améliorer la résistance à la corrosion du matériau en retardant notamment le phénomène de rouille blanche du zinc, puis de rouille rouge de l'acier,
- donner à la pièce un aspect esthétique sans autre traitement,
- assurer l'adhérence d'un revêtement organique en conditionnant la surface pour qu'elle soit apte à recevoir une finition organique.

### Tenue à la corrosion

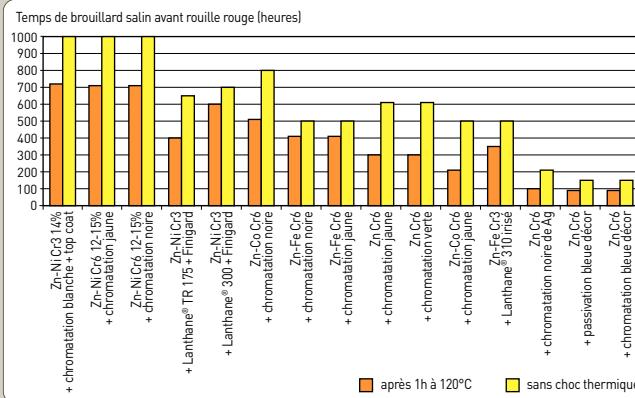
La couche de chromatation agit, dans un premier temps, comme couche passive et barrière, diminuant la vitesse de dissolution du zinc, même lorsqu'il est couplé à l'acier. La «durée de vie» de la couche de zinc est ainsi augmentée, sans diminuer significativement l'efficacité de la protection galvanique. C'est aussi un inhibiteur cathodique efficace diminuant ainsi la réduction de l'oxygène à la surface du métal.

Enfin, la présence d'ions «chromate» solubles dans la couche de chromatation apporte un effet cicatrisant.

Les diagrammes 7.3-1 et 7.3-2 représentent respectivement les tenues au brouillard salin de divers dépôts de zinc et zinc alliés revêtus de différents types de chromatation avant apparition de rouille blanche et avant apparition de rouille rouge. Pour chaque figure, sont comparés les systèmes ayant subi ou non un choc thermique de 1 heure à 120°C. Ces valeurs sont données à titre d'exemple et les besoins doivent être précisés à la commande. Les tenues au brouillard salin varient avec l'épaisseur du revêtement et le processus de réalisation (au tonneau ou à l'attache). Elles sont constatées en sortie de traitement. Les opérations postérieures (notamment le conditionnement) peuvent dégrader les performances.



7.3-1 Résistance au brouillard salin de revêtements de zinc chromatés avant apparition de rouille blanche



7.3-2 Résistance au brouillard salin de revêtements de zinc chromatés avant apparition de rouille rouge

## 7.4 Fragilisation par l'hydrogène

### Fragilisation par l'hydrogène due à certains traitements de surface

Aussi bien au cours de son histoire métallurgique que durant son utilisation, un matériau métallique, tel l'acier, est soumis à différentes sources d'hydrogène.

L'interaction hydrogène-acier peut engendrer d'importantes détériorations du matériau dues à une perte de ses propriétés mécaniques et conduire ainsi à une rupture différée des pièces.

L'importance de ce phénomène et de ses conséquences justifie la multitude de travaux qui lui est dédiée.

Dans une gamme d'électrozingage, les traitements chimiques et/ou électrolytiques sont générateurs d'hydrogène. Si le volume d'hydrogène produit peut être réduit, il ne peut pas être totalement évité aussi bien durant la phase de dépôt qu'au cours des traitements chimiques et/ou électrolytiques antérieurs, dits «de préparation», tels que le dégraissage cathodique ou le décapage acide de l'acier. Une réflexion sur la séquence de préparation montre que lorsqu'il est effectué un dégraissage alcalin anodique entre le décapage acide et le zingage proprement dit, il se produit une «désensibilisation» de l'interface en oxydant l'hydrogène piégé à l'issue du décapage et donc une diminution de la sensibilité du métal avant électrozingage. L'interaction hydrogène-acier requiert donc une attention toute particulière si l'on considère son impact sur les propriétés d'usage des produits finis.

Jusqu'en 2000, les modèles interprétatifs de la décharge cathodique de l'hydrogène sur acier et des divers endommagements récurrents ont fait l'objet d'un consensus quasi général. Dans ce contexte, et quelle que soit la nature de l'électrolyte considéré, les mécanismes établis font intervenir une succession d'étapes élémentaires cathodiques électrochimiques et chimiques.

Le taux de recouvrement de l'acier par l'hydrogène est plus important en milieu acide qu'en milieu neutre ou basique, en raison de l'absence de molécules d'eau et d'ions  $\text{HO}^-$  adsorbés.

S'agissant des dommages récurrents, ils sont traités en termes d'hydrogène «interne» et «externe». Ainsi, la fragilisation et la décohésion interne de l'acier sont expliquées par l'hydrogène interne, c'est-à-dire l'hydrogène introduit avant la mise en service. Quant à la rupture différée sous contrainte, l'hydrogène externe, c'est-à-dire l'hydrogène introduit lors de la mise en service, permet de l'expliquer.

Depuis 2000, l'apport de la physique de la matière condensée a permis une meilleure perception de l'état de l'élément d'alliage hydrogène en solution solide dans l'acier et de l'ion  $\text{H}^+$  en solution.

Précisons qu'en intégrant structure électronique et microstructure de l'acier, état physique de l'ion  $\text{H}^+$  et mouvement des dislocations dans l'acier, le mécanisme cathodique protonique permet dans un schéma unifié de rendre compte du chargement de l'hydrogène dans l'acier et de tous les modes d'endommagements associés.

La littérature rapporte que la valeur de la vitesse de diffusion de l'hydrogène dans le zinc massif présente une forte dispersion, bien que l'on admette qu'elle est plus rapide que dans le fer. On peut donc s'attendre à ce que le zinc électrodeposité sur acier ne joue pas le rôle de barrière de diffusion de l'hydrogène. C'est ce qui ressort notamment des travaux sur l'électrozingage en milieu alcalin, qui montre que :

- durant la période dite «de temps de prise», période au cours de laquelle l'interface a un taux de recouvrement en zinc très faible, la décharge de l'hydrogène est effective ;
- les cinétiques de perméation électrochimique d'un dépôt de zinc non couvrant de  $2\mu\text{m}$  d'épaisseur sur acier permettent de conclure que le chargement en hydrogène perdure au cours de l'électrozingage ;
- pour des pièces de forme (vis en acier 38Cr4 traitées au tonneau), les quantités d'hydrogène désorber varient notablement selon la nature de l'acier (trempé-revenu, carbonitruré-revenu, écrouï) et, dans une moindre mesure, avec la densité de courant apparente et à quantité d'électricité dépensée, c'est-à-dire avec l'épaisseur de revêtement (3 à  $11\mu\text{m}$ ).

Technique de mesure	Zinc (99,99%)	Fer $\alpha$	Fer $\gamma$
Volumétrie à gaz	$5,25 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-12}$
Perméation électrochimique	$5,25 \cdot 10^{-5}$	-	-
Perméation en phase gazeuse	$6,86 \cdot 10^{-1}$	-	-

7.4-1 Coefficients de diffusion ( $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) du zinc et du fer ( $\alpha$  et  $\gamma$ )

Quoiqu'il en soit, les caractéristiques aussi bien surfaciques que volumiques, donc les paramètres physico-chimique et métallurgiques de l'acier, sont essentielles pour la compréhension des phénomènes de fragilisation et de rupture différée sous contraintes de l'acier électrozingué. Afin de s'en affranchir, la solution industrielle adoptée consiste à optimiser la gamme de traitements

et à étuver les pièces en fin de gamme, suivant une procédure fondée sur un savoir-faire ou sur des recommandations générales. Il est à noter que la procédure industrielle ne tient pas compte des effets cumulatifs des différentes étapes du traitement, ni de la complexité des phénomènes mis en jeu qui dépassent les notions de chargement cathodique (phase de sensibilisation) et de dégazage thermique (désorption). En effet, une partie de l'hydrogène diffusé peut être absorbée dans le réseau métallique de façon irréversible. S'il parvient à se recombiner ultérieurement, la rupture peut être différée. Aussi, effectue-t-on une désorption thermique dans des conditions qui peuvent assurer une marge de sécurité, sans exclure toutefois les accidents dans certains cas particuliers.

Avec les dépôts électrolytiques à partir d'une solution aqueuse (zingage, cuivrage, nickelage, cadmiage, chromage...) ou à l'occasion du décapage ou du dégraissage chimique, ou de phosphatation, il est engendré un risque de rupture différé due à la fragilisation des aciers par l'hydrogène en particulier sur :

- les vis en acier allié ou non allié, de classe de qualité  $\geq 10.9$ ,
- les écrous en acier allié ou non allié, de classe de qualité  $\geq 10$ ,
- les rondelles de dureté  $\geq 310$  HV (Vickers),

Toutes les pièces comme les pièces fortement écroutées doivent faire l'objet d'un dégazage. Si l'hydrogène atomique ( $H^+$ ) pénètre dans la matière, il peut

7.4-2

Résistance à la traction $R_m$ (MPa)	Dureté (HV)	Classes équivalentes	Délai de réalisation (h)	Plage de température (°C)	Epaisseur des pièces (diamètre ou hauteur)	Durée du traitement (h)		
$R_m < 1000$	< 300	4 - 4.6 - 5 - 5.8 - 6 - 6.8 - 8 - 8.8 [B7]		Traitement non obligatoire [si $R_m \leq 1000$ MPa]				
$1000 \leq R_m \leq 1450$	$\leq 300$	10 - 10.9 - 12 - 12.9 - 33H	Dégazage dans les 4h maxi après réalisation du revêtement électrolytique	190 à 230	< 12 mm	4		
	$\leq 400$				de 12 à 25 mm	12		
$1450 \leq R_m \leq 1800$	$\leq 440$	45 H (suivant dureté)			> 25 mm	24		
	$\leq 545$				< 12 mm	12		
$R_m > 1800$	$\leq 545$				de 12 à 25 mm	18		
					> 25 mm	24		
					Autres dimensions	24		

provoquer une diminution de la ductilité et de la résistance mécanique. Il peut également provoquer des micro-fissurations qui affaiblissent rapidement les matériaux d'une façon irréversible et imprévisible pouvant entraîner la rupture des pièces concernées.

### Traitement thermique de dégazage

Les pièces qui ont subi un traitement électrolytique ou un décapage chimique et qui sont soumises à la fatigue ou à des efforts continus en service, les pièces en acier fortement écrouté (vis à filetage roulé et après traitement thermique) avec résistances et duretés élevées ( $R_m \geq 1000$  MPa, HV  $\geq 310$ ) ou de classe  $\geq 10$  à 12.9 doivent subir un dégazage. Il est bon d'effectuer dans un laps de temps de 4h et de préférence dans l'heure qui suit le revêtement électrolytique, avant chromatation. La température de maintien pour les aciers doit être comprise entre 190 et 230°C.

- Le tableau 7.4-2 indique des durées de traitement qui peuvent servir de référence pour les dépôts à base de zinc en général (la norme NF EN ISO 4042 spécifie que «il n'a pas été possible de donner une durée exacte de dégazage»). Ces durées sont données à titre strictement indicatif et un traitement thermique de dégazage ne constitue pas une garantie d'élimination de tout risque de fragilisation par l'hydrogène.

## 7.5 Les revêtements lamellaires NF EN ISO 10683

Il n'y a pas de désignation générique, de nombreux revêtements lamellaires existent, liés au formateur du produit. Chaque formateur peut produire des variantes des produits présentés ci-dessous, offrant des couleurs différentes (noir par exemple), d'autres plages d'épaisseur et/ou de coefficient de frottement...

### GEOMET®

Formulateur : NOF METAL COATING GROUP.

Le GEOMET® est un revêtement mince, non électrolytique, dont la chimie brevetée est à base aqueuse. De couleur gris aluminium, il est constitué de lamelles de zinc et d'aluminium dans une matrice inorganique. Il a été développé comme une alternative 100% sans chrome.

Le GEOMET® assure la protection des surfaces métalliques grâce l'action combinée de plusieurs phénomènes :

- Effet barrière : la superposition de lamelles de zinc et d'aluminium confère une excellente barrière entre le substrat en acier et le milieu corrosif.
- Protection sacrificielle (ou protection cathodique) : le zinc s'oxyde préférentiellement à la place de l'acier.
- Passivation : le zinc et l'aluminium sont passivés dans toute l'épaisseur du revêtement, ce qui permet un ralentissement de la consommation naturelle du zinc. Le GEOMET® 500 est lubrifié dans la masse. Il permet d'obtenir une lubrification contrôlée avec un coefficient de frottement compris entre 0,12 et 0,18 (suivant ISO 16047).
- Le GEOMET® ne contient pas de métaux lourds tels que cadmium ou plomb, pas de chromates ou de chrome (Cr<sub>3</sub> ou Cr<sub>6</sub>), pas de CFC et s'inscrit dans une démarche de protection de l'environnement, en réponse aux Directives Européennes (voir en fin d'ouvrage).

### Méthodes d'application

Après une phase de préparation : dégraissage chimique puis généralement décapage par action mécanique (grenaillage)

Le GEOMET® s'applique par trempé ou pulvérisation, en vrac ou à l'attache.

### Principales propriétés

La résistance à la corrosion n'est pas modifiée par une exposition préalable des pièces de 100 heures à 180°C.

Pas de fragilisation par l'hydrogène du fait de son application.

Excellent résistance aux solvants, carburants, huiles moteur, liquides de refroidissement, liquides de frein, solvants organiques (test VDA 621-412).

Conductivité suffisante pour la dépôse d'une cataphorèse

Cataphorèse envisageable en finition

Peut être complété par une peinture. Cependant le test d'adhérence par quadrillage n'est pas adapté en raison de la structure lamellaire du revêtement.

Résistance excellente à la corrosion bimétallique avec l'aluminium et le zinc.

Maintien des performances anticorrosion du revêtement pour des expositions jusqu'à 300°C.

Attention à valider la compatibilité de l'épaisseur du revêtement et les tolérances du filetage.

Sensibilité à l'humidité avant montage qui peut modifier le coefficient de frottement et sensibilité au phénomènes d'abrasion.

Revêtement	Poids de couche	Essai Brouillard Salin (ISO 9227)*
GEOMET®321/500 Grade A	> 24 g/m <sup>2</sup>	> 240 heures sans rouille blanche > 720 heures sans rouille rouge
GEOMET®321/500 Grade A + finition	> 24 g/m <sup>2</sup> + finition (1 couche)	> 240 heures sans rouille blanche > 720 heures sans rouille rouge
GEOMET®321/500 Grade B	> 36 g/m <sup>2</sup>	> 240 heures sans rouille blanche > 1 000 heures sans rouille rouge
GEOBLACK®	> 24 g/m <sup>2</sup> + finition noire (2 couche)	> 1 000 heures sans rouille rouge

\*Les résultats peuvent varier selon le substrat, la géométrie des pièces et le type de procédés d'application.

**Nota : hors Europe il existe d'autres références dont les caractéristiques peuvent être légèrement différentes.**

## DELTA PROTEKT®

Formulateur : DÖRKEN MKS Système.

La gamme de produits Delta Protekt® se compose de procédés non électrolytiques de zinc lamellaire avec finition de couleur argentée.

Le système est constitué d'une sous-couche inorganique à haute teneur en lamelles de zinc et aluminium (DELTA-PROTEKT® KL100) et de couches de finition de type vernis inorganique aqueux à base silicium de la série VH 300 qui permettent d'obtenir les différents coefficients de frottement requis par l'industrie automobile (VH301.1GZ, VH315, VH302GZ)

Le procédé est totalement exempt de chrome, plomb ou cadmium, ni de produits CMR.

Le DELTA-PROTEKT® KL105 est une version de zinc lamellaire auto lubrifiée de dernière génération qui permet d'augmenter la résistance à la corrosion pour des épaisseurs équivalentes avec un coefficient de frottement de 0,12- 0,18.

### Méthodes d'application

- En vrac par immersion (au trempé), puis centrifugation (selon les pièces) ou égouttage.
- A l'attache : pulvérisation au pistolet pneumatique, HVLP ou électrostatique.
- Préparation par lavage, grenaiillage ou phosphatation.
- Condition de cuisson : 200 à 240°C pour le zinc lamellaire, 180 à 220°C pour les finitions.

### Principales propriétés

- Film sec de 5 à 15 microns.
- Tenue au brouillard salin : 200 heures rouille blanche, 600 à 1000 heures rouille rouge, voir plus avec le DELTA-PROTEKT® KL105.
- Protection cathodique par effet sacrificiel de zinc.
- Effet barrière par superposition de lamelles de zinc et d'aluminium.
- Résiste aux solvants organiques.
- Pas de fragilisation par l'hydrogène du fait de son application.
- Diminution de la corrosion galvanique avec l'aluminium.
- Maîtrise du coefficient de frottement.
- Protection contre les acides, les bases, les détergents, les huiles, l'essence... Attention à valider la compatibilité de l'épaisseur du revêtement et les tolérances du filetage.

## DELTATONE®

Formulateur : DÖRKEN MKS Système.

Le Delta®-Tone est un revêtement de zinc lamellaire réalisé en couches minces de couleur gris argent.

Il est composé d'un liant inorganique contenant zinc et aluminium.

Il ne contient pas de métaux lourds comme plomb ou cadmium, pas de chromates, pas de chrome hexavalent, pas de PCB ni CFC.

La polymérisation effectuée après le dépôt lui confère une couleur gris argent. La bonne résistance à la corrosion résulte notamment de la protection cathodique et de l'effet barrière du aux paillettes de zinc et d'aluminium.

Les températures de polymérisation excluent toute modification métallurgique. Son pouvoir de pénétration, associé à une bonne mouillabilité du substrat, permet de revêtir des pièces de formes complexes.

Il peut être suivi d'une finition organique Delta®-Seal GZ (argent ou noire) qui permet d'ajuster le coefficient de frottement (0,10 à 0,14) et apporte une coloration utile pour les opérations de repérage.

### Méthodes d'application

- En vrac par immersion (au trempé), puis centrifugation (selon les pièces) ou égouttage.
- A l'attache : pulvérisation au pistolet pneumatique, HVLP ou électrostatique.
- Préparation par lavage, grenaiillage ou phosphatation.
- Température de polymérisation inférieure à 220°C.

### Principales propriétés

- Tenue au brouillard salin 400 heures rouille rouge pour un poids de couche de 20/26 g/m² soit une épaisseur de 6 à 10 microns.
- Tenue au brouillard salin 800 heures rouille rouge pour un poids de couche de 32/38 g/m² soit une épaisseur de 10 à 15 microns.
- Pas de fragilisation par l'hydrogène du fait de son application.
- Attention à valider la compatibilité de l'épaisseur du revêtement et les tolérances du filetage.

## Magni 565®

Formulateur : MAGNI EUROPE ®

Le MAGNI 565 ® est un revêtement bi couches, combinant une base inorganique sacrificielle chargée en zinc et aluminium (MAGNI B46) et une couche de finition (MAGNI B18) organique chargée en aluminium qui améliore la tenue à la corrosion et régule le coefficient de frottement.

Pas de Chrome 6, Plomb, Cadmium, Baryum, Cuivre ou Nickel.

Epaisseur de la couche de base 7 à 8 µm, de la couche de finition 4 à 6 µm.

### Méthodes d'application

En vrac par immersion (au trempé) puis centrifugation (selon les pièces) ou égouttage

A l'attache : pulvérisation au pistolet pneumatique ou électrostatique

Préparation grenaiillage, dégraissage, phosphatation

Pré-cuisson à basse température, inférieure à environ 150°C de la sous-couche puis cuisson à 250°C maximum  
Deuxième sous-couche possible selon les performances recherchées  
Couche de finition par imprégnation, essorage et cuisson

### Principales propriétés

- Tenue au brouillard salin ≥ 720 heures rouille rouge
- Pas de fragilisation par l'hydrogène du fait de son application.
- Possibilité d'application sur Zinc ou Zamak
- Lubrifiant intégré
- Coefficient de frottement variable selon couche de finition :
  - B18 :  $\mu = 0,15 \pm 0,03$  (argent)
  - B28N :  $\mu = 0,16 \pm 0,03$  (argent)
  - B18N :  $\mu = 0,18 \pm 0,03$  (argent)
  - B18T :  $\mu = 0,24 \pm 0,03$  (argent)
  - B37E :  $\mu = 0,12 \pm 0,03$  (noir)
  - B37 :  $\mu = 0,15 \pm 0,03$  (noir)

Attention à valider la compatibilité de l'épaisseur du revêtement et les tolérances du filetage.

VARIANTE : MAGNI 594® ( $\mu = 0,12 \pm 0,03$ , argent)

**Nota :** La norme NF EN 10683 « Eléments de fixation – revêtements non électrolytiques de zinc lamellaire » a fait l'objet d'une révision parue en 2014.

### Les principales modifications sont les suivantes :

- application à tous les types de fixation
- description des différents systèmes de revêtement de zinc lamellaire
- définitions relatives aux revêtements pour fixation déplacées dans une nouvelle norme ISO 1891-2
- spécification détaillées concernant le chrome hexavalent
- priorisation de la résistance à la corrosion sur l'épaisseur de revêtement
- extension de la gamme des caractéristiques et des méthodes d'essais associées (essai Kesternich, détermination épaisseur et poids, relation couple/tension...)
- prise en compte des facteurs de manutention en vrac, et conséquences des process automatiques (stockage, transport...)
- révision du classement des essais à effectuer pour chaque lot en contrôle de fabrication ou spécification particulière
- désignation complétée et étiquetage
- nouvelle annexe A informative : Conception et assemblage des fixations revêtues
- nouvelle annexe B informative : Epaisseur de revêtement et jeu dans le filetage pour les filetages métriques ISO
- nouvelle annexe C informative : Contrôle de l'agressivité de l'enceinte de brouillard salin pour les fixations revêtues

# 7.6 Galvanisation à chaud

## Définition

La galvanisation à chaud consiste à recouvrir de zinc un métal ferreux, principalement l'acier, par l'immersion dans un bain de zinc en fusion. Le revêtement ainsi obtenu doit avoir les meilleures qualités de continuité, de régularité d'épaisseur et d'adhérence au métal de base. C'est la recherche de ces qualités qui conditionne les techniques d'exécution du procédé.

## Caractéristiques du revêtement

La température de fusion du zinc est de 419°C ; la galvanisation à chaud s'effectue normalement de 440 à 460°C.

A l'immersion du fer (acier) dans le zinc fondu, il se produit une réaction entre les deux métaux qui amène une diffusion entre le fer et le zinc entraînant la formation de couches d'alliages.

L'examen micrographique de coupes des revêtements permet de différencier les phases qui se succèdent du fer vers la surface extérieure :

	Alliage de	Dureté (Mpa)
- phase gamma ou couche d'adhérence	21 à 28% de fer	4500-5500
- phase delta :	7 à 12% de fer	2500-4500
- phase dzéta :	5 à 6% de fer	1800-2700
- phase éta ou couche de zinc pur	≤ 0,03% de fer	300-500

La galvanisation apporte aux pièces en acier une double protection contre la corrosion :

- protection physique par la barrière / écran que forme le revêtement de zinc et sa tenue à la corrosion.
- protection électrochimique par effet cathodique, due au pouvoir sacrificiel en cas de blessure du revêtement.

La très faible vitesse de corrosion du zinc permet d'obtenir des pièces avec une longévité remarquable.

Annuel	Milieu	Temps moyen de longévité du zinc (*)
0,5 à 1,5 microns	Extérieur en milieu rural	50 ans et +
1 à 3 microns	Extérieur en milieu urbain, selon le taux de pollution	25 à 30 ans et +
1,5 à 4 microns	Milieu marin	20 à 30 ans et +
3 à 8 microns	Milieu industriel	15 à 20 ans et +

\* Epaisseur de revêtement conforme à la norme NF EN ISO 1461 [Ces données n'ont aucune valeur contractuelle]

Les différences d'épaisseur de ces couches dépendent, comme d'ailleurs l'épaisseur totale du revêtement, d'un certain nombre de facteurs influencés par l'intensité et la durée de la réaction par l'opération d'immersion dans le bain de zinc.

## L'importance des opérations de préparation

La galvanisation à chaud nécessite un traitement de préparation de surface particulier de façon à ce que le contact fer-zinc, dont il vient d'être question, se réalise intimement en tous points des pièces traitées.

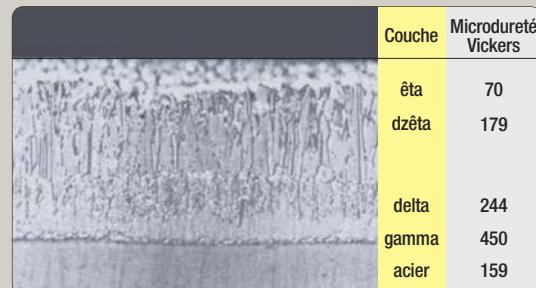
Les opérations préliminaires sont, dans l'ordre : dégraissage, rinçage, décapage, rinçage, fluxage\*, préchauffage et couvert (pour la galvanisation humide).

\*Le fluxage consiste à déposer sur la surface des pièces un mélange de chlorure de zinc et de chlorure d'ammonium. L'opération a trois objectifs :

- parfaire la préparation de surface (dissolution des oxydes de fer réformés à la surface au cours de l'opération de rinçage),
- protéger la surface de toute oxydation avant immersion dans le bain de zinc,
- assurer une bonne mouillabilité de la surface des pièces par le zinc fondu.

La qualité finale du revêtement dépend en grande partie de la maîtrise du processus de préparation, puis de la maîtrise du cycle de température pendant l'opération de revêtement proprement dite.

7.6-1 Coupe micrographique d'un revêtement par galvanisation



## Galvanisation proprement dite

La qualité d'une galvanisation dépend des opérations préliminaires de préparation de surface que nous venons de voir, et dont le rôle est extrêmement important sur ce qu'on appelle la «prise de zinc» résultant du contact Fe-Zn. Elle dépend aussi d'un nombre appréciable de facteurs dont les principaux sont :

- la température du bain de zinc,
- la durée d'immersion,
- la vitesse de retrait des pièces,
- la composition du zinc dans le bain,
- le refroidissement suivant le retrait,

et évidemment l'influence de la nature des aciers, constituant les objets ou structures à galvaniser.

## Applications

Les profilés galvanisés ont trouvé des applications particulièrement intéressantes dans la construction métallique : structures de bâtiments, charpentes, pylônes de grande hauteur, etc.

Au contact de la galvanisation avec le béton, il se crée une couche d'hydroxy zincate de calcium qui se comporte comme une couche de passivation et améliore l'adhérence au béton, évitant ainsi l'éclatement du béton provoqué par l'oxyde de fer.

### Industrie du tréfilage de l'acier

La galvanisation à chaud est pratiquée systématiquement dans toutes les usines de tréfilage de l'acier. L'opération se fait en continu.

### Industrie du tube d'acier

Toutes les usines de fabrication de tubes d'acier (tubes soudés et tubes étirés sans soudure) possèdent des installations de galvanisation très importantes et fortement mécanisées dans toutes les différentes opérations de traitement car le tube galvanisé a de très nombreuses applications, aussi bien comme conducteur de fluides (canalisations d'eau, de gaz, d'air comprimé, d'air de conditionnement thermique), que comme élément de construction : pylônes, échafaudages métalliques, structures et charpentes tubulaires, etc.

### Industrie de la tôle d'acier

La galvanisation à chaud des tôles, qui s'effectuait, il y a encore quelques années, suivant le procédé classique sur des tôles en dimensions finies sous le nom de galvanisation feuille-à-feuille, est actuellement presque entièrement supplanté par la galvanisation des tôles en bandes continues.

## Tôles prélaquées

Depuis les années 1960, les bandes d'acier galvanisées jouissent d'une présentation complémentaire qui, depuis lors, connaît une très forte progression de ses applications : il s'agit de la tôle prélaquée sur tôle d'acier galvanisé.

Les traitements de préparation de surface et d'application des laques sont réalisés sur des lignes de prélaquage importantes exploitant des procédés technologiques très perfectionnés qui concourent à l'obtention de produits de hautes performances en qualité, adhérence, ductilité... et en aspect : homogénéité, fixité des couleurs avec de nombreuses teintes de présentation des produits.

La tôle prélaquée est fournie commercialement en bandes de 0,60 à 1,50 m de largeur, en feuilles de mêmes largeurs et en bandes refendues toutes largeurs.

Ses principales applications se situent en construction métallique et bâtiment (couvertures, bardages, murs, rideaux...), en climatisation, en électroménager, en agriculture (équipements agricoles), en construction automobile, en emballage...

## Application aux fixations

La norme NF EN ISO 10684 spécifie les matériaux, les étapes du procédé, les dimensions et caractéristiques fonctionnelles des revêtements de galvanisation à chaud s'appliquant aux fixations à pas gros de M8 à M64, de classes de qualité jusqu'à 10.9 pour les vis et goujons et jusqu'à la classe 12 pour les écrous.

La galvanisation à chaud n'est pas recommandée pour les fixations à pas fin et/ou de diamètre inférieur à M8.

Une des caractéristiques d'un revêtement par galvanisation est son épaisseur, au minimum de 40 µm localement et en moyenne au minimum de 50 µm. Les filetages doivent donc être adaptés afin de conserver les écarts fondamentaux (jeux fonctionnels) nécessaires. Deux méthodes le permettent :

- des vis dont le filetage est de position de tolérance g ou h avant revêtement, avec des écrous à filetage majoré, de classe de tolérance 6AZ ou 6AX après revêtement. L'écrou sera alors marqué Z ou X immédiatement après le marquage de sa classe de qualité.
- Des vis à filetage minoré, de classe de tolérance 6az avant revêtement, avec des écrous à filetage de position de tolérance H ou G après revêtement. La vis sera alors marquée U immédiatement après le marquage de sa classe de qualité.

**Attention :** Les écrous à filetage minoré ne doivent JAMAIS être montés sur des vis à filetage minoré il existe un risque majeur de ruine de l'assemblage par d'arrachement du fillet.

- Les marquages Z, X ou U ci-dessus indiqués doivent être repris sur l'emballage.
- Cependant, si vis et écrous sont emballés ensemble, et livrés dans l'emballage scellé du fabricant, le marquage complémentaire des produits n'est pas obligatoire : le marquage obligatoire de l'emballage est considéré comme suffisant.
- Le marquage complémentaire des produits et de l'emballage n'est pas non plus obligatoire dans le cas d'un produit défini dans une norme de produit qui spécifie la tolérance de filetage des vis (ou goujons) et écrous, impliquant de ce fait que le fabricant n'a pas le choix de la tolérance de filetage.

**Avertissement :** Pour les filetages M8 et M10, les charges d'épreuve et les contraintes sous charge d'épreuve des écrous ainsi que les charges ultimes en traction et les charges d'épreuve des vis et goujons sont spécifiées dans l'annexe A de la norme NF EN ISO 10684.



7.6-2 Application de produits galvanisés : pylônes



7.6-3 Application de produits galvanisés : antennes

# 7.7 Chromage

## Principe

Ce procédé de revêtement électrolytique est un des plus connus, bien que cette appellation désigne aussi improprement des protections multicouches, comme nickel + chrome.

Son importance industrielle se justifie tant par sa fonction décorative (ternissement), avec des épaisseurs inférieures ou égales au micromètre, que protectrice et mécanique (chromage dur) où le même dépôt de chrome est réalisé sur le métal de base, avec des épaisseurs d'une dizaine à quelques centaines de micromètres.

Les performances du chrome électrolytique, pour de telles applications, tiennent à sa dureté, à sa résistance à l'abrasion, à la passivité de la surface et aux qualités de frottement de pièces antagonistes, en glissement ou en rotation.

## Mécanismes réactionnels lors du chromage

Pour que l'électrolyse donne lieu à un dépôt de chrome, une certaine proportion d'un anion catalyseur ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) est nécessaire ( $\approx 1/100^{\text{e}}$  en masse de l'anhydride chromique).

Les phénomènes sont schématisés par la figure 7.7-1 et correspondent aux réactions électrochimiques à la cathode et à l'anode.

## Chromage décor

Cette appellation recouvre, en fait, un système de protection anticorrosion multicouches : Ni + Cr ou même Cu + Ni + Cr, le chrome apportant passivité, dureté superficielle et résistance au ternissement, mais une structure généralement fissurée ; le nickel, plus épais, ductile et non poreux, isole le métal de base du milieu ambiant. Anodique par rapport au chrome, le nickel se corrodera au niveau des fissures ou porosités du dépôt de chrome.

Il existe une grande variété de systèmes nickel + chrome dont les principaux sont, dans un ordre croissant de protection, les suivants :

- nickelage brillant + chrome standard (par exemple, objets d'intérieur),
- nickelage brillant + chrome micro-fissuré,
- nickelage brillant + chrome duplex (non fissuré + micro-fissuré),
- nickelage duplex + chrome non fissuré,
- nickelage duplex + chrome micro-fissuré.

Ces systèmes de dépôt ont largement été utilisés dans l'industrie automobile,

où les épaisseurs requises vont de 10 à 50  $\mu\text{m}$  de nickel et de 0,1 à 1  $\mu\text{m}$  de chrome.

Les applications du chrome décoratif se rencontrent dans beaucoup d'industries, particulièrement :

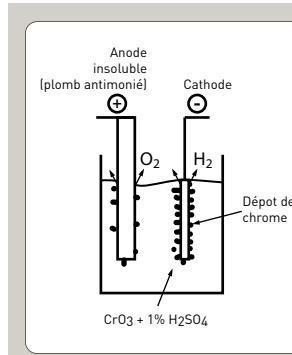
- industrie automobile et équipements,
- instruments d'optique, de précision, et médicaux,
- matériels téléphoniques et électriques,
- meubles métalliques,
- articles de sports et appareillage domestique...

Les contrôles de qualité concernent l'adhérence, la porosité, l'épaisseur, la corrodabilité. C'est pourquoi les normes déjà citées pour le nickelage électrolytique, ainsi que la norme NF A 91-119, pourraient être consultées.

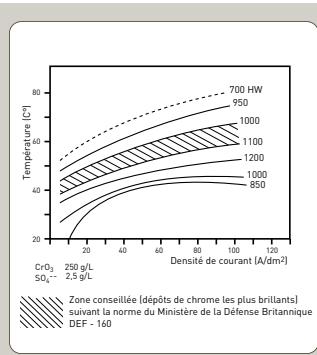
## Chromage dur et épais

Cette technique de chromage pour usages industriels concerne des dépôts plus épais que pour les usages décoratifs, et permet de tirer parti d'une ou plusieurs des propriétés suivantes :

- faible cohérence de frottement,
- propriétés anti-adhérentes,
- résistance à l'usure et haute dureté,
- résistance à la corrosion,
- qualités de résistance aux charges.



7.7-1 Schéma de principe de l'électrolyse d'un bain de chromage



7.7-2 Courbes d'isodureté en fonction de la température et du courant cathodique

## Caractéristiques du chromage dur

Les revêtements de chrome dur ont habituellement une épaisseur de 8 à 250 µm. Les bains utilisés sont tout à fait semblables à ceux utilisés en chromage décoratif, hormis la concentration en Cr<sub>3</sub> plus faible (150 à 300 g/l) et la température à 50°C, ce qui permet des densités de courant jusqu'à 80 A/dm<sup>2</sup>.

Pour obtenir les duretés les plus élevées ( $\approx 1000$  HV), il faut considérer ensemble température et densité de courant cathodique (figure 7.7-2).

Le chromage épais mettant en jeu d'importantes densités de courant cathodique, et donc une grande intensité par unité de volume, il sera souvent utile de prévoir un système de refroidissement du bain adapté à la puissance dissipée par effet Joule.

## Techniques d'application

### Forme et état de surface

La qualité finale du dépôt de chrome épais est liée à l'état de surface et à la forme de la pièce à revêtir.

7.7-3

Etat de surface et forme	Défauts	Remèdes
Effet d'angles	Surépaisseurs sur arêtes, manque de dépôt dans les creux	Rayonner ou ne pas chromer l'angle
Rayures ou fissures	Absence ou réduction du dépôt	Adoucir par meulage
Filetage	Modification du diamètre et de l'angle de filetage	Compenser par usinage ou polissage électrolytique
Alésage	Irrégularité d'épaisseur	Utiliser une anode de forme ou prévoir un dégagement à la meule
Limite de dépôt	Surépaisseur	Reporter la limite en zone non fonctionnelle ou utiliser une cathode auxiliaire

Le chrome épais amplifie les défauts du métal de base et ce d'autant plus que son épaisseur est importante. La surface devra donc être exempte de piqûres, occlusions, zones écrouies, arrachements de métal, stries d'étirage, tapures de trempe, soufflures, etc.

Il faudra aussi tenir compte de l'amplification de la rugosité superficielle en prévoyant les opérations préalables de rodage, polissage ou rectification (rugosité totale  $R_t \leq 1$  µm et  $R_a \leq 0,5$  µm).

Usinable à la meule ou par pierrage, le chrome électrolytique permet d'obtenir par superfinition des rugosités très faibles :  $R_a$  de 0,1 à 0,02 µm.

### Choix du dépôt

Pour une pièce cylindrique tolérancée, il est possible d'obtenir par chromage une surface utilisable sans retouche en considérant toutefois que la tolérance sur le diamètre chromé est la somme algébrique des tolérances d'usinage du support et de la tolérance d'épaisseur du chromage.

### Chromage à la cote

- Epaisseur du chrome  $\leq 12$  µm : frottement à sec, outils de coupe, par exemple.
- Epaisseur du chrome 10 à 25 µm : moules.
- Epaisseur du chrome 20 à 60 µm : frottement de glissement, prévention légère de l'usure ou de la corrosion.

### Chromage épais

Epaisseur  $> 50$  µm, parfois jusqu'à 500 µm, pour assurer une cote précise après rectification sur des pièces :

- neuves : protection, importante contre l'usure (abrasion et corrosion),
- défectueuses en usinage ou usées : apport  $> 50$  µm et tolérance diamétrale  $\leq 40$  µm après rectification.

### Pré et post-traitements

Les traitements préalables au chromage élimineront les souillures, les oxydes mais aussi la couche superficielle écrouie, et éventuellement abaisseront la rugosité. En vue d'améliorer l'endurance à la fatigue, un grenailage de précontrainte peut être spécifié :

- intensité de grenailage 0,3 mm d'arc, acier  $R_m < 1100$  MPa,
- intensité de grenailage 0,4 mm d'arc, acier  $R_m \geq 1100$  MPa.

Après chromage électrolytique, les aciers à haute résistance, du fait de l'intense dégagement d'hydrogène, subissent une fragilisation.

Les propriétés de telles pièces sont restaurées par un traitement thermique dit de dégazage qui favorise la diffusion de l'hydrogène vers l'extérieur, aussitôt après chromage (moins de 4h) et avant toute finition mécanique.

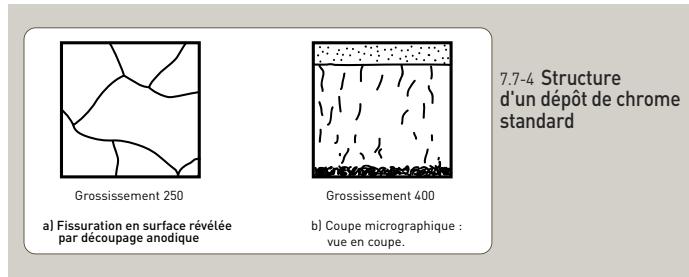
Les pièces devant résister à la fatigue et non précontraintes subiront le traitement thermique suivant : 400 à 480°C pendant 1h minimum ; mais cela peut entraîner une diminution de la dureté du chrome et de l'acier.

Il peut être prescrit une détente à une température de 135 à 150°C durant 2 à 5h, après rectification du dépôt de chrome.

Dans tous les cas, les contrôles magnétoscopiques ou par ressage sont recommandés avant et après rectification du chrome, car une rectification mal conduite provoque une fissuration accrue du dépôt.

## Structure et propriétés du chrome dur

Même à faible épaisseur 0,5 à 1 µm, le dépôt de chrome électrolytique se fissure car les tensions internes du dépôt ( $\approx 100$  MPa) sont supérieures à la ténacité du chrome ( $\approx 15$  MPa).



7.7-4 Structure d'un dépôt de chrome standard

L'examen au microscope montre ainsi des réseaux de fissures caractéristiques, réseaux qui se superposent sans continuité au fur et à mesure de l'accroissement du dépôt [figure 7.7-4].

Une relative étanchéité du dépôt ne s'obtient qu'à partir de 30 à 50 µm d'épaisseur.

Au contraire, des autres dépôts électrolytiques, la taille des grains est excessivement fine, 0,008 à 0,12 µm ; elle est révélée seulement aux rayons X et n'est modifiée que par des traitements thermiques excédant 400°C et durant plus d'une heure, modification qui coïncide alors avec une baisse de dureté.

La dureté et la résistance à l'usure sont deux propriétés essentielles du chrome électrolytique. Les paramètres vus au paragraphe «Caractéristiques du chromage dur» permettront de fixer le plus souvent cette valeur, au mieux, entre 800 et 1000 HV.

Il est à noter que cette valeur correspond à des mesures effectuées sur dépôts épais (épaisseur supérieure à 50 µm), sans rupture du dépôt, ni fissuration aggravée.

Cependant, les dépôts de dureté intermédiaire 750 à 800 HV donneraient la meilleure résistance à l'usure (essai Taber).

Le faible coefficient de frottement du chrome électrolytique permet de très nombreux usages mécaniques : pistons, vérins, coulisseaux, soupapes, arbres, etc.

## 7.8 Les autres traitements ou revêtements

Parmi les nombreux procédés de revêtements, sont présentés ci-après, les revêtements non électrolytiques ou lamellaires les plus courants en matière de fixations.

### Shéhardisation

La shéhardisation est un procédé thermochimique de diffusion superficielle de zinc dans l'acier afin de protéger les articles contre la corrosion.

La pénétration mutuelle des métaux par combinaison ou par diffusion est un phénomène d'ordre très général. A température ordinaire, la réaction est extrêmement lente et ne serait réalisable que sous forte pression mais en élevant la température, la migration atomique est très sensiblement favorisée par l'agitation thermique des atomes.

La diffusion du carbone dans le fer est bien connue : c'est la cémentation classique, dite cémentation carburante. Mais la plupart des métaux et certains métalloïdes peuvent être utilisés comme céments et ils forment un revêtement d'un alliage riche du métal incorporé dans le cément.

Parmi les cémentations métalliques, la plus ancienne appliquée industriellement est celle de zinc, connue sous le nom de shéhardisation, du nom de l'ingénieur anglais Sherard Cowper-Cowles.

Le cément est constitué par de la poudre de zinc auquel on ajoute une charge inerte dont l'objet est d'éviter d'endommager les pièces durant l'opération de chauffe et d'assurer une égale répartition de la poudre de zinc.

Le traitement s'effectue dans des récipients métalliques appelés caissons, soigneusement fermés afin d'opérer dans une atmosphère inerte non oxydante. Les pièces à traiter sont préalablement décapées puis noyées dans le cément à l'intérieur des caissons.

Ces caissons sont placés dans un four chauffant. Ils sont mis en rotation lente sur un axe horizontal, pour un brassage permettant une température homogène à l'intérieur du caisson.

La température de traitement est de l'ordre de 400°C, avec montée en température et retour à la température ambiante très lente afin d'éviter déformations et modifications des caractéristiques mécaniques.

La shéhardisation confère aux pièces une excellente tenue à la corrosion, le revêtement est très régulier avec d'excellentes propriétés d'adhésion et d'un aspect gris mat.

### Cataphorèse

La peinture par cataphorèse permet une bonne uniformité de revêtement, de couleur noire.

Pour les pièces soumises à des agressions mécaniques, une sous-couche de

zinc de 5 à 6 µm améliore la tenue à la corrosion et la résistance aux agressions mécaniques.

Le procédé consiste en l'application d'une peinture qui est un primaire cationique. Celle-ci est une dispersion de molécules organiques et de pigments minéraux en milieu aqueux. En appliquant une tension de 200 à 350 V en courant continu entre les pièces immergées à la cathode et les cellules d'électrodialyse faisant office d'anode, les molécules chargées + se déplacent à la cathode, entraînant les pigments minéraux et se déposent sur les pièces chargées (-). Après application, on procède à un rinçage puis à une polymérisation.

La couche obtenue peut être laissée en l'état ou servir de couche d'accrochage à une peinture d'aspect (peinture poudre ou liquide).

### Méthodes d'application

S'applique sur tous matériaux conducteurs : aciers, alliages cuivreux, alliages d'aluminium, fonte, zinc et alliages, magnésium, aciers inoxydables...

### Principales propriétés

- Couleur noire, aspect brillant.
- Epaisseur de 12 à 24 µm d'épaisseur uniforme, intervalle de tolérance de l'ordre de 5 µm.
- Adhérence excellente sur tout support, y compris sur tôle galvanisée ou pièces électrozinguées.
- Tenue à la corrosion : 500 heures au brouillard salin sur acier phosphaté, sans dégradation mécanique de la couche.
- Bonne tenue aux U.V.
- Bonne pénétration dans les corps creux.

### Nickelage électrolytique

Le procédé consiste à assurer un dépôt de nickel par procédé électrolytique. Ce dépôt améliore les caractéristiques de frottement du métal sur lequel il est déposé et offre une bonne protection à la corrosion.

Le nickel électrolytique peut s'effectuer sur l'acier, l'inox, le cuivre/Laiton et l'aluminium.

### Méthodes d'application

Traitement au tonneau

Il sera préféré au nickel chimique en cas de pièces ayant des cotés serrés pour des raisons d'inhomogénéité d'épaisseur du dépôt, caractéristiques propres aux dépôts électrolytiques.

### **Principales propriétés**

- Aspect : Uniforme
- Epaisseur : 5 à 70µm
- Résistance à la corrosion
- Dureté : 150 à 350 Hv

### **Nickelage chimique**

Le procédé de nickelage chimique se distingue principalement du procédé par voie électrolytique par le fait que sa réaction se produit à vitesse constante en tout point de la surface de la pièce en contact avec la solution.

En nickelage électrolytique, la vitesse de dépôt est en général variable, puisque le flux du courant dépend de la géométrie de la pièce.

Cette propriété se traduit par un "effet de pointe" sur les arrêtes vives et par un dépôt pratiquement nul dans les cavités.

Cet avantage du nickelage chimique assure au revêtement deux qualités essentielles :

- Respect rigoureux des cotes, ce qui évite un usinage ultérieur.  
Pratiquement, l'épaisseur d'un dépôt peut être garantie à 2 microns près.
- Uniformité de la protection, quelle que soit la complexité de la pièce.

### **Méthodes d'application**

Traitements au tonneau ou à l'attache

En règle générale, grâce aux qualités de l'alliage nickel-phosphore, à la régularité et à la précision de son dépôt, à l'épaisseur de la couche pouvant varier de 0 à 200 µ et plus, le champ d'application du nickelage chimique ne connaît pratiquement pas de limites.

### **Principales propriétés**

- Brillant ou satiné
- Bonne conductibilité électrique
- Epaisseur de 3 à 100µ
- Adhérence Très bonne: comparable en tous points un dépôt électrolytique
- Tous types de métaux: acier carbone et inoxydable, aluminium et ses alliages, cuivre et ses alliages, fontes.

### **Cuivrage électrolytique**

Le cuivre est très employé en sous-couche sur un grand nombre de substrats, non seulement pour la protection qu'il peut apporter si son épaisseur est convenable, mais aussi pour la liaison qu'il procure entre le métal de base et les dépôts terminaux.

Le cuivrage électrolytique peut s'effectuer sur l'acier, l'inox et l'aluminium.

### **Méthodes d'application**

Traitements au tonneau

### **Principales propriétés**

- Epaisseur : jusqu'à 20µm
- Ductilité
- Propriétés mécaniques médiocres

### **Etamage**

Le revêtement d'étain est souvent utilisé pour sa bonne résistance chimique, sa basse température de fusion facilitant la soudabilité, son comportement alimentaire (résistance et absence de toxicité), sa conductivité électrique, ainsi que son aspect gris-blanc décoratif.

### **Méthodes d'application**

Traitements au tonneau ou à l'attache  
Substrats cuivreux, acier ou fonte, aluminium

### **Principales propriétés**

- Bonne tenue à la corrosion
- Bonne résistance chimique à l'oxydation
- Bonne conductibilité électrique
- Bonne soudabilité
- Bonne résistance au frottement
- Température limite d'emploi 150°C

### **Brunissage**

Le brunissage est une oxydation superficielle des aciers obtenue par voie chimique, permettant l'obtention d'un aspect noir.

Ce traitement peut être effectué sur acier ou acier inoxydable.

La couleur obtenue sera fonction de la nature du métal.

### **Méthodes d'application**

Dégraissage, décapage et conversion chimique.

### **Principales propriétés**

- Protection temporaire.
- Finition sèche et grasse.
- Possibilité de ne pas huiler.
- Pas de surépaisseur.
- Résistance aux U.V.

## 7.9 Choix d'un revêtement conforme ROHS

### Les directives européennes

Les directives européennes 2000/53/EC et 2002/95/EC (voir extraits en fin d'ouvrage) ont, dans le cadre de la protection de l'environnement et de la recyclabilité des produits, introduit la limitation de l'emploi de métaux lourds et/ou polluants, notamment le chrome hexavalent.

Par exemple, les véhicules automobiles mis sur le marché depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2003 doivent contenir moins de 2 grammes de chrome hexavalent.

Les solutions constituent en la substitution du chrome 6 présent dans la chromatation par du chrome 3 dans les passivations. La résistance à la corrosion sera obtenue par l'ajout d'une couche organo-minérale complémentaire.

### Eléments de choix

Du fait de l'ajout d'une couche complémentaire, le choix devient un compromis entre trois caractéristiques majeures induites par le revêtement, choix dépendant de l'application envisagée :

- épaisseur,
- tenue au brouillard salin,
- coefficient de frottement.

Par ailleurs, on remplace souvent un revêtement «générique» (par exemple le zingué jaune bichromaté) par un revêtement ayant fait l'objet de développements techniques par un formateur et protégé.

Il convient donc de prendre en compte les préconisations du donneur d'ordre amont, souvent exprimées dans un cahier des charges qui peut spécifier une formulation particulière et la diffusion de la formulation dans le réseau de sous-traitants disponibles.

Le tableau 7.9-1 présente quelques éléments de choix de revêtements sans chrome 6 ; vos interlocuteurs Emile Maurin sont à votre disposition pour vous proposer une solution en fonction de vos critères particuliers.

7.9-1

Traitement	Aspect	Epaisseur	Tenue brouillard salin	Coefficient de frottement et remarques
Zingage blanc	Blanc bleuté	5 µm	48 h rouille rouge	Possibilité de coefficient de frottement maîtrisé $\mu = 0,12 \text{ à } 0,18$
		10 µm	72 h rouille rouge	
Zingage Lanthane® sans finition renforcée	Argent	10 µm	200 h rouille rouge	
Zingage Lanthane® avec finition rapportée	Argent	10 µm	600 h rouille rouge	Possibilité de coefficient de frottement maîtrisé $\mu = 0,12 \text{ à } 0,18$
Zinc nickel 12-15% finition bleue	Bleuté	8 µm mini.	720 h rouille rouge	Evite la corrosion par couplage avec l'aluminium
Zinc nickel 12-15% finition noire	Noir	8 µm mini.	720 h rouille rouge	Evite la corrosion par couplage avec l'aluminium
Geomet 500® grade A	Gris	5 à 7 µm	600 h rouille rouge	Coefficient de frottement $\mu = 0,12 \text{ à } 0,18$
Geomet 500® grade B	Gris	8 à 10 µm	1000 h rouille rouge	Coefficient de frottement $\mu = 0,12 \text{ à } 0,18$
Delta Protekt®	Gris argenté	5 à 10 µm	600 à 1000 h rouille rouge	
Deltatone®	Gris argenté	6 à 10 µm	400 h rouille rouge	Avec finition Deltaseal GZ® coefficient de frottement $\mu = 0,10 \text{ à } 0,14$
		10 à 15 µm	800 h rouille rouge	

Données complémentaires pour une meilleure approche du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

- Ch. 3 - **Notions élémentaires de mécanique**
- Ch. 8 - **Vocabulaire du métier de la fixation**

**CHOIX D'UN ASSEMBLAGE BOULONNÉ**

- Ch. 4.2 - **Règles d'implantation**

**CARACTERISTIQUES MECANIQUES**

- Ch. 5.57 - **Essais de couple-tension**

**BIBLIOTHEQUE & OUTILS**

- Ch. 22 - **Performance des modes d'entraînement des vis**
- Ch. 23 - **Tableau de choix des numéros d'embouts et clés**
- Ch. 24 - **Couples de serrage pour visserie en acier ou inox**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

- Ch. 12 - **Usages de la profession et préconisations générales**

8

**Serrage,  
auto-freinage,  
grippage**

## 8.0 Principes mécaniques du serrage d'un assemblage vissé

Le serrage d'un assemblage vissé consiste à utiliser de façon optimum les propriétés élastiques de la vis, élément principal de l'assemblage.

Un assemblage vissé correctement se comporte comme un «ressort». Le serrage génère une précharge axiale de tension, égale et opposée à la compression qui s'exerce sur les pièces assemblées.

Selon les applications, le serrage doit :

- assurer la rigidité du montage et lui permettre de supporter les sollicitations de traction, compression, flexion et cisaillement,
- garantir une étanchéité,
- résister aux effets de desserrage spontané,
- éviter le cisaillement de la fixation,
- réduire les sollicitations de fatigue sur la fixation
- en veillant que les produits assemblés et la fixation restent en dessous de leur limite élastique.

**Un serrage est optimum quand l'assemblage n'est trop, ni trop peu serré !**

### Modélisation d'une liaison par vis

Un assemblage vissé passant par un trou lisse peut être modélisé par la méthode des éléments finis (figure 8.0-1). La tension de serrage est simulée par un effort de traction pure appliquée sur la partie inférieure du corps de la vis.

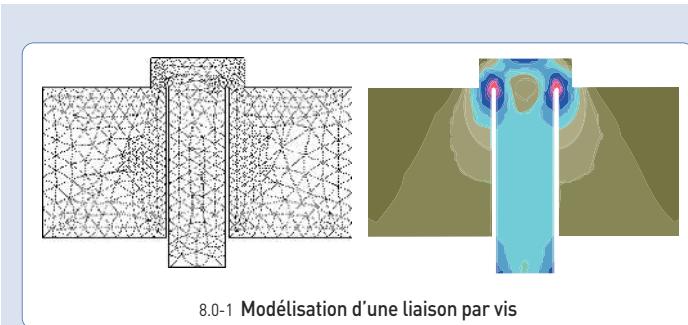
Cette modélisation met en évidence :

- la présence d'un cône de compression,
- une contrainte de pression maximale à l'interface tête de vis / support,
- une concentration de contrainte à la jonction tête et corps de la vis.

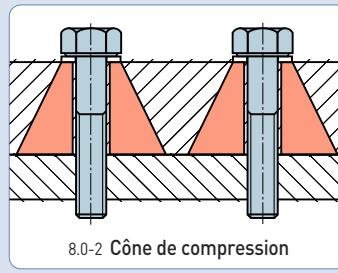
### Cône de compression

Sous l'effet de l'effort de serrage et de la mise en tension de la vis, les pièces serrées sont comprimées. La zone sous contrainte est assimilée à un cône prenant naissance sous la tête de la vis (figure 8.0-2). Par conséquent le serrage est inefficace au-delà d'une distance à l'axe de la vis correspondant à la trace de ce cône sur le plan de jonction des pièces assemblées.

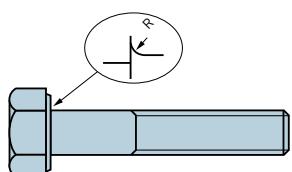
Le choix de la qualité de liaison souhaitée (liaison homogène ou localisée) impacte donc le nombre de vis utilisées et leur diamètre. Si la liaison est susceptible de devoir transmettre un effort tangentiel, il convient de maîtriser le coefficient de frottement des pièces assemblées et d'obtenir un recouvrement des zones de compression.



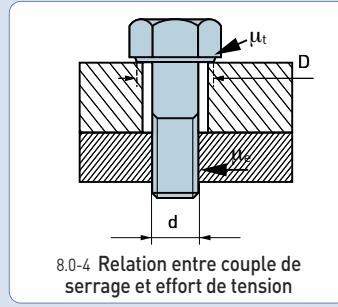
8.0-1 Modélisation d'une liaison par vis



8.0-2 Cône de compression



8.0-3 Concentration de contrainte



8.0-4 Relation entre couple de serrage et effort de tension

## Contrainte de pression sous tête

La modélisation met en évidence le maximum de contrainte sous la tête de vis ou sous sa rondelle associée (figure 8.0-3). Il est donc nécessaire de valider la contrainte admissible par le matériau assemblé. Une rondelle d'appui interposée entre la tête de vis et le matériau permet de répartir la charge et de limiter la contrainte.

## Concentration de contrainte

La concentration de contrainte à la jonction du corps de la vis et de sa tête peut conduire à des phénomènes de rupture sous tête. Le risque est limité par la présence d'un rayon de raccordement. Dans le cas de l'utilisation d'une rondelle d'appui, son diamètre interne doit être maîtrisé et suffisant pour éviter les interférences.

## Relation entre couple de serrage et effort de tension dans la vis (figure 8.0-4)

En première approche, cette relation s'exprime par une équation simple de proportionnalité :

$$Cs = K \times F$$

Le coefficient **K** s'exprime par la formule de Kellerman et Klein :

$$K = \frac{p}{2\pi} + 0,583d\mu_f + \frac{D}{2}\mu_t$$

**p** : pas du filetage,

**d** : diamètre à flanc de filet,

**$\mu_f$**  : coefficient de frottement dans les filets,

**D** : diamètre moyen sous tête,

**$\mu_t$**  : coefficient de frottement sous tête.

Cette expression du coefficient **K** met en évidence le rapport direct entre le couple de serrage et les caractéristiques dimensionnelles de la vis d'une part et l'importance des coefficients de frottement.

Pour plus de détails concernant les règles de calcul, les normes de références sont la NF E 25030-1, la norme allemande VDE 2230, les normes d'essai ISO 16047, EN 14399-2 et EN 1090-2.

Le CETIM a développé un logiciel de calcul des assemblages vissés : COBRA®.

## Relation couple / tension

Pour les assemblages vissés, la relation liant le couple de serrage appliqué et la tension qui en résulte dans la vis est tributaire des frottements. Ces frottements se localisent :

- entre les filets de la vis et de l'écrou ou du taraudage,
- mais aussi entre la face d'appui et la fixation entraînée en rotation (vis, ou écrou). Les assemblages optimisés nécessitent une bonne maîtrise des frottements ainsi que l'emploi d'outils d'assemblage précis afin de respecter la plage de tension visée.

Les essais de couple/tension sont effectués :

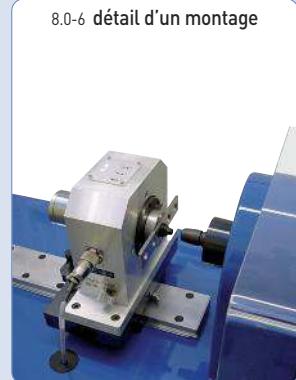
- soit pour déterminer les caractéristiques réelles d'assemblage (à condition de disposer des pièces et des fixations à assembler),
- soit pour vérifier les caractéristiques d'un élément de fixation dans des conditions de référence normalisées :
  - ISO 16047 + NF E 25-039 dans le cas général,
  - EN 14399-2 pour les boulons de construction métallique,
  - Normes internes des constructeurs Automobile, Aéronautique ...

Ces essais nécessitent l'utilisation d'un banc de serrage et d'algorithmes de calcul spécialisés.

Pour plus de détail sur ce type d'essai, se reporter au chapitre 5,57 page 204



8.0-5 Exemple de banc de serrage



8.0-6 détail d'un montage

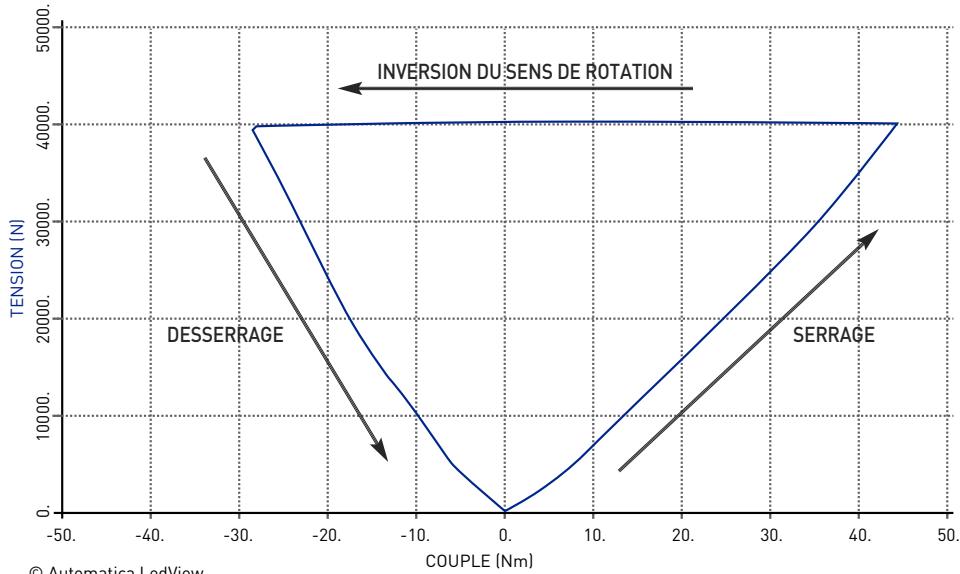
Le coefficient de frottement  $\mu$  est généralement utilisé pour la construction mécanique, l'automobile, l'aéronautique, le ferroviaire ...).  $\mu$ , nombre sans dimension calculé à partir de grandeurs physiques mesurées, dépend de la nature et de la géométrie des surfaces en contact. Dans le cas d'un filetage métrique ISO, la relation liant le couple de serrage et la tension dans l'assemblage s'écrit :

$$C = F \times [0,16 \times P + \mu \times (0,577 \times d_2 + Rm)]$$

où       $C$       est le couple de serrage,  
 F      la tension dans l'assemblage,  
 P      le pas,  
 $d_2$       le diamètre à flanc de filet,  
 Rm      le rayon moyen d'appui sous  
 la partie tournante  
 (tête ou écrou),  
 et       $\mu$       le coefficient de frottement.

Remarque : si les caractéristiques de l'équipement d'essais le permettent, il sera possible de répartir le frottement dissipé dans le filetage et sous la partie tournante de l'assemblage (tête ou écrou).

Le coefficient de frottement, extrait de la formule précédente, permet de résumer la relation couple/tension simplement et indépendamment des caractéristiques géométriques de l'assemblage.



8.0-7 Visualisation d'une courbe d'essai couple/tension

La construction métallique pour les boulons précontraints (HR, HRC, HV) préfère utiliser le coefficient de rendement du couple K. Ce nombre sans dimension est calculé à partir du couple et de la tension mesurés par la relation suivante :

$$C = K \times d \times F$$

où      C            est le couple de serrage mesuré,  
        K            le coefficient de rendement du couple,  
        d            le diamètre de la fixation,  
et      F            la tension mesurée dans l'assemblage.

Remarque : en sus du coefficient K, des critères liés à la rotation ou à l'allongement sont souvent vérifiés, mais nécessitent un équipement d'essais adapté.

Lors de la fabrication des fixations, la maîtrise des valeurs et de la dispersion de  $\mu$  ou de K est réalisée à l'aide de lubrifiants, qui peuvent être intégrés dans le cas de revêtements anti-corrosion.

# 8.1 Méthodes, outils et limites des types de serrage

## Serrage au couple

Le serrage au couple est la méthode la plus répandue de serrage. L'assemblage est serré à l'aide d'une clé dynamométrique avec une plage de serrage appropriée à l'assemblage concerné. Ces clés peuvent être manuelles ou automatiques pour les grandes séries (figure 8.1-4 et 8.1-5).

La méthode comprend les deux phases suivantes :

- une première phase avec une clé réglée à 75% du couple de référence. L'ensemble des éléments de fixation doit être serré ainsi avant de passer à la seconde phase. Une clé à chocs peut être éventuellement utilisée pour cette phase ;
- une deuxième phase où la clé de serrage doit être réglée sur une valeur de couple à 110%.

Le couple de serrage doit être appliqué sans à-coups et de façon continue.

Nota : dans le cas de boulons à serrage contrôlé (norme EN 14399), se référer aux valeurs fondées sur la classe k déclarée par le fabricant

## Limite du serrage au couple

### Imprécision de l'effort de serrage

Le résultat du serrage dépend étroitement des coefficients de frottement au niveau des filets ( $\mu_f$ ) et sous tête ( $\mu_t$ ) mais dans la pratique ces paramètres sont très difficilement maîtrisables. De ce fait, pour un même couple de référence, la dispersion dans la tension finale pourra se situer entre  $\pm 20\%$  au mieux, voire  $\pm 60\%$ ... selon le moyen de serrage utilisé.

Cette grande dispersion est due à la combinaison de trois phénomènes :

- l'imprécision sur le couple de serrage appliquée,
- les défauts géométriques et les états de surface des pièces assemblées et de la fixation,
- la lubrification des surfaces en contact.

8.1-1

Moyen de serrage	Precision sur la précharge	Coefficient d'incertitude de serrage
Clé dynamométrique. Visseuse rotative avec étalonnage périodique sur le montage (par mesure d'allongement de la vis ou mesure à la clé dynamométrique du couple de serrage).	$\pm 20\%$	1,5
Clé à chocs avec adaptation de rigidité et étalonnage périodique sur le montage (au moins aux mesures à la clé dynamométrique du couple de serrage par lot).	$\pm 40\%$	2,5
Clé à main. Clé à chocs sans étalonnage	$\pm 60\%$	4

Selon les classes de qualité des éléments de l'assemblage, les coefficients de frottement, la classe de précision de serrage désirée, il convient de se reporter à la norme NF E 25030 (figure 8.1-6).

### Le phénomène de contraintes parasites de torsion

La méthode de serrage au couple provoque dans la fixation, en sus de la contrainte axiale voulue, une contrainte de torsion parasite dont le niveau peut atteindre 30% de la contrainte de traction. La contrainte résultante dans la fixation est fortement augmentée et peut dépasser la limite élastique du matériau, même si la contrainte de traction est dans les limites acceptables. De plus cette contrainte résiduelle en torsion peut faciliter le desserrage en fonctionnement (figure 8.1-2).

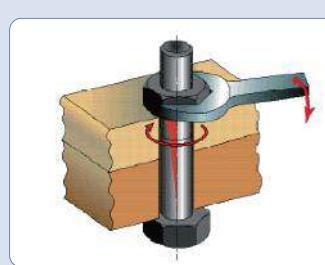
Enfin, le couple étant appliqué généralement de façon asymétrique, il existe une contrainte de flexion. Son faible niveau permet en général de la négliger mais elle peut aussi intervenir dans les cas limites.

### Détérioration des états de surface

Le frottement des pièces sous des efforts importants provoque des détériorations des surfaces en contact. Lors d'un serrage ultérieur, cela entraînera des forces de frottement qui engendreront une plus grande imprécision sur la tension de serrage. Par ailleurs cette détérioration peut avoir des conséquences sur la tenue en corrosion des pièces assemblées au droit des points d'assemblage (figure 8.1-3).

### Difficultés de desserrage

La détérioration des états de surface, éventuellement augmentée par la corrosion, demande l'application d'un couple de desserrage très élevé qui peut atteindre



8.1-2 Contrainte de torsion résultant d'un serrage au couple

Le serrage "au couple" soumet le boulon à une contrainte de torsion "parasite"



8.1-3 Le serrage au couple entraîne une détérioration des surfaces des éléments de l'assemblage.

Les montages et démontages successifs accentuent ce phénomène

la limite élastique du matériau de l'assemblage et provoquer sa ruine.

#### Limites dans le cas de boulons de grandes dimensions

Au delà d'un couple de référence de 1000 Nm, il est nécessaire de recourir à des clés à chocs mais la précision sur la précharge diminue. Une clé hydraulique de bonne qualité peut être une solution à envisager.

#### Difficulté de serrages simultanés

Avec la méthode du serrage au couple, il est rarement possible de procéder au serrage simultané de la totalité des fixations d'un assemblage

### Serrage à l'angle

Le serrage à l'angle s'effectue en deux phases :

- mise en contact par application d'un couple d'accostage servant de seuil pour la mesure angulaire. Cette opération a pour but le positionnement des pièces et l'élimination des défauts de surface. Le couple d'accostage doit être aussi faible que possible (figure 8.1-7).
- vissage avec un angle déterminé.

Cette méthode permet des résultats plus précis que le serrage au couple car la précharge obtenue est quasiment proportionnelle à l'angle de serrage et les coefficients de frottement n'interviennent que modérément. Un contrôle final de couple permet de détecter une éventuelle anomalie.

#### Limites du serrage à l'angle

La mise en œuvre de cette méthode est donc simple mais l'approche théorique fait intervenir un nombre important de paramètres dont certains difficiles à maîtriser. La détermination de la consigne angulaire nécessite une mise au point préalable et des essais de vérifications. Elle ne peut économiquement se mettre en œuvre que pour des grandes séries sur chaîne de fabrication.

La fiabilité de la précharge atteinte est améliorée par la rigidité des pièces et la constance des caractéristiques des pièces. Un serrage à l'angle est par exemple à proscrire avec des assemblages comportant des joints.

L'imprécision du serrage dépend surtout de l'imprécision sur le couple d'accostage. Le rapport entre le couple d'accostage et le couple final dépend de la rigidité des pièces (de 30% pour des pièces très rigides à 50% si des pièces sont facilement déformables).

La contrainte de torsion parasite peut être sensiblement supérieure à celle obtenue par la méthode du serrage au couple.

### Méthode combinée

- Comme dans les méthodes précédentes, le serrage s'effectue en deux phases :
- une première phase avec une clé réglée à 75% du couple de référence. L'ensemble des éléments de fixation doit être serré ainsi avant de passer à la seconde phase ;
  - une seconde phase dans laquelle une rotation spécifiée est appliquée à

la partie de l'assemblage qui tourne. La position de l'écrou par rapport aux filets de la vis doit être repérée (à la peinture par exemple) dès la fin de la première phase pour déterminer la rotation finale de l'écrou par rapport aux filets en fin de deuxième phase. Sauf spécification contraire, l'angle de rotation doit être conforme aux valeurs du tableau 8.1-4 (pour des vis de classe de qualité 8.8 ou 10.9) :

8.1-4

Epaisseur nominale totale « <i>t</i> » des pièces à assembler (y compris toutes fourrures et rondelles) / <i>d</i> : diamètre de la vis	Rotation supplémentaire à appliquer (seconde phase de serrage)	
Degrés	Fraction de tour	
$t < 2d$	60	1/6
$2d \leq t < 6d$	90	1/4
$6d \leq t \leq 10d$	120	1/3

Nota. Lorsque la surface sous tête de vis (en tenant compte des rondelles biaises, le cas échéant) n'est pas perpendiculaire à l'axe de la vis, il convient de déterminer par des essais l'angle de rotation requis.

### Serrage à la limite élastique

Cette méthode consiste à serrer les vis jusqu'à l'atteinte de leur limite élastique apparente. Elle impose de mesurer en permanence et simultanément le couple et l'angle de serrage et de stopper l'opération dès qu'il y a perte de proportionnalité directe entre ces deux paramètres. Les erreurs sont dues uniquement à la dispersion des contraintes de torsion liée à la variation du coefficient de frottement. Cette dispersion est faible, une variation de coefficient de frottement de 25% n'entraînant qu'une erreur de 7%.

Il est utilisé une visseuse équipée d'un capteur de couple et d'un capteur d'angle, renvoyant leurs paramètres à un module électronique qui déclenche l'arrêt de la broche de vissage dès qu'il n'y a plus proportionnalité.

Chaque vis est serrée à sa limite élastique propre, c'est-à-dire au maximum de possibilités, indépendamment de toute programmation, ce qui évite les risques de casse de vis non conforme au montage.

La précontrainte est obtenue avec une précision de  $\pm 8\%$ .

#### Limites du serrage à la limite élastique

L'utilisation d'une rondelle est à proscrire car elle peut fausser la mesure : un déplacement éventuel déclenche l'arrêt du vissage.

Si des efforts en fonctionnement entraînent des allongements supplémentaires des vis, il est possible de dépasser la limite élastique, provoquant une perte de précharge, un changement de performance de l'assemblage, voire sa ruine.

Les démontages et remontages d'une même vis sont à proscrire car la déformation de la vis sera cumulative jusqu'à la rupture. Le remplacement doit être systématique.

## Serrage par tendeur hydraulique

Cette méthode consiste à appliquer sur la vis un effort de traction par l'intermédiaire d'un vérin annulaire. Une fois mise en tension, l'écrou est accosté manuellement ou avec un léger couple de serrage. Le vérin est ensuite relâché et l'effort hydraulique en grande partie transféré sur l'assemblage. Afin d'augmenter la précision un double accostage est recommandé : la première opération permet la compensation des jeux et défauts de surface et établit l'équilibre des efforts au sein de l'assemblage. La deuxième opération permet l'obtention de la précision souhaitée dans la mise en tension de l'assemblage (photo 8.1-6).

Les contraintes de torsion dans la vis sont inexistantes, et les coefficients de frottement n'interviennent pas dans le serrage.

Cette méthode est particulièrement adaptée pour le serrage simultané de plusieurs vis (photo 8.1-7).

### Limits du serrage par tendeur hydraulique

L'encombrement de l'appareil impose un écartement entre deux vis plus important qu'avec les autres outils de serrage. Le serrage est obligatoirement opéré coté écrou. Une hauteur de vis suffisante pour l'accrochage du vérin doit être prévue. On ne peut installer comme précharge qu'une partie de l'effort axial maximal admissible par la vis.

La principale difficulté est la connaissance de la précharge installée dans la vis, dépendant du rendement de l'opération. Ce rendement dépend de la raideur des éléments de l'assemblage et varie entre 50 et 90% selon la géométrie de celui-ci.

## Moyens de contrôle du couple de serrage

### Contrôle à la clé dynamométrique

C'est le contrôle le plus aisé à mettre en œuvre. Il demeure néanmoins une incertitude importante sur la tension finale de serrage de l'assemblage.

### Contrôle d'élongation par ultrasons

La méthode consiste à mesurer le temps de trajet d'une onde ultrasonore le long de l'axe de la vis. La mise en œuvre nécessite un personnel qualifié. Elle est notamment performante pour la visserie de petit diamètre (inférieur à 20 mm)

### Contrôle d'élongation par jauge de contrainte

C'est une méthode de laboratoire inutilisable en application industrielle. Des

Les produits présentés sont extraits des catalogues BETA et SKF. Vous pouvez trouver ces produits dans nos agences de Bordeaux et Toulouse pour les produits BETA, ou dans le réseau national de MICHAUD-CHAILLY pour les produits BETA et SKF.

jauge de contrainte sont collées sur le corps de la vis et connectées à un pont de Weston. La variation du signal obtenu correspond à la variation d'élongation du boulon préalablement étalonné.

### Contrôle par rondelle de mesure

Cette méthode a l'avantage de mesurer directement l'effort de serrage. La rondelle de mesure est une rondelle instrumentée placée sous l'écrou de serrage qui agit comme un capteur de force. Il est recommandé de placer une rondelle «classique» entre écrou et rondelle de mesure pour éviter une détérioration de cette dernière. Cette méthode permet de mesurer et enregistrer l'effort de tension dans le boulon au cours de la vie de l'assemblage, aussi bien au repos qu'en service (photo 8.1-8).



Serrage par tendeur hydraulique



Contrôle par rondelle de mesure



Serrage simultané par tendeurs individuels avec alimentation centralisée



8.1-5 Clé dynamométrique



8.1-6 Multiplicateur de couple



8.1-7 Contrôleur de couple électronique digital avec transducteur



8.1-8 Clé de serrage angulaire électronique

## 8.2 Serrage : cas particulier des fixations en acier inoxydable

### Comportement au montage

Les éléments de fixation en acier inoxydable présentent deux problèmes principaux lors du vissage :

- un important risque de grippage,
- une dispersion importante du coefficient de frottement.

Ces deux phénomènes entraînent un risque majeur de non-fonctionnalité de l'assemblage par l'installation d'un niveau de tension incontrôlé. Etant donné que la précontrainte installée doit être maîtrisée lors d'un serrage au couple, il est impératif d'anticiper les problèmes en mettant en place des mesures préventives : la mise en place d'éléments de fixation en acier inoxydable doit s'accompagner d'une lubrification maîtrisée.

### Essai de caractérisation couple/tension (NF EN ISO 16047) Application aux éléments de fixation en acier inoxydable

La norme NF EN 16047 spécifie les essais couple/tension réalisés sur des éléments de fixation filetés ou pièces similaires. Elle s'applique principalement aux vis, goujons et écrous en acier au carbone ou acier allié, de filetage M3 à M39 et de caractéristiques mécaniques conformes à la norme ISO 898-1 et 6. Elle s'applique aussi à d'autres éléments de fixation à filetage intérieur ou extérieur, à filets triangulaires ISO conformes à la norme ISO 68-1.

Par similarité elle est applicable aux éléments de fixation en acier inoxydable. Il y a cependant lieu de tenir compte des mises en garde suivantes.

#### Mises en garde.

- Pour les essais réalisés dans les conditions normalisées pour les fixations en acier (avec des plaques d'appui/rondelles et écrous ou vis de référence), les pièces de référence sont dégraissées. Pour la visserie en acier inoxydable, le risque de grippage sur la surface d'appui (acier brut dégraissé) et dans les filets (non lubrifiés) est alors très grand.
- Pour les fixations en acier inoxydable et pour être représentatif des conditions de frottement d'un assemblage, il convient d'utiliser des écrous ou vis de référence dégraissés et des plaques d'appui/rondelles de références reproduisant la même surface d'appui sous l'élément entraîné.
- Dans la mesure du possible, il est préférable de déterminer la relation couple/tension d'un assemblage en se rapprochant le plus possible des conditions réelles de l'assemblage (élément support, sous tête de vis ou écrou, moyens de montage...). Voir la norme NF EN ISO 16047, paragraphe «conditions spécifiques».

## 8.3 Grippage des fixations en acier inoxydable

### Définition du grippage

Le seuil de grippage d'un couple de matériaux est défini par la valeur de la pression de contact à laquelle se produit un transfert de matière d'une surface à l'autre. Il existe un seuil de grippage pour chaque couple de matériaux métalliques. Outre l'état de surface, ce seuil dépend de la nature chimique et métallurgique de chacun des deux alliages en présence.

La norme ASTM G-08 décrit une méthode de caractérisation du seuil de grippage de deux matériaux métalliques. Ce test consiste à frotter un pion métallique (mode de contact : plan/plan ; diamètre de pion 12,7 mm) à l'extrémité plane sur une surface plane d'un bloc.

Le tableau 8.3-1 récapitule les essais menés sur plusieurs alliages, réalisés dans le cadre d'une étude du CETIM «friction des aciers inoxydables pour applications agro-alimentaires» de janvier 2002.

8.3-1

Matériau mobile	Dureté Brinell	410	416	430	440C	304	316	17-4PH (630)
410	352	21	28	21	21	14	14	21
416	342	28	90	21	145	165	290	14
430	159	21	21	14	14	14	14	21
440C	560	21	145	14	75	21	255	21
304	140	14	165	14	21	14	14	14
316	150	14	290	14	250	14	14	14
17-4PH	415	21	14	21	21	14	14	14

Bien que ces essais ne soient pas représentatifs des conditions de frottement entre deux éléments de fixation filetés lors du serrage (surface plane sous tête et surface hélicoïdale dans les filets), il apparaît clairement que les aciers inoxydables présentent un comportement médiocre au grippage.

### Cas des assemblages vissés en acier inoxydable

Pour les assemblages vissés, le grippage des éléments de fixation en acier inoxydable peut se produire en deux étapes lors d'un vissage.

#### Micro-grippage

Tandis que le couple augmente, la tension n'augmente plus de façon linéaire mais par paliers. Il s'agit de microsoudures provoquées puis rompues par le couple appliqué au fur et à mesure de leur occurrence (phénomène de «stick-slip»). Une rotation relative demeure possible entre les deux éléments mais le serrage est perturbé.

Le phénomène peut-être localisé :

- entre la vis et l'écrou, au niveau des filets,
- entre l'élément entraîné et la pièce d'appui, c'est-à-dire sous la tête de vis ou l'écrou.

#### Grippage total

Tandis que le couple augmente, la tension n'augmente plus du tout : toute rotation est alors bloquée.

Ces deux étapes sont facilement identifiables lors d'un essai couple/tension. Par exemple, un test effectué sur une vis M20x1,5 en A4-80 non lubrifié montre une apparition du micro-grippage à partir de 800 N.m qui s'accentue jusqu'au grippage total vers 1600 N.m.

## 8.4 Lubrification des fixations en acier inoxydable

Pour la visserie en acier inoxydable, une lubrification contrôlée produira deux effets :

- réduction du risque de grippage avec amélioration de la montabilité,
- abaissement du coefficient de frottement et de sa dispersion et donc meilleur contrôle de la tension installée au serrage.

Lors d'un serrage au couple, l'installation d'une précontrainte contrôlée requiert un couple et un coefficient de frottement maîtrisé. La valeur du couple appliquée dépend des moyens de serrage. Le coefficient de frottement dépend des caractéristiques de l'assemblage (matériaux de la fixation et des pièces serrées) et du lubrifiant / revêtement utilisé.

Au regard de la relation couple/tension de l'assemblage, pour une précision identique du couple de serrage, l'abaissement du coefficient de frottement et de sa dispersion entraîne une réduction de la dispersion de la tension de serrage et une réduction du couple nominal nécessaire.

### Elément lubrifié

Il convient de lubrifier l'élément de fixation par lequel est serré l'assemblage (élément tournant). De cette manière, l'utilisateur sera amené à lubrifier ou revêtir la vis/le goujon ou l'écrou dans le cas du boulonnage, et à lubrifier et/ou revêtir la vis ou le goujon dans le cas d'un vissage dans une pièce taraudée.

Il est possible de lubrifier et/ou revêtir les deux éléments de fixation. Pour une utilisation occasionnelle ou des assemblages non sécuritaires, l'application d'un lubrifiant liquide ou pâteux avant montage permettra d'anticiper le risque de grippage. Une caractérisation couple/tension de l'assemblage sera suffisante pour déterminer le couple de serrage adapté. Il est préférable d'intégrer la lubrification au procédé de fabrication au moyen d'un traitement de surface pour obtenir des caractéristiques tribologiques satisfaisantes.

**Le sur-serrage induit un risque de rupture au vissage, le sous-serrage un risque de rupture en service.**

### Elément de choix d'une lubrification

Le choix d'un revêtement sera lié :

- aux matériaux de la fixation et des pièces serrées. Selon les nuances des métaux, il sera préférable de déposer un top-coat ou un traitement de surface ;
- à l'environnement de service des pièces d'assemblage : il conviendra d'appliquer un traitement de surface satisfaisant les paramètres température, ambiance acide ou basique, alimentaire, conductibilité électrique...
- à d'autres types de critères éventuels : nombre de montage / démontage, longueur vissée, protection contre la corrosion galvanique....

### Valeur indicative de coefficients de frottement

A l'état brut dégraissé, la visserie en acier inoxydable présente généralement un coefficient de frottement élevé et très dispersif dans la fourchette de 0,2 - 0,4.

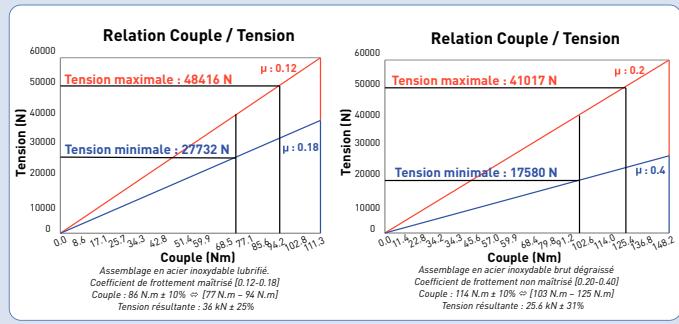
Avec un revêtement lubrifiant, il est possible d'obtenir des plages de coefficients de frottement standard de 0,12 à 0,18 ou 0,08 à 0,14. La réduction du coefficient de frottement permet ainsi de gagner en précision lors du serrage au couple et l'abaissement de la valeur moyenne du coefficient de frottement permet de réduire le couple de serrage nécessaire pour atteindre un niveau de tension donné.

### Démontage

Un assemblage fileté précontraint demeure démontable tant qu'aucun grippage n'a lieu entre les éléments de fixation après serrage. Appliquée à la fixation en acier inoxydable, ce critère impose le respect des règles et la mise en place des précautions suivantes :

- éviter tout grippage ou micro-grippage lors du serrage initial ; mettre en place une lubrification adaptée,
- éviter toute corrosion pendant le service ; bien choisir la nuance des éléments de fixation et/ou mettre en place une protection galvanique adaptée,
- assurer le maintien d'un coefficient de frottement correct pendant la vie de l'assemblage ; mettre en place une lubrification adaptée.

8.4-1 Illustration de l'effet d'une lubrification avec coefficient de frottement maîtrisé



## 8.5 Systèmes de freinage et étanchéité par dépôt sur filet (pré-application)

Sur les filets d'un pas de vis, il est possible de déposer un «frein-filet» qui répond à plusieurs fonctions :

- freinage/blocage avec ou sans démontabilité,
- étanchéité.

Le choix doit faire l'objet d'un cahier des charges spécifique correspondant à l'application envisagée.

Il existe sur le marché plusieurs formulateurs. Les solutions présentées dans le tableau 8.5-1 ne sont donc pas exhaustives mais proposées à titre d'exemples.

8.5-1

Fixation / Blocage	Etanchéité	Fixation (repositionnable et réutilisable)
Loctite Dri-Loc® 2020 (faible)	Loctite Vibra-Seal® 503 (petit diamètre)	Loctite Dri-Loc Plastic®
Loctite Dri-Loc® 2040 (fort)	Loctite Vibra-Seal® 516 (jeu important)	PFS Vibra-Stop® (Micro-vis)
Loctite Dri-Loc® 2045 (moyen / homologué automobile)	Loctite Dri-Seal® 5061 (alimentaire)	
	PFS Ano-Seal® (étanchéité sous tête)	

### Loctite Dri-Loc® (base eau)

Conforme à la norme DIN 267.27

- Blocage permanent des assemblages filetés.
- Joints pour liquide et gaz.
- Résistance à la température de -55°C à 200°C.
- Couple de serrage faible.
- Couleur facilement repérable.
- Durée de vie sur pièce avant montage de 4 ans.
- Produit recyclable à base d'eau.
- Film de pré-appliquée contenant de la résine et un activateur micro encapsulé.
- Sec au toucher, reste un revêtement inerte jusqu'à l'assemblage.
- En cours d'assemblage les microcapsules sont écrasées et l'activateur est libéré.
- Le Dri-Loc® polymérisé en adhérant sur les 2 parties de l'assemblage fileté.



### Loctite Dri-Seal® (base eau)

- Produit de scellement instantané du filetage.
- Joints souples et gaz.
- Résistance à la température de -55°C à 200°C.
- Couple de serrage faible.
- Repositionnable de quelques degrés.
- Couleur facile à identifier.
- Durée de vie sur pièce avant montage de 2 ans.
- Produit recyclable à base d'eau.
- Film de produit pré-appliquée solide et non réactif.
- Pendant le montage, le Dri-Seal® remplit l'espace entre le filetage mâle et femelle.
- Scelle le joint immédiatement.



### Loctite Dri-Loc Plastic®

Conforme à la norme DIN 267.28

- Torsion de serrage immédiate et efficace.
- Réglable et réutilisable.
- Performances égales sur tous substrats.
- Résistance à la température de -55°C à 120°C.
- Graissage spécifique et possibilité de lubrifier.
- Couleur facile à identifier.
- Durée de vie sur pièce avant montage de 20 ans.



### PFS Ano-Seal® (étanchéité sous tête)

- Produit élastomère d'étanchéité (liquide et gaz).
- Elimine les composants : rondelles / joints toriques.
- Répond aux pertes de dévissage.
- Empêche la vibration et le bruit.
- Gain de temps au montage.
- Supprime la corrosion entre métaux.
- Sec au toucher, reste un revêtement inerte.
- Conserve ses performances après plusieurs démontages.
- Produit résistant à la pression > 150 bar.
- Température d'opération de -45 °C à + 200 °C.
- Résistances : eau et intermittentes aux solvants.
- Durée de vie 4 ans.



Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

#### BIBLIOTHEQUE ET Outils

- Ch. 2 - **Normes de boulonnerie de construction métallique**
- Ch. 25 - **Caractéristiques et bases de calcul de la boulonnerie non précontrainte pour la construction métallique SB**
- Ch. 26 - **Caractéristiques et bases de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HR et HRC-TH**
- Ch. 27 - **Caractéristiques et bases de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HV**
- Ch. 28 - **Caractéristiques et bases de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HRC-TC avec écrou HRD**
- Ch. 29 - **Trous de perçage pour les boulons de charpente métallique**

#### ENVIRONNEMENT ET LEGISLATION

- Ch. 2 - **Arrêté du 24 Avril 2006 (produits de construction aptes à la précontrainte)**
- Ch. 3 - **Arrêté du 6 Mars 2008 (produits de construction métallique non précontraints)**
- Ch. 4 - **Arrêté du 16 Février 2010**
- Ch. 5 - **Règlement UE 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions de commercialisation pour les produits de construction**
- Ch. 6 - **Décret 2012-1489 du 27 décembre 2012 pris pour l'execution du règlement UE n°305/2011 du parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 pour les produits de construction**
- Ch. 7 - **Eurocode 3 : calcul des assemblages NF EN 1993-1-8 : 2005**
- Ch. 8 - **Eurocode 5 : calcul des assemblages NF EN 1995-1 & 2 : 2005**

9

**Boulonnerie  
de construction  
métallique**

## 9.0 Environnement particulier des produits de construction métallique



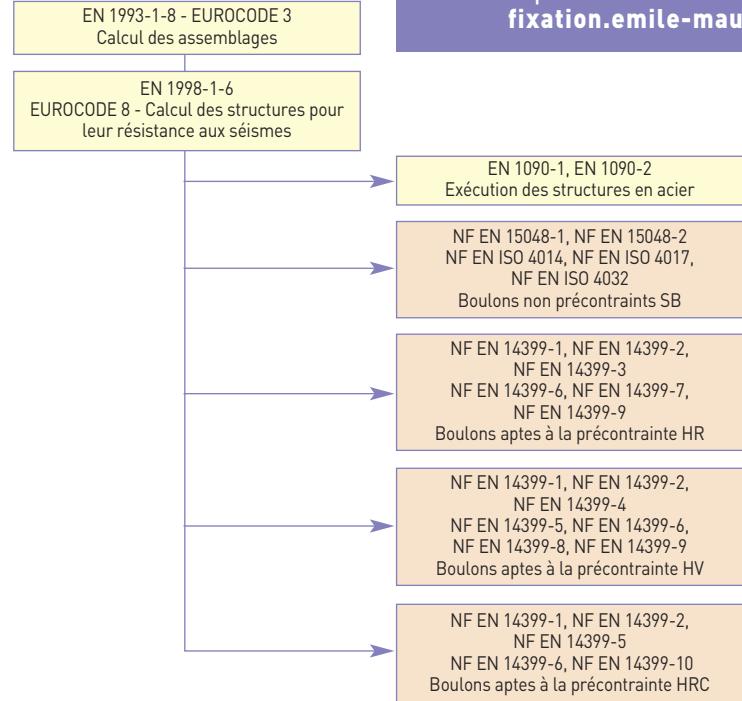
Téléchargez  
nos produits modélisés  
en **BIM 3D**  
depuis notre site internet  
[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)



9.0-1 Charpente métallique

La publication des normes de boulonnerie non précontrainte pour la construction métallique (NF EN 15048) et de boulonnerie précontrainte pour la construction métallique (NF EN 14399), ainsi que les normes d'exécution des structures en acier (Eurocode 3 EN 1090-1 et 2) ont profondément modifiées l'utilisation des produits de boulonnerie en construction métallique.

Les normes de produits harmonisés (c'est-à-dire publiées au Journal Officiel de la Communauté Européenne) ont rendu le marquage « CE » obligatoire et d'application réglementaire pour les différents types de boulonnerie de construction métallique.



Les notes de calcul des structures doivent être réalisées suivant les Eurocodes ou suivant d'autres référentiels s'ils sont expressément spécifiés dans les documents contractuels, conformément à l'Annexe A de l'EN 1090-1.

**Attention :** La norme 1090-1 a été révisée, et entrée en vigueur le 01/09/2012, avec une fin de période de coexistence au 01/07/2014. L'annexe A étant supprimée par rapport à l'ancienne version, il n'est plus possible de calculer suivant d'autres référentiels que les Eurocodes.

## Synthèse des systèmes de boulonnerie de construction métallique

### 9.0-2 Synthèse

Produit	Boulons précontraints à serrage contrôlé			Boulons non précontraints
	HR	HV	HRC	SB
Normes produit	NF EN 14399-1	NF EN 14399-1	NF EN 14399-1	NF EN 15048-1
	NF EN 14399-2	NF EN 14399-2	NF EN 14399-2	NF EN 15048-2
	NF EN 14399-3	NF EN 14399-4	NF EN 14399-10	
	NF EN 14399-7	NF EN 14399-8		
Marquage CE	OUI	OUI	OUI	OUI
Forme de tête	Tête hexagonale Tête fraisée	Tête hexagonale	Tête hexagonale Tête ronde	Tête hexagonale
Classe de qualité (acier)	8.8			4.6/4.8/5.6/5.8/6.8 [1]
	10.9	10.9	10.9	8.8/10.9 [1] 10.9
Classe de qualité (inox austénitique)	non	non	non	50/70/80 (1)
Résilience	27J à -20°C	27J à -20°C	27J à -20°C	Classes 4.8/5.8/6.8
				27J à 20°C
				Autres classes
				27J à -20°C
Diamètre	M12 à M36	M12 à M36 sauf M14 M18	M12 à M30 [2] sauf M14 M18	M12 à M39
Rondelles	Obligatoires	Obligatoires	Obligatoires	Optionnelles [3]
	1 rondelle en classe 8.8	1 rondelle côté écrou	2 rondelles ou	
	2 rondelles en classe 10.9	1 rondelle côté tête	1 rondelle côté écrou	
Revêtement	Brut	Brut	Brut	Brut
	Galvanisé à chaud	Galvanisé à chaud	Galvanisé à chaud Geomet 720°	Galvanisé à chaud Electrozingué
Classe de serrage	K0	K0 [4]	K0 avec écrou HRD	
	K1	K1 [4]	K2 avec écrou HRD	K0
	K2	K2 [4]	K2 avec écrou HR	
Méthode de serrage	Méthode du couple (K2)	Méthode du couple (K2)	Méthode HRC [K0,K2]	
		Méthode combinée (K1)	Méthode du couple (K2)	serrage au refus
	Rondelle indicatrice (K0)	Rondelle indicatrice (K0)		
Existant sous marque nf ?	OUI en classe K2	NON	OUI en classe K2 avec écrou HR	OUI

(1) Les boulons SB disponibles sur le marché sont généralement en acier, de classe de qualité 8.8

(2) La révision en cours de la norme NF EN 14399-10 devrait permettre la normalisation de boulons HRC de diamètre 36

(3) Sauf pour les assemblages à simple recouvrement comportant une file de boulons, ou 2 rondelles sont exigées conformément au §8.2.4 de l'EN 1090-2

(4) Les boulons HV disponibles sur le marché sont généralement de classe K1, donc ne pouvant être serrés en utilisant la méthode du couple

## Quand faut-il mettre en œuvre des boulons précontraints ?

Les tableaux qui suivent tiennent compte des recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures acier et mixtes non et faiblement dissipatives qui imposent l'utilisation de boulons précontraints à serrage contrôlé en classe de ductilité DCL avec  $q=2$ .

Un boulon non précontraint travaillant en cisaillement est à déconseiller lorsque la maîtrise des jeux dans l'assemblage est un enjeu (poutres-treillis, pannes en continuité totale..).

En cas de chocs, chargements rapides ou vibrations significatives, les assemblages susceptibles de desserrage des boulons seront précontraints ou munis d'un dispositif anti-desserrage.

**Avertissement :** les tableaux suivants ne sont qu'un guide indicateur et ne saurait engager la responsabilité d'EMILE MAURIN.

### 9.0-2 Assemblage dans les bâtiments industriels type portique à un niveau avec ou sans ponts roulants

Assemblage avec boulons ou tiges d'ancre	Type de sollicitations					
	Hors seisme/chemin de roulement	Séisme Classe de ductilité		Présence de pont roulant	Inversion significative des efforts (1)	
<b>Normes de calcul</b>	NF EN 1993-1-8	NF EN 1998 DCL q=1 ou 1,5	NF EN 1998 DCL q=2	NF EN 1998 DCM/DCH	NF EN 1993-1-8 NF EN 1993-1-9	NF EN 1993-1-8 §2,6(2)
<b>Continuité de traverse par platine d'about</b>	Non	Non	Oui Cat. C	Oui	Non	
<b>Travers-poteau par platine d'about</b>	Non	Non	Oui Cat. C	Oui	Non	
<b>Couvre-joints</b>						Oui
<b>Platine d'about poteaux / corbeaux soutenant des charges de roulement</b>		Non	Oui Cat. C	Oui	Oui lorsque pont roulant classe ≥ S1	
<b>Platine d'assise de pied de poteau articulé ou encastré</b>	Non				Non	
<b>Platine d'about de portique de stabilité longitudinale</b>	Non	Non	Oui Cat. C	Oui	Oui lorsque pont roulant classe ≥ S1	
<b>Barre de contreventement des palées de stabilité longitudinale et des poutres au vent</b>	Non	Non	Oui Cat. C	Oui	Oui lorsque pont roulant classe ≥ S2	Oui Cat. C
<b>Transmission des efforts horizontaux de chemin de roulement à l'ossature</b>		Non	Oui Cat. C	Oui	Oui Cat. C	Oui Cat. C
<b>Goussets / raidisseurs des bracons de stabilité pour traverses, poteaux, charges de roulement</b>	Non, à condition qu'un assemblage plein trou soit réalisé par alésage sur chantier					Sinon, Oui Cat. C
<b>Pannes, lisses et sablières hors poutre au vent</b>	Non					

(1): Hors actions de fatigue ou sismique

Oui: boulonnnerie précontrainte uniquement acceptable

Non: boulonnnerie non précontrainte acceptable

(extrait de la fiche technique n°21 du CITCM)

# 9.1 Produits de construction métallique CE et NF : les différences

La commercialisation de boulonnerie de construction métallique non « CE » est illégale sur l'ensemble du marché de la communauté européenne. Le marquage européen est une autorisation de libre circulation des produits dans l'espace économique européen. La marque NF est une garantie de qualité et de sécurité des produits concernés, validée par des procédures d'audit de l'ensemble de la chaîne de commercialisation et des contrôles de conformité de produits.

Un produit « NF » est obligatoirement « CE », un produit CE n'étant pas automatiquement « NF ».

Le marquage « CE » est de nature réglementaire. La marque « NF » résulte d'une démarche volontaire.

## 9.1-0 Différences entre les produits de construction métallique CE et NF

	CE réglementaire	NF volontaire
Normes obligatoires	Boulons non précontraints SB	Boulons non précontraints SB
	NF EN 15048-1 - annexe ZA	NF EN 15048-1
		NF EN 15048-2
		NF EN ISO 4014 ou 4017
		NF EN ISO 4032
	Boulons précontraints HR HRC	Boulons précontraints HR HRC
	NF EN 14399-1 - annexe ZA	NF EN 14399-1
		NF EN 14399-2
		NF EN 14399-3 (HR)
		NF EN 14399-10 (HRC)
Tâches du fabricant	Essais de type initiaux selon norme 14399-1	Essais produits de type initiaux selon référentiel par tierce partie
	Caractéristiques essentielles	Caractéristiques physiques
	Vérification documentaire	Caractéristiques mécaniques
		Caractéristiques dimensionnelles
		Caractéristiques fonctionnelles
	Système de contrôle de la production	Système qualité selon exigences renforcées du référentiel - ISO 9001
	Contrôles et essais selon système qualité	Contrôles et essais tierce partie chaque année
	sur les produits	étendus à toutes les caractéristiques du référentiel
	Numéro de lot sur l'emballage	lotification univoque avec marquage sur tête
		traçabilité totale amont et aval
Déclaration de conformité CE (DoP) par le fabricant		Déclaration de conformité CE (DoP) par le fabricant
		Garantie d'aptitude à l'emploi pour les ouvrages de construction métallique
Marquage CE		Double marquage CE et NF

## 9.1-0 (suite) Différences entre les produits de construction métallique CE et NF

	<b>CE</b>	<b>réglementaire</b>	<b>NF</b>	<b>volontaire</b>
<b>Caractéristiques produits et essais périodiques</b>	Non-fragilisation par l'hydrogène	Non-fragilisation par l'hydrogène		
	le risque doit être pris en compte		Décapage acide interdit	
			revêtement électrolytique interdit	
	Aptitude à l'emploi des boulons	Aptitude à l'emploi des boulons		
	5 essais par lot d'ensemble		5 essais obligatoires pour chaque lot	
	Classe K	Classe K		
	K0, K1 ou K2		K2 obligatoire - Valeur réelle du coefficient pour chaque lot	
			contrôle par statistique Bayésienne	
	Traction	Traction		
	5 essais par lot d'ensemble		5 essais par coulée et par diamètre	
	Dureté (vis)	Dureté (vis)		
	5 essais par lot d'ensemble		3 essais par lot	
	Dureté (écrous)	Dureté (écrous)		
	5 essais par lot d'ensemble		3 essais par lot	
	Résilience (vis)	Résilience (vis)		
	5 essais par lot d'ensemble		3 essais par coulée et par diamètre	
	Charge d'épreuve (écrous)	Charge d'épreuve (écrous)		
	5 essais par lot d'ensemble		5 essais par lot	
<b>Tâches du distributeur</b>	Revêtement	Revêtement		
	contrôle d'épaisseur selon ISO 3269		5 essais par lot	
	Pas d'exigence particulière	Maintien de la traçabilité amont et aval		
		Interdiction de livraison à un intermédiaire non certifié <b>NF</b>		
		Interdiction de reboîlage ou de détail		
<b>Organisme tierce partie</b>	Obligation de maintien de l'intégrité du conditionnement			
	Audit internes annuels spécifiques			
	Désignation par les états membres	Afnor Certification seul organisme		
	Organisme choisi par le fabricant	Examen des dossier par un "Comité de marque" regroupant fabricants, distributeurs et utilisateurs		
	Audit initial sur 1 dossier	Audit initial selon référentiel <b>NF</b> 070 du fabricant sur 4 dossiers par type de produit		
		Audit initial selon référentiel <b>NF</b> 382 du distributeur		
		Audit de renouvellement triennal et audit de suivi annuel fabricant et distributeur		

Données complémentaires  
pour une meilleure approche  
du chapitre

**APPROCHE TECHNICO-ECONOMIQUE**

Ch. 1 - **Approche des technologies**  
Ch. 8 - **Vocabulaire du métier  
de la fixation**

**ENVIRONNEMENT & LEGISLATION**

Ch. 12 - **Usages de la profession  
et préconisations générales**

# 10

**Autres modes  
d'assemblage**

# 10.0 Rivetage

## Assemblage par rivets aveugles

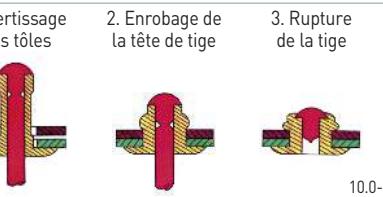
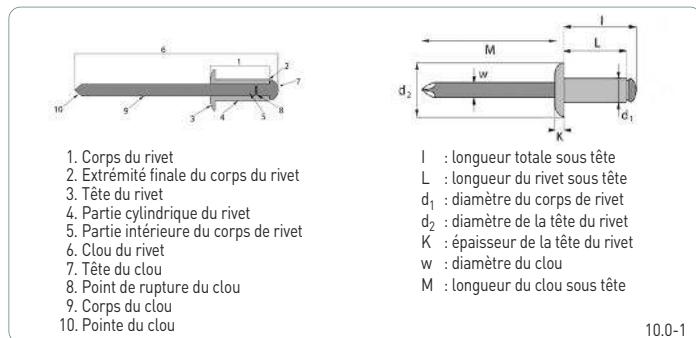
### Définition

Le rivet aveugle est un élément de fixation qui permet l'assemblage de deux pièces de façon simple, économique et permanente.

Le rivet à rupture de tige est réalisé en 2 parties : Le corps et le clou. Le corps est fabriqué soit à partir d'un tube pour les rivets de grande longueur ( $>50\text{mm}$ ), soit à partir d'un fil extrudé puis frappé à diverses reprises pour le mettre à la forme et dimensions souhaitées.

Ils assurent des fonctions particulières telles que :

- pion de centrage,
- entretoise,
- étanchéité,
- longueur de tige adaptée permettant, avec un nez de pose, d'accéder aux joints où l'encombrement d'un outil standard ne le permet pas.



**Cycle de pose d'un rivet standard**  
La pose d'un rivet aveugle s'effectue en trois phases après l'introduction du rivet dans le logement.

### Forme de tête

- Plate : c'est la forme la plus vendue. Elle s'adapte sur tous types de matériaux à l'exception des matériaux tendres et cassants.
- Fraisée : ce type de tête permet de riveter sur une plus grande épaisseur et elle est désignée pour obtenir une surface plane.
- Large : elle double la surface de contact et permet d'obtenir une plus grande répartition de l'effort de serrage. Elle est conçue pour des matériaux tendres et cassants qui doivent être assemblés à un matériau support plus rigide.



### Appareils de pose



### Technique de pose

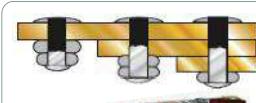
- 1 - Respecter le diamètre de perçage propre au rivet utilisé.
- 2 - Mettre le rivet dans l'embouchure de la pince.
- 3 - Placer le rivet en position dans le support à riveter.
- 4 - Actionner la pince en veillant à rester dans l'axe du rivet.

### Problèmes de pose

- 1 - Le support se casse ou se déforme (rivet mal adapté à la matière - voir les caractéristiques de l'application dans tableau 10.0-6 page suivante).
- 2 - Le clou dépasse après avoir cassé (mauvais perçage, épaisseur à sertir non respectée, embouchure usée ou inadaptée).
- 3 - Mauvaise formation du bourrelet arrière (rivet utilisé trop court ou trop long).
- 4 - Marque sur la tête du rivet (embouchure inadaptée).

## Fonctions particulières des rivets aveugles à grande plage de sertissage

- Grande plage de sertissage.
- Possibilité de remplacer environ 3 rivets (réduction des coûts et simplification de la gestion des stocks).
- Absorbe les variations d'épaisseur jusqu'à 6 mm.
- Assemblage solide et sûr, même en cas de perçage imprécis.
- Résistance aux vibrations grâce au remplissage total du logement.
- Tête de clou imperdable.



10.0-5

## Aide au choix d'un rivet aveugle standard en fonction de l'application

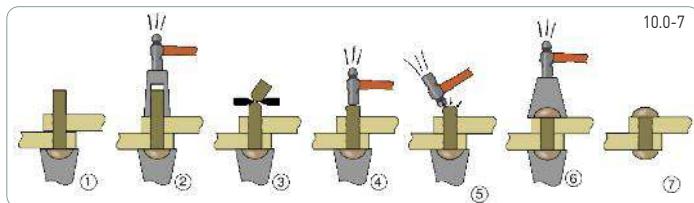
10.0-6

Normes iso	Contraintes mécaniques	Résistance à la corrosion	Caractéristiques de l'application	Matière corps/clou	Forme de tête	Catégorie	Application
15977	Normales	Normale	Fixation standard	Alu/acier	Plate	Standard	
15978		Importantes	Faible	Dans matériaux résistants	Acier/acier		
Non soumis		Importantes	Importante	Dans matériaux résistants	Inox/inox		
15979		Importantes	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
15980		Importantes	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
Non soumis		Importantes	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
15983		Importantes	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
15984		Importantes	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
Non soumis		Importantes	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
15981		Faibles	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
Non soumis		Faibles	Importante	Dans matériaux tendres (plastiques...) ou avec des risques de corrosion élevés	Alu/alu		
15973,	Normales	Normale	Etanchéité aux liquides et aux vapeurs	Alu/acier étanche	Plate	Etanche	
15974					Fraisée		
Non soumis					Large		
Non soumis	Faibles	Normale	Dans matériaux tendres	Alu/acier	Plate	Eclaté	
Non soumis					Large		
Non soumis	Faibles	Importante	Dans matériaux tendres	Alu/alu	Plate	Trébol	
Non soumis					Large		
Non soumis	Normales	Normale	Conçu pour des applications en trou borgne dans le bois ou le plastique	Alu/acier	Plate	Cannelé	
Non soumis	Normales	Importante	Conçu pour des applications en trou borgne dans le béton	Alu/inox	Large	A frapper	
Non soumis	Normales	Normale	Conçu pour des applications électriques	Laiton/acier cuivré	Plate	Cosse	
Non soumis	Importantes	Importante	Dans matériaux résistants Forte tenue au cisaillage et résistance aux vibrations	Alu/alu ou Acier/acier ou Inox/inox	Plate	Structures	
Non soumis					Fraisée		
Non soumis	Normales	Normale	Fixation standard épaisseur à sertir variable	Alu/acier	Plate	Multi-serrage	
Non soumis					Fraisée		
Non soumis					Large		

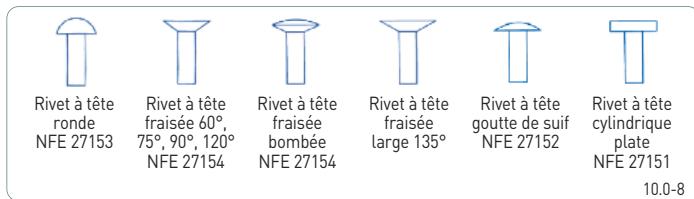
## Assemblage par rivets métalliques pleins

### Définitions / observations

Le rivetage est un procédé qui consiste à refouler l'extrémité d'une tige cylindrique munie d'une tête (rivet) afin de former une rivure qui permettra de maintenir solidement deux pièces. La liaison obtenue est fixe et non démontable. C'est un procédé très utilisé (notamment en aéronautique) qui présente de nombreux avantages : économique, fiable, cadence de rivetage élevée, assemblage de pièces de matières et d'épaisseurs différentes. Les têtes et rivures en saillie posent parfois des problèmes d'encombrement.



Principaux rivets métalliques pleins



10.0-8

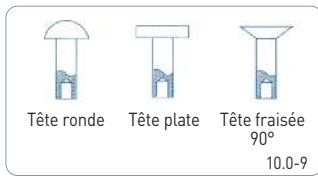
## Assemblage par rivets forés

### Composition du rivet foré

Tige cylindrique, plate ou fraisée dont l'extrémité est doté d'un trou borgne cylindrique.

### Méthode de pose

La pose de ce rivet est effectuée avec un riveteuse pneumatique dont l'extrémité opposée à la tête est rabattue vers l'extérieur en forme de couronne par une boutinerolle.



10.0-9

### Principales matières

Aacier doux, inox A1 et A2, laiton, cuivre, aluminium et ses alliages 5754 et 5019.

### Utilisation

Les applications courantes sont l'utilisation pour des assemblages tournants ou libres permettant une rotation de plusieurs pièces assemblées de façon définitive. Quelques exemples d'usage : les chaises pliantes, les poussettes pour enfants, les garnitures de freins et d'embrayage, les charnières, les roulettes.

## Les pièces spéciales

Ces pièces sont réalisées à partir de plans fournis par le client. Les capacités des machines permettent de réaliser des pièces d'un diamètre de 2,4 à 12 mm, dans différentes matières et une longueur totale pouvant atteindre 120 mm. La fabrication de pièces en frappe à froid reste économique pour des réalisations de moyennes et grandes séries.



### PIÈCES SPÉCIALES

diam :  
2,4 à 12 mm  
long avec perfo :  
120 mm  
matière :  
alu/acier/inox  
finition :  
revêtements  
spéciaux

## Représentation symbolique des rivets métalliques pleins normalisés NFE 04-014

10.0-10

Différents cas de rivetage	Rivets posés à l'atelier		Rivets posés sur chantier	
	Vue de dessus	Vue de face	Vue de dessus	Vue de face
Tête ronde et rivure ronde				
Tête ronde et rivure fraisée ou tête fraisée et rivure ronde				
Tête fraisée et rivure fraisée				

# 10.1 Collage

## Fixation par collage

10.1-1 Les limites du collage

Paramètre	Limite	Représentation
Température $\theta$ (°C)	-60 à +250	
Contrainte normale en traction $\sigma$ (MPa)	40 (à 20°C)	
Contrainte tangentielle en cisaillement $\tau$ (MPa)	35	
Contrainte normale en compression $\sigma$ (MPa)	450	
Résistance au pelage $R_p$ (N/mm)	10 (à 20°C)	

### Nota

Se reporter aux guides de choix pour les valeurs particulières à chaque colle d'assemblage et les familles de colles associées.

10.1-2 Types d'assemblages et colles associées

**Assemblage mécanique**

Par liaison chimique (fixation)      Freinage      Etanchéité des filetages      Etanchéité des plans de joint

**Assemblage par adhésion**

**Sollicitations**

Cisaillement      Compression

fraction      pelage      divage

**Familles de colles**

Acryliques anaérobies\* :

- liquides
- pâteuses
- gels

\* Qui durcissent en l'absence d'air

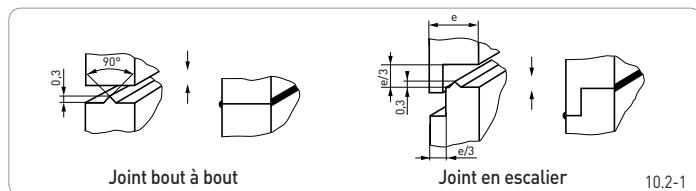
- Cyanoacrylates modifiées
- Acryliques structurales
- Acryliques modifiées
- Epoxydes
- Silicones
- Polyuréthanes
- ...

# 10.2 Soudage

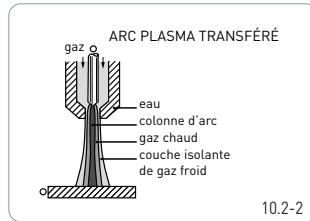
## Assemblage par soudage

### Soudage par ultrasons NFE 04-020

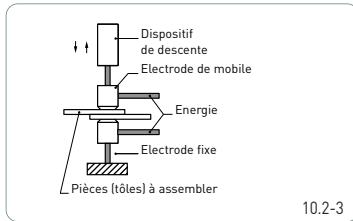
Le soudage par ultrasons s'applique uniquement aux thermoplastiques. Les matières thermoplastiques chauffées localement en dessous de la température de décomposition passent à l'état plastique ou à l'état visqueux et se solidifient à nouveau après refroidissement. Ce sont ces propriétés qui sont utilisées pour assurer les assemblages par soudage. L'état de la matière obtenue après soudage est homogène et la résistance de la zone soudée est similaire à celles des pièces assemblées.



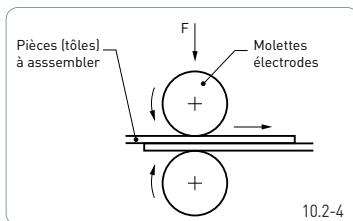
### Procédé Miniplasma



### Soudage par résistance par points



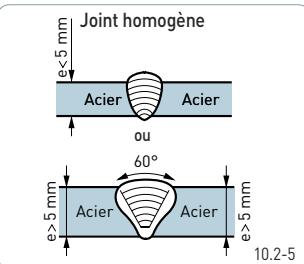
Procédés de soudage ne déformant pas les pièces à assembler.  
Chaleur intense mais concentrée.



### Soudage autogène

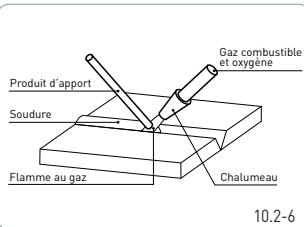
Opération de fusion localisée de deux pièces de même nature en vue d'assurer leur liaison grâce à un métal d'apport de nature presque identique à celle des pièces de base (chaudières, charpentes métalliques...).

Le métal de base se dilue dans le métal «apporté» : il participe à la constitution du joint.



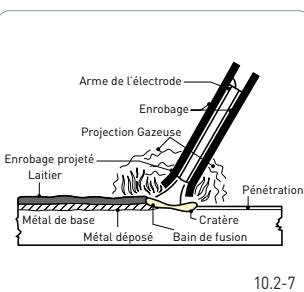
### Chalumeau oxyacétylénique

La fusion est provoquée par la chaleur dégagée par la combustion d'un mélange d'acétylène et d'oxygène. Ce mélange est réalisé par le chalumeau.



### Soudage à l'arc avec électrodes enrobées

L'âme en acier de l'électrode conduit le courant électrique et constitue le cordon de soudure. L'enrobage participe à la stabilité de l'arc et protège le cordon de soudure contre l'oxydation et apporte des éléments à la soudure (nickel, chrome, manganèse...) pour en améliorer la qualité. Le laitier est éliminé après refroidissement de la soudure.

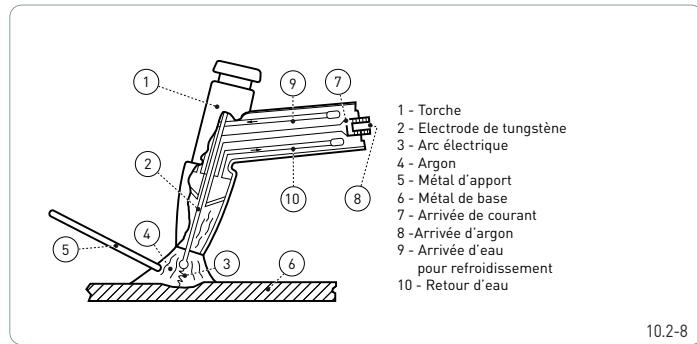


## Procédé TIG (Tungstène Inert Gaz)

A l'aide d'un courant approprié dont la nature varie avec le métal de base et fourni par un poste de soudage, on fait jaillir dans un gaz inerte (argon), entre une électrode de tungstène infusible et la pièce, un arc électrique.

La chaleur dégagée par cet arc fait fondre localement la pièce et le métal d'apport, formant ainsi le joint soudé.

Procédé de soudage ayant tendance à déformer les pièces à assembler et à fragiliser les contours de soudure. Fort dégagement de chaleur.



# 10.3 Clippage

## Principe

Le clippage est un procédé d'assemblage basé sur la déformation élastique des pièces lors du montage. L'élasticité est la caractéristique commune à presque tous les produits clippés. Les produits se montent et fonctionnent généralement en se déformant plus ou moins, et restent ensuite en position déformée pendant leur fonctionnement.

**Effet ressort** (voir élasticité, chapitre «Vocabulaire»). Les clips ont un effet ressort mais ne sont pas des ressorts, avec des courbes effort/déformation précises. Le but du ressort est d'assurer un effort sous une certaine position, éventuellement en dynamique ; le but d'un clip est d'assurer un moyen de fixation, généralement statique.

L'élasticité est obtenue par les formes, les matériaux, les traitements thermiques, seuls ou en combinaisons.

## Matières

Les fixations clippées font appel à deux grandes familles de matériaux : le métal (20 à 30% du marché mondial des clips) et le plastique (70 à 80%), ou à une combinaison de métal et plastique.

### Métal

- Aciers ressort laminés à froid (type XC45 ou XC68), qui subissent un traitement thermique dans le but d'augmenter leurs caractéristiques mécaniques (résistance, dureté, élasticité...).
- Aciers inoxydables écrouis (type X10CrNi18 8) : pas de traitement thermique, mais coût plus élevé.

### Matières plastiques

- Polyamides (PA) : matière la plus utilisée, avec ou sans charge.
- Polycacétal (POM) : plus rigide que le polyamide. Bon effet ressort. Résistance plus faible en température.
- Elastomères thermoplastiques : similaires aux caoutchoucs, mais thermoplastiques, donc beaucoup plus facilement transformables.
- Polyléfines, polyéthylène (PE) et polypropylène (PP) : peu chers, mais propriétés mécaniques limitées, peu utilisés.

## Fonctions générales

- Généralement utilisées sans outil, les fixations clippées permettent des montages avec des efforts faibles et sont conçues pour des assemblages rapides, éliminant de fait d'éventuelles opérations de soudage ou de rivetage.

- Ce type de fixation peut être utilisé sur tous types de matériaux mais principalement sur des supports minces : tôle, cornière, baguette plastique, tubes, câbles...
- Les fixations clippées permettent un montage en aveugle et un maintien en position, sur le bord du panneau ou en milieu de panneau si un poinçonnage a été prévu à cet effet.
- Elles peuvent être conçues pour être démontables ou indémontables, faciles à démonter et à remonter, et peuvent être utilisées sans perte de caractéristiques mécaniques.
- Montées légèrement flottantes en position, elles permettent de rattraper des défauts d'alignement.
- Leur montage se fait de préférence après peinture, supprimant ainsi les opérations de masquage ou retaraudage nécessaires avec d'autres solutions.
- Les fixations clippées peuvent être conçues selon de très nombreuses définition de fonction (fixation d'enjoliveur, d'applique, attache de parcloses, attache à pincer pour assurer la continuité de masse, clips et rivets plastique pour mise en place d'éléments d'habillage ou d'isolation...)

## Fonctions courantes

- Rapporter un filetage ou un taraudage sur un support de façon à permettre son assemblage ultérieur (écrou à pincer à empreinte, écrou à pincer à fût taraudé, écrou en cage à pincer, vis en cage...).
- Permettre la fixation élastique en plein support, en bord de support ou sur un goujon soudé, de fils, câbles, tubes, tuyauteries... (attache-câble).
- Fixations légères, rapides et anti-vibrations sur tiges lisses, tringles, tubes, pièces moulées, tiges de rivets (fixe, arrêt d'axe en montage axial ou radial).
- Attache pour capot, porte de visite, panneau amovible ; l'ouverture et la fermeture au moyen d'un dispositif attache et goujon ou gâche et penne, se font par simple mouvement de traction et de poussée.



# 10.4 Crapautage

## Assemblage par crapaud

Le crapaud de fixation, comme la majorité des produits Lindapter®, ne nécessite aucun perçage ou soudage sur place, ce qui fait gagner du temps et de l'argent en diminuant les coûts d'installation.

De nombreux projets réalisés avec succès de par le monde prouvent que cette solution est parfaitement adaptée à la construction et à la réfection des charpentes métalliques.

### Avantages

- Temps de conception réduit.
- Charges garanties et homologuées.
- Aucun perçage ou soudage sur site.
- Aucun travail à chaud (permis feu) nécessaire.
- Moins de travaux en hauteur.
- Seuls des outils à main sont nécessaires pour l'installation.
- Réglable sur place.
- Ne nécessite pas d'alimentation électrique.
- Possibilité de démontage et de réutilisation plutôt que démolition.
- Homologués par des instituts internationaux tels que la Lloyds et la TÜV pour les charges statiques et dynamiques.

### 10.4-1 Composants d'un assemblage par crapauds de fixation

#### 1. Écrou hexagonal classe standard 8.8

#### 2. Rondelle trempée standard

#### 3. Crapaud Lindapter

Selon l'application, on peut utiliser différents crapauds, par exemple Types A, B, BR, AF, AAF, LR, LS, D2 ou D3.

#### 4. Cales

En combinaison avec les crapauds indiqués ci-dessus, ces pièces augmentent l'épaisseur pour pouvoir positionner le produit correctement sur la poutrelle.

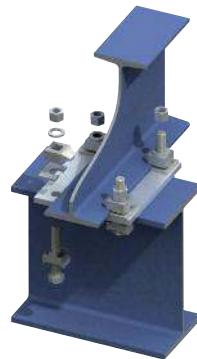
#### 5. Plaque de positionnement (peut être fournie si nécessaire)

C'est un élément essentiel de l'assemblage par crapauds de fixation, permettant de positionner correctement tous les composants. Les axes des trous et les épaisseurs de plaque sont calculés en fonction de chaque application.

#### 6. Crapaud Lindapter

Cela peut être un type semblable à 3 (ci-dessus), bien que certains produits soient conçus pour fonctionner ensemble, par exemple : A + B

#### 7. Boulon hexagonal classe standard 8.8 norme DIN



## 10.4-2 Types de produits

<b>Standard</b>	<b>CE</b> Type A & B	Convient pour des ailes d'inclinaison maximale 8°	 Type A&B	
<b>Haute résistance</b>	<b>CE</b> Type AF	Charges utiles de traction jusqu'à 250kN [Facteur de sécurité 3,2:1] pour quatre boulons	 Type AF	
<b>Haute résistance</b>	<b>CE</b> Type AAF	AF réglable à plage de serrage améliorée - performances idem type AF	 Type AAF	
<b>Auto-réglable</b>	<b>CE</b> Type LR	Plage de serrage de 3-24mm	 Type LR	

## 10.4-3 Homologations

<b>Deutsches Institut für Bautechnik</b>	
<b>Lloyd's Register</b>	
<b>Det Norske Veritas</b>	
<b>TÜV Nord</b>	

## 10.4-4 Exemples d'application

<b>Projet :</b> Viaduc de Millau <b>Pays :</b> France <b>Produit :</b> Type A <b>Application :</b> Fixation sur armature acier des chemins de câbles situés à l'intérieur du pont	 Viaduc de Millau	 VDM Exploded	 VDM Détail HR
<b>Projet :</b> Centre d'exposition Olympia, Londres <b>Pays :</b> Grande-Bretagne <b>Produit :</b> Type AF, AAF <b>Application :</b> Fixation système de blocage sur structure métallique porteuse	 Olympia	 Olympia Detail	 Olympia Render

## 10.5 Chevillage et ancrage

Les deux termes de chevillage et ancrage correspondent à des principes et technologies similaires, la frontière entre les deux n'étant pas d'une clarté évidente et dépendante d'usages locaux et/ou professionnels. Par souci de clarté nous utiliserons le terme chevillage (et cheville) dans ce qui suit.

Une cheville est un élément de liaison entre un support et un équipement rapporté ou un élément de connexion entre des composants structurels ou non structurels. La cheville est soit plastique (polyamide ou polypropylène, nylon, zamak), soit chimique ou métallique. Elle est fournie comme un élément complet (cheville pré-montée) ou seule et doit alors être équipée d'accessoires (tamis, vis, boulons, tiges...).



### Pose :

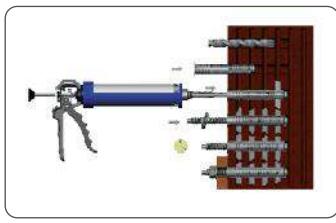
Il convient de distinguer 2 notions :

- Le type de pose.
- Le mode d'expansion.

2 types de pose, au travers de la pièce à fixer (gain de temps) ou avant la pièce à fixer [les exigences et la configuration ne permettent pas toujours une pose au travers].

Les modes d'expansion sont au nombre de 3 :

- Le plus courant par vissage [ex le plus répandu, le goujon].
- Par collage [scellements à base de résine en capsules verre ou en cartouche souple ou rigide] avec ou sans tamis.
- Par frappe [ex. le plus répandu, le clou-vis].



Le guide européen relatif aux chevilles classe les chevilles en fonction de leur mode d'expansion [ex. ETAG 001 - partie 2 couvre les chevilles à vissage par couple de serrage contrôlé].

## Contexte

La cheville est un produit technique qui évolue selon 2 paramètres :

- Modification de la réglementation, exemples :
- Réglementation Thermique 2012 et Guide Européen ETAG 014 pour les chevilles d'isolation par l'extérieur, type KI10 ou TFIIX8.
- ETAG 001- partie 5 pour les chevilles à scellement dans le béton type R-CAS ou R-KER.

Aujourd'hui toute cheville dont la ruine compromettrait la stabilité des ouvrages, mettrait en danger la vie humaine doit être couverte par un Agrément Technique Européen.



### Evolution du support :

- Supports existants requalifiés, exemple distinction entre béton fissuré et béton non-fissuré (Goujon R-HPT en zone fissurée).
- Nouveaux supports comme dalle béton alvéolée précontrainte (segment haute performance), brique « mono mur » (UNO, FF1).

## Critères de choix

Les critères de choix sont multiples mais résumés pour l'essentiel à :

- Compatibilité de la cheville avec le support.
- Rapidité de pose (expansion par frappe, pose au-travers, éléments complets...).
- Charge à reprendre (la sollicitation appliquée par la pièce à fixer sur les ancrages doit toujours être inférieure à la résistance de la cheville).
- Configuration du chantier et (ou) de la pièce à fixer (nombre de points de fixation, épaisseur pièce à fixer, Ø trou de passage, accessibilité.....).
- Environnement, exemples : comptabilité de la résine avec une exposition aux produits chimiques, environnement salin...  
De ces critères découlent le type de protection (zingué, Delta Protekt®, galvanisé..) ou d'alliage de la cheville (Inox, laiton, zamak....).

## Cas particulier de l'ancrage pour section creuse (hollo-bolt®).

L'ancrage pour section creuse (ou boulon à expansion) remplace avantageusement les solutions classiques comme les systèmes à tige filetée traversante et taraudage, l'assemblage par soudage...) sur section creuse ou tube, ou tout autre

type de section aveugle dont l'accès n'est possible que d'un côté de la pièce. Le temps de pose est nettement réduit, le soudage est inutile (pas de permis feu), le produit bénéficie d'une résistance élevée à la traction et au cisaillage et le résultat est esthétique.

Le produit bénéficie du marquage

le produit est homologué ICC-ES

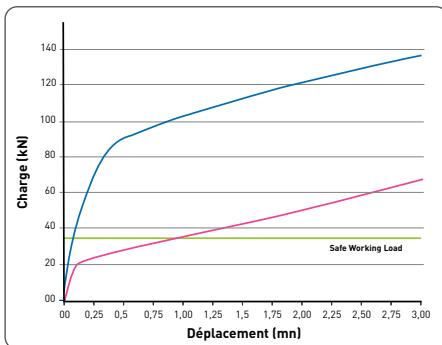
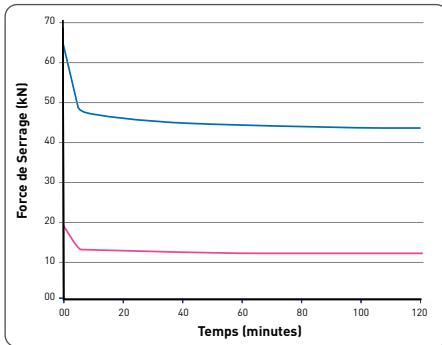


### 10.5-1 Pose

<p>1 - aligner les pièces pré-percées et insérer l'ancrage Hollo-Bolt®.</p>	
<p>2 - maintenir le collier de l'ancrage Hollo-Bolt® avec une clé fourche.</p>	
<p>3 - Utiliser une clé dynamométrique pour serrer au couple recommandé.</p>	

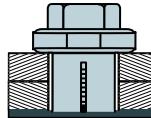
## Cas des ossatures primaires

Les Hollo-Bolt® de taille M16 et M20 sont optimisés pour des assemblages d'ossatures métalliques primaires, et se distinguent par un mécanisme breveté de Haute Force de Serrage (HCF = High Clamping Force). Ce mécanisme permet d'avoir une force de serrage trois fois supérieure à celle obtenue avec un produit de même taille sans ce mécanisme.



## La gamme

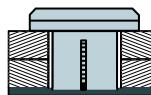
**Hexagonal** : le collier du Hollo-Bolt® ainsi que la tête de vis de classe de qualité 8.8 sont clairement lisibles à la surface de la section assemblée.



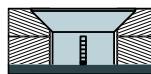
Ces produits existent en 3 versions :

- 1) acier zingage brillant plus JS 500,
- 2) acier galvanisation par immersion à chaud,
- 3) Acier inoxydable nuance 316.

**Fraisé** : pour un dépassement minimal, l'ancrage est doté d'une vis fraisée de classe de qualité 10.9 avec un collier spécial permettant de noyer entièrement la tête de vis et d'éviter de percer des trous fraisés dans la section à assemblée.



**Flush fit** : Pour n'avoir aucune saillie visible, avec une tête entièrement noyée dans un trou fraisé.



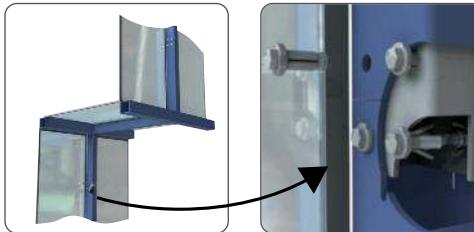
Récompensé par le prix de l'innovation pour le produit du millénaire,  
Prix décerné par le conseil de conception en 2000.

## Exemples d'application

KIMMEL CENTER – Philadelphie – USA

Application :

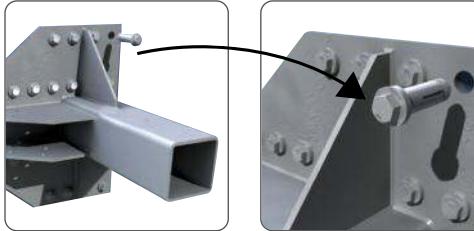
Assemblage de la voute en berceau de la toiture - Hollo-Bolt® Hexagonal.



SALT RIVER FIELDS STADIUM – Scottsdale – USA

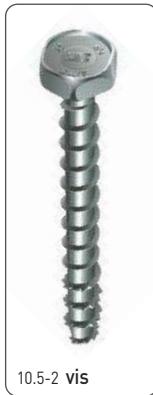
Application :

Assemblage de sections creuses des cadres supports des projecteurs  
Hollo-Bolt® HCF.



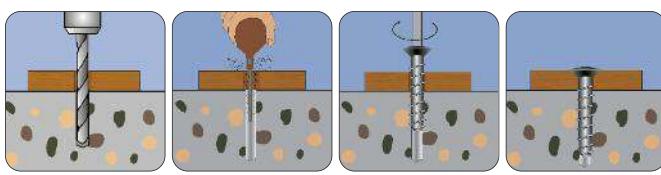
## Cas particulier de la vis d'ancrage sans cheville (multi-mont<sup>®</sup>)

Ce système d'ancrage repose sur un nouveau principe de la technique d'ancrage : Cette vis se pose sans cheville, ce qui permet un gain de temps de pose considérable. Lors du vissage dans le support, le filet taraude celui-ci, permettant un assemblage sûr et adapté, semblable à celui d'un ancrage par verrouillage de formes. L'assemblage est sans effet d'écartement et sans effet de contrainte.



Le montage est des plus simples : percer un trou du diamètre correspondant à celui de la vis utilisée (diamètre de foret selon fiches techniques du produit), nettoyer le trou, par exemple par injection d'air, puis visser. La vis d'ancrage peut être mise immédiatement sous contrainte et est démontable à tout moment. La qualité de la géométrie du trou de perçage est essentielle pour un montage facile.

10.5-3 4 opérations



Il faut veiller à ce que les trous de perçage soient perpendiculaires au niveau de montage et suffisamment profonds. Il est conseillé d'utiliser pour le béton un perçage au marteau perforateur et pour la maçonnerie un perçage à percussion. Les trous réalisés par perçage à diamants doivent être élargis jusqu'à la valeur de référence du marteau perforateur (en général Øn +0,3 mm). De plus, il faut veiller à ce que la valeur de référence du foret ne soit pas inférieure à Øn + 0,005 mm. Les profondeurs d'ancrage sont indiquées dans les tableaux techniques du fabricant.

Par la réalisation de la dépouille arrière du filetage, l'ancrage est pleinement assuré sans couple de serrage. Il n'est donc pas nécessaire, contrairement à d'autres systèmes d'ancrage, d'agir avec des hauts couples de serrage. La force de tension sert uniquement à la fixation de l'objet. Pour éviter une surcharge de l'assemblage, le fabricant conseille de respecter des prescriptions de moments de montage maximum  $T_{inst}$  (voir tableaux techniques du fabricant).

La longueur minimum est le résultat de l'addition de la profondeur d'ancrage  $h_{nom}$  et de l'épaisseur de serrage. Si la longueur calculée n'est pas disponible dans la gamme, il est nécessaire de prendre la longueur suivante. Les profondeurs de perçage et profondeurs d'ancrage sont alors supérieures.

Le produit bénéficie de l'homologation européenne ATE pour les références en acier galvanisé ou en acier inoxydable 1.4401 pour le béton fissuré et non fissuré en catégorie 1, soit la catégorie européenne d'utilisation la plus haute.



Le produit convient aussi pour de nombreux autres matériaux, comme la pierre naturelle (dont le marbre), les briques silico-calcaire, les parpaings creux, les briques pleines...

### La gamme

La gamme comprend de nombreuses variantes couvrant pratiquement toutes les applications : tête hexagonale, tête hexagonale avec rondelle pressée, tire-fond avec rondelle, ancre à filet intérieur, ancre droite, vis pour rails de montage, vis à tête ronde, vis à tête fraisée, vis de serre-câble, ancre à œil à patte unique. Selon les produits, il existe des versions en acier galvanisé, en acier zingué blanc, en acier inoxydable A4... dans des diamètres de 5 à 20 mm et des longueurs de 25 à 320 mm.

## Exemples d'application

### TUNNEL DE LA WESER – Rodenkirchen – ALLEMAGNE

Application :  
Fixation des parois coupe-feu.

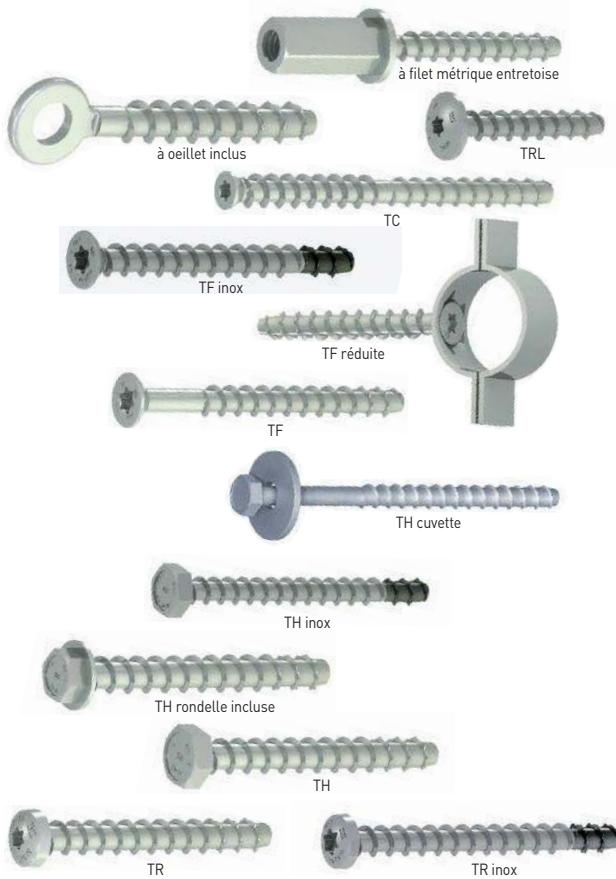


### REICHSTAG – Berlin – ALLEMAGNE

Application :  
Fixation de l'arche du toit dans de la brique.



10.5-4 La gamme des vis Multi-Monti®



## Bibliothèque & outils

# 1 Répertoire des normes

## Normes concernant les fixations pour construction mécanique (à la date du 02/01/2015)

### 1-1 Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF EN ISO 225	E 25-002	01/12/2010	homologuée	Éléments de fixation - Vis, goujons et écrous - Symboles et description des dimensions
ISO	ISO 272		01/06/1982	International standard	Eléments de fixation - Produits hexagonaux - Dimensions des surplats
ISO	ISO 885		01/06/1976	International standard	Boulons et vis d'application générale - Série métrique - Rayon d'arrondi sous tête
AFNOR	NF EN ISO 887	E 25-525	01/08/2000	homologuée	Rondelles plates pour vis et écrous métriques pour usages généraux - Plan général
ISO	ISO 888		10/04/2012	International standard	Eléments de fixations - Vis, goujons et tiges filetées - Longueurs nominales et longueurs filetées
AFNOR	NF EN ISO 898-1	E 25-100-1	13/04/2013	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 1 : Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
AFNOR	NF EN ISO 898-2	E 25-400-1	30/06/2012	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 2 : Écrous de classes de qualité spécifiées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
AFNOR	NF EN ISO 898-5	E 25-100-5	04/08/2012	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 5 : Vis sans tête et éléments de fixation filetés similaires de classes de dureté spécifiées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
ISO	ISO 1051		01/12/1999	International standard	Diamètres de fût des rivets
AFNOR	NF EN ISO 1207	E 25-127	07/10/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique fendue - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 1234	E 25-774	31/12/1997	homologuée	Goupilles fendues
AFNOR	NF EN ISO 1478	E 25-650-2	20/12/1999	homologuée	Filetage de vis à tête
AFNOR	NF EN ISO 1479	E 25-662	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête hexagonale
AFNOR	NF EN ISO 1481	E 25-663	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête cylindrique large fendue
AFNOR	NF EN ISO 1482	E 25-660	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête fraisée fendue
AFNOR	NF EN ISO 1483	E 25-661	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête fraisée bombée fendue
AFNOR	NF EN ISO 1580	E 25-128	26/11/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique large fendue - Grade A
AFNOR	NF EN 1661	E 25-406	30/04/1998	homologuée	Ecrous hexagonaux à embase cylindro-tronconique
AFNOR	NF EN 1662	E 25-504	31/05/1998	homologuée	Vis à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique - Série étroite
AFNOR	NF EN 1663	E 25-413	30/04/1998	homologuée	Ecrous hexagonaux à embase, autofreinés (avec anneau non métallique)
AFNOR	NF EN 1664	E 25-414	30/04/1998	homologuée	Ecrous hexagonaux à embase, autofreinés, tout métal
AFNOR	NF EN 1665	E 25-505	30/03/1997	homologuée	Vis à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique - Série large
AFNOR	NF EN 1666	E 25-506	30/04/1998	homologuée	Ecrous hexagonaux à embase, autofreinés (avec anneau non métallique), à filetage métrique à pas fin
AFNOR	NF EN 1667	E 25-507	30/04/1998	homologuée	Ecrous hexagonaux à embase, autofreinés, tout métal à filetage métrique à pas fin
AFNOR	NF ISO 1891	E 25-013	13/11/2010	homologuée	Éléments de fixation - Terminologie
AFNOR	NF EN ISO 2009	E 25-123	26/11/2011	homologuée	Vis à métaux à tête fraisée fendue - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 2010	E 25-124	19/11/2011	homologuée	Vis à métaux à tête fraisée bombée fendue - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 2320	E 25-408	19/12/2008	homologuée	Écrous autofreinés en acier - Caractéristiques mécaniques et performances
AFNOR	NF EN ISO 2338	E 25-751	31/12/1997	homologuée	Goupilles cylindriques en acier non trempé et en acier inoxydable austénitique
AFNOR	NF EN ISO 2342	E 25-175	20/05/2004	homologuée	Vis sans tête fendue, à fût
AFNOR	NF EN ISO 2702	E 25-650-1	01/07/2011	homologuée	Vis à tête en acier traité thermiquement - Caractéristiques mécaniques
AFNOR	NF EN ISO 3269	E 25-006	05/08/2000	homologuée	Eléments de fixation - Contrôle de réception

1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF EN ISO 3506-1	E 25-100-6	01/01/2010	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 1 : Vis et goujons
AFNOR	NF EN ISO 3506-2	E 25-400-6	01/01/2010	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 2 : Ecrous
AFNOR	NF EN ISO 3506-3	E 25-100-8	01/01/2010	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 3 : Vis sans tête et éléments de fixation similaires non soumis à des contraintes de traction
AFNOR	NF EN ISO 3506-4	E 25-651	01/01/2010	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 4 : Vis à tête
ISO	ISO 3508		01/06/1976	International standard	Filets incomplets pour les éléments de fixation avec un filetage selon ISO 261 et ISO 262
AFNOR	NF ISO 3800	E 25-038	20/08/2006	homologuée	Eléments de fixation filetés - Essai de fatigue sous charge axiale - Méthodes d'essais et évaluation des résultats
AFNOR	NF EN ISO 4014	E 25-112	18/06/2011	homologuée	Vis à tête hexagonale partiellement filetée - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 4016	E 25-115-1	18/06/2011	homologuée	Vis à tête hexagonale partiellement filetée - Grade C
AFNOR	NF EN ISO 4017	E 25-114	03/10/2014	homologuée	Vis à tête hexagonale entièrement filetées - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 4018	E 25-115-2	18/06/2011	homologuée	Vis à tête hexagonale entièrement filetées - Grade C
AFNOR	NF EN ISO 4026	E 25-171	30/05/2004	homologuée	Vis sans tête à six pans creux, à bout plat
AFNOR	NF EN ISO 4027	E 25-172	30/05/2004	homologuée	Vis sans tête à six pans creux, à bout tronconique
AFNOR	NF EN ISO 4028	E 25-173	20/04/2004	homologuée	Vis sans tête à six pans creux, à tête
AFNOR	NF EN ISO 4029	E 25-174	30/05/2004	homologuée	Vis sans tête à six pans creux, à bout cuvette
AFNOR	NF EN ISO 4032	E 25-401	13/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux normaux [style 1] - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 4033	E 25-407	15/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux hauts [style 2] - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 4034	E 25-402	15/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux normaux [style 1] - Grade C
AFNOR	NF EN ISO 4035	E 25-405-1	13/03/2013	homologuée	Écrous bas hexagonaux chanfreinés [style 0] - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 4036	E 25-405-2	06/03/2013	homologuée	Écrous bas hexagonaux sans chanfrein [style 0] - Grade B
AFNOR	NF EN ISO 4042	E 25-009	20/12/1999	homologuée	Éléments de fixation - Revêtements électrolytiques
ISO	ISO 4161		17/08/2012	International standard	Écrous hexagonaux à embase cylindro-tronconique, style 2 - Filetage à pas gros
ISO	ISO 4162		25/06/2012	International standard	Vis à tête hexagonale à embase cylindre-tronconique - Série étroite - Grade A avec entraînement de grade B
AFNOR	NF EN ISO 4753	E 25-019	07/01/2012	homologuée	Éléments de fixation - Extrémités des éléments à filetage extérieur métrique ISO
ISO	ISO 4755		01/06/1983	International standard	Éléments de fixation - Gorges de dégagement pour éléments à filetage extérieur métrique ISO
AFNOR	NF EN ISO 4757	E 25-021	01/10/1994	homologuée	Empreintes cruciformes pour vis
AFNOR	NF EN ISO 4759-1	E 25-022-1	05/01/2001	homologuée	Tolérance des éléments de fixation - Partie 1 : Vis, goujons et écrous - Grades A, B et C
AFNOR	NF EN ISO 4759-3	E 25-501	20/09/2000	homologuée	Tolérances des éléments de fixation - Partie 3 : Rondelles plates pour vis et écrous - Grades A et C
AFNOR	NF EN ISO 4762	E 25-125	20/08/2004	homologuée	Vis à tête cylindrique à six pans creux
AFNOR	NF EN ISO 4766	E 25-160	14/10/2011	homologuée	Vis sans tête fendues à bout plat
AFNOR	NF EN ISO 6157-2	E 25-400-3	31/12/2004	homologuée	Éléments de fixation - Défauts de surface - Partie 2 : Écrous
AFNOR	NF EN ISO 7040	E 25-409	15/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux normaux autofreinés (à anneau non métallique) - Classes de qualité 5, 8 et 10
ISO	ISO 7041		07/05/2012	International standard	Écrous hexagonaux autofreinés (à anneau non métallique), style 2 - Classes de qualité 9 et 12
AFNOR	NF EN ISO 7042	E 25-420	13/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux hauts autofreinés tout métal - Classes de qualité 5, 8, 10 et 12
ISO	ISO 7043		17/08/2012	International standard	Écrous hexagonaux à embase, autofreinés (à anneau non métallique), style 2 - Grades A et B
ISO	ISO 7044		17/08/2012	International standard	Écrous hexagonaux à embase, autofreinés, tout métal, style 2 - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 7045	E 25-121	19/11/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme de type H ou de type Z - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 7046-1	E 25-119-1	14/01/2012	homologuée	Vis à métaux à tête fraisée à empreinte cruciforme de type H ou de type Z - Grade A - Partie 1 : Acier de classe de qualité 4.8
AFNOR	NF EN ISO 7046-2	E 25-119-2	14/01/2012	homologuée	Vis à métaux à tête fraisée à empreinte cruciforme de type H ou de type Z - Grade A - Partie 2 : Vis en acier de classe de qualité 8.8, vis en acier inoxydable et vis en métaux non ferreux

## 1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF EN ISO 7047	E 25-120	19/11/2011	homologuée	Vis à métaux à tête fraisée bombée à empreinte cruciforme de type H ou de type Z - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 7048	E 25-149	11/06/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique à empreinte cruciforme
AFNOR	NF EN ISO 7049	E 25-658	07/10/2011	homologuée	Vis à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme
AFNOR	NF EN ISO 7050	E 25-656	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête fraisée à empreinte cruciforme
AFNOR	NF EN ISO 7051	E 25-657	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête fraisée bombée à empreinte cruciforme
AFNOR	NF EN ISO 7053	E 25-665	07/10/2011	homologuée	Vis à tête à tête hexagonale à embase plate
AFNOR	NF EN ISO 7089	E 25-526	20/10/2000	homologuée	Rondelles plates - Série normale - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 7090	E 25-527	20/10/2000	homologuée	Rondelles plates, chanfreinées - Série normale - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 7091	E 25-528	01/10/2000	homologuée	Rondelles plates - Série normale - Grade C
AFNOR	NF EN ISO 7092	E 25-529	20/10/2000	homologuée	Rondelles plates - Série étroite - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 7093-1	E 25-530	20/10/2000	homologuée	Rondelles plates - Série large - Partie 1 : Grade A
AFNOR	NF EN ISO 7093-2	E 25-531	20/10/2000	homologuée	Rondelles plates - Série large - Partie 2 : Grade C
AFNOR	NF EN ISO 7094	E 25-532	20/10/2000	homologuée	Rondelles plates - Série très large - Grade C
ISO	ISO 7378		01/06/1983	International standard	Eléments de fixation - Boulons, vis et goujons - Trous de goupille et trous de fil à freiner
ISO	ISO 7379		01/10/1983	International standard	Vis de centrage à tête cylindrique à six pans creux et à bout fileté réduit
AFNOR	NF EN ISO 7380-1	E 25-126-1	30/09/2011	homologuée	Vis à tête cylindrique bombée plate - Partie 1 : Tête cylindrique bombée plate à six pans creux
AFNOR	NF EN ISO 7380-2	E 25-126-2	30/09/2011	homologuée	Vis à tête cylindrique bombée plate - Partie 2 : Tête cylindrique bombée plate à six pans creux à embase plate
AFNOR	NF EN ISO 7719	E 25-410	15/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux normaux autofréinés tout métal - Classes de qualité 5, 8 et 10
ISO	ISO 7720		01/06/2012	International standard	Ecrous hexagonaux autofréinés tout métal, style 2 - Classe de qualité 9
AFNOR	NF EN ISO 7721-2	E 25-018-2	30/10/1994	homologuée	Vis à métaux à tête fraisée - Partie 2 : Profondeur de pénétration des empreintes cruciformes
AFNOR	NF EN ISO 8673	E 25-451	20/01/2001	homologuée	Ecrous hexagonaux, style 1, à filetage métrique à pas fin - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 8674	E 25-452	06/03/2013	homologuée	Ecrous hexagonaux hauts (style 2) à filetage métrique à pas fin - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 8675	E 25-453	06/03/2013	homologuée	Ecrous bas hexagonaux chanfreinés (style 0) à filetage métrique à pas fin - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 8676	E 25-151	18/06/2011	homologuée	Vis à tête hexagonale à filetage métrique à pas fin entièrement filetées - Grades A et B
ISO	ISO 8678		01/06/1988	International standard	Vis à métaux à tête bombée à collet carré à tête réduite et collet court - Grade B
AFNOR	NF EN ISO 8733	E 25-755	01/12/1997	homologuée	Goupilles cylindriques à trou taraudé en acier non trempé et en acier inoxydable austénitique
AFNOR	NF EN ISO 8734	E 25-756	01/12/1997	homologuée	Goupilles cylindriques en acier trempé et en acier inoxydable martenstitique
AFNOR	NF EN ISO 8735	E 25-757	01/12/1997	homologuée	Goupilles cylindriques à trou taraudé en acier trempé et en acier inoxydable martenstitique
AFNOR	NF EN ISO 8739	E 25-761	20/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures constantes sur toute la longueur débouchantes, à bout pilote
AFNOR	NF EN ISO 8740	E 25-772	20/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures constantes sur toute la longueur débouchantes, à chanfrein
AFNOR	NF EN ISO 8741	E 25-762	31/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures progressives renversées sur la moitié de la longueur non débouchantes
AFNOR	NF EN ISO 8742	E 25-763	31/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures centrales constantes sur le tiers de la longueur non débouchantes
AFNOR	NF EN ISO 8743	E 25-750	31/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures centrales constantes sur la moitié de la longueur non débouchantes
AFNOR	NF EN ISO 8744	E 25-764	31/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures progressives sur toute la longueur (débouchantes)
AFNOR	NF EN ISO 8745	E 25-765	31/12/1997	homologuée	Goupilles cannelées à cannelures progressives sur la moitié de la longueur (débouchantes)
AFNOR	NF EN ISO 8746	E 25-766	20/12/1997	homologuée	Clous cannelés à tête ronde
AFNOR	NF EN ISO 8747	E 25-767	31/12/1997	homologuée	Clous cannelés à tête fraisée
AFNOR	NF EN ISO 8748	E 25-768	20/07/2007	homologuée	Goupilles élastiques spiralées - Série épaisse
AFNOR	NF EN ISO 8750	E 25-770	20/07/2007	homologuée	Goupilles élastiques spiralées - Série moyenne
AFNOR	NF EN ISO 8751	E 25-771	20/07/2007	homologuée	Goupilles élastiques spiralées - Série mince

1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF EN ISO 8752	E 25-773	08/08/2009	homologuée	Goupilles cylindriques creuses, dites goupilles élastiques - Série épaisse
AFNOR	NF EN ISO 8765	E 25-152	18/06/2011	homologuée	Vis à tête hexagonale à filetage métrique à pas fin partiellement filetées - Grades A et B
ISO	ISO 8991		01/06/1986	International standard	Système de désignation des éléments de fixation
ISO	ISO 8992		15/04/2005	International standard	Éléments de fixation - Exigences générales pour vis, goujons et écrous
ISO	ISO 10663		17/08/2012	International standard	Écrous hexagonaux à embase cylindro-tronconique, style 2 - Filetage à pas fin
AFNOR	NF EN ISO 10484	E 25-400-7	31/12/2004	homologuée	Essai d'évasement des écrous
AFNOR	NF EN ISO 10485	E 25-400-8	31/12/2004	homologuée	Essai de charge d'épreuve au cône des écrous
ISO	ISO 10509		08/05/2012	International standard	Vis à tête à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique
AFNOR	NF EN ISO 10510	E 25-667	18/06/2011	homologuée	Vis à tête à rondelle plate imperméable
AFNOR	NF EN ISO 10511	E 25-412	13/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux bas autofreinés (à anneau non métallique)
AFNOR	NF EN ISO 10512	E 25-421	13/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux normaux autofreinés (à anneau non métallique) à filetage métrique à pas fin - Classes de qualité 6, 8 et 10
AFNOR	NF EN ISO 10513	E 25-422	13/03/2013	homologuée	Écrous hexagonaux hauts autofreinés tout métal à filetage métrique à pas fin - Classes de qualité 8, 10 et 12
AFNOR	NF EN ISO 10642	E 25-146	20/08/2004	homologuée	Vis à tête fraîssée à six pans creux
AFNOR	NF EN ISO 10642/A1	E 25-146/A1	06/04/2013	homologuée	Vis à tête fraîssée à six pans creux
AFNOR	NF EN ISO 10644	E 25-150	01/09/2009	homologuée	Vis en acier à rondelle plate incorporée - Rondelles de classes de dureté 200 HV et 300 HV
AFNOR	NF EN ISO 10664	E 25-020	05/12/2005	homologuée	Empreinte à six lobes internes pour vis
AFNOR	NF EN ISO 10666	E 25-855	30/10/1999	homologuée	Vis autoperceuses avec filetage de vis à tête - Caractéristiques mécaniques et fonctionnelles
AFNOR	NF EN ISO 10669	E 25-522	20/10/1999	homologuée	Rondelles plates pour vis à tête à rondelles incorporée - Séries normale et large - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 10673	E 25-520	05/09/2009	homologuée	Rondelles plates pour vis à rondelle plate incorporée - Séries étroite, normale et large - Grade A
AFNOR	NF EN ISO 10683	E 25-040	09/08/2014	homologuée	Fixations - Revêtements non électrolytiques de zinc lamellaire
AFNOR	NF EN ISO 10684	E 25-041	05/12/2004	homologuée	Eléments de fixation - Revêtements de galvanisation à chaud
ISO	ISO 12125		17/08/2012	International standard	Écrous hexagonaux à embase, autofreinés (à anneau non métallique), à filetage métrique à pas fin, style 2 - Grades A et B
ISO	ISO 12126		17/08/2012	International standard	Écrous hexagonaux à embase, autofreinés, tout métal, à filetage métrique à pas fin, style 2 - Grades A et B
AFNOR	NF EN ISO 12474	E 25-177	01/12/2010	homologuée	Vis à tête cylindrique à six pans creux à pas fin
AFNOR	NF EN ISO 12996	E 83-200	17/08/2013	homologuée	Assemblage mécanique - Essais destructifs des assemblages - Dimensions des éprouvettes et procédures d'essai pour essais de traction-cisaillement des jonctions uniques
AFNOR	NF EN ISO 13337	E 25-775	08/08/2009	homologuée	Goupilles cylindriques creuses, dites goupilles élastiques - Série mince
ISO	ISO 13469		01/07/2014	International standard	Assemblage mécanique - Rivets aveugles et boulons à filetage autofreinant - Spécification et qualification des modes opératoires d'essai
ISO	ISO 13584-511		07/12/2006	International standard	Systèmes d'automatisation industrielle et intégration - Bibliothèque de composants Partie 511 : Systèmes mécaniques et composants pour utilisation générale - Dictionnaire de référence pour les éléments de fixation
AFNOR	NF EN 14218	E 25-406-1	01/07/2003	homologuée	Ecrous hexagonaux à embase cylindro-tronconique - Filetage à pas fin (ISO 10663:1999, modifié)
AFNOR	NF EN 14219	E 25-504-1	01/07/2003	homologuée	Vis à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique à pas fin - Série étroite (ISO 15072:1999, modifiée)
AFNOR	NF EN ISO 14579	E 25-110	04/06/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14580	E 25-111	04/06/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique basse à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14581	E 25-180	16/11/2013	homologuée	Éléments de fixation - Vis à tête fraîssée réduite à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14582	E 25-107	16/11/2013	homologuée	Éléments de fixation - Vis à tête fraîssée à six lobes internes, tête haute
AFNOR	NF EN ISO 14583	E 25-109	04/06/2011	homologuée	Vis à métaux à tête cylindrique bombée large à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14584	E 25-108	04/06/2011	homologuée	Vis à métaux à tête fraîssée bombée à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14585	E 25-654	01/04/2011	homologuée	Vis à tête à tête cylindrique bombée large à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14586	E 25-652	01/04/2011	homologuée	Vis à tête à tête fraîssée à six lobes internes

## 1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF EN ISO 14587	E 25-653	01/04/2011	homologuée	Vis à tête à tête fraisée bombée à six lobes internes
AFNOR	NF EN ISO 14588	E 25-700	30/12/2001	homologuée	Rivets aveugles - Terminologie et définitions
AFNOR	NF EN ISO 14589	E 25-701	05/12/2001	homologuée	Rivets aveugles - Essais mécaniques
AFNOR	NF EN 14831	E 25-037	20/07/2005	homologuée	Eléments de fixation - Aptitude au serrage - Méthode d'essai simplifiée couple/angle
AFNOR	NF EN ISO 15065	E 25-012	01/05/2005	homologuée	Fraisures pour vis à tête fraisée avec une configuration de tête conforme à l'ISO 7721
ISO	ISO 15071		19/05/2011	International standard	Vis à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique - Série étroite - Grade A
ISO	ISO 15072		03/07/2012	International standard	Vis à tête hexagonale à embase cylindro-tronconique, à filetage métrique à pas fin - Série étroite - Grade A
AFNOR	NF E 25-129	E 25-129	01/12/1985	homologuée	Vis à métaux - Tête poêlier fendue - Symbole RL S
AFNOR	NF EN ISO 15330	E 25-010	20/11/1999	homologuée	Eléments de fixation - Essai de précharge pour la détection de la fragilisation par l'hydrogène - Méthode des plaques parallèles
AFNOR	NF EN ISO 15480	E 25-856	30/10/1999	homologuée	Vis autoperceuses à tête hexagonale à embase plate, avec filetage de vis à tête
AFNOR	NF EN ISO 15481	E 25-857	20/10/1999	homologuée	Vis autoperceuses à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme, avec filetage de vis à tête
AFNOR	NF EN ISO 15482	E 25-858	20/10/1999	homologuée	Vis autoperceuses à tête fraisée à empreinte cruciforme, avec filetage de vis à tête
AFNOR	NF EN ISO 15483	E 25-859	20/10/1999	homologuée	Vis autoperceuses à tête fraisée bombée à empreinte cruciforme, avec filetage de vis à tête
AFNOR	NF EN ISO 15973	E 25-710	05/12/2001	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps fermé, à tête bombée - AIA-St
AFNOR	NF EN ISO 15974	E 25-711	05/12/2001	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps fermé, à tête fraisée - AIA/St
AFNOR	NF EN ISO 15975	E 25-712	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps fermé, à tête bombée - Al/AIA
AFNOR	NF EN ISO 15976	E 25-713	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps fermé, à tête bombée - St/St
AFNOR	NF EN ISO 15977	E 25-714	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - AIA/St
AFNOR	NF EN ISO 15978	E 25-715	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - AIA/St
AFNOR	NF EN ISO 15979	E 25-716	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - St/St
AFNOR	NF EN ISO 15980	E 25-717	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - St/St
AFNOR	NF EN ISO 15981	E 25-718	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - AIA/AIA
AFNOR	NF EN ISO 15982	E 25-719	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - AIA/AIA
AFNOR	NF EN ISO 15983	E 25-720	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - A2/A2
AFNOR	NF EN ISO 15984	E 25-721	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - A2/A2
AFNOR	NF EN ISO 16047	E 25-036	20/06/2005	homologuée	Eléments de fixation - Essais Couple/Tension
AFNOR	NF EN ISO 16047/A1	E 25-036/A1	05/01/2013	homologuée	Éléments de fixation - Essais couple/tension - Amendement 1
AFNOR	NF EN ISO 16048	E 25-042	05/04/2003	homologuée	Passivation des éléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion
AFNOR	NF EN 26157-1	E 25-100-3	01/06/1992	homologuée	Eléments de fixation - Défauts de surface - Partie 1 : Vis et goujons d'usage général
ISO	ISO/TR 16224		29/03/2012	en cours de travaux	Aspects techniques de conception des écrous
AFNOR	NF EN ISO 16426	E 25-001	15/01/2003	homologuée	Eléments de fixation - Système d'assurance qualité
AFNOR	NF EN ISO 16582	E 25-722	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - Cu/St ou Cu/Br ou Cu/SSt
AFNOR	NF EN ISO 16583	E 25-723	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête fraisée - Cu/St ou Cu/Br ou Cu/SSt
AFNOR	NF EN ISO 16584	E 25-724	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps ouvert, à tête bombée - NiCu/St ou NiCu/SSt
AFNOR	NF EN ISO 16585	E 25-725	01/01/2003	homologuée	Rivets aveugles à rupture de tige à corps fermé, à tête bombée - A2/SSt
AFNOR	NF EN 20273	E 25-023	01/06/1992	homologuée	Eléments de fixation - Trous de passage pour vis
AFNOR	NF EN 20898-7	E 25-100-7	01/05/1995	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation - Partie 7 : Essai de torsion et couples minimaux de rupture des vis de diamètre nominal de filetage de 1 mm à 10 mm
AFNOR	NF EN ISO 21670	E 25-430	09/08/2014	homologuée	Fixations - Ecrous hexagonaux à souder, à embase plate
AFNOR	NF E 22-111	E 22-111	01/05/1969	homologuée	Ecrous à encoches - Série forte

1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF E 22-112	E 22-112	01/05/1969	homologuée	Rondelles frein pour écrous à encoches - Série forte
AFNOR	NF EN 22339	E 25-752	01/12/1992	homologuée	Goupilles de position coniques non trempées
AFNOR	NF EN 22340	E 25-753	01/12/1992	homologuée	Axes d'articulation sans tête
AFNOR	NF EN 22341	E 25-754	01/12/1992	homologuée	Axes d'articulation avec tête
AFNOR	NF EN ISO 23429	E 25-170	20/08/2004	homologuée	Calibrage des six pans creux
AFNOR	NF EN 24015	E 25-113	01/05/1992	homologuée	Eléments de fixation - Vis à tête hexagonale partiellement filetées - Grade B Tige réduite (Diamètre de tige = diamètre sur flanc de filet)
AFNOR	FD E 25-000	E 25-000	01/06/1999	fascicule de documentation	Vocabulaire général et structure des normes d'éléments de fixation
AFNOR	NF E 25-004	E 25-004	01/12/1984	homologuée	Eléments de fixation - Notations abrégées
AFNOR	NF E 25-005	E 25-005	31/10/2005	homologuée	Eléments de fixation - Méthodes d'essai
AFNOR	NF E 25-007	E 25-007	01/11/1982	homologuée	Eléments de fixation - Conditions de commande et de livraison
AFNOR	FD E 25-008	E 25-008	01/09/1987	fascicule de documentation	Eléments de fixation - Tableau synoptique des produits normalisés
AFNOR	NF E 25-016	E 25-016	01/04/1986	homologuée	Eléments de fixation - Produits hexagonaux et carrés - Dimensions des surplats extérieurs
AFNOR	NF E 25-017	E 25-017	20/03/2006	homologuée	Eléments de fixation - Chambrages (lamages) des vis à métaux - Dimensions
AFNOR	NF E 25-022	E 25-022	20/12/1987	homologuée	Eléments de fixation - Tolérances des vis et écrous de grade F (mécanique fine) - Diamètres de filetage de 1 à 3 mm inclus
AFNOR	NF E 25-030-1	E 25-030-1	25/08/2014	homologuée	Fixations - Assemblages vissés à filetage métrique ISO - Partie 1 : Règles de conception pour les assemblages précontraints - Démarche simplifiée
AFNOR	NF E 25-030-2	E 25-030-2	25/08/2014	homologuée	Fixations - Assemblages vissés à filetage métrique ISO - Partie 2 : Règles de conception pour les assemblages précontraints - Démarche complète
AFNOR	FD E 25-032	E 25-032	01/03/1986	fascicule de documentation	Eléments de fixation - Revêtements (et traitements de surface) destinés à la protection contre la corrosion - Présentation comparative
AFNOR	FD E 25-033	E 25-033	04/12/2013	fascicule de documentation	Fixations - Nuances d'acières inoxydables pour la fabrication des produits
AFNOR	FD E 25-034	E 25-034	01/10/1986	fascicule de documentation	Eléments de fixation à rondelle incorporée - Guide de conjugaison vis-rondelle et écrou-rondelle
AFNOR	NF E 25-039	E 25-039	17/08/2013	homologuée	Fixations - Essais de couple/tension pour les vis, écrous et écrous autofréinés Compléments aux normes NF EN ISO 16047 et NF EN ISO 2320
AFNOR	NF E 25-116	E 25-116	01/07/1983	homologuée	Vis à métaux - Tête carrée - Tige normale - Grades A et B - Symbole Q
AFNOR	NF E 25-117	E 25-117	01/07/1983	homologuée	Vis à métaux - Tête carrée - Entièrement filetées - Grades A et B - Symbole Q
AFNOR	NF E 25-118	E 25-118	01/07/1983	homologuée	Vis à métaux - Tête carrée - Grade C - Symbole Q
AFNOR	NF E 25-122	E 25-122	01/08/1984	homologuée	Vis à métaux - Tête ronde large (dites "poêlier") à empreinte cruciforme Z - Grade A - Symbole RL Z
AFNOR	NF E 25-130	E 25-130	01/07/2008	homologuée	Vis à métaux à rondelle imperdable - Rondelle conique lisse statique - Grade A
AFNOR	NF E 25-133	E 25-133	01/03/1987	homologuée	Eléments de fixation - Vis à métaux pour vérins à vis - Vis à tête hexagonale réduite à téton long - Grades A et B - Symbole HZ
AFNOR	NF E 25-134	E 25-134	01/03/1987	homologuée	Eléments de fixation - Vis à métaux pour vérins à vis - Vis à tête carée réduite à téton court - Grades A et B - Symbole QZ
AFNOR	NF E 25-135	E 25-135	01/12/1986	homologuée	Eléments de fixation - Goujons - Grades A et B
AFNOR	NF E 25-136	E 25-136	29/11/2014	homologuée	Fixations - Tiges filetées et bouts filetés - Grades A et B
AFNOR	NF E 25-137	E 25-137	01/12/1986	homologuée	Vis à métaux - Tête hexagonale fendue - Grade A - Symbole H S
AFNOR	NF E 25-139	E 25-139	01/12/1987	homologuée	Eléments de fixation - Vis à métaux - Tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme Z, fendue Grade A - Symbole CBL ZS
AFNOR	NF E 25-403	E 25-403	01/09/1983	homologuée	Ecrous carrés - Grades A et B - Symbole Q
AFNOR	NF E 25-404	E 25-404	01/09/1983	homologuée	Ecrous carrés - Grade C - Symbole Q
AFNOR	NF E 25-411	E 25-411	01/12/1985	homologuée	Ecrous hexagonaux autofréinés tout métal avec fente(s) - Grades A et B - Symbole H FR

## 1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF E 25-415	E 25-415	01/04/1986	homologuée	Ecrous hexagonaux à rondelle incorporée - Rondelle conique lisse de serrage - Grade A
AFNOR	NF E 25-416	E 25-416	01/08/1987	homologuée	Eléments de fixation - Ecrous hexagonaux à rondelle incorporée - Rondelle plate - Grade A
AFNOR	NF E 25-417	E 25-417	01/04/1986	homologuée	Ecrous hexagonaux autofreinés [à anneau non métallique] à rondelle incorporée - Rondelle conique lisse de serrage - Grade A
AFNOR	NF E 25-460	E 25-460	27/09/2014	homologuée	Fixations - Ecrous élastiques en tôle
AFNOR	NF E 25-510	E 25-510	01/06/2008	homologuée	Rondelles coniques lisses statiques pour assemblages vissés - Symbole CL
AFNOR	NF E 25-511	E 25-511	01/10/1984	homologuée	Rondelles coniques striées de serrage - Symbole CS
AFNOR	NF E 25-512	E 25-512	01/10/1984	homologuée	Rondelles coniques à dents intérieures - Symbole CDJ
AFNOR	NF E 25-515	E 25-515	01/06/2009	homologuée	Rondelles Grower - Série courante - Symbole W
AFNOR	NF E 25-516	E 25-516	01/06/2009	homologuée	Rondelles Grower - Série réduite - Symbole WZ
AFNOR	NF E 25-517	E 25-517	01/06/2009	homologuée	Rondelles Grower - Série forte - Symbole WL
AFNOR	XP E 25-518	E 25-518	01/05/1987	norme expérimentale	Eléments de fixation - Rondelles plates épaisses pour applications mécaniques - Grade A
AFNOR	NF E 25-540	E 25-540	26/06/2010	homologuée	Eléments de fixation - Freins d'écrous en tôle, à bord relevé
AFNOR	NF E 25-600	E 25-600	01/05/1984	homologuée	Eléments de fixation - Norme de famille des vis à bois
AFNOR	NF E 25-601	E 25-601	01/05/1984	homologuée	Vis à bois - Tête fraisée à empreinte cruciforme Z - Symbole F Z
AFNOR	NF E 25-602	E 25-602	01/05/1984	homologuée	Vis à bois - Tête fraisée bombée à empreinte cruciforme Z - Symbole FB Z
AFNOR	NF E 25-603	E 25-603	01/05/1984	homologuée	Vis à bois - Tête ronde à empreinte curciforme Z - Symbole R Z
AFNOR	NF E 25-604	E 25-604	01/05/1984	homologuée	Vis à bois - Tête fraisée fendue - Symbole FS
AFNOR	NF E 25-605	E 25-605	01/05/1984	homologuée	Vis à bois - Tête fraisée bombée fendue - Symbole FB S
AFNOR	NF E 25-606	E 25-606	01/11/1985	homologuée	Vis à bois - Tête ronde fendue - Symbole RS
AFNOR	NF E 25-607	E 25-607	01/11/1985	homologuée	Vis à bois - Tête hexagonale (Tirefonds) Symbole H
AFNOR	NF E 25-608	E 25-608	01/11/1985	homologuée	Vis à bois - Tête carrée (Tirefonds) - Symbole Q
AFNOR	NF E 25-609	E 25-609	01/11/1985	homologuée	Vis à bois - Pitons
AFNOR	NF E 25-610	E 25-610	01/11/1985	homologuée	Vis à bois - Crochets
AFNOR	NF E 25-611	E 25-611	01/11/1985	homologuée	Vis à bois - Gonds à vis
AFNOR	NF E 25-655	E 25-655	01/05/1983	homologuée	Vis à tête ronde large à six lobes internes - Symbole RLX
AFNOR	NF E 25-659	E 25-659	01/12/1984	homologuée	Vis à tête - Tête ronde large (dite "poelier") à empreinte cruciforme Z - Symbole RL Z
AFNOR	NF E 25-664	E 25-664	01/12/1986	homologuée	Vis à tête hexagonale fendue - Symbole HS
AFNOR	NF E 25-666	E 25-666	01/12/1987	homologuée	Eléments de fixation - Vis à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme Z, fendue - Symbole CBL ZS
AFNOR	NF E 25-850	E 25-850	01/11/1985	homologuée	Eléments de fixation - Gonds à pointe
AFNOR	NF EN 26157-3	E 25-100-4	01/06/1992	homologuée	Eléments de fixation - Défauts de surface - Partie 3 : Vis et goujons pour applications particulières
AFNOR	NF E 27-151	E 27-151	01/11/1952	homologuée	Rivets à tête cylindrique plate
AFNOR	NF E 27-152	E 27-152	01/11/1952	homologuée	Rivets à tête goutte de suif
AFNOR	NF E 27-153	E 27-153	01/11/1952	homologuée	Rivets à tête ronde
AFNOR	NF E 27-154	E 27-154	01/11/1952	homologuée	Rivets à tête fraisée
AFNOR	NF E 27-155	E 27-155	01/11/1952	homologuée	Tolérances des rivets pour constructions mécaniques, métalliques et de chaudronnerie
AFNOR	NF E 27-163	E 27-163	01/06/1972	homologuée	Vis de réglage
AFNOR	NF E 27-169	E 27-169	01/06/1972	homologuée	Vis pour rondelles fendues pivotantes
AFNOR	NF E 27-170	E 27-170	01/06/1974	homologuée	Vis à tête moletée d'usage général
AFNOR	NF E 27-303	E 27-303	01/10/1968	homologuée	Vis à tête sphérique percée dite "vis de lit"

1-1 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF E 27-312	E 27-312	01/02/1959	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Boulons bruts ou usinés à tête cylindrique - Diamètres de 6 à 80 mm
AFNOR	NF E 27-313	E 27-313	01/02/1959	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Boulons bruts ou usinés à tête ronde - Diamètres de 4 à 60 mm
AFNOR	NF E 27-314	E 27-314	01/02/1959	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Boulons bruts ou usinés à tête fraisée ou fraisée bombée sur fer - Diamètres de 4 à 60 mm
AFNOR	NF E 27-351	E 27-351	01/12/1969	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Boulons à tête bombée, collet carré (dits "japy")
AFNOR	NF E 27-355	E 27-355	01/10/1980	homologuée	Eléments de fixation - Matériel de travail du sol - Boulons à tête fraisée à double ergot pour la fixation de pièces d'usure de faible épaisseur
AFNOR	NF E 27-381	E 27-381	01/10/1969	homologuée	Axes goupillés et axes filetés
AFNOR	NF E 27-413	E 27-413	01/02/1959	homologuée	Ecrous cylindriques (anciennement dits "écrous ronds")
AFNOR	NF E 27-414	E 27-414	01/12/1969	homologuée	Boulonnnerie - Ecrous à créneaux
AFNOR	NF EN 27434	E 25-161	01/12/1992	homologuée	Vis sans tête, fendues, à bout pointeau
AFNOR	NF EN 27435	E 25-162	01/12/1992	homologuée	Vis sans tête, fendues, à tête long
AFNOR	NF EN 27436	E 25-163	01/12/1992	homologuée	Vis sans tête, fendues, à bout cuvette
AFNOR	NF E 27-454	E 27-454	01/01/1964	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Ecrous à oreilles
AFNOR	NF E 27-459	E 27-459	01/06/1974	homologuée	Ecrous moletés d'usage général
AFNOR	NF E 27-477	E 27-477	01/07/1972	homologuée	Pied de positionnement au cône Morse à tête filetée
AFNOR	FD E 27-478	E 27-478	01/07/1972	fascicule de documentation	Pied de positionnement au cône Morse à trou taraudé
AFNOR	FD E 27-488	E 27-488	01/08/1972	fascicule de documentation	Boulonnnerie courante du commerce - Gouplage
AFNOR	NF E 27-615	E 27-615	01/06/1972	homologuée	Rondelles à portée sphérique
AFNOR	NF E 27-616	E 27-616	01/06/1972	homologuée	Rondelles fendues amovibles
AFNOR	NF E 27-617	E 27-617	01/06/1972	homologuée	Rondelles fendues pivotantes
AFNOR	NF E 27-619	E 27-619	01/11/1951	homologuée	Rondelles cuvettes
AFNOR	NF E 27-626	E 27-626	01/10/1982	homologuée	Eléments de fixation - Rondelles à double denture - Forme plane
AFNOR	NF E 27-627	E 27-627	01/10/1982	homologuée	Eléments de fixation - Rondelles à dents extérieures chevauchantes - Forme concave
AFNOR	NF EN 27721	E 25-018	01/06/1992	homologuée	Eléments de fixation - Vis à tête fraisée - Configuration de la tête et vérification par calibre
AFNOR	NF EN 28736	E 25-758	01/12/1992	homologuée	Goupilles de position coniques à trou taraudé, non trempées
AFNOR	NF EN 28737	E 25-759	01/12/1992	homologuée	Goupilles de position coniques à longueur filétée, non trempées
AFNOR	NF EN 28738	E 25-760	01/12/1992	homologuée	Rondelles plates pour axes d'articulation - Grade A
AFNOR	NF EN 28749	E 25-769	01/12/1992	homologuée	Goupilles et goupilles cannelées - Essai de cisaillement
AFNOR	NF EN 28839	E 25-011	20/06/1992	homologuée	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation - Vis, goujons et écrous en métaux non ferreux

## Normes concernant les fixations pour construction métalliques (à la date du 02/01/2015)

### 1-2 Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF EN 14399-1	E 25-801-1	05/08/2005	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 1: Exigences générales
AFNOR	NF EN 14399-2	E 25-801-2	05/08/2005	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte Partie 2 : Essai d'aptitude à l'emploi pour la mise en précontrainte
AFNOR	NF EN 14399-3	E 25-801-3	05/08/2005	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 3 : Système HR - Boulons à tête hexagonale [vis + écrou]
AFNOR	NF EN 14399-4	E 25-801-4	05/08/2005	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 4 : Système HV boulons à tête hexagonale [vis + écrou]
AFNOR	NF EN 14399-5	E 25-801-5	05/08/2005	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 5 : Rondelles plates
AFNOR	NF EN 14399-6	E 25-801-6	05/08/2005	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 6 : Rondelles plates chanfreinées
AFNOR	NF EN 14399-7	E 25-801-7	01/09/2008	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 7 : Système HR Boulons à tête fraisée [vis + écrou]
AFNOR	NF EN 14399-8	E 25-801-8	01/02/2008	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 8 : Système HV Boulons ajustés à tête hexagonale [vis + écrou]
AFNOR	NF EN 14399-9	E 25-801-9	01/06/2009	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 9 : Système HR ou HV Rondelles indicatrices de précontrainte pour les boulons
AFNOR	NF EN 14399-10	E 25-801-10	01/05/2009	homologuée	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte - Partie 10 : Système HRC Boulons [vis + écrou + rondelle] à précontrainte calibrée
AFNOR	NF EN 15048-1	E 25-802-1	05/07/2007	homologuée	Boulonnerie de construction métallique non précontrainte - Partie 1 : Exigences générales
AFNOR	NF EN 15048-2	E 25-802-2	05/07/2007	homologuée	Boulonnerie de construction métallique non précontrainte - Partie 2 : Essai d'aptitude à l'emploi
AFNOR	NF E 25-726	E 25-726	15/12/2011	homologuée	Fixations - Rivets pleins à tête ronde pour constructions métalliques
AFNOR	NF E 25-800-0	E 25-800-0	01/12/1994	homologuée	Eléments de fixation - Boulons à serrage contrôlé pour buses métalliques Partie 0 : Prescriptions relatives aux boulons [vis + écrous]
AFNOR	NF E 25-800-1	E 25-800-1	01/12/1994	homologuée	Eléments de fixation - Boulons à serrage contrôlé pour buses métalliques Partie 1 : Vis à tête hexagonale, avec ou sans embase, avec ou sans ergots - Grade A
AFNOR	NF E 25-800-2	E 25-800-2	01/12/1994	homologuée	Eléments de fixation - Boulons à serrage contrôlé pour buses métalliques Partie 2 : Vis à tête cylindrique, avec ou sans ergots - Grade A
AFNOR	NF E 25-800-3	E 25-800-3	01/12/1994	homologuée	Eléments de fixation - Boulons à serrage contrôlé pour buses métalliques Partie 3 : Ecrous hexagonaux convexes, sans embase - Grade C
AFNOR	NF E 25-800-4	E 25-800-4	01/12/1994	homologuée	Eléments de fixation - Boulons à serrage contrôlé pour buses métalliques Partie 4 : Ecrous hexagonaux convexes à embase - Grade C

1-2 (suite) Classement par numéro croissant de norme

Editeur	Ref Norme	Indice Classement	Date de publication	Type de norme	Titre Norme
AFNOR	NF E 27-341	E 27-341	01/05/1973	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Boulons de "charpente en bois"
AFNOR	NF E 27-412	E 27-412	01/05/1973	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Ecrous carrés larges - Diamètres de 4 à 30 mm
AFNOR	NF E 27-681	E 27-681	01/06/1939	homologuée	Cales obliques pour poutrelles IPN, profilés en U ou en T
AFNOR	NF E 27-682	E 27-682	01/10/1965	homologuée	Boulonnnerie courante du commerce - Rondelles et plaquettes pour assemblages boulonnés de charpente en bois
AFNOR	NF E 27-801	E 27-801	01/04/1970	homologuée	Tiges à souder
AFNOR	NF E 27-811	E 27-811	01/04/1970	homologuée	Tiges de scellement à queue de carpe
AFNOR	NF P 30-310	P 30-310	20/06/2004	homologuée	Travaux de couverture et de bardage - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage Méthode d'essai d'arrachement des fixations en sommet d'onde ou de nervure de leur support
AFNOR	NF P 30-311	P 30-311	05/12/2014	homologuée	Fixations pour travaux de couverture - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage Plaques profilées de fibres-ciment
AFNOR	NF P 30-312	P 30-312	20/06/2004	homologuée	Travaux de couverture et de bardage - Détermination de la caractérisation à la flexion Méthode conventionnelle d'essai de flexion des vis autoperceuses et autotaraudeuses de longueur supérieure ou égale à 70 mm
AFNOR	NF P 30-313	P 30-313	05/07/2004	homologuée	Travaux de couverture - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage Méthode d'essai d'arrachement des fixations de l'isolant ou du revêtement d'étanchéité sur l'élément porteur
AFNOR	NF P 30-314	P 30-314	05/07/2004	homologuée	Travaux de couverture et de bardage - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage Méthode d'essai d'arrachement de l'assemblage des plaques en tôle d'acier ou d'aluminium au support
AFNOR	NF P 30-315	P 30-315	05/07/2004	homologuée	Travaux de couverture et de bardage - Revêtement d'étanchéité fixés mécaniquement Evaluation de la résistance au dévissage
AFNOR	NF P 30-316	P 30-316	15/08/2009	homologuée	Travaux de couverture - Éléments de fixation - Détermination de la résistance caractéristique d'assemblage Méthode d'essai de cisaillement par traction transversale
AFNOR	NF P 30-317	P 30-317	05/11/2006	homologuée	Travaux de couverture et de bardage - Éléments de fixation - Revêtements d'étanchéité et isolants-supports fixés mécaniquement - Méthode d'essai conventionnelle de la caractéristique "solide au pas" des fixations

**Nota :** Une norme homologuée est une norme publiée au Journal Officiel (Français ou de la Communauté Européenne selon si la norme est NF « pure » ou EN). Elle peut donc être rendue d'application obligatoire (exemple de la norme de boulonnnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte NF EN 14399-1).

## 2 Normes de boulonnerie de construction métallique

### Normes de référence - Architecture générale

**Règles techniques : EN 1993** norme de calcul, destinée aux bureaux d'étude

**NF EN 1993-1-8 : Eurocode 3 - Calcul des assemblages**

**Normes d'exécution : EN 1090** norme d'exécution destinée aux charpentiers, monteurs, metteurs en œuvre

**NF EN 1090-2 : exécution des structures en acier et des structures en aluminium**

**Normes produits : EN 14399, EN 15048...**normes destinées aux fabricants, distributeurs, acheteurs et donneurs d'ordres

**EN 14399** : boulons aptes à la précontrainte HR, HRC, HV

**EN 15048-1, EN 15048-2** : boulons non précontraints SB

### Normes produits

2-1

Boulons aptes à la précontrainte	Boulons non précontraints	Norme	Contenu
HR - HRC - HV	-	EN 14399-1	Exigences générales et marquage CE, classes de performance K0, K1, K2
HR - HRC - HV	-	EN 14399-2	Essai d'aptitude à l'emploi : coefficient $k_m$ et dispersion $V_k$
HR	-	EN 14399-3	Boulons HR
HV	-	EN 14399-4	Boulons HV
HR - HRC - HV	-	EN 14399-5	Rondelles plates sans chanfrein
HR - HRC - HV	-	EN 14399-6	Rondelles plates chanfreinées
HR	-	EN 14399-7	Système HR - Boulons à tête fraisée [vis + écrou]
HV	-	EN 14399-8	Système HV - Boulons ajustés à tête hexagonale [vis + écrou]
HR - HV	-	EN 14399-9	Systèmes HR et HV - Boulons avec rondelles indicatrices de précontrainte
HRC	-	EN 14399-10	Boulons HRC
-	SB	EN 15048-1	Exigences générales et marquage CE
-	SB	EN 15048-2	Essai d'aptitude à l'emploi

### Classes de performance K

2-2

Classe K	Caractéristiques du boulon	Commentaires
K0	Aucune valeur déclarée Pas de valeur pour le coefficient $k$ et le couple de serrage	Les boulons de classe K0 ne sont pas adaptés pour le serrage nécessitant une clé dynamométrique
K1	<b>k compris entre deux valeurs</b> Exemple : $0,110 < k < 0,160$ (pour un boulon M20, le couple sera compris entre 426 Nm et 621 Nm, donc une incertitude de $\pm 98$ Nm)	La classe K1 peut convenir pour la méthode combinée : un pré-serrage par clé dynamométrique à un couple estimé, puis un angle de rotation de l'écrou ( $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ selon la longueur du boulon)
K2	<b>k moyen réel et dispersion pour chaque lot</b> (pour un boulon M20, avec $k_m = 0,125$ et $V_k = 0,04$ , le couple sera de 485 Nm avec seulement une incertitude de $\pm 24$ Nm)	La classe K2 est la seule utilisable pour la méthode du couple. Le boulon de classe K2 est utilisable pour les autres méthodes de pose

k\* : le coefficient k est le coefficient de rendement du couple, prenant en compte frottement, diamètre et pas d'un boulon

**Avertissement :** Il est conseillé de vérifier que l'on travaille sur la dernière version publiée des normes de boulonnerie de construction métallique. Ce domaine de normalisation étant relativement récent, la fréquence des révisions est importante.

### 3 Normes produits : classement ISO par ordre croissant

3-1

Correspondances vers NF EN - DIN - NFE - UNI

ISO	NF EN	DIN	NFE	UNI	Désignation
288		935	27414	5594-65	Ecrou à créneaux
898-1	20898-1	267-3			Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et acier allié pour vis - gousions
898-2	20898-2	267-4			Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation pour écrous au pas gros
ISO 898-6	20898-6	267-23			Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation pour écrous au pas fins
1207	ISO 1207	84	25127	6107/67	Vis à métaux tête cylindrique fendue
1234	ISO 1234	94	27487	1337	Goupille fendue
1478	ISO 1478	7970			Filetage de vis à tête
1481	ISO 1481	7971	25663	6951/78	Vis à tête cylindrique fendue
1482	ISO 1482	7972	25660	6952/78	Vis à tête fraîssée fendue
1483		7973		6953/78	Vis à tête fraîssée bombée fendue
1580	ISO 1580	85	25128		Vis à métaux tête cylindrique large fendue
1661	1661	6331	25406		Ecrou hexagonal à embase cylindro-tronconique
1662		6921			Vis à tête hexagonale à embase
2009	ISO 2009	963	25123	6109	Vis à métaux tête fraîssée fendue
2010	ISO 2010	964	25124	6110	Vis à métaux tête fraîssée bombée fendue
2320	ISO 2320 ISO 16047	267-15	25039		Essai couple /tension et d'autofreinage
2338	ISO 2338	7	27484	1707	Goupille cylindrique non trempée décollétée
2339	ISO 2339	1	27490	7283	Goupille de position conique non trempée
2340	22340	1443	27485	1707	Axe d'articulation sans tête
2341	22341	1444	27486	1710/13/16/ 19/22/25	Axe d'articulation avec tête
2342	ISO 2342	302	27154		Rivet à tête fraîssée
2342	ISO 2342	427			Vis sans tête fendue à fût série métrique
2702	ISO 2702	267-12			Vis à tête en acier traité thermiquement
2936		911		2415	Clé pour vis à six pans creux
3266		580		2948-71	Anneau de levage mâle
3269	ISO 3269	267-5	25006		Contrôle de réception pour éléments de fixation
3506	ISO 3506	267-11	25005 25100 25400		Eléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion
3508	ISO 3508	76-1			Filets incomplets pour les éléments de fixation avec un filetage selon Iso 261 et 262
3912		6888			Clavette disque
4014	24014	931	25112	5737-65	Vis à tête hexagonale partiellement filetée
4016	24016	601	25115	5727	Vis à tête hexagonale partiellement filetée grade C
4017	24017	933	25114	5739-65	Vis à tête hexagonale entièrement filetée
4018	24018	558	25115	5725-65	Vis à tête hexagonale entièrement filetée grade C
4026	ISO 4026	913	27180	5923	Vis à sans tête à six pans creux bout plat
4027	ISO 4027	914	27181	5927-67	Vis à sans tête à six pans creux bout conique
4028	ISO 4027	915	27182	5925-67	Vis à sans tête à six pans creux bout téton

ISO	NF EN	DIN	NFE	UNI	Désignation
4029	ISO 4029	916	27183	5929-67	Vis à sans tête à six pans creux bout cuvette
4032	24032	934	25401	5588-65	Ecrou hexagonal style 1 et 2
4034	24034	555	25402	5592-68	Ecrou hexagonaux grade C
4035	24035	439 T2	25405		Ecrou hexagonal bas [Hm] grade A-B
4036	24036	439 T1	25405	5590	Ecrou hexagonal bas [Hm] sans chanfrein grade B
4042	ISO 4042	267-9			Revêtement électrolytiques des éléments de fixation
4161	ISO 4161	6923	25406		Ecrou hexagonal à embase crantée
4753	ISO 4753	78	25019		Extrémités des éléments à filetage extérieur métrique iso
4759-3	ISO 4759-3	267-2			Tolérances pour rondelles plates grade A-C
4762	24762	912	25125	5931-67	Vis à tête cylindrique à six pans creux
4766	24766	551	25019	6113-6114	Vis sans tête fendue à bout plat
6157-1-3	ISO 6157-1-3	267-19	25100		Défauts de surface
7040	7040	6924	25409		Ecrou hexagonal autofreiné à anneau non métallique style 1
7042	ISO 7042	6925	25420		Ecrou hexagonal autofreiné tout métal style 2
7043	1663	6926	25413		Ecrou hexagonal à embase autofreiné avec anneau non métallique
7044	1664	6927	25414		Ecrou hexagonal à embase autofreiné tout métal
7045		7985	25121	7687	Vis à métaux tête cylindrique Pozi
7046	ISO 7046	965	25119	7688	Vis à métaux tête fraîssée Pozi
7047	ISO 7047	966	25120	7689	Vis à métaux tête fraîssée bombée Pozi
7049	ISO 7049	7981	25658	6954/78	Vis à tête cylindrique bombée large Pozi
7050	ISO 7050	7982	25656	6955/78	Vis à tête fraîssée Pozi
7051	ISO 7051	7983	25657	6956/78	Vis à tête fraîssée bombée Pozi
7089	7089	125A		6592-69	Rondelle plate moyenne sans chanfrein
7090	7090	125B		6592-69	Rondelle plate moyenne avec chanfreins
7091	ISO 7091	126	25513		Rondelle plate série normal grade C
7092	ISO 7092	433	25514		Rondelle sans chanfrein pour vis à tête cylindrique
7093	ISO 7093	9021	25513-25514	6593	Rondelle sans chanfrein
7094	ISO 7094	440	25513		Rondelles plates
7378	ISO 7378	962			Trous de goupille et trou de fil à freiner
7379	ISO 7379	444A/B	27191		Vis de centrage à tête cylindrique à six pans creux et à bout fileté réduit
7412	14399	6914	27711	5712-65	Vis tête hexagonale à serrage contrôlé
7414	14399	6915	27711	5713-65	Ecrou 6 pans pour montage avec vis à serrage contrôlé
7416	14399	6916	27711	5714	Rondelle plate pour montage avec vis et écrou à serrage contrôlé
7434	27434	553		6117-6118	Vis sans tête fendue à bout pointeau
7435	27435	417			Vis sans tête fendue série métrique à téton long
7436	27436	438		6119	Vis sans tête fendue bout cuvette
7721	27721	7721	25018		Configuration de la tête et vérification par calibre des vis à tête fraîssée

3-1 (suite)

<b>ISO</b>	<b>NF EN</b>	<b>DIN</b>	<b>NFE</b>	<b>UNI</b>	<b>Désignation</b>
8673	28673	971 T1	25405	5589	Ecrou hexagonal style 1 à pas fin grade A-B
8674	28674	971 T2			Ecrou hexagonal style 2 [haut] à pas fin grade A-B
8675	28675	439	25405	5588	Ecrou hexagonal bas (chanfreiné) à filetage métrique aux pas fins
8676	28676	961	27311	5740	Vis à tête hexagonale entièrement filetée pas fin
8677	28677	603		5732	Vis à métaux tête ronde collet carré
8734	28734	6325			Goupille cylindrique en acier trempé et en acier inoxydable martensitique
8735	ISO 8735	7976			Goupille conique trou taraudé
8735	28735	7979		6364	Goupille cylindrique à trou taraudé en acier trempé et en acier inoxydable martensitique
8737	28737	258	27482		Goupille de position conique à longueur filetée non trempée
8737	28737	7977		7285/7286	Goupille de position conique à longueur filetée non trempée
8739	ISO 8739	1470			Goupille cannelée à à cannelure constante sur toute la longueur débouchant à bout pilote
8740	ISO 8740	1473			Goupille cannelée à cannelures centrales constantes sur toute la longueur
8741	ISO 8741	1474		7589	Goupille cannelée à cannelures progressives renversées sur toute le 1/2 longueur
8742	ISO 8742	1475		7590	Goupille cannelée à cannelures centrales constantes sur le 1/3 de la longueur
8743	ISO 8743	1469			Goupille cannelée à à cannelure constante sur la 1/2 longueur non débouchante
8744	ISO 8744	1471		7586	Goupille cannelée à cannelures progressives sur toute la longueur
8745	ISO 8745	1472		7588	Goupille cannelée à cannelures progressives sur toute la 1/2 longueur
8746	ISO 8746	1476		7591	Clou cannelé à tête ronde brute
8747	ISO 8747	1477			Clou cannelé à tête fraisée
8748	ISO 8748	7344			Goupille élastique en spirale exécution lourde
8752	ISO 8752	1481	27489		Goupille élastique série épaisse
8765	28765	960	27311	5738	Vis à tête hexagonale partiellement filetée pas fin
8839	28839				Vis, Goujons, Ecrous en métal non ferreux
10484	ISO 10484				Essais d'évasement des écrous
10485	ISO 10485				Essais de charge d'épreuve aux cônes des écrous
10511	ISO 10511	985		7474	Ecrou H autofréiné à anneau non métallique
10512	ISO 10512	982		7473	Ecrou H autofréiné style 1 à anneau non métallique
10513	ISO 10513	980			Ecrou H autofréiné tout métal
10642	ISO 10642	7991		5933	Vis tête fraisée à six pans creux
10684	ISO 10684	267-10			Revêtement galvanisation à chaud
14218	ISO 14218				Filetage à pas fins
13337	ISO 13337	7346			Goupille élastique série légère
14399	ISO 14399-2				Boulonnnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte
14579	ISO 14579				Vis à métaux à tête cylindrique à six lobes internes

<b>ISO</b>	<b>NF EN</b>	<b>DIN</b>	<b>NFE</b>	<b>UNI</b>	<b>Désignation</b>
14580	ISO 14580				Vis à métaux à tête cylindrique basse à six lobes internes
14583	ISO 14583				Vis à métaux à tête cylindrique bombée large à six lobes internes
14586	ISO 14586				Vis à métaux à tête fraisée à six lobes internes
14589	ISO 14589	7337			Rivet aveugle à rupture de tige
14831	ISO 14831				Aptitude au serrage
15480	ISO 15480	7504			Vis autoperceuse à tête hexagonale à embase plate avec filetage de vis à tête
15481	ISO 15481	7504			Vis autoperceuse à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme avec filetage de vis à tête
15482	ISO 15482	7504			Vis autoperceuse à tête fraisée à empreinte cruciforme avec filetage de vis à tête
15483	ISO 15483	7504			Vis autoperceuse à tête fraisée bombée à empreinte cruciforme avec filetage de vis à tête
15973	ISO 15973	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête bombée Alu/Aacier
15974	ISO 15974	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête fraisée Alu/Aacier
15975	ISO 15975	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête bombée Alu/Alu
15976	ISO 15976	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête bombée Aacier/Aacier
15977	ISO 15977	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Alu/Aacier
15978	ISO 15978	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée Alu/Aacier
15979	ISO 15979	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Aacier/Aacier
15980	ISO 15980	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée Aacier/Aacier
15981	ISO 15981	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Alu/Alu
15982	ISO 15982	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée Alu/Alu
15983	ISO 15983	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée A2/A2
15984	ISO 15984	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée A2/A2
16047	ISO 16047				Essais couple/tension
16582	ISO 16582	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Cu/Aacier - Cu/Bronze - Cu/Inox
16583	ISO 16583	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête Fraisée Cu/Aacier - Cu/Bronze - Cu/Inox
16584	ISO 16584	7337			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée NiCu/St - NiCu/Inox
21670		977			Ecrou à souder six pans à embase
24757	ISO 4757	7962	25021		Empreinte cruciforme pour vis
28750	ISO 8750	7343			Goupille élastique spiralee série moyenne
28751	ISO 8751	7343			Goupille élastique spiralee série mince

# 4 Normes produits : classement DIN par ordre croissant

## Correspondances vers ISO - NF EN - NFE - UNI

4-1

DIN	ISO	NF EN	NFE	UNI	Désignation	DIN	ISO	NF EN	NFE	UNI	Désignation
1	2339	ISO 2339	27490	7283	Goupille de position conique non trempée	316					Vis à oreilles
7	2338	ISO 2338	27484	1707	Goupille cylindrique non trempée décolletée	417	7435	27435			Vis sans tête fendue série métrique à tête long
76-1	3508	ISO 3508			Fillets incomplets pour les éléments de fixation avec un filetage selon ISO 261 et 262	427	2342	ISO 2342			Vis sans tête fendue à fût série métrique
78	4753	ISO 4753	25019		Extrémités des éléments à filetage extérieur métrique ISO	433	7092	ISO 7092	25514		Rondelle sans chanfrein pour vis à tête cylindrique
84	1207	ISO 1207	25127	6107/67	Vis à métaux tête cylindrique fendue	434			27681	6598	Cale oblique pour profile UPN classe 5.6
85	1580	ISO 1580	25128		Vis à métaux tête cylindrique large fendue	435			27681	6597	Cale oblique pour profilé IPN classe 5.6
94	1234	ISO 1234	27487	1337	Goupille fendue	438	7436	27436		6119	Vis sans tête fendue bout cuvette
95			25605	703	Vis à bois tête fraisée bombée fendue	439 T1	4036	24036	25405	5590	Ecrou hexagonal bas (Hm) sans chanfrein grade B
96			25606	701	Vis à bois tête ronde fendue	439 T2	4035	24035	25405	5589	Ecrou hexagonal bas (Hm) grade A-B
97			25606	702	Vis à bois tête fraisée fendue	440	7094	ISO 7094	25513		Rondelles plates
101			27155		Tolérances dimensionnelles des rivets pleins	444A/B	7379	ISO 7379	27191		Vis de centrage à tête cylindrique à six pans creux et à bout fileté réduit
123			27153		Rivet plein à tête ronde pour diamètre 10 mm et +	471			22163		Anneau élastique circlips pour arbre
124			27154			472			22165		Anneau élastique circlips pour alésage
125A	7089	7089		6592-69	Rondelle plate moyenne sans chanfrein	479					Vis tête cubique à bout pilote
125B	7090	7090		6592-69	Rondelle plate moyenne avec chanfreins	480					
126	7091	ISO 7091	25513		Rondelle plate série normal grade C	551	4766	24766	25019	6113-6114	Vis sans tête fendue à bout plat
127B			25515	1751B	Rondelle Grower série courante W	553	7434	27434		6117-6118	Vis sans tête fendue à bout pointeau
137A					Rondelle élastique 1 onde	555	4034	24034	25402	5592-68	Ecrou hexagonal grade C
137B					Rondelle élastique 2 ondes	557			27412		Ecrou carré
186					Vis à tête rectangulaire	558	4018	24018	25115	5725-65	Vis à tête hexagonale entièrement filetée grade C
258	8737	28737	27482	7285/7286	Goupille de position conique à longueur filetée non trempée	561					Vis tête hexagonal entièrement filetée bout tête
261					Vis tête marteau	564					Vis tête hexagonal réduite entièrement filetée à bout pilote
267-2	4759-3	ISO 4759-3			Tolérances pour rondelles plates grade A-C	571			25607	704-65	Vis à bois tête hexagonale
267-3	898-1	20898-1			Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et acier allié pour vis-goujons	580	3266			2948-71	Anneau de levage mâle
267-4	898-2	20898-2			Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation pour écrous au pas gros	601	4016	24016	25115	5727	Vis à tête hexagonale partiellement filetée grade C
267-5	3269	ISO 3269	25006		Contrôle de réception pour éléments de fixation	603	8677	28677		5732	Vis à métaux tête ronde collet carré
267-9	4042	ISO 4042			Revêtement électrolytiques des éléments de fixation	604					Boulon tête fraisée à ergots
267-10	10684	ISO 10684			Revêtement galvanisation à chaud	607					Boulon tête ronde à ergots
267-11	3506	ISO 3506	25005 25100 25400		Eléments de fixation en acier inoxydable résistant à la corrosion	605			27354		Boulon tête fraisée à collet carré
267-12	2702	ISO 2702			Vis à tôle en acier traité thermiquement	608					
267-15	2320	ISO 2320 ISO 16047	25039		Essai couple / tension et d'autofréinage	609					Vis à tête hexagonale partiellement filetée à corps ajusté
267-19	6157-1-3	ISO 6157-1-3	25100		Défauts de surface	610					
267-23	ISO 898-6	20898-6			Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation pour écrous au pas fin	660		27153	748		Rivet plein à tête ronde pour diamètre 1 à 9mm
302	2342	ISO 2342	27154		Rivet à tête fraisée	661		27154	752		Rivet plein tête fraisée
315			27454	5448-71/B	Ecrou à oreilles	662					Rivet plein à tête ronde chanfreinée
						674		27152			Rivet plein à goutte de surfil
						763					Chaîne maillons longs
						766					Chaîne maillons courts
						906					Bouchon magnétique fileté conique six pans creux
						908					Bouchon fileté à collerette à six pans creux

4-1 (suite)

DIN	ISO	NF EN	NFE	UNI	Désignation
909					Bouchon magnétique fileté conique tête six pans creux
910					Bouchon magnétique fileté conique tête six pans creux
911	2936			2415	Clé pour vis à six pans creux
912	4762	24762	25125	5931-67	Vis à tête cylindrique à six pans creux
913	4026	ISO 4026	27180	5923	Vis à sans tête à six pans creux bout plat
914	4027	ISO 4027	27181	5927-67	Vis à sans tête à six pans creux bout conique
915	4028	ISO 4027	27182	5925-67	Vis à sans tête à six pans creux bout téton
916	4029	ISO 4029	27183	5929-67	Vis à sans tête à six pans creux bout cuvette
928				25419	Ecrou carré à souder
929				25418	Ecrou hexagonal à souder
931	4014	24014	25112	5737-65	Vis à tête hexagonale partiellement filetée
933	4017	24017	25114	5739-65	Vis à tête hexagonale entièrement filetée
934	4032	24032	25401	5587	Ecrous hexagonaux pas gros/fins
	8673	ISO 8673	25402	5588	
	8674	ISO 8674			
935	288		27414	5594-65	Ecrou à créneaux
936	8673	28673	25405	5589	Ecrou hexagonal style 1 au pas fin
938			27241	5909-66	Goujon fileté
939				5911-66	
960	8765	28765	27311	5738	Vis à tête hexagonale partiellement filetée pas fin
961	8676	28676	27311	5740	Vis à tête hexagonale entièrement filetée pas fin
962	7378	ISO 7378			Trous de goujons et trou de fil à freiner
963	2009	ISO 2009	25123	6109	Vis à métaux tête fraisée fendue
964	2010	ISO 2010	25124	6110	Vis à métaux tête fraisée bombée fendue
965	7046	ISO 7046	25119	7688	Vis à métaux tête fraisée Pozi
966	7047	ISO 7047	25120	7689	Vis à métaux tête fraisée bombée Pozi
966 T1	8673	28673		5589	Ecrou hexagonal style 1 à pas fin grade A-B
966 T2	8674	28674			Ecrou hexagonal style 2 [haut] à pas fin grade A-B
975			25136		Tige filetée
977	21670				Ecrou à souder six pans à embase
980	10513	ISO 10513			Ecrou H autofréiné tout métal
982	10512	ISO 10512		7473	Ecrou H autofréiné style 1 à anneau non métallique
985	10511	ISO 10511		7474	Ecrou H autofréiné à anneau non métallique
986					Ecrou borgne autofréiné
988					Rondelle plate d'ajustage
1443	2340	22340	27485	1707	Axe d'articulation sans tête
1444	2341	22341	27486	1710/13/16/ 19/22/25	Axe d'articulation avec tête
1469	8743	ISO 8743			Goupille cannelée à cannelure constante sur la 1/2 longueur non débouchante
1470	8739	ISO 8739			Goupille cannelée à cannelure constante sur toute la longueur débouchante à bout pilote
1471	8744	ISO 8744		7586	Goupille cannelée à cannelures progressives sur toute la longueur
1472	8745	ISO 8745		7588	Goupille cannelée à cannelures progressives sur toute la 1/2 longueur

DIN	ISO	NF EN	NFE	UNI	Désignation
1473	8740	ISO 8740			Goupille cannelée à cannelures centrales constantes sur toute la longueur
1474	8741	ISO 8741		7589	Goupille cannelée à cannelures progressives renversées sur toute la 1/2 longueur
1475	8742	ISO 8742		7590	Goupille cannelée à cannelures centrales constantes sur le 1/3 de la longueur
1476	8746	ISO 8746		7591	Clou cannelé à tête ronde brute
1477	8747	ISO 8747			Clou cannelé à tête fraisée
1481	8752	ISO 8752	27489		Goupille élastique série épaisse
1587					Ecrou hexagonal borgne à calotte rapportée
2093					Rondelle ressort dynamique
3017					Collier de serrage à bande ajourée
6325	8734	28734			Goupille cylindrique en acier trempé et en acier inoxydable martensitique
6331	1661	ISO 1661	25406		Ecrou hexagonal à embase
6334					Ecrou hexagonal haut h = 3d
6788DD			27626		Rondelle à double dentures
6797				3703/04	Rondelle frein à dentures extérieures
6798A			27624		Rondelle à dentures extérieures chevauchantes
6798J			27625		Rondelle à dentures intérieures chevauchantes
6798V			27627		Rondelle concave à dentures extérieures chevauchantes
6799					Anneau renforcé pour arbre
6885	R773	22177			Clavette parallèle
6885A	R773				Clavette parallèle à bouts ronds
6885B					Clavette parallèle à bouts carrés
6885AB					Clavette parallèle 1 bout rond et 1 bout carré
6888	3912				Clavette disque
6901					Vis à tête six pans à embase
					Vis à tête ronde Pozl à embase
6911					Clé pour vis à 6 pans creux avec tête (inviolable)
6914	7412	14399	27711	5712-65	Vis tête hexagonale à serrage contrôlé
6915	7414	14399	27711	5713-65	Ecrou 6 pans pour montage avec vis à serrage contrôlé
6916	7416	14399	27711	5714	Rondelle plate pour montage avec vis et écrou à serrage contrôlé
6917			27681	5715-69	Cale oblique pour profilé IPN classe 10.9
6918			27681	5716-69	Cale oblique pour profilé UPN classe 10.9
6921	1662				Vis à tête hexagonale à embase
6923	4161	ISO 4161	25406		Ecrou hexagonal à embase crantée
6924	7040	7040	25409		Ecrou hexagonal autofréiné à anneau non métallique style 1
6925	7042	ISO 7042	25420		Ecrou hexagonal autofréiné tout métal style 2
6926	7043	1663	25413		Ecrou hexagonal à embase autofréiné avec anneau non métallique
6927	7044	1664	25414		Ecrou hexagonal à embase autofréiné tout métal
7337	14589	ISO 14589			Rivet aveugle à rupture de tige
7337	15973	ISO 15973			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête bombée Alu/Aacier

DIN	ISO	NF EN	NFE	UNI	Désignation
7337	15974	ISO 15974			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête fraisée Alu/Aacier
7337	15975	ISO 15975			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête bombée Alu/Alu
7337	15976	ISO 15976			Rivet aveugle à rupture de tige à corps fermé à tête bombée Acier/Aacier
7337	15977	ISO 15977			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Alu/Aacier
7337	15978	ISO 15978			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée Alu/Aacier
7337	15979	ISO 15979			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Acier/Aacier
7337	15980	ISO 15980			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée Acier/Aacier
7337	15981	ISO 15981			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Alu/Alu
7337	15982	ISO 15982			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée Alu/Alu
7337	15983	ISO 15983			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée A2/A2
7337	15984	ISO 15984			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête fraisée A2/A2
7337	16582	ISO 16582			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée Cu/Aacier - Cu/Bronze - Cu/Inox
7337	16583	ISO 16583			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête Fraisée Cu/Aacier - Cu/Bronze - Cu/Inox
7337	16584	ISO 16584			Rivet aveugle à rupture de tige à corps ouvert à tête bombée NiCu/St - NiCu/Inox
7343	28750	ISO 8750			Goupille élastique spiralee série moyenne
7343	28751	ISO 8751			Goupille élastique spiralee série mince
7344	8748	ISO 8748			Goupille élastique en spirale exécution lourde
7346	13337	ISO 13337			Goupille élastique série légère
7500-1					Caractéristiques mécaniques et fonctionnelles des vis autotaraudeuses par déformation

DIN	ISO	NF EN	NFE	UNI	Désignation
7504	15480	ISO 15480			Vis autoperceuse à tête hexagonale à embase plate avec filetage de vis à tête
7504	15481	ISO 15481			Vis autoperceuse à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme avec filetage de vis à tête
7504	15482	ISO 15482			Vis autoperceuse à tête fraisée à empreinte cruciforme avec filetage de vis à tête
7504	15483	ISO 15483			Vis autoperceuse à tête fraisée bombée à empreinte cruciforme avec filetage de vis à tête
7721	7721	27721	25018		Configuration de la tête et vérification par calibre des vis à tête fraisée
7962	24757	ISO 4757	25021		Empreinte cruciforme pour vis
7970	1478	ISO 1478			Filetage de vis à tête
7971	1481	ISO 1481	25663	6951/78	Vis à tête cylindrique fendue
7972	1482	ISO 1482	25660	6952/78	Vis à tête fraisée fendue
7973	1483			6953/78	Vis à tête fraisée bombée fendue
7976	8735	ISO 8735			Goupille conique trou taraudé
7977	8737	28737			Goupille de position conique à longueur filetée non trempée
7979	8735	28735		6364	Goupille cylindrique à trou taraudé en acier trempé et en acier inoxydable martensitique
7981	7049	ISO 7049	25658	6954/78	Vis à tête cylindrique bombée large Pozi
7982	7050	ISO 7050	25656	6955/78	Vis à tête fraisée Pozi
7983	7051	ISO 7051	25657	6956/78	Vis à tête fraisée bombée Pozi
7984					Vis à tête cylindrique basse à six pans creux
7985	7045		25121	7687	Vis à métal tête cylindrique Pozi
7990					Boulon pour construction métallique
7991	10642	ISO 10642		5933	Vis tête fraisée à six pans creux
7992					Vis à tête marteau pour glissière
7995			25602		Vis à tête fraisée bombée Pozi
7996			25603		Vis à bois tête ronde Pozi
7997			25601		Vis à bois tête fraisée Pozi
9021	7093	ISO 7093	25513-25514	6593	Rondelle sans chanfrein

# 5 Normes produits : classement UNI par ordre croissant

5-1

Correspondances vers DIN - ISO - NF EN - NFE

UNI	DIN	ISO	NF EN	NFE	Désignation
701	96			25606	Vis à bois tête ronde fendue
702	97			25606	Vis à bois tête fraisée fendue
703	95			25605	Vis à bois tête fraisée bombée fendue
704-65	571			25607	Vis à bois tête hexagonale
748	660			27153	Rivet plein à tête ronde pour diamètre 1 à 9 mm
752	661			27154	Rivet plein tête fraisée
1337	94	1234	ISO 1234	27487	Goupille fendue
1751B	127B			25515	Rondelle Grower série courante W
1707	7	2338	ISO 2338	27484	Goupille cylindrique non trempée décolletée
1707	1443	2340	22340	27485	Axe d'articulation sans tête
1710/13/ 16/19/22/25	1444	2341	22341	27486	Axe d'articulation avec tête
2415	911	2936			Clé pour vis à six pans creux
2948-71	580	3266			Anneau de levage mâle
3703/04	6797				Rondelle frein à dentures extérieures
5448-71/B	315			27454	Ecrou à oreilles
5587	934-6	4033	24033	25402	Ecrou hexagonal haut (Hh). Pas gros/fins
		8674	ISO 8674		
5588	934-6	4032	24032	25401	Ecrou hexagonal normal (Hu). Pas gros/fins
		8673	ISO 8673		
5589	439 T2	4035	24035	25405	Ecrou hexagonal bas (Hm) grade A-B
5590	439 T1	4036	24036	25405	Ecrou bas hexagonal (Hm) sans chanfrein grade B
5592-68	555	4034	24034	25402	Ecrou hexagonal grade C
5593-76	935	288		27414	Ecrou hexagonal à créneaux pas gros/fins grade A
5594	936	8675	ISO 8675	25405	Ecrou hexagonal bas à créneaux. Pas gros/fins grade A
5595	935	288		27414	Ecrou hexagonal à créneaux pas gros grade C
5712-65	6914	7412	14399	27711	Vis tête hexagonale à serrage contrôlé
5713-65	6915	7414	14399	27711	Ecrou 6 pans pour montage avec vis à serrage contrôlé
5714	6916	7416	14399	27711	Rondelle plate pour montage avec vis et écrou à serrage contrôlé
5715-69	6917			27681	Cale oblique pour profilé IPN classe 10.9
5716-69	6918			27681	Cale oblique pour profilé UPN classe 10.9
5725-65	558	4018	24018	25115	Vis à tête hexagonale entièrement filetée grade C
5727	601	4016	24016	25115	Vis à tête hexagonale partiellement filetée grade C
5732	603	8677	28677		Vis à métaux tête ronde collet carré
5737-65	931	4014	24014	25112	Vis à tête hexagonale partiellement filetée
5738	960	8765	28765	27311	Vis à tête hexagonale partiellement filetée pas fin
5739-65	933	4017	24017	25114	Vis à tête hexagonale entièrement filetée
5740	961	8676	28676	27311	Vis à tête hexagonale entièrement filetée pas fin
5909-66 5911-66	938 939			27241	Goujon fileté
5923	913	4026	ISO 4026	27180	Vis à sans tête à six pans creux bout plat
5925-67	915	4028	ISO 4027	27182	Vis à sans tête à six pans creux bout téton
5927-67	914	4027	ISO 4027	27181	Vis à sans tête à six pans creux bout conique

UNI	DIN	ISO	NF EN	NFE	Désignation
5929-67	916	4029	ISO 4029	27183	Vis à sans tête à six pans creux bout cuvette
5931-67	912	4762	24762	25125	Vis à tête cylindrique à six pans creux
5933	7991	10642	ISO 10642		Vis tête fraisée à six pans creux
6003					Ecrou moleté pas gros/fins grade A
6004					Ecrou moleté à collerette chanfreinée pas gros /fins grade A
6005					Ecrou moleté à collerette circulaire pas gros/fins grade A
6006					Ecrou haut moleté à collerette circulaire pas gros/fins grade A
6107/67	84	1207	ISO 1207	25127	Vis à métaux tête cylindrique fendue
6109	963	2009	ISO 2009	25123	Vis à métaux tête fraisée fendue
6110	964	2010	ISO 2010	25124	Vis à métaux tête fraisée bombée fendue
6113-6114	551	4766	24766	25019	Vis sans tête fendue à bout plat
6117-6118	553	7434	27434		Vis sans tête fendue à bout pointeau
6119	438	7436	27436		Vis sans tête fendue bout cuvette
6364	7979	8735	28735		Goupille cylindrique à trou taraudé en acier trempé et en acier inoxydable martensitique
6592-69	125A	7089	7089		Rondelle plate moyenne sans chanfrein
6592-69	125B	7090	7090		Rondelle plate moyenne avec chanfreins
6593	9021	7093	ISO 7093	25513 25514	Rondelle sans chanfrein
6597	435			27681	Cale oblique pour profile IPN classe 5.6
6598	434			27681	Cale oblique pour profile UPN classe 5.6
6951/78	7971	1481	ISO 1481	25663	Vis à tête cylindrique fendue
6952/78	7972	1482	ISO 1482	25660	Vis à tête fendue fendue
6953/78	7973	1483		27681	Vis à tête tête fraisée bombée fendue
6954/78	7981	7049	ISO 7049	25658	Vis à tête tête cylindrique bombée large Pozi
6955/78	7982	7050	ISO 7050	25656	Vis à tête tête fraisée Pozi
6956/78	7983	7051	ISO 7051	25657	Vis à tête tête fraisée bombée Pozi
7283	1	2339	ISO 2339	27490	Goupille de position conique non trempée
7285/7286	258/7977	7977	28737		Goupille de position conique à longueur filetée non trempée
7473	982	10512	ISO 10512		Ecrou H autofréiné style 1 à anneau non métallique
7474	985	10511	ISO 10511		Ecrou H autofréiné à anneau non métallique
7586	1471	8744	ISO 8744		Goupille cannelée à cannelures progressives sur toute la longueur
7588	1472	8745	ISO 8745		Goupille cannelée à cannelures progressives sur toute le 1/2 longueur
7589	1474	8741	ISO 8741		Goupille cannelée à cannelures progressives renversées sur toute le 1/2 longueur
7590	1475	8742	ISO 8742		Goupille cannelée à cannelures centrales constantes sur le 1/3 de la longueur
7591	1476	8746	ISO 8746		Clou cannelé à tête ronde brute
7687	7985	7045		25121	Vis à métaux tête cylindrique Pozi
7688	965	7046	ISO 7046	25119	Vis à métaux tête fraisée Pozi
7689	966	7047	ISO 7047	25120	Vis à métaux tête fraisée bombée Pozi

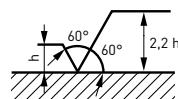
# 6 Notation abrégée usuelle

<b>A</b>	Allongement à la rupture	<b>E</b>	Module d'élasticité [module de Young]	<b>Hu</b>	Ecrou hexagonal hauteur normale	<b>NFF</b>	Norme Française ferroviaire	<b>TCL</b>	Tête cylindrique large
<b>ac.</b>	Acier	<b>ec.</b>	Ecrou	<b>HV</b>	Boulons à serrage contrôlé DIN	<b>NFL</b>	Norme Française aéronautique	<b>TF</b>	Tête fraîssée
<b>al.</b>	Aluminium	<b>ecr</b>	Ecrou	<b>HV</b>	Symbol de dureté échelle Vickers	<b>nom.</b>	Nominale	<b>TH</b>	Tête hexagonale
<b>all.</b>	Alliage	<b>EF</b>	Entièrement fileté	<b>I</b>		<b>norm.</b>	Normalisé	<b>TL</b>	Téton long
<b>As</b>	Section résistante	<b>EH</b>	Ecrou haut	<b>ISO</b>	International Standardization Organisation	<b>NPT</b>	National pipe thread	<b>TL</b>	Tête large
<b>AZ</b>	Denture extérieure chevauchante	<b>ép.</b>	Epaisseur	<b>J</b>	Japy ou tête ronde à collet carré	<b>PA</b>	Polyamide	<b>TP</b>	Tête plate
<b>AZE</b>	Denture extérieure étroite [rondelle]	<b>F</b>	Force	<b>J</b>	Joule	<b>PC</b>	Polycarbonate	<b>TPI</b>	Nombre de filets au pouce
		<b>FhC</b>	Tête fraîssée à six pans creux	<b>JZ</b>	Denture intérieure chevauchante [rondelle]	<b>PEBD</b>	Polyéthylène basse densité	<b>TR</b>	Tête ronde
		<b>FP</b>	Filetage partiel	<b>JZC</b>	Denture intérieure bombée [rondelle]	<b>PEHD</b>	Polyéthylène haute densité	<b>TRCC</b>	Tête ronde à collet carré
		<b>FS</b>	Tête fraîssée fendue	<b>JZE</b>	Denture intérieure étroite [rondelle]	<b>PET</b>	Polytéraphthalate d'éthylène	<b>TTh</b>	Traitement thermique
		<b>FT</b>	Filetage total	<b>K</b>	Symbol du degré Kelvin	<b>PF</b>	Partiellement fileté	<b>U</b>	
				<b>K</b>	Symbol de la résilience	<b>PI</b>	Plate [rondelle]	<b>UNC</b>	United National Coarse
				<b>KCU</b>	Résilience Charpy sur éprouvette en U	<b>Pm</b>	Pression de matage	<b>UNF</b>	United National Fine
				<b>KCV</b>	Résilience Charpy sur éprouvette en V	<b>PMMA</b>	Polyméthacrylate de méthyle	<b>V</b>	
				<b>Kg</b>	Kilogramme	<b>POM</b>	Polyoxyméthylène	<b>VB</b>	Vis à filetage bois
				<b>KU</b>	Energie absorbée par rupture sur éprouvette U	<b>PP</b>	Polypropylène	<b>W</b>	
				<b>KV</b>	Energie absorbée par rupture sur éprouvette V	<b>PPO</b>	Polyoxyphénylène	<b>WL</b>	Grover série courante
				<b>L</b>	Forme large	<b>PS</b>	Polystyrène	<b>WZ</b>	Grover série forte
				<b>LL</b>	Forme extra-large	<b>PFTE</b>	Polytétrafluoroéthylène	<b>WW</b>	Grover série réduite
				<b>M</b>	Moyenne	<b>PVC</b>	Polychlорure de vinyle	<b>X</b>	Whitworth
				<b>M</b>	Empreinte fendue	<b>Q</b>	Forme carrée	<b>X</b>	Empreinte à 6 lobes internes
				<b>SB</b>	Boulon de structure NF	<b>R</b>	Tête ronde	<b>Z</b>	
				<b>SI</b>	Système International	<b>Rel</b>	Résistance élastique	<b>Z</b>	Forme étroite
				<b>Std</b>	Standard	<b>Rm</b>	Résistance mécanique	<b>Z</b>	Empreinte cruciforme Pozidriv
				<b>MPa</b>	Mégapascal	<b>Rp</b>	Limite conventionnelle d'élasticité	<b>Z</b>	Symbol de striction
						<b>S</b>		<b>Zn</b>	Zingué [blanc sauf indication contraire]
						<b>S</b>	Empreinte fendue	<b>Znbi</b>	Zingué bichromaté (jaune)
						<b>SB</b>	Boulon de structure NF	<b>Divers</b>	
						<b>SI</b>	Système International		
						<b>Std</b>	Standard		
						<b>STHC</b>	Sans tête à six pans creux		
						<b>T</b>			
						<b>TF</b>	Tige filetée		
						<b>TB</b>	Tête bombée		
						<b>TC</b>	Téton court		
						<b>TC</b>	Tête cylindrique		
<b>D</b>	Diamètre	<b>N</b>	Newton						
<b>d ou d</b>	Double denture intérieure extérieure	<b>NF</b>	Norme Française						
<b>dd</b>		<b>NFA</b>	Norme Française de métallurgie						
<b>DN</b>	Diamètre nominal	<b>NFE</b>	Norme Française de mécanique						

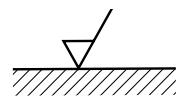
# 7 Etats de surface

## Décodage des états de surface

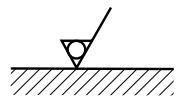
### Symboles graphiques



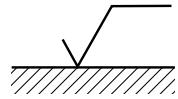
Proportions et dimensions des symboles graphiques



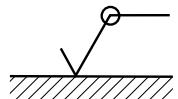
Enlèvement de matière exigé



Enlèvement de matière interdit ou surface qui doit rester telle qu'elle a été obtenue au stade précédent de fabrication



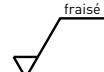
Tout procédé de fabrication autorisé



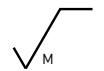
Toutes les surfaces sur le contour de la pièce ont le même état de surface

7-1

### Indications de l'état de surface (exemples)



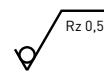
Procédé de fabrication : fraisé



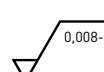
Irrégularités de surface : direction des stries multidirectionnelles



Surépaisseur d'usinage 3 mm



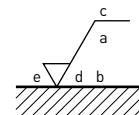
Enlèvement de matière interdit, hauteur maximale de rugosité 0,5 mm



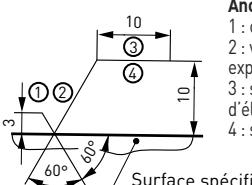
Enlèvement de matière obligatoire, bande de transmission 0,008 - 0,8 mm, écart moyen arithmétique 3,1 mm

7-2

### Position des exigences d'état de surface complémentaire



**Position dans le symbole graphique**  
 a : une seule exigence d'état de surface  
 a et b : plusieurs exigences d'état de surface  
 c : procédé de fabrication  
 d : stries de surface et d'orientation  
 e : surépaisseur d'usinage



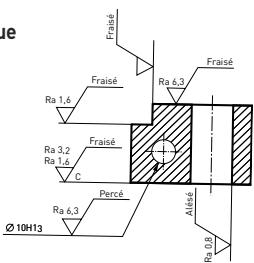
### Ancienne symbolisation

- 1 : critère de rugosité choisi
- 2 : valeur du critère à respecter exprimée en  $\mu\text{m}$
- 3 : symbole du procédé d'élaboration
- 4 : symbole de la fonction

7-3

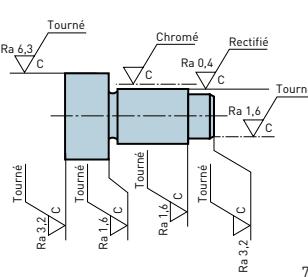
### Position de la spécification d'état de surface sur un dessin

#### Pièce prismatique



7-4

#### Pièce de révolution



7-5

# 8 Grandeurs et unités de mesure courantes

## 8-1 Unités internationales

Unité *	Abréviation	Domaine	Système	Valeur	Conversion
<b>Ampère</b>	<b>A</b>	<b>Électricité</b>	<b>SI</b>	-	-
Atmosphère	at	Pression	Annulée	1 atmosphère = 1 hectopièze = 1 bar	-
Bar (ou hectopièze)	bar	Pression	SI	1 bar = 100 000 Pa	1 bar = 1,02 kgf/cm <sup>2</sup>
Calorie	cal	Energie	Annulée	1 kcal = 1 000 cal	1 cal = 4,1855 J
Centimètre	cm	Longueur	SI	1 centimètre = 0,01 m	-
Décanewton	daN	Force	SI	1 décanewton = 10 N	1 décanewton = 1,02 kgf
Décanewton par millimètre carré	daN/mm <sup>2</sup>	Pression	SI	1 décanewton par millimètre carré	-
Degré Brinell	HB	Dureté	SI	-	-
Degré Celsius	°C	Température	Annulée	t°C = t K - 273	t°C = 5/9 (t°F - 32)
Degré Kelvin	K	Température	SI	t K = t°C + 273	t K = 5/9 (t°F - 32) + 273
Degré Rockwell	HR	Dureté	SI	-	-
Degré Vickers	HV	Dureté	SI	-	-
Gramme	g	Masse	SI	1 gramme = 0,001 kg	-
Joule	J	Travail	SI	1 joule = 1N.m	1 joule = 0,239 cal
<b>Kilogramme</b>	<b>kg</b>	<b>Masse</b>	<b>SI</b>	-	<b>1 kilogramme = 9,81 N (sur terre)</b>
Kilogramme force	kgf	Force	Annulée	-	1 kilogramme force = 9,81 N
Kilogramme poids	kgp	Masse	Annulée	1 kilogramme poids = 1kgf (sur terre)	-
Kilowatt	kW	Puissance	SI	-	1 kilowatt = 1,341 hp
Litre	l	Volume	SI	1 litre = 1 dm <sup>3</sup> = 1 000 000 mm <sup>3</sup> = 0,001m <sup>3</sup>	-
Mégapascal	MPa	Pression	SI	1 mégapascal = 1N/mm <sup>2</sup> = 0,1daN/mm <sup>2</sup> = 10 daN/cm <sup>2</sup>	-
Mètre	mPa	Longueur	SI	1 mètre = 10 dm = 100 cm = 1 000 mm	-
Mètre carré	m <sup>2</sup>	Surface	SI	1 mètre carré = 100 dm <sup>2</sup> = 10 000 cm <sup>2</sup> = 1 000 000 mm <sup>2</sup>	-
Mètre cube	m <sup>3</sup>	Volume	SI	1 mètre cube = 103 dm <sup>3</sup> = 106 cm <sup>3</sup> = 109 mm <sup>3</sup>	1 mètre cube = 1 000 l
Mètre par seconde	m/s	Vitesse	SI	1 mètre par seconde = 3,6 km/h	-
Millimètre	mm	Longueur	SI	1 millimètre = 0,001 m	-
Millimètre carré	mm <sup>2</sup>	Surface	SI	1 millimètre carré = 0,000 001 m <sup>2</sup>	-
Millimètre cube	mm <sup>3</sup>	Surface	SI	1 millimètre cube = 0,000 000 001 m <sup>3</sup>	-
Minute	mn	Temps	SI	1 minute = 60 s	-
Newton	N	Force	SI	-	1 newton = 0,102 kgf
Pascal	Pa	Pression	SI	1 pascal = 1 N/m <sup>2</sup>	-
Seconde	s	Temps	SI	-	-
Siemens	S	Conductance	SI	-	-
Tonne	t	Masse	SI	1 tonne = 1 000 kg	-
Volt	V	Électricité	SI	-	-
Watt	W	Puissance	SI	1 watt = 1J/s	-
Wattheure	Wh	Travail	SI	-	1 wattheure = 3 600 J

\* En caractère gras : unité légale / En caractères maigres : unité ancienne ou tolérée.        Unité obsolète ou annulée.

## 8-2 Unités anglo-saxonnes

Unité	Abrévia	Domaine	Système	Valeur	Conversion
British thermal unit	Btu	Energie	BS	-	1 Btu = 1055,06 J
Cubic foot	ft <sup>3</sup>	Volume	BS	1 cubic foot = 1728 inch <sup>3</sup>	1 cubic foot = 0,028317 m <sup>3</sup>
Cubic inch	in <sup>3</sup>	Volume	BS	-	1 cubic inch = 16,387 cm <sup>3</sup>
Degré Fahrenheit	°F	Température	BS	-	t°F = (t°C x 9/5) + 32
Foot [ou pied]	ft [ou "]	Longueur	BS	1 foot = 12 in	1 foot = 304,8 mm
Gallon américain	US gal	Volume	USS	-	1 gallon US = 3,785 l
Gallon anglais	UK gal	Volume	BS	1 gallon anglais = 1,2 US gallon	1 gallon UK = 4,546 l
Us barrel [ou baril]	US bbl	Volume	BS	1 US barrel = 42 US gallon	1 US barrel = 158,987 l
Horse power	hp	Puissance	BS	-	1 horse power = 745,7 Wh
Inch [ou pouce]	in [ou "]	Longueur	BS	-	1 inch = 25,4 mm
Ounce [ou once]	oz	Poids	BS	-	1 ounce = 28,349 g
Pound [ou livre]	lb	Poids	BS	1 pound = 16 oz	1 pound = 453,592 g
Pound / sq.inch [ou psi]	lb/inch <sup>2</sup>	Pression	BS	1lb/inch <sup>2</sup> = 1 Psi [multiple 1 Ksi = 1000 Psi]	1 lb/inch <sup>2</sup> = 6894,8 Pa
Square foot	ft <sup>2</sup>	Surface	BS	1 square foot = 144 inch <sup>2</sup>	1 square foot = 0,0929 m <sup>2</sup>
Square inch	in <sup>2</sup>	Surface	BS	-	1 square inch = 645,16 mm <sup>2</sup>
Yard	yd	Longueur	BS	1 yard = 3 ft	1 yard = 0,9144 m

\* En caractère gras : unité légale / En caractères maigres : unité ancienne ou tolérée.       Unité obsolète ou annulée.

## 8-3 Multiples et sous-multiples

Sous-multiples		Multiples			
0,1	10 <sup>-1</sup>	déci	10	10 <sup>1</sup>	déca dix
0,01	10 <sup>-2</sup>	centi	100	10 <sup>2</sup>	hecto cent
0,001	10 <sup>-3</sup>	milli	1 000	10 <sup>3</sup>	kilo mille
0,000 001	10 <sup>-4</sup>	micro	1 000 000	10 <sup>4</sup>	méga million
0,000 000 001	10 <sup>-9</sup>	nano	1 000 000 000	10 <sup>9</sup>	giga milliard

# 9 Eléments chimiques et leurs principales caractéristiques

9-1

Z	Symb.	Nom français	Masse atomique [g/mol]	Etat [1]	Cristal [2]	Radio-activité [3]	Couche	Groupe	Famille
1	H	Hydrogène	1.00794	▲	○	●	K	IA	H Non métal
2	He	Hélium	4.00260	▲	○	●	K	0	Δ Gaz rares
3	Li	Lithium	6.94100	▼	✗	●	L	IA	I Métaux alcalins
4	Be	Béryllium	9.01218	▼	○	●	L	IIA	II Métaux alcalino-terreux
5	B	Bore	10.81000	▼	○	●	L	III A	Ξ Non métal
6	C	Carbone	12.01100	▼	○	●	L	IVA	Ξ Non métal
7	N	Azote	14.00674	▲	○	●	L	V A	Ξ Non métal
8	O	Oxygène	15.99940	▲	□	●	L	VIA	Ξ Non métal
9	F	Fluor	18.99840	▲	□	●	L	VII A	H Halogènes
10	Ne	Neon	20.17970	▲	✗	●	L	0	Δ Gaz rares
11	Na	Sodium	22.98977	▼	✗	●	M	IA	I Métaux alcalins
12	Mg	Magnésium	24.30500	▼	○	●	M	IIA	II Métaux alcalino-terreux
13	Al	Aluminium	26.98154	▼	✗	●	M	III A	M Autres métal
14	Si	Silicium	28.08550	▼	□	●	M	IVA	Ξ Non métal
15	P	Phosphore	30.97376	▼	□	●	M	V A	Ξ Non métal
16	S	Soufre	32.06600	▼	□	●	M	VIA	Ξ Non métal
17	Cl	Chlore	35.45270	▲	□	●	M	VII A	H Halogènes
18	Ar	Argon	39.94800	▲	✗	●	M	0	Δ Gaz rares
19	K	Potassium	39.09830	▼	✗	●	N	IA	I Métaux alcalins
20	Ca	Calcium	40.07800	▼	✗	●	N	IIA	II Métaux alcalino-terreux
21	Sc	Scandium	44.95591	▼	○	●	N	III B	Ψ Eléments de transition
22	Ti	Titane	47.88000	▼	○	●	N	IV B	Ψ Eléments de transition
23	V	Vanadium	50.94150	▼	✗	●	N	V B	Ψ Eléments de transition
24	Cr	Chrome	51.99610	▼	✗	●	N	VII B	Ψ Eléments de transition

Z	Symb.	Nom français	Masse atomique [g/mol]	Etat [1]	Cristal [2]	Radio-activité [3]	Couche	Groupe	Famille
25	Mn	Manganèse	54.93805	▼	□	●	N	VII B	Ψ Eléments de transition
26	Fe	Fer	55.84700	▼	✗	●	N	VIII	Ψ Eléments de transition
27	Co	Cobalt	58.93320	▼	○	●	N	VIII	Ψ Eléments de transition
28	Ni	Nickel	58.69000	▼	□	●	N	VIII	Ψ Eléments de transition
29	Cu	Cuivre	63.54600	▼	□	●	N	IB	Ψ Eléments de transition
30	Zn	Zinc	65.39000	▼	○	●	N	II B	Ψ Eléments de transition
31	Ga	Gallium	69.72300	▼	□	●	N	III A	M Autres métal
32	Ge	Germanium	72.61000	▼	□	●	N	IV A	M Autres métal
33	As	Arsenic	74.92160	▼	□	●	N	V A	Ξ Non métal
34	Se	Sélénium	78.96000	▼	○	●	N	VIA	Ξ Non métal
35	Br	Brome	79.90400	△	□	●	N	VII A	Ξ Halogènes
36	Kr	Krypton	83.80000	▲	✗	●	N	0	Δ Gaz rares
37	Rb	Rubidium	85.46780	▼	✗	●	0	IA	I Métaux alcalins
38	Sr	Strontium	87.62000	▼	✗	●	0	II A	II Métaux alcalino-terreux
39	Y	Yttrium	88.90585	▼	○	●	0	III B	Ψ Eléments de transition
40	Zr	Zirconium	91.22400	▼	○	●	0	IV B	Ψ Eléments de transition
41	Nb	Niobium	92.90638	▼	✗	●	0	V B	Ψ Eléments de transition
42	Mo	Molybdène	95.94000	▼	✗	●	0	VII B	Ψ Eléments de transition
43	Tc	Technétium	98.90620	▲	○	●	0	VII B	Ψ Eléments de transition
44	Ru	Ruthénium	101.07000	▼	○	●	0	VIII	Ψ Eléments de transition
45	Rh	Rhodium	102.90550	▼	✗	●	0	VIII	Ψ Eléments de transition
46	Pd	Palladium	106.42000	▼	✗	●	0	VIII	Ψ Eléments de transition
47	Ag	Argent	107.86820	▼	✗	●	0	IB	Ψ Eléments de transition
48	Cd	Cadmium	112.41100	▼	○	●	0	II B	Ψ Eléments de transition

1. Etat : ▲ gaz ▼ solide △ liquide ■ artificiel.

3. Activité : ● stable ☢ radioactif

2. Cristal : ○ hexagonal ✗ cubique centré □ cubique □ monoclinique □ cubique faces centrées □ diamant □ quadratique □ orthorhombique □ rhomboédrique ? indéfini.

9-1 (suite)

Z	Symb.	Nom français	Masse atomique (g/mol)	Etat [1]	Crystal [2]	Radio-activité [3]	Couche	Groupe	Famille
49	In	Indium	114.82000	▲	□	●	0	IIIA	M Autres métaux
50	Sn	Etain	118.71000	▲	□	●	0	IVA	M Autres métaux
51	Sb	Antimoine	121.75000	▲	□	●	0	VA	M Autres métaux
52	Te	Tellure	127.60000	▲	○	●	0	VIa	E Non métal
53	I	Iode	126.90447	▲	□	●	0	VIIa	E Halogènes
54	Xe	Xénon	131.29000	▲	□	●	0	0	Δ Gaz rares
55	Cs	Césium	132.90540	▲	×	●	P	IA	I Métaux alcalins
56	Ba	Baryum	137.32700	▲	×	●	P	IIA	I Métaux alcalino-terreux
57	La	Lanthane	138.95500	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
58	Ce	Cérium	140.11500	▲	□	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
59	Pr	Praséodyme	140.90765	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
60	Nd	Néodyme	144.24000	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
61	Pm	Prométhium	145.00000	▲	○	☢	P	Lanth.	Λ Lanthanides
62	Sm	Samarium	150.36000	▲	□	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
63	Eu	Europium	151.96500	▲	×	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
64	Gd	Gadolinium	157.25000	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
65	Tb	Terbium	158.92534	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
66	Dy	Dysprosium	162.50000	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
67	Ho	Holmium	164.93032	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
68	Er	Erbium	167.26000	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
69	Tm	Thulium	168.93421	▲	○	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
70	Yb	Ytterbium	173.04000	▲	□	●	P	Lanth.	Λ Lanthanides
71	Lu	Lutécium	174.96700	▲	○	●	P	IIIb	Ψ Eléments de transition
72	Hf	Hafnium	178.49000	▲	○	●	P	IVB	Ψ Eléments de transition
73	Ta	Tantale	180.94790	▲	×	●	P	Vb	Ψ Eléments de transition
74	W	Tungstène	183.85000	▲	×	●	P	Vlb	Ψ Eléments de transition
75	Re	Rhénium	186.20700	▲	○	●	P	VIIb	Ψ Eléments de transition
76	Os	Osmium	190.20000	▲	○	●	P	VIII	Ψ Eléments de transition

Z	Symb.	Nom français	Masse atomique (g/mol)	Etat [1]	Crystal [2]	Radio-activité [3]	Couche	Groupe	Famille
77	Ir	Iridium	192.22000	▲	□	●	P	VIII	Ψ Eléments de transition
78	Pt	Platine	195.08000	▲	×	●	P	VIII	Ψ Eléments de transition
79	Au	Or	196.96654	▲	□	●	P	IB	Ψ Eléments de transition
80	Hg	Mercure	200.59000	▲	□	●	P	IIb	Ψ Eléments de transition
81	Tl	Thallium	204.38330	▲	○	●	P	IIIA	M Autres métaux
82	Pb	Plomb	207.20000	▲	□	●	P	IVA	M Autres métaux
83	Bi	Bismuth	208.98040	▲	□	●	P	VA	M Autres métaux
84	Po	Polonium	209.00000	▲	□	☢	P	VIA	M Autres métaux
85	At	Astate	210.00000	▲	?	☢	P	VIIa	E Halogènes
86	Rn	Radon	222.00000	▲	□	☢	P	0	Δ Gaz rares
87	Fr	Francium	223.00000	▲	×	☢	Q	IA	I Métaux alcalins
88	Ra	Radium	226.02540	▲	×	☢	Q	IIA	II Métaux alcalino-terreux
89	Ac	Actinium	227.00000	▲	□	☢	Q	Actin.	A Actinides
90	Th	Thorium	232.03810	▲	□	☢	Q	Actin.	A Actinides
91	Pa	Protactinium	231.03588	▲	□	☢	Q	Actin.	A Actinides
92	U	Uranium	238.02890	▲	□	☢	Q	Actin.	A Actinides
93	Np	Neptunium	237.04820	▲	□	☢	Q	Actin.	A Actinides
94	Pu	Plutonium	244.00000	▲	□	☢	Q	Actin.	A Actinides
95	Am	Américium	243.00000	▲	○	☢	Q	Actin.	A Actinides
96	Cm	Curium	247.00000	▲	○	☢	Q	Actin.	A Actinides
97	Bk	Berkélium	247.00000	▲	?	☢	Q	Actin.	A Actinides
98	Cf	Californium	251.00000	▲	?	☢	Q	Actin.	A Actinides
99	Es	Einsteinium	254.00000	▲	?	☢	Q	Actin.	A Actinides
100	Fm	Fermium	257.00000	▲	?	☢	Q	Actin.	A Actinides
101	Md	Mendélévium	258.00000	▲	?	☢	Q	Actin.	A Actinides
102	No	Nobélium	259.00000	▲	?	☢	Q	Actin.	A Actinides
103	Lr	Lawrencium	260.00000	▲	?	☢	Q	IIIb	Ψ Eléments de transition

1. Etat : ▲ gaz ▲ solide ▲ liquide ▲ artificiel.

3. Activité : ● stable ☢ radioactif

2. Cristal : □ hexagonal □ cubique centré □ cubique □ monoclinique □ cubique faces centrées □ diamant □ quadratique □ orthorhombique □ rhomboédrique ? indéfini.

# 10 Limites supérieures des épaisseurs nominales de revêtement NF EN ISO 4042 (novembre 1999)

10-1 Filetage intérieur

Pas P (mm)	Diamètre nominal de filetage d <sup>(1)</sup> (µm)	Position de tolérance G	
		Ecart fondamental (µm)	Epaisseur de revêtement nominale max. (µm)
0,2	-	+ 17	3
0,25	1 ; 1,2	+ 18	3
0,3	1,4	+ 18	3
0,35	1,6 [1,8]	+ 19	3
0,4	2	+ 19	3
0,45	2,5 [2,2]	+ 20	5
0,5	3	+ 20	5
0,6	3,5	+ 21	5
0,7	4	+ 22	5
0,75	4,5	+ 22	5
0,8	5	+ 24	5
1	6 [7]	+ 26	5
1,25	8	+ 28	5
1,5	10	+ 32	8
1,75	12	+ 34	8
2	16 [14]	+ 38	8
2,5	20 [18;22]	+ 42	10
3	24 [27]	+ 48	12
3,5	30 [33]	+ 53	12
4	36 [39]	+ 60	15
4,5	42 [45]	+ 63	15
5	45 [52]	+ 71	15
5,5	56 [60]	+ 75	15
6	64	+ 80	20

10-2 Filetage extérieur

Ecart fondamental (µm)	Position de tolérance g			Position de tolérance f			Position de tolérance e		
	Epaisseur de revêtement nominale max. (2)		(3)	Epaisseur de revêtement nominale max. (2)		(3)	Epaisseur de revêtement nominale max. (2)		(3)
	Toutes longueurs nominales	Longueur nominale l	l ≤ 5d	5d < l ≤ 10d	10d < l ≤ 15d	Longueur nominale l	l ≤ 5d	5d < l ≤ 10d	10d < l ≤ 15d
- 17	3	3	3	3					
- 18	3	3	3	3					
- 18	3	3	3	3					
- 19	3	3	3	3	- 34	8	8	5	5
- 19	3	3	3	3	- 34	8	8	5	5
- 20	5	5	3	3	- 35	8	8	5	5
- 20	5	5	3	3	- 36	8	8	5	5
- 21	5	5	3	3	- 36	8	8	5	5
- 22	5	5	3	3	- 38	8	8	5	5
- 22	5	5	3	3	- 38	8	8	5	5
- 24	5	5	3	3	- 38	8	8	5	5
- 26	5	5	3	3	- 40	10	10	8	5
- 28	5	5	5	3	- 42	10	10	8	5
- 32	8	8	5	5	- 45	10	10	8	5
- 34	8	8	5	5	- 48	12	12	8	8
- 38	8	8	5	5	- 52	12	12	10	8
- 42	10	10	8	5	- 58	12	12	10	8
- 48	12	12	8	8	- 63	15	15	12	10
- 53	12	12	10	8	- 70	15	15	12	10
- 60	15	15	12	10	- 75	15	15	12	10
- 63	15	15	12	10	- 80	20	20	15	12
- 71	15	15	12	10	- 85	20	20	15	12
- 75	15	15	15	12	- 90	20	20	15	12
- 80	20	20	15	12	- 95	20	20	15	12

1. Les données sur les filetages à pas gros ne sont indiquées que pour des raisons pratiques. La caractéristique déterminante est le pas du filetage.

2. Valeurs maximales de l'épaisseur nominale de revêtement s'il est convenu de mesurer l'épaisseur locale.

3. Valeurs maximales de l'épaisseur nominale de revêtement s'il est convenu de mesurer l'épaisseur moyenne du lot.

# 11 Conversion directe de valeurs en pouces en valeurs métriques

11-1 Conversion en mm des dimensions habituelles inférieures à 1 pouce

Fraction de pouce							Pouce [10 <sup>-3</sup> ]	Conv. en mm
0	/2"	/4"	/8"	/16"	/32"	/64"	0,0000	0,0000
				1/64"	0,0156	0,3969		
				1/32"	0,0313	0,7938		
				3/64"	0,0469	1,1906		
			1/16"		0,0625	1,5875		
				5/64"	0,0781	1,9844		
				3/32"	0,0938	2,3813		
				7/64"	0,1094	2,7781		
		1/8"			0,1250	3,1750		
				9/64"	0,1406	3,5719		
				5/32"	0,1563	3,9688		
				11/64"	0,1719	4,3656		
			3/16"		0,1875	4,7625		
				13/64"	0,2031	5,1594		
				7/32"	0,2188	5,563		
				15/64"	0,2344	5,9531		
	1/4"				0,2500	6,3500		
				9/32"	0,2813	7,1438		
				5/16"	0,3125	7,9375		
				11/32"	0,3438	8,7313		
		3/8"			0,3750	9,5250		
				13/32"	0,4063	10,3188		
				7/16"	0,4375	11,1125		
				15/32"	0,4688	11,9063		
	1/2"				0,5000	12,7000		
				17/32"	0,5313	13,4938		
				9/16"	0,5625	14,2875		
				19/32"	0,5938	15,0813		
		5/8"			0,6250	15,8750		
				21/32"	0,6563	16,6688		
				11/16"	0,6875	17,4625		
				23/32"	0,7188	18,2563		
		3/4"			0,7500	19,0500		
				25/32"	0,7813	19,8438		
				13/16"	0,8125	20,6375		
				27/32"	0,8438	21,4313		
		7/8"			0,8750	22,2250		
				29/32"	0,9063	23,0188		
				15/16"	0,9375	23,8125		
				31/32"	0,9688	24,6063		

11-2 Conversion en mm des dimensions intermédiaires jusqu'à 10 pouces

0	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"
0,00	25,40	50,80	76,20	101,60	127,00	152,40	177,80	203,20	203,20
0,40	25,80	51,20	76,60	102,00	127,40	152,80	178,20	203,60	203,60
0,79	26,19	51,59	76,99	102,39	127,79	153,19	178,59	203,99	203,99
1,19	26,59	51,99	77,39	102,79	128,19	153,59	178,99	204,39	204,39
1,59	26,99	52,39	77,79	103,19	128,59	153,99	179,39	204,79	204,79
1,98	27,38	52,78	78,18	103,58	128,98	154,38	179,78	205,18	205,18
2,38	27,78	53,18	78,58	103,98	129,38	154,78	180,18	205,58	205,58
2,78	28,18	53,58	78,98	104,38	129,78	155,18	180,58	205,98	205,98
3,18	28,58	53,98	79,38	104,78	130,18	155,58	180,98	206,38	206,38
3,57	28,97	54,37	79,77	105,17	130,57	155,97	181,37	206,77	206,77
3,97	29,37	54,77	80,17	105,57	130,97	156,37	181,77	207,17	207,17
4,37	29,77	55,17	80,57	105,97	131,37	156,77	182,17	207,57	207,57
4,76	30,16	55,56	80,96	106,36	131,76	157,16	182,56	207,96	207,96
5,16	30,56	55,96	81,36	106,76	132,16	157,56	182,96	208,36	208,36
5,56	30,96	56,36	81,76	107,16	132,56	157,96	183,36	208,76	208,76
5,95	31,35	56,75	82,15	107,55	132,95	158,35	183,75	209,15	209,15
6,35	31,75	57,15	82,55	107,95	133,35	158,75	184,15	209,55	209,55
7,14	32,54	57,94	83,34	108,74	134,14	159,54	184,94	210,34	210,34
7,94	33,34	58,74	84,14	109,54	134,94	160,34	185,74	211,14	211,14
8,73	34,13	59,53	84,93	110,33	135,73	161,13	186,53	211,93	211,93
9,53	34,93	60,33	85,73	111,13	136,53	161,93	187,33	212,73	212,73
10,32	35,72	61,12	86,52	111,92	137,32	167,72	188,12	213,52	213,52
11,11	36,51	61,91	87,31	112,71	138,11	168,51	188,91	214,31	214,31
11,91	37,31	62,71	88,11	113,51	138,91	169,31	189,71	215,11	215,11
12,70	38,10	63,50	88,90	114,30	139,70	165,10	190,50	215,90	215,90
13,49	38,89	64,29	89,69	115,09	140,49	165,89	191,29	216,69	216,69
14,29	39,69	65,09	90,49	115,89	141,29	166,69	192,09	217,49	217,49
15,08	40,48	65,88	91,28	116,68	142,08	167,48	192,88	218,28	218,28
15,88	41,28	66,68	92,08	117,48	142,88	168,28	193,68	219,08	219,08
16,67	42,07	67,47	92,87	118,27	143,67	169,07	194,47	219,87	219,87
17,46	42,86	68,26	93,66	119,06	144,46	169,86	195,26	220,66	220,66
18,26	43,66	69,06	94,46	119,86	145,26	170,66	196,06	221,46	221,46
19,05	44,45	69,85	95,25	120,65	146,05	171,45	196,45	222,25	222,25
19,84	45,24	70,64	96,04	121,44	146,84	172,24	197,64	223,04	223,04
20,64	46,04	71,44	96,84	122,24	147,64	173,04	198,44	223,84	223,84
21,43	46,83	72,23	97,63	123,03	148,43	173,83	199,23	224,63	224,63
22,23	47,63	73,03	98,43	123,83	149,23	174,63	200,03	225,43	225,43
23,02	48,42	73,82	99,22	124,62	150,02	175,42	200,82	226,22	226,22
23,81	49,21	74,61	100,01	125,41	150,81	176,21	201,61	227,01	227,01
24,61	50,01	75,41	100,81	126,21	151,61	177,01	202,41	227,81	227,81

11-2 (suite) Conversion directe en mm des dimensions habituelles de 1 pouce jusqu'à 10 pouces

Pouce	10° de pouce	Conversion en mm
1"	1,0000	25,4000
1" 1/18	1,1250	28,5750
1" 1/4	1,2500	31,7500
1" 3/8	1,3750	34,9250
1" 1/2	1,5000	38,1000
1" 5/8	1,6250	41,2750
1" 3/4	1,7500	44,4500
1" 7/8	1,8750	47,6250
2"	2,0000	50,8000
2" 1/4	2,2500	57,1500
2" 1/2	2,5000	63,5000
2" 3/4	2,7500	69,8500
3"	3,0000	76,2000
3" 1/4	3,2500	82,5500
3" 1/2	3,5000	88,9000
3" 3/4	3,7500	95,2500
4"	4,0000	101,6000
4" 1/4	4,2500	107,9500
4" 1/2	4,5000	114,3000
4" 3/4	4,7500	120,6500
5"	5,0000	127,0000
5" 1/2	5,5000	139,7000
6"	6,0000	152,4000
6" 1/2	6,5000	165,1000
7"	7,0000	177,8000
7" 1/2	7,5000	190,5000
8"	8,0000	203,2000
8" 1/2	8,5000	215,9000
9"	9,0000	228,6000
9" 1/2	9,5000	241,3000
10"	10,0000	254,0000

## Mode d'emploi

Exemple : conversion de la valeur 2"3/4 en millimètres / base 1" = 25,4 millimètres (convention internationale)

Deux solutions :

- Si la donnée à convertir en millimètres, exprimée en pouces ou en fraction de pouce, est présente dans les tableaux 11-1a ou 11-1b, la conversion est directe.

Dans l'exemple encadré en rouge dans le tableau 11-1b, la dimension 2"3/4 équivaut à 69,8500 arrondi à 69,85 mm.

- S'il s'agit d'une dimension intermédiaire ou peu usuelle, il faut combiner l'emploi des deux tableaux 11-1a et 11-2. La partie entière de la valeur en pouce à convertir est repérée dans une colonne du tableau 11-2 et la fraction additionnelle résiduelle exprimée en pouce est repérée dans une ligne du tableau 11-1a. Au croisement de la colonne et de la ligne, s'affiche le résultat de la recherche exprimé en millimètres.

Dans l'exemple encadré en rouge, correspondant au calcul de 2"3/4, la cellule d'intersection donne le résultat final arrondi, soit 69,85 mm.

Des recherches inversées sont possibles, en parcourant le tableau 11-2 à la recherche de la dimension la plus proche de celle en millimètres qui est à convertir. Une fois la valeur localisée, il ne reste plus qu'à remonter en tête de colonne pour découvrir le nombre entier de pouce et à rajouter à ce dernier la fraction de pouce éventuelle sur la ligne du tableau 11-1a.

Pour les diamètres de visserie inférieurs à un quart de pouce, les dimensions s'expriment en numéro selon le tableau 11-3

11-3

Numéros	Fraction	mm
N°0	0,060	1,52
N°1	0,073	1,85
N°2	0,086	2,18
N°3	0,099	2,52
N°4	0,112	2,84
N°5	0,125	3,18
N°6	0,138	3,51
N°8	0,164	4,17
N°10	0,190	4,83
N°12	0,216	5,49
N°14	0,250	6,35

## 11-4 Conversion en millimètres de fraction de pouce exprimées en millième ou centième

Fraction	mm
0,001	0,025
0,002	0,051
0,003	0,076
0,004	0,102
0,005	0,127
0,006	0,152
0,007	0,178
0,008	0,203
0,009	0,229
0,010	0,254

## 11-5 Conversion des unités de pression et de contraintes des différents systèmes de mesure

Unités	Système	MPa	Pa	N/mm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/dm <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>	daN/mm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/dm <sup>2</sup>	daN/mm <sup>2</sup>
daN/mm <sup>2</sup>	SI	10	10 000 000	10	1 000	100 000	10 000 000	1	100	10 000	1 000 000
Mpa	ISO	1	1 000 000	1	100	10 000	1 000 000	0,1	10	1 000	100 000
N/mm <sup>2</sup>	SI	1	1 000 000	1	100	10 000	1 000 000	0,1	10	1 000	100 000
daN/cm <sup>2</sup>	SI	0,1	100 000	0,1	10	1 000	100 000	0,01	1	100	10 000
bar	SI	0,1	100 000	0,1	10	1 000	100 000	0,01	1	100	10 000
N/cm <sup>2</sup>	SI	0,01	10 000	0,01	1	100	10 000	0,001	0,1	10	1 000
pièze	Divers	0,001	1 000	0,001	0,1	10	1 000	0,0001	0,01	1	100
daN/dm <sup>2</sup>	SI	0,001	1 000	0,001	0,1	10	1 000	0,0001	0,01	1	100
N/dm <sup>2</sup>	SI	0,0001	100	0,0001	0,01	1	100	0,00001	0,001	0,1	10
daN/m <sup>2</sup>	SI	0,00001	10	0,00001	0,001	0,1	10	0,000001	0,0001	0,01	1
N/m <sup>2</sup>	SI	0,000001	1	0,000001	0,0001	0,01	1	0,0000001	0,00001	0,001	0,1
Pa	ISO	0,000001	1	0,000001	0,0001	0,01	1	0,0000001	0,00001	0,001	0,1
barye	Divers	0,0000001	0,1	0,0000001	0,00001	0,001	0,1	0,00000001	0,000001	0,0001	0,01
kgf/mm <sup>2</sup>	SI	9,8066500	9 806 650	9,8066500	980,66500	98 067	9 806 650	0,980665	98,067	9 807	980 665
kgf/cm <sup>2</sup>	SI	0,098066500	98 067	0,098066500	9,8066500	980,665	98 067	0,009807	0,980665	98,067	9 807
mmwater	US/UK	0,000009807	9,806650	0,000009807	0,000980665	0,0980665	9,806650	0,000001	0,0001	0,01	1
at	Divers	0,0980665	98 067	0,0980665	9,80665	980,665	98 067	0,009807	0,980665	98,067	9 807
psi	US/UK	0,06894758	6 894,758	0,06894758	0,689475830	68,947583	6 894,758	0,00689	0,068948	6,894758	689,476
lbf/in <sup>2</sup>	US/UK	0,06894758	6 894,758	0,06894758	0,689475830	68,947583	6 894,758	0,00689	0,068948	6,894758	689,476
atm	Divers	0,101325000	101 325	0,101325000	10,132500	1 013,250	101 325	0,010132500	1,01325000	101,325000	10 132,500
mm Hg	Divers	0,000133322	133,322	0,000133322	0,0133322	1,333220	133,322	0,000013332	0,001333220	0,133322006	13,332201
Torr	Divers	0,000133322	133,322	0,000133322	0,0133322	1,333220	133,322	0,000013332	0,001333220	0,133322006	13,332201
tonf/in <sup>2</sup>	US/UK	15,444259	15 444 259	15,44425900	1 544,425900	154 443	15 444 259	1,544426	154,443	15 444	1 544 426
inhg	US/UK	0,003386390	3 386,390	0,003386390	0,338638989	33,863899	3 386,390	0,000339	0,033864	3,386390	338,639
ftwater	US/UK	0,02989070	2 989,070	0,02989070	0,298907007	29,890701	2 989,070	0,000299	0,029891	2,989070	298,907
inwater	US/UK	0,000249089	249,089	0,000249089	0,024908900	2,490890	249,089	0,000025	0,002491	0,249089	24,909
lbf/ft <sup>2</sup>	US/UK	0,000047880	47,880	0,000047880	0,004788026	0,478803	47,880	0,000005	0,000479	0,047880	4,788

## Principe de conversion

L'unité de la donnée à convertir est repérée dans une des lignes du tableau 11-5 (colonne de gauche).

L'unité vers laquelle est effectuée la conversion est repérée dans une des colonnes.

Le coefficient de conversion, par lequel il faut multiplier la donnée initiale, est obtenu au croisement de la ligne et de la colonne.

Exemple (encadré en rouge) : conversion de 95 kgf/cm<sup>2</sup> en MPa.

Le coefficient de conversion au croisement de la ligne «kgf/cm<sup>2</sup>» et de la colonne «MPa» est : 0,098066500.

Le résultat sera 95 x 0,0980665 soit 9,3163175 arrondi à 9,316 MPa.

# 12 Ecarts fondamentaux des arbres

## 12-1 Ecarts fondamentaux en micromètres

Ecart fondamental	Ecart supérieur es										Ecart inférieur ei						Ecart inférieur ei (suite)															
	Lettre	a*	b*	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc			
Qualité	Toutes qualités															Toutes qualités																
Piliers de dimensions nominales en millimètres	≤3*	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	Ecart limites = ± IT/2 <sup>(2)</sup>	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	-18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
	>3 à 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+25	-	+35	+42	+50	+80
	>6 à 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
	>10 à 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0		-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
	>14 à 18	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0		-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
	>18 à 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0		-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218	
	>24 à 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
	>30 à 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0		-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325	
	>40 à 50	-320	-180	-130	-	-	-	-	-	-	-	-		-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
	>50 à 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0		-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
	>65 à 80	-360	-200	-150	-	-	-	-	-	-	-	-		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
	>80 à 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
	>100 à 120	-410	-240	-180	-	-	-	-	-	-	-	-		-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
	>120 à 140	-460	-260	-200	-	-	-	-	-	-	-	-		-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
	>140 à 160	-520	-280	-210	-	-	-	-	-	-	-	-		-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+445	+600	+780	+1000
	>160 à 180	-580	-310	-230	-	-	-	-	-	-	-	-		-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
	>180 à 200	-660	-340	-240	-	-	-	-	-	-	-	-		-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+980	+1250
	>200 à 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0		-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
	>225 à 250	-820	-420	-280	-	-	-	-	-	-	-	-		-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1560
	>250 à 280	-920	-480	-300	-	-	-	-	-	-	-	-		-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+96	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
	>280 à 315	-1050	-540	-330	-	-	-	-	-	-	-	-		-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
	>315 à 355	-1200	-600	-360	-	-	-	-	-	-	-	-		-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
	>355 à 400	-1350	-680	-400	-	-	-	-	-	-	-	-		-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1110	+1450	+1850	+2400
	>400 à 450	-1500	-760	-440	-	-	-	-	-	-	-	-		-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600
	>450 à 500	-1650	-840	-480	-	-	-	-	-	-	-	-																				

1. Les arbres a et b ne sont prévus qu'au delà de 1 mm.

2. Pour js des qualités 7 à 11, arrondir la valeur IT [intervalle de tolérance] en microns, si elle est impaire, à la valeur paire immédiate inférieure.

Traduction d'une cote ISO en cote bilimitée (voir tableaux 13-1 et 14-4)

## 12-1 Guide d'utilisation

Cote ISO	40 f7	32 K6
Dimension nominale	40	32
Qualité	7	6
Position	f	K
IT (μm)	-25 +50 = 25 (es - ei = IT)	16
△	5	-2 + △ = 3
ES	↑	↓
es	-25	
EI = ES - IT	3 - 16 = -13	
ei = es - IT	↑	↓
Cote bilimitée (μm)	40 <sub>-50</sub> <sup>+3</sup>	32 <sub>-13</sub> <sup>+3</sup>

Traduction d'une cote bilimitée en cote ISO (voir tableau 12-1 et 14-4)

# 13 Ecarts fondamentaux des alésages

## 13-1 Ecarts fondamentaux en micromètres

Ecart fondamental	Ecart inférieur EI												Ecart supérieur ES							Ecart supérieur ES (suite)							Δ (microns)														
	Lettre	A <sup>(1)</sup>	B <sup>(1)</sup>	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J <sub>s</sub>	J	K	M	N	P à ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	Qualités										
		Qualité	Toutes qualités												6	7	8	≤ 8	> 8	≤ 8	> 8	≤ 8	> 8*	≤ 7	Toutes qualités																
Paliers de dimensions nominales en millimètres	≤ 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Ecart limites ± IT/2 <sup>(2)</sup>	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4	-6	-10	-14	-	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60	Δ = 0						
	> 3 à 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1+Δ	0	-4+Δ	-4	-8+Δ	0	-12	-15	-19	-	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6	
	> 6 à 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1+Δ	0	-6+Δ	-6	-10+Δ	0	-15	-19	-23	-	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97	1	1,5	2	3	6	7	
	> 10 à 14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0		+6	+10	+155	-1+Δ	0	-7+Δ	-7	-12+Δ	0	-16	-23	-28	-	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9	
	> 14 à 18	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0		+8	+12	+20	-2+Δ	0	-8+Δ	-8	-15+Δ	0	-22	-28	-35	-	-41	-47	-54	-68	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12	
	> 24 à 30	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0		+24	+14	+24	-2+Δ	0	-9+Δ	-9	-17+Δ	0	-26	-34	-43	-	-48	-60	-63	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
	> 30 à 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0		+10	+14	+24	-2+Δ	0	-9+Δ	-9	-17+Δ	0	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16	
	> 40 à 50	+320	+180	+130	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0		+13	+18	+28	-2+Δ	0	-11+Δ	-11	-20+Δ	0	-37	-43	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
	> 50 à 65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0		+16	+22	+34	-3+Δ	0	-13+Δ	-13	-23+Δ	0	-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480	2	3	5	6	11	16		
	> 65 à 80	+360	+200	+150	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0		+18	+26	+41	-3+Δ	0	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	-48	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690	3	4	6	7	15	23		
	> 80 à 100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0		+22	+30	+47	-4+Δ	0	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	-53	-72	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	9	17	26		
	> 100 à 120	+410	+240	+180	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0		+25	+36	+55	-4+Δ	0	-20+Δ <sup>(3)</sup>	-20	-34+Δ	0	-58	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	4	4	7	9	20	29	
	> 120 à 140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0		+29	+39	+60	-4+Δ	0	-21+Δ	-21	-37+Δ	0	-62	-80	-130	-180	-258	-310	-380	-455	-600	-780	-1000	-1150	4	5	7	11	21	32	
	> 140 à 160	+520	+280	+210	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000	-1150	5	5	7	13	23	34	
	> 160 à 180	+580	+310	+230	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34		
	> 180 à 200	+660	+240	+240	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 200 à 225	+740	+380	+260	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 225 à 250	+820	+420	+280	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 250 à 280	+920	+480	+300	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 280 à 315	+1050	+540	+330	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 315 à 355	+1200	+600	+360	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-21	-37+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 355 à 400	+1350	+680	+400	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 400 à 450	+1500	+760	+440	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		
	> 450 à 500	+1650	+840	+480	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600	5	5	7	13	23	34		

1. Les écarts A et B et les écarts N des qualités supérieures à 8 ne sont prévus qu'au-delà de 1 mm. 2. Pour J<sub>s</sub> des qualités 7 à 11, arrondir la valeur IT (intervalle de tolérance) en microns, si elle est impaire, à la valeur paire immédiate inférieure. 3. Exception : pour M6 seulement, de 250 à 315, ES = -9 (au lieu de -11). Valeurs de Δ : pour les écarts comportant le terme additif Δ, prendre les valeurs de celui-ci dans les colonnes de droite du tableau. Ex : pour P7 de 18 à 30, Δ = 8, d'où ES = -22 + 8 = -14



# 14 Tolérances et ajustements sur pièces lisses

(NF E 02-100, NF E 02-101, NF E 02-102)

## Ecart, définitions

Une cote ISO est caractérisée par sa cote nominale, sa position, sa qualité. Elle peut être traduite par une cote nominale avec des limites supérieures et inférieures appelées écarts qui sont situés par rapport à la cote nominale.

### Pour un alésage :

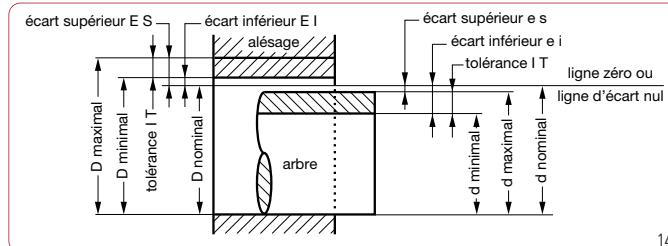
Cote nominale + écart supérieur  
+ écart inférieur

Exemple :  $20H8 = 20^0_{-0,033}$

### Pour un arbre :

Cote nominale + écart supérieur  
+ écart inférieur

Exemple :  $20h8 = 20^0_{-0,033}$



Ecart supérieur de l'alésage :  $ES = D_{\text{maxi}} - D_{\text{nominale}}$  =  $EI + IT$

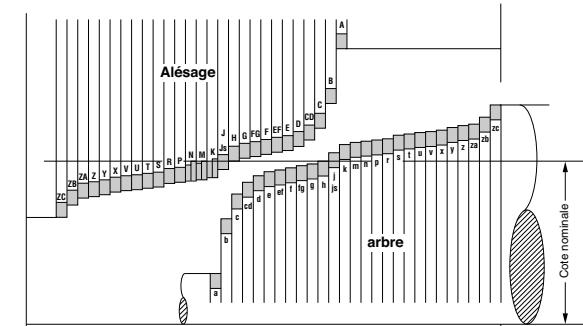
Ecart inférieur de l'alésage :  $EI = D_{\text{mini}} - D_{\text{nominale}}$  =  $ES - IT$

Ecart supérieur de l'arbre :  $es = d_{\text{maxi}} - d_{\text{nominale}}$  =  $ei + IT$

Ecart inférieur de l'arbre :  $ei = d_{\text{mini}} - d_{\text{nominale}}$  =  $es - IT$

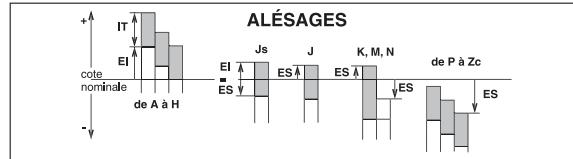
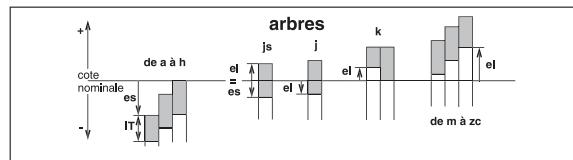
## Position des écarts, limites

La position des écarts par rapport à la cote nominale est signifiée par une ou deux lettres, minuscules pour les arbres, majuscules pour les alésages (figure 14-2).



14-2

## Position des écarts donnés par les tableaux



Les tableaux donnent en général l'écart le plus proche de la cote nominale.

14-3

## Tolérances des pièces lisses, qualité

14-4 Tolérances fondamentales en micromètres

Paliers de dimensions (mm)	Qualités																	
	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14*	15*	16*
≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 3 à 6	0,4	0,5	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
> 6 à 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	56	90	150	220	360	580	900
> 10 à 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1000
> 18 à 30	0,5	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	64	130	210	330	520	840	1300
> 30 à 50	0,5	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 50 à 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
> 80 à 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
> 120 à 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
> 180 à 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	48	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
> 250 à 315	2,5	4	6	8	121	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
> 315 à 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	380	570	890	1400	2300	3800
> 400 à 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

\* Les qualités 14, 15, 16 ne sont prévues qu'au-delà de 1 mm

**Nota.** Depuis l'introduction de la norme ISO 8015, le principe de base est le principe de l'indépendance, donc un ajustement ne contraint que l'aspect dimension. Il convient, pour que les ajustements traduisent correctement les conditions d'assemblage, d'ajouter le symbole de l'enveloppe.

# 15 Système d'ajustement dit à arbre normal ou à alésage normal

Système dans lequel la dimension au maximum de matière correspond à la dimension nominale ; l'écart inférieur est nul. Il correspond à la position H pour les alésages et à h pour les arbres.

15-1 Alésages usuels

Qualités	Positions																										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	J <sub>a</sub>	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z					
1								●		●																	
2								●		●																	
3								●		●																	
4								●		●																	
5								●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
6								●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
7								●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
8								●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
9								●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
10								●		●				●													
11								●		●				●													
12								●		●				●													
13										●				●													
14										●				●													
15										●				●													
16										●				●													

15-2 Arbres usuels

Qualités	Positions																										
	a	b	c	d	e	f	g	h	j	j <sub>a</sub>	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z					
1											●																
2											●																
3											●																
4											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
5											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
6											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
7											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
8											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
9											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
10											●				●												
11											●				●												
12											●				●												
13											●				●												
14											●				●												
15											●				●												
16											●				●												

# 16 Tolérances générales (NF EN 22-768, ISO 2768)

Cette norme est applicable aux dimensions sans tolérance particulière des pièces usinées ou en tôle.  
Dans le cartouche du plan doit être indiqué : **Tolérances générales ISO 2768 f, m, c ou v.**

## 16-1 Ecarts admissibles pour dimensions linéaires

Classe de tolérance		Ecarts admissibles pour des plages de dimensions nominales							
Désignation	Description	0,5 <sup>(1)</sup> jusqu'à 3	au delà de 3 jusqu'à 6	au delà de 6 jusqu'à 30	au delà de 30 jusqu'à 120	au delà de 120 jusqu'à 400	au delà de 400 jusqu'à 1 000	au delà de 1 000 jusqu'à 2 000	au delà de 2 000 jusqu'à 4 000
f	fine	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	moyenne	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grossière	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	très grossière	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

1. Pour les dimensions nominales inférieures à 0,5 mm, l'écart doit figurer à la suite de la dimension nominale.

## 16-2 Ecarts admissibles pour dimensions linéaires d'arêtes abattues (rayons et chanfreins)

Classe de tolérance		Ecarts admissibles pour des plages de dimensions nominales		
Désignation	Description	0,5 <sup>(1)</sup> jusqu'à 3	au delà de 3 jusqu'à 6	au delà de 6
f	fine	± 0,2	± 0,5	± 1
m	moyenne	± 0,4	± 1	± 2
c	grossière			
v	très grossière			

1. Pour les dimensions nominales inférieures à 0,5 mm, l'écart doit figurer à la suite de la dimension nominale.

## 16-3 Ecarts admissibles pour dimensions angulaires

Classe de tolérance		Ecarts admissibles en fonction des plages de longueurs en millimètres du côté le plus court de l'angle considéré				
Désignation	Description	jusqu'à 10	au delà de 10 jusqu'à 50	au delà de 50 jusqu'à 120	au delà de 120 jusqu'à 400	au delà de 400
f	fine	± 1°	± 0°30	± 0°20	± 0°10	± 0°5
m	moyenne	± 1°30	± 1°	± 0°30	± 0°15	± 0°10
c	grossière	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30	± 0°20
v	très grossière					

# 17 Valeur calculée des principaux ajustements

17-1 Ecarts fondamentaux en micromètres ( $1\mu = +0,001\text{ mm}$ )

Alésage	H6				H7				H8				H9				H11						
	f6	g5	h5	k5	e7	g6	h6	m6	p6	e8	f7	h7	s7	u7	x7	z7	c9	d9	e9	h8	c11	d11	
Arbre																							
≤ 3	+6	-6	-2	0	+4	+10	-14	-2	0	+8	+12	+14	-14	-6	0	+24	+28	+30	+36	+25	-60	-20	
0	-12	-6	-4	0	0	-24	-8	-6	+2	+6	0	-28	-16	-10	+14	+18	+20	+26	0	-85	-45		
> 3 à 6	+8	-10	-4	0	+6	+12	-20	-4	0	+12	+20	+18	-20	-10	0	+31	+35	+40	+47	+30	-39	-14	
0	-18	-9	-5	+1	0	-32	-12	-8	+4	+12	0	-38	-22	-12	+19	+23	+28	+35	0	-100	-60		
> 6 à 10	+9	-13	-5	0	+7	+15	-25	-5	0	+15	+24	+22	-25	-13	0	+38	+43	+49	+57	+36	-80	-40	
0	-22	-11	-6	+1	0	-40	-14	-9	+6	+15	0	-47	-28	-15	+23	+28	+34	+42	0	-116	-76		
> 10 à 14	+11	-16	-6	0	+9	+18	-32	-6	0	+18	+29	+27	-32	-16	0	+46	+51	+40	+50	+43	-95	-50	
0	-27	-14	-8	+1	0	-50	-17	-11	+7	+18	0	-59	-34	-18	+28	+33	+63	+78	+45	0	-138	-75	
> 14 à 18																					+110	-95	
> 18 à 24	+13	-20	-7	0	+11	+21	-40	-7	0	+21	+35	+33	-40	-20	0	+56	+62	+75	+94	+52	-110	-65	
0	-33	-16	-9	+2	0	-61	-20	-13	+8	+22	0	-73	-41	-21	+35	+41	+54	+73	+48	0	-162	-117	
> 24 à 30																					+130	-110	
> 30 à 40	+16	-25	-9	0	+13	+25	-50	-9	0	+25	+42	+39	-50	-25	0	+68	+85	+105	+137	+62	-120	-80	
0	-41	-20	-11	+2	0	-75	-25	-16	+9	+26	0	-89	-50	-25	+43	+95	+122	+161	+160	0	-280	-20	
> 40 à 50																					-130	-130	
> 50 à 65	+19	-30	-10	0	+15	+30	-60	-10	0	+30	+51	+46	-60	-30	0	+83	+117	+152	+202	+40	-214	-140	
0	-49	-23	-13	+2	0	-90	-29	-19	+11	+32	0	-106	-60	-30	+59	+53	+87	+122	+172	+74	0	-150	-340
> 65 à 80																					+190	-330	
> 80 à 100	+22	-36	-12	0	+18	+35	-72	-12	0	+35	+59	+54	-72	-36	0	+106	+159	+213	+293	+87	-100	-60	
0	-58	-27	-15	+3	0	-107	-34	-22	+13	+37	0	-126	-71	-35	+114	+179	+245	+345	+210	0	-170	-120	
> 100 à 120																					-390	-120	
> 120 à 140																					-200	-450	
> 140 à 160	+25	-43	-14	0	+21	+40	-85	-39	0	+40	+68	+63	-85	-43	0	+132	+210	+288	+405	+100	-145	-210	
0	-68	-32	-18	+3	0	-125	-125	-25	+15	+43	0	-148	-83	-40	+140	+230	+320	+455	+245	0	-480	-395	
> 160 à 180																					-230	-480	
> 180 à 200																					-240	-355	
> 200 à 225	+29	-50	-15	0	+24	+46	-100	-15	0	+46	+79	+72	-100	-50	0	+168	+282	+396	+566	+115	-285	-170	
0	-79	-35	-20	+4	0	-146	-44	-29	+17	+50	0	-172	-96	-46	+176	+304	+431	+621	+215	0	-290	-170	
> 225 à 250																					-260	-460	
> 250 à 280	+32	-56	-17	0	+27	+52	-110	-17	0	+52	+88	+81	-110	-56	0	+210	+367	+527	+762	+130	-300	-190	
0	-88	-40	-23	+4	0	-162	-49	-32	+20	+56	0	-191	-108	-52	+158	+315	+475	+710	+430	0	-620	-510	
> 280 à 315																					-330	-650	
> 315 à 355	+36	-62	-18	0	+29	+57	-125	-18	0	+57	+98	+89	-125	-62	0	+247	+447	+647	+957	+140	-360	-360	
0	-98	-43	-25	+4	0	-182	-54	-36	+21	+62	0	-214	-119	-57	+190	+390	+590	+900	+500	0	-720	-210	
> 355 à 400																					-400	-570	
> 400 à 450	+40	-68	-20	0	+32	+63	-135	-20	0	+63	+108	+97	-135	-68	0	+295	+553	+803	+1163	+155	-440	-230	
0	-108	-47	-27	+5	0	-198	-60	-40	+23	+68	0	-232	-131	-63	+232	+603	+883	+1313	+80	0	-840	-630	
> 450 à 500																					-480	-880	

# 18 Ajustements couramment utilisés en mécanique

18-1

Cas d'emploi		Arbres (positions)	Alésages				
			H6	H7	H8	H9	H11
			Arbres (qualités)				
Pièces mobiles l'une par rapport à l'autre	Pièces dont le fonctionnement nécessite un grand jeu (dilatation, mauvais alignement, portées très longues, etc.)	d				9	11
	Cas ordinaire des pièces tournant ou glissant dans une bague ou palier (bon graissage assuré)		e		7	8	9
		f	6	6-7	7		
	Pièces avec guidage précis pour mouvements de faible amplitude	g	5	6			
Pièces immobiles l'une par rapport à l'autre	Démontage et remontage possibles sans déterioration des pièces L'emmanchement ne peut transmettre d'effort	Mise en place à la main	h	5	6	7	8
		js	5	6			
		Mise en place au maillet	k	5			
		m		6			
	Démontage et remontage impossibles sans déterioration des pièces L'emmanchement ne peut transmettre d'effort	Mise en place à la presse	p		6		
		s			7		
		u			7		
		x			7		
		z			7		

# 19 Ecarts fondamentaux taraudage / filetage

## 19-1 Filetage à pas gros

Diamètre nominal	Pas P	Taraudage 6H				Vis 6g				Longueur en prise		
		Diamètre D	Diamètre sur flancs de filet D <sub>2</sub>		Diamètre intérieur D <sub>1</sub>	Diamètre extérieur d	Diamètre sur flancs de filet d <sub>2</sub>		Diamètre d <sub>1</sub>			
		min.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.			
1	0,25	1	0,838	0,894*	0,729	0,785*	0,982	0,915	0,820	0,767	0,711	0,6 1,7
1,1	0,25	1,1	0,938	0,994*	0,829	0,885*	1,082	1,015	0,920	0,867	0,811	0,6 1,7
1,2	0,25	1,2	1,038	1,094*	0,929	0,985*	1,182	1,115	1,020	0,967	0,911	0,6 1,7
1,4	0,3	1,4	1,205	1,280	1,075	1,160	1,382	1,307	1,187	1,131	1,057	0,7 2
1,6	0,35	1,6	1,373	1,458	1,221	1,321	1,581	1,496	1,354	1,291	1,202	0,8 2,6
1,8	0,35	1,8	1,573	1,658	1,421	1,521	1,781	1,696	1,554	1,491	1,402	0,8 2,6
2	0,4	2	1,740	1,830	1,567	1,679	1,981	1,886	1,721	1,654	1,548	1 3
2,2	0,45	2,2	1,908	2,003	1,713	1,838	2,180	2,080	1,888	1,817	1,693	1,2 3,7
2,5	0,45	2,5	2,209	2,303	2,013	2,138	2,480	2,380	2,188	2,117	1,993	1,2 3,7
3	0,5	3	2,675	2,775	2,459	2,599	2,980	2,874	2,655	2,580	2,439	1,5 4,5
[3,5]	0,6	3,5	3,110	3,222	2,850	3,010	3,479	3,354	3,089	3,004	2,829	1,7 5
4	0,7	4	3,545	3,663	3,242	3,422	3,978	3,838	3,523	3,433	3,220	2 6
[4,5]	0,75	4,5	4,013	4,131	3,688	3,878	4,478	4,338	3,991	3,901	3,666	2,2 6,7
5	0,8	5	4,480	4,605	4,134	4,334	4,976	4,826	4,456	4,361	4,110	2,5 7,5
6	1	6	5,350	5,500	4,917	5,153	5,974	5,794	5,324	5,212	4,891	3 9
[7]	1	7	6,350	6,500	5,917	6,153	6,974	6,794	6,324	6,212	5,891	3 9
8	1,25	8	7,188	7,348	6,647	6,912	7,972	7,760	7,160	7,042	6,619	4 12
[9]	1,25	9	8,188	8,348	7,647	7,912	8,972	8,760	8,160	8,042	7,619	4 12
10	1,5	10	9,026	9,206	8,376	8,676	9,968	9,732	8,994	8,862	8,344	5 15
12	1,75	12	10,863	11,063	10,106	10,441	11,966	11,701	10,829	10,679	10,072	6 18
14	2	14	12,701	12,913	11,835	12,210	13,962	13,682	12,663	12,503	11,797	8 24
16	2	16	14,701	14,913	13,835	14,210	15,962	15,682	14,663	14,503	13,797	8 24

**Note.** Employer de préférence les diamètres en caractères gras.

Eviter autant que possible les diamètres entre parenthèses.

Diamètre nominal	Pas P	Taraudage 6H				Vis 6g				Longueur en prise	
		Diamètre D	Diamètre sur flancs de filet D <sub>2</sub>		Diamètre intérieur D <sub>1</sub>	Diamètre extérieur d	Diamètre sur flancs de filet d <sub>2</sub>		Diamètre d <sub>1</sub>		
		min.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.		
18	2,5	18	16,376	16,600	15,294	15,744	17,958	17,623	16,334	16,164	15,252
20	2,5	20	18,376	18,600	17,294	17,744	19,958	19,623	18,334	18,164	17,252
22	2,5	22	20,376	20,600	19,294	19,744	21,958	21,623	20,334	20,164	19,252
24	3	24	22,051	22,316	20,752	21,252	23,952	23,577	22,003	21,803	20,704
27	3	27	25,051	25,316	23,752	24,252	26,952	26,577	25,008	24,803	23,704
30	3,5	30	27,727	28,007	26,211	26,771	29,947	29,522	27,674	27,462	26,158
33	3,5	33	30,727	31,007	29,211	29,771	32,947	32,522	30,674	30,462	29,158
36	4	36	33,402	33,702	31,670	32,270	35,940	35,465	33,342	33,118	31,610
39	4	39	36,402	36,702	34,670	35,270	38,940	38,465	36,342	36,118	34,610
42	4,5	42	39,077	39,392	37,129	37,799	41,937	41,437	39,014	38,778	37,066
45	4,5	45	42,077	42,392	40,129	40,799	44,937	44,437	42,014	41,778	40,066
48	5	48	44,752	45,087	42,587	43,297	47,929	47,399	44,681	44,431	42,516
52	5	52	46,752	49,087	46,587	47,297	51,929	51,399	48,681	48,431	46,516
56	5,5	56	52,428	52,783	50,046	50,796	55,925	55,365	52,353	52,088	49,971
60	5,5	60	56,428	56,783	54,046	54,796	59,925	59,365	56,353	56,088	53,971
64	6	64	60,103	60,478	57,505	58,305	63,920	63,320	60,023	59,743	57,425
68	6	68	64,103	64,478	61,505	62,305	67,920	67,320	64,023	63,743	61,425
72	6	72	68,103	68,478	65,505	66,305	71,920	71,320	68,023	67,743	65,425
76	6	76	72,103	72,478	69,505	70,305	75,920	75,320	72,023	71,743	69,425
80	6	80	76,103	76,478	73,505	74,305	79,920	79,320	76,023	75,743	73,425
85	6	85	81,103	81,478	78,505	79,305	84,920	84,320	81,023	80,743	78,425
90	6	90	86,103	86,478	83,505	84,305	89,920	89,320	86,023	85,743	83,425

## 19-2 Filetage à pas fin

Diamètre nominal	Pas P	Taraudage 6H				Vis 6g				Longueur en prise		
		Diamètre D	Diamètre sur flancs de fillet D <sub>2</sub>		Diamètre intérieur D <sub>1</sub>	Diamètre extérieur d	Diamètre sur flancs de fillet d <sub>2</sub>		Diamètre d <sub>1</sub>			
		min.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	plus de	à	
8	1	8	7,350	7,500	6,917	7,153	7,974	7,794	7,324	7,212	6,891	3 9
[9]	1	9	8,350	8,500	7,917	8,153	8,974	8,794	8,324	8,212	7,891	3 9
10	1,25	10	9,188	9,348	8,647	8,912	9,972	9,760	9,160	9,042	8,619	4 12
12	1,25	12	11,188	11,368	10,647	10,912	11,972	11,760	11,160	11,028	10,619	4,5 13
	[1,5]	12	11,026	11,216	10,376	10,676	11,968	11,732	10,994	10,854	10,344	5,6 16
14	1,5	14	13,026	13,216	12,376	12,676	13,968	13,732	12,994	12,854	12,344	5,6 16
16	1,5	16	15,026	15,216	14,376	14,676	15,968	15,732	14,994	14,854	14,344	5,6 16
18	1,5	18	17,026	17,216	16,376	16,676	17,968	17,732	16,994	16,854	16,344	5,6 16
20	1,5	20	19,026	19,216	18,376	18,676	19,968	19,732	18,994	18,854	18,344	5,6 16
22	1,5	22	21,026	21,216	20,376	20,676	21,968	21,732	20,994	20,854	20,344	5,6 16
24	2	24	22,701	22,925	21,835	22,210	23,962	23,682	22,663	22,493	21,797	8,5 25
27	2	27	25,701	25,925	24,835	25,210	26,962	26,682	25,663	25,493	24,797	8,5 25
30	2	30	28,701	28,925	27,835	28,210	29,962	29,682	28,663	28,493	27,797	8,5 25
33	2	33	31,701	31,925	30,835	31,210	32,962	32,682	31,663	31,493	30,797	8,5 25
36	3	36	34,051	34,316	32,752	33,252	35,952	35,577	34,003	33,803	32,704	12 36
39	3	39	37,051	37,316	35,752	36,252	38,952	38,577	37,003	36,803	35,704	12 36

**Note.** Employer de préférence les diamètres en caractères gras.

Eviter autant que possible les diamètres entre parenthèses.

# 20 Symboles et normes de référence des filetages courants

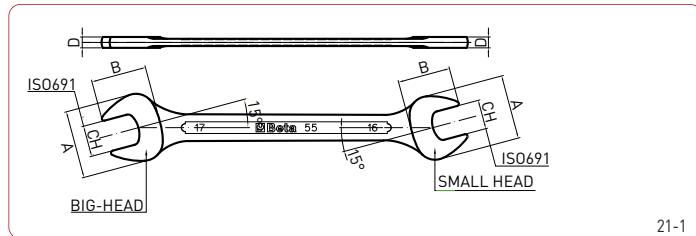
20-1

Symbol	Désignation du filetage	Norme mécanique	Calibre correspondant
M	Filetage ISO métrique profil 60° Système ISO de tolérances de filetages [ayant remplacé les anciens systèmes ISO de tolérances antérieurs à 1968 et les profils Slm et SI]	NF E 03-001 NF E 03-013 NF E 03-014 NF E 03-050 à NF E 03-056	NF E 03-151 NF E 03-152 NF E 03-153 NF E 03-154
S	Filetage miniature ISO 60°	NF E 03-501 à NF E 03-504	
UN	Filetage unifié américain profil 60° : séries UNC - UNF - UNEF - UN - UNS	ANSI B1-1 BS 1580	BS 919 p.1 (ANSI B1-2 si précisé)
UNJ	Filetage unifié américain 60° à grand arrondi : séries UNJC - UNJF - UNJEF - UNJ - UNJS	BS 4084 MIL S 8879	BS 919 p.1 Troncature J (ANSI, B1-2 si précisé)
NPT et divers	Filetage américain pour tubes sans étanchéité dans le filet profil 60°	NF E 03-601 USAS B2-1 ANSI B1-20-1	USAS B2-1 ANSI B1-20-1
NPTF et divers	Filetage américain pour tubes avec étanchéité dans le filet profil 60°	USAS B2-2 ANSI B1-20-3 ANSI B1-20-4 ANSI B1-20-5	USAS B2-2 ANSI B1-20-5
R Rc Rp	Filetage «Gaz» 55° avec étanchéité dans le filet : - filetage extérieur conique, - filetage intérieur conique [emploi exceptionnel], - filetage intérieur cylindrique	NF E 03-004	coniques NF E 03-165 BS 21
G	Filetage «Gaz» 55° avec étanchéité dans le filet [filetages intérieur et extérieur cylindriques]	NF E 03-005	cylindriques NF E 03-161 à NF E 03-164

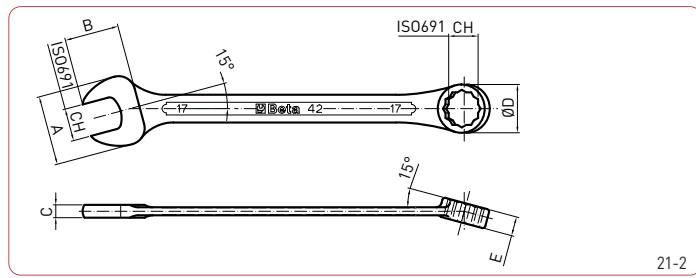
Symbol	Désignation du filetage	Norme mécanique	Calibre correspondant
BSW BSF	Filetage anglais Whitworth profil 55° : séries BSW - BSF et WHS	BS 84	BS 919 p.2
BA	Filetage anglais B.A. profil 47° 30'	BS 93	BS 919 p.2
TR	Filetage trapézoïdal symétrique profil 30°	NF E 03-615 à NF E 03-618	NF E 03-619 à NF E 03-621
ACME	Filetage trapézoïdal symétrique américain profil 29°	ANSI B1-5	ANSI B1-5
STUB-ACME	Filetage trapézoïdal symétrique américain profil 29° à faible hauteur d'engagement	ANSI B1-8	ANSI B1-8
ART	Filetage trapézoïdal asymétrique profils 30° et 45° dit «Artillerie»	NF E 03-611	NF E 03-612
Rd	Filetage à filet rond	NF F 00-016 NF F 00-032	NF F 00-017
	Filetage pour raccords de sortie et robinets de bouteilles à gaz cylindriques et coniques	NF E 29-650 à NF E 29-684	NF E 29-673 à NF E 29-685
N° réf. CM	Filetage pour canalisations électriques profil 80° Filetages pour presse-étoupe profils 80° et 55°	NF C 68-190 NF C 63-021	NF C 68-190 NF C 63-021
BSC	Filetage pour cycles profils 60° et 55° Filetage pour cycles profil 60°	BS 811 DIN 79-012	BS 919 p.2
V	Filetage pour valves de pneumatiques	NF E 87-012 NF R 99-030	NF E 03-151 à NF E 03-154

# 21 Encombrement des clés de serrage usuelles

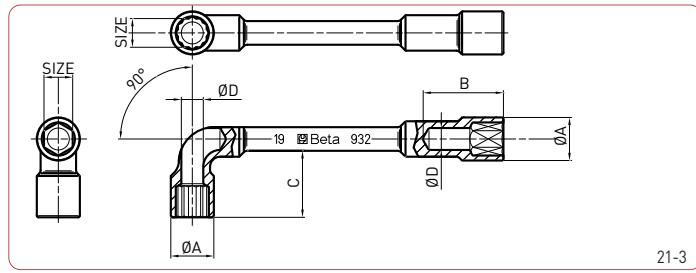
Clé à fourche double selon DIN 3310 (voir tableau 21-6)



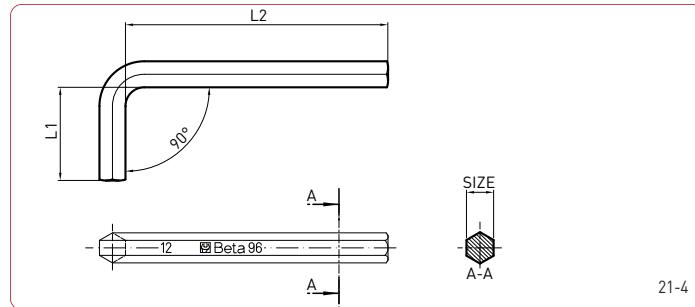
Clé mixte à fourche et polygonale selon ISO 7738 DIN 3313 (voir tableau 21-7)



Clé à béquille et à pipe selon NF E 74.303 (voir tableau 21-8)

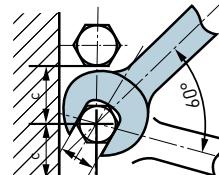


Clé mâle coudée pour vis à six pans creux selon ISO 2936 (voir tableau 21-9)

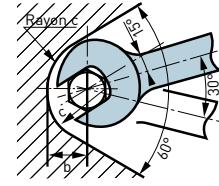


## Zones de dégagement selon NF E 74.306

Sans retourner de clé



Avec retourner de clé



a	e	b	c
3,2	6	5	7
4	8	7	9
5	9,5	7	9
5,5	10	7	10
6	10,5	8	12
7	11,5	8	13
8	13	10	16
9	15	10	17
10	16	11	18
11	17	11	18
12	19	12	19
13	20,5	13	20
14	21,5	15	22
15	23	16	24
16	24,5	17	26
17	26	18	27
18	27	19	28
19	28,5	20	29
21	30,5	21	31
22	32	22	32
24	34,5	23	34
27	38,5	25	37
30	42	29	42

21-5

21-6 Clé à fourche double selon DIN 3310

Code produit	CH	A	B	C	øD	E
000550003	4 x 5					
000550006	5 x 5,5	12,5	9,7	14,0	11,2	3,0
000550009	5,5 x 7					
000550012	6 x 7	15,5	12,7	17,5	14,4	3,5
000550018	7 x 8					
000550021	8 x 9		19,5	15,9	21,5	17,6
000550024	8 x 10					
000550030	10 x 11					
000550033	10 x 12	23,5	19,2	25,5	20,6	4,5
000550035	10 x 13					
000550042	12 x 13		27,5	22,1	29,5	23,8
000550045	12 x 14					
000550047	13 x 14					
000550054	14 x 15	31,5	25,5	33,5	27,3	5,5
000550057	14 x 17	31,5	25,5	37,5	30,6	6,0
000550060	16 x 17	35,5	29,1	37,5	30,6	6,0
000550063	17 x 19					
000550066	18 x 19	39,5	32,4	41,5	34,1	6,5
000550069	19 x 22					
000550075	20 x 22	43,5	35,8	47,5	39,1	7,0
000550078	21 x 23					
000550081	22 x 24	45,5	37,2	49,5	40,7	7,6
000550087	24 x 26					
000550090	24 x 27	51,5	42,1	55,5	45,1	8,0
000550096	25 x 28	53,5	43,6	59,5	48,3	8,6
000550099	27 x 29					
000550102	27 x 30		57,5	46,7	61,5	50,2
000550105	27 x 32					
000550108	30 x 32	63,5	51,7	67,5	55,2	9,0

21-7 Clé mixte à fourche et polygonale selon ISO 7738 DIN 3313

Code produit	CH	A	B	C	øD	E
000420005	5,5					
000420006	6,0	15,2	11,9	3,4	10,1	5,2
000420007	7,0	17,1	13,4	3,6	10,8	5,7
000420008	8,0	19,0	14,9	3,9	12,3	6,2
000420009	9,0	20,9	16,3	4,2	13,7	6,7
000420010	10,0	22,8	17,8	4,5	15,1	7,1
000420011	11,0	24,8	19,4	4,8	16,5	7,5
000420012	12,0	26,9	20,9	5,1	18,2	7,9
000420013	13,0	28,8	22,4	5,4	19,6	8,4
000420014	14,0	30,8	23,9	5,7	21,0	8,8
000420015	15,0	32,7	25,4	6,0	22,4	9,2
000420016	16,0	34,6	26,9	6,3	23,8	9,7
000420017	17,0	36,6	28,4	6,7	25,2	10,2
000420018	18,0	38,5	29,9	7,0	26,7	10,8
000420019	19,0	40,5	31,5	7,3	28,0	11,4
000420020	20,0	42,5	33,0	7,6	29,4	11,9
000420021	21,0	44,5	34,5	7,9	30,7	12,4
000420022	22,0	46,4	36,0	8,1	32,2	12,8
000420023	23,0	48,4	37,6	8,3	33,5	13,2
000420024	24,0	50,3	39,1	8,5	34,9	13,5
000420025	25,0	52,3	40,6	8,7	36,2	13,8
000420026	26,0	54,3	42,1	8,9	37,6	14,2
000420027	27,0	56,2	43,7	9,1	39,0	14,6
000420028	28,0	58,2	45,2	9,3	40,3	15,0
000420029	29,0	60,2	46,7	9,5	41,9	15,3
000420030	30,0	62,1	48,3	9,7	43,0	15,6
000420032	32,0	66,0	51,4	10,1	45,7	16,2

21-8 Clé à béquille et à pipe  
selon NF E 74.303

Code produit	Taille	øA	B	C	øD
009320006	6 x 6	11,0	10,0	18,5	5,0
009320007	7 x 7	12,0	11,0	21,0	5,0
009320008	8 x 8	13,0	19,0	22,0	6,0
009320009	9 x 9	14,5	20,0	22,5	6,5
009320010	10 x 10	16,0	23,0	26,0	7,0
009320011	11 x 11	17,0	26,0	26,5	7,5
009320012	12 x 12	18,0	27,0	27,0	8,5
009320013	13 x 13	19,0	32,0	30,5	9,0
009320014	14 x 14	21,0	32,0	33,5	10,0
009320015	15 x 15	22,5	35,0	35,0	10,5
009320016	16 x 16	24,0	37,0	39,5	12,0
009320017	17 x 17	25,0	38,5	39,5	12,5
009320018	18 x 18	26,5	42,5	41,5	13,0
009320019	19 x 19	28,0	45,5	44,0	13,5
009320020	20 x 20	30,0	46,5	45,5	14,0
009320021	21 x 21	30,5	48,5	48,5	15,0
009320022	22 x 22	32,0	48,5	48,5	15,0
009320023	23 x 23	33,5	50,5	53,0	18,0
009320034	24 x 24	34,5	52,5	55,0	18,0
009320025	25 x 25	36,0	53,5	57,5	19,5
009320026	26 x 26	37,0	54,5	58,0	20,0
009320027	27 x 27	38,5	57,5	57,0	21,0
009320028	28 x 28	39,0	57,5	59,0	22,0
009320030	30 x 30	42,0	62,5	63,0	23,0
009320032	32 x 32	45,0	64,5	66,5	23,0

21-9. Clé mâle coudée pour vis  
à six pans creux selon ISO 2936

Code produit	Taille	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
000960015	1,5	15,5	46,5
000960020	2,0	18,0	52,0
000960025	2,5	20,5	58,5
000960030	3,0	23,0	66,0
000960035	3,5	25,5	69,5
000960040	4,0	29,0	74,0
000960045	4,5	30,5	80,0
000960050	5,0	33,0	85,0
000960060	6,0	38,0	96,0
000960080	8,0	44,0	108,0
000960090	9,0	47,0	114,0
000960100	10,0	50,0	122,0
000960110	11,0	53,0	129,0
000960120	12,0	57,0	137,0
000960130	13,0	63,0	145,0
000960140	14,0	70,0	154,0
000960160	16,0	76,0	168,0
000960170	17,0	80,0	177,0
000960190	19,0	89,0	199,0
000960220	22,0	102,0	222,0
000960240	24,0	114,0	248,0
000960270	27,0	127,0	277,0
000960300	30,0	142,0	315,0
000960320	32,0	157,0	347,0
000960360	36,0	176,0	391,0

**Nota important :** chaque fabrication peut présenter des variations de cotés pour ce type de produit, compte tenu qu'il existe plusieurs normes de références (DIN 3110 et 3113, ISO 2936, 3318 et 7738, NF E 74.301, 74.303 et 74.304, normes UNI, etc) et que la conception des modèles peut évoluer rapidement. En ce qui concerne les ouvertures de clés et les embouts de serrage, il est conseillé de se référer à la norme ISO 691. Les dimensions présentées ci-après sont donc indicatives et ne saurait engager la responsabilité de la société EMILE MAURIN

Les produits présentés sont extraits du catalogue BETA et vous pouvez trouver ces produits dans nos agences de Bordeaux et Toulouse ou dans le réseau national de MICHAUD-CHAilly,

## 22 Performance des modes d'entraînement des vis : formes et empreinte NFE 25-031

22-1

Type d'entraînement		Symbole	Fonctions								Normes de référence Observations	
			Dégagement initial autour de la tête de l'outil	Capacité de transmission du couple	Classe de qualité maximale théorique	Aptitude au montage automatisé	Longévité de l'outil de serrage	Aptitude au dévisage	Aptitude à recevoir un revêtement	Facilité de nettoyage [hygiène alimentaire]		
Entraînements externes	Hexagonal	H	Hexagonal	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	Vis à métaux E 24-112 et 115 Vis à bois E 25-607 Vis à tôle E 25-662 Ecrous E 25-401 et 402 / E 25-405 à 407 / E 25-409 à 412 Toutes utilisations mécaniques	
	Carré	Q	Carré	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	Vis à métaux E 25-116 à 118 Vis à bois E 25-608 Ecrous E 25-403 et 404 Utilisation fréquente pour le matériel agricole, les charpentes en bois...	
	Six lobes externes		Six lobes externes	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	Intéressant par son faible encombrement et sa capacité de transmission du couple [vis de bardage]	
Empreintes	Six pans creux	HC	Six pans creux	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	Vis à métaux E 25-125, E 27-160, 163, E 27-180 à 183 Utilisation en construction mécanique (permet de noyer la tête de la vis)	
	Six lobes internes	X	Six lobes internes	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	Vis à métaux E 25-107 à 111 Vis à tôle E 25-652 à 655 Remplace avantageusement la vis 6 pans creux Transmet les couples importants Engrènement aisément des outils de vissage automatique	
	Cruciforme (dite «Pozidriv»)	Z	Cruciforme (dite «Pozidriv»)	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	Vis à métaux E 25-119 à 122 Vis à bois E 27-110 à 164 Ecrous E 25-604 à 606 / E 25-660, 661, 663 Utilisation pour les vissages mécanisés, les difficultés de dévissage : appareils ménagers, garnitures automobiles...	

Tableau extrait de la norme NF E 25-031 - Novembre 1984.

Niveau de performance

Très bonne	Bonne	Moyenne	Passable	Nulle
------------	-------	---------	----------	-------

22-1 (suite)

Type d'entraînement		Symbol	Fonctions								Normes de référence Observations	
			Dégagement initial autour de la tête de l'outil	Capacité de transmission du couple	Classe de qualité maximale théorique	Aptitude au montage automatisé	Longévité de l'outil de serrage	Aptitude au dévissage	Aptitude à recevoir un revêtement	Facilité de nettoyage [hygiène alimentaire]		
Empreintes	Cruciforme (dite «Philips»)		H		5.8						Utilisation identique à l'empreinte Z Echappement de l'outil plus important que l'empreinte Z en montage mécanique ainsi que lors du dévissage.	
	Fente (tournevis)		S		4.8						Vis à métal E 25-123 à 124 / E 25-127 à 129 Vis à bois E 27-110 à 164 Vis à tête E 25-604 à 606 / E 25-660, 661, 663 Utilisation très répandue en prévision d'un masticage ou d'une peinture	
	Fente (pièce de monnaie)				4.8						Utilisation pour les produits grand public : carters de cyclomoteur, briquets,...	
	Encoches				5.8						Vis à métal F 03-004 à 007 Vis à bois F 03-003 Vis à tête E 25-660, 661, 663 Dévissage difficile : garnitures et accessoires de voitures SNCF...	
	Encoches				8.8						Ecrous E 22-111 Ecrous E 22-306 Utilisation pour le montage des roulements avec rondelle de frein	
	Hexagonal fendu				Voir ci-dessus						Vis à métal E 27-309 Permet le montage automatique par l'empreinte et le dévissage par la fente	
Multi-entraînements	Six pans creux fendu		HCS									
	Cruciformes fendu ou six lobes fendu		ZS - XS									

Tableau extrait de la norme NF E 25-031 - Novembre 1984.

Niveau de performance

Très bonne

Bonne

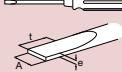
Moyenne

Passable

Nulle

## 23 Tableau de choix des numéros d'embouts et clés

23-1

Diamètre											Réf. Beta s x A	t
<b>Vis à tôle - Vis autoperceuses</b>												
ST 2,2			N° T6									
ST 2,9	N°1	N°1	N° T10								0,8 x 4	0,5
ST 3,5	N°2	N°2	N° T10	N° 1		6				N°10	1 x 5,5	0,6
ST 3,9	N°2	N°2	N° T15	N° 1								
ST 4,2	N°2	N°2	N° T20	N° 2		8				N°15	1,2 x 6,5	0,7
ST 4,8	N°2	N°2	N° T20	N° 2		10				N°25	1,2 x 6,5	0,7
ST 5,5	N°3	N°3	N° T30								1,6 x 10	1
ST 6,3	N°3	N°3	N° T30								1,6 x 10	1
ST 8	N°4	N°4	N° T40								2 x 12	1,2
<b>Vis à métaux</b>												
M1,6							1,5					
M2			N° T6				1,5					
M2,5	N°1	N°1	N° T8				2					
M3	N°1	N°1	N° T10		2	4	2,5	2	10	0,8 x 4	0,5	
M3,5	N°2	N°2	N° T10								1 x 5,5	0,6
M4	N°2	N°2	N° T20		2,5	8	3	2,5	15	1,2 x 6,5	0,7	
M5	N°2	N°2	N° T20		3	10	4	3	25	1,2 x 6,5	0,7	
M6	N°3	N°3	N° T30		4	14	5	4	30	1,6 x 10	1	
M8	N°4	N°4	N° T40		5		6	5			2 x 12	1,2
M10	N°4	N°4	N° T50		6		8	6			2,5 x 14	1,5
M12			N° T55				10					
M14							12					
M16			N° T60				14					
M18							14					
M20							17					
M22							17					
M24							19					

Informations données à titre indicatif.

# 24 Couples de serrage pour visserie en acier ou acier inoxydable (NF E25-030-1)

**Nota :** la norme NF E 25030-1 traite des règles de conception des assemblages vissés relevant des normes ISO 898-1 et 898-2, 3506-1 et 3056-2 dans une démarche simplifiée. La démarche complète relève de la norme NF E25-030-2. Dans tous les cas, l'utilisation des couples de serrage indiqués dans les tableaux de cet article sans application de la globalité de la démarche est à proscrire.

## A quel couple serrer ?

1. Toujours respecter les spécifications constructeur du matériel à assembler.
2. En cas d'absence de ces spécifications, la valeur du couple peut être déterminée par essais et mesures en laboratoire.
3. A défaut d'informations constructeur ou de possibilités d'essais, se reporter aux spécifications des normes en vigueur dans le pays.

### Tableau des couples de serrage

(extrait de la norme NF E25-030-1)

Les moyens d'application du couple de serrage doivent être classés dans une des 5 classes C10 à C50.

Les valeurs sont données pour un matériel étalonné.

Classe des moyens d'application du couple	Classe de précision sur le couple appliqué
C10	± 10 %
C15	± 15 %
C20	± 20 %
C30	± 30 %
C50	± 50 %

### Quel coefficient de frottement ? ( $\mu$ )

Le coefficient de frottement influe sur le serrage. Il dépend de l'état de la vis, des éléments assemblés, des revêtements et lubrification éventuellement utilisés.

### Quelle classe de qualité ?

Les caractéristiques mécaniques dépendent de la classe de qualité : choisir le bon tableau !

### Couples de serrage (T)

Il est exprimé en newton par mètre (Nm).

### Quelle précharge ?

Les valeurs de couple appliquées doivent garantir, en fonction des conditions de serrage, une précharge comprise entre :

- une valeur  $F_\theta^{\max}$  calculée pour une contrainte équivalente à 90% de la limite d'élasticité  $R_e$  de la vis choisie (voir annexe C de la norme NF E 25-030-1 et la norme NF EN ISO 16047),
- et une valeur  $F_\theta^{\min}$  fonction de la précision du moyen de serrage utilisé et de la variation du coefficient de frottement.

$$F_\theta^{\min} \text{ doit être choisi afin que } F_\theta^{\min} \geq F_A^{\max} + \frac{F_t^{\max}}{\mu_p^{\min}}$$

( $F_A^{\max}$  étant la force extérieure axiale maximale,  $F_t^{\max}$  la force transversale maximale et  $\mu_p^{\min}$  le coefficient de frottement minimal au plan de joint).

Pour la visserie en acier inoxydable, les données dépendent de la nuance d'acier, du mode de fabrication et des traitements complémentaires éventuels, notamment de lubrification. Elles sont donc variables selon le fabricant du produit.

Il est cependant possible de se référer à l'annexe C (normative) de la norme NF E25-030-1 en retenant un coefficient de frottement  $\mu$  avec une valeur comprise entre 0,2 et 0,4 si il n'y a pas de traitement de lubrification ou la valeur communiquée par le formuleur en cas de traitement de lubrification.

24-1 Couples de serrage pour visserie 6.8

Classe 6.8														
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$			
		T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	
5	C10	2,37	3341	5571	2,85	2778	5386	3,68	2873	4992	4,86	1821	4227	
	C15	2,27	3018	5571	2,73	2510	5386	3,52	2596	4992	4,65	1645	4227	
	C20	2,18	2722	5571	2,62	2264	5386	3,37	2341	4992	4,46	1484	4227	
	C30	2,01	2199	5571	2,41	1828	5386	3,11	1891	4992	4,12	1198	4227	
	C50	1,74	1361	5571	2,09	1132	5386	2,70	1171	4992	3,57	742	4227	
6	C10	4,1	4718	7857	5,0	3922	7592	6,4	4052	7034	8,4	2567	5954	
	C15	3,9	4262	7857	4,7	3543	7592	6,1	3660	7034	8,1	2319	5954	
	C20	3,8	3844	7857	4,5	3196	7592	5,8	3302	7034	7,7	2092	5954	
	C30	3,5	3105	7857	4,2	2581	7592	5,4	2667	7034	7,1	1689	5954	
	C50	3,0	1922	7857	3,6	1598	7592	4,7	1651	7034	6,2	1046	5954	
8	C10	9,9	8604	14396	12,0	7154	13922	15,5	7416	12913	20,5	4702	10941	
	C15	9,5	7773	14396	11,4	6463	13922	14,8	6699	12913	19,6	4248	10941	
	C20	9,1	7010	14396	11,0	5829	13922	14,2	6043	12913	18,8	3831	10941	
	C30	8,4	5662	14396	10,1	4708	13922	13,1	4881	12913	17,4	3095	10941	
	C50	7,3	3505	14396	8,8	2914	13922	11,4	3021	12913	15,1	1916	10941	
10	C10	20	13646	22897	24	11348	22154	31	11788	20562	41	7479	17434	
	C15	19	12328	22897	23	10252	22154	29	10649	20562	39	6756	17434	
	C20	18	11119	22897	22	9247	22154	28	9605	20562	37	6094	17434	
	C30	17	8981	22897	20	7468	22154	26	7758	20562	34	4922	17434	
	C50	14	5560	22897	17	4623	22154	22	4803	20562	30	3047	17434	
12	C10	34	19859	33360	41	16518	32287	53	17176	29982	70	10902	25431	
	C15	32	17940	33360	39	14922	32287	51	15516	29982	67	9849	25431	
	C20	31	16181	33360	37	13459	32287	48	13995	29982	65	8883	25431	
	C30	28	13070	33360	34	10871	32287	45	11304	29982	60	7175	25431	
	C50	25	8091	33360	30	6730	32287	39	6998	29982	52	4441	25431	
14	C10	53	27115	45617	65	22561	44171	84	23494	41050	112	14929	34859	
	C15	51	24495	45617	62	20381	44171	81	21224	41050	108	13487	34859	
	C20	49	22094	45617	59	18383	44171	77	19144	41050	103	12165	34859	
	C30	45	17845	45617	55	14848	44171	71	15462	41050	95	9825	34859	
	C50	39	11047	45617	47	9191	44171	62	9572	41050	82	6082	34859	
16	C10	82	37015	62831	100	30808	60908	131	32269	56692	176	20526	48192	
	C15	78	33439	62831	95	27832	60908	125	29151	56692	169	18543	48192	
	C20	75	30161	62831	91	25103	60908	120	26293	56692	162	16725	48192	
	C30	69	24361	62831	84	20275	60908	111	21237	56692	149	13509	48192	
	C50	60	15080	62831	73	12551	60908	96	13147	56692	129	8362	48192	
18	C10	114	45266	76314	139	37665	73913	181	39276	68713	242	24963	58363	
	C15	109	40893	76314	133	34026	73913	173	35481	68713	232	22551	58363	
	C20	105	36883	76314	127	30690	73913	166	32003	68713	222	20340	58363	
	C30	97	29790	76314	117	24788	73913	153	25848	68713	205	16428	58363	
	C50	84	18442	76314	102	15345	73913	133	16001	68713	178	10170	58363	

## 24-1 Couples de serrage pour visserie 6.8 (suite)

			Classe 6.8											
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$			
		T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	
20	C10	160	57766	98066	195	48081	95070	256	50371	88503	345	32049	75252	
	C15	153	52184	98066	186	43436	95070	245	45504	88503	330	28952	75252	
	C20	146	47068	98066	179	39177	95070	235	41043	88503	316	26114	75252	
	C30	135	38017	98066	165	31643	95070	217	33150	88503	292	21092	75252	
	C50	117	23534	98066	143	19589	95070	188	20522	88503	253	13057	75252	
22	C10	216	71425	122021	265	59484	118416	350	62606	110420	475	39909	94063	
	C15	206	64524	122021	253	53737	118416	335	56557	110420	454	36053	94063	
	C20	198	58199	122021	243	48468	118416	321	51012	110420	435	32518	94063	
	C30	182	47007	122021	224	39147	118416	296	41202	110420	402	26265	94063	
	C50	158	29099	122021	194	24234	118416	257	25506	110420	348	16259	94063	
24	C10	275	83251	141284	335	69294	136964	441	72578	127495	593	46173	108394	
	C15	263	75207	141284	321	62599	136964	421	65566	127495	567	41712	108394	
	C20	252	67834	141284	307	56462	136964	404	59138	127495	544	37622	108394	
	C30	233	54789	141284	284	45604	136964	373	47765	127495	502	30387	108394	
	C50	202	33917	141284	246	28231	136964	323	29569	127495	435	18811	108394	
27	C10	399	108206	185063	490	90124	179629	649	94931	167545	880	60531	142761	
	C15	381	97751	185063	469	81417	179629	621	85758	167545	842	54682	142761	
	C20	365	88168	185063	449	73435	179629	595	77351	167545	807	49321	142761	
	C30	337	71213	185063	414	59313	179629	549	62476	167545	745	39836	142761	
	C50	292	44084	185063	359	36717	179629	476	38675	167545	646	24661	142761	
30	C10	545	132235	225518	668	110102	218778	883	115716	203881	1193	73706	173543	
	C15	521	119459	225518	639	99464	218778	844	104536	203881	1142	66584	173543	
	C20	500	107747	225518	613	89713	218778	809	94287	203881	1094	60057	173543	
	C30	461	87027	225518	565	72460	218778	747	76155	203881	1010	48507	173543	
	C50	400	53874	225518	490	44856	218778	647	47144	203881	875	30028	173543	
33	C10	730	163557	280441	900	136248	272298	1195	143756	254103	1625	91699	216595	
	C15	699	147754	280441	861	123084	272298	1143	129866	254103	1554	82839	216595	
	C20	670	133269	280441	825	111017	272298	1096	117134	254103	1490	74718	216595	
	C30	618	107640	280441	761	89668	272298	1011	94608	254103	1375	60349	216595	
	C50	536	66634	280441	660	55508	272298	876	58567	254103	1192	37359	216595	
36	C10	944	192600	329352	1160	160407	319661	1536	168928	298118	2083	107688	253959	
	C15	903	173991	329352	1109	144909	319661	1469	152606	298118	1993	97283	253959	
	C20	865	156933	329352	1063	130702	319661	1408	137645	298118	1910	87745	253959	
	C30	799	126754	329352	981	105567	319661	1300	111175	298118	1763	70871	253959	
	C50	692	78467	329352	850	65351	319661	1127	68822	298118	1528	43873	253959	
39	C10	1212	229940	395069	1495	191581	383714	1991	202431	358251	2712	129200	305536	
	C15	1159	207724	395069	1430	173071	383714	1904	182872	358251	2594	116717	305536	
	C20	1111	187359	395069	1371	156103	383714	1825	164944	358251	2486	105274	305536	
	C30	1025	151328	395069	1265	126083	383714	1684	133224	358251	2294	85029	305536	
	C50	889	93679	395069	1097	78051	383714	1460	82472	358251	1989	52637	305536	

24-2 Couples de serrage pour visserie 8.8

Classe 8.8														
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$			
		T	F0min	F0max	T	F0min	F0max	T	F0min	F0max	T	F0min	F0max	
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	
5	C10	3,17	4455	7428	3,80	3704	7181	4,90	3831	6656	6,49	2428	5636	
	C15	3,03	4024	7428	3,64	3346	7181	4,69	3461	6656	6,20	2193	5636	
	C20	2,90	3630	7428	3,49	3018	7181	4,50	3122	6656	5,95	1978	5636	
	C30	2,68	2932	7428	3,22	2438	7181	4,15	2521	6656	5,49	1598	5636	
	C50	2,32	1815	7428	2,79	1509	7181	3,60	1561	6656	4,76	989	5636	
6	C10	5,51	6291	10476	6,61	5229	10123	8,50	5403	9378	11,23	3423	7939	
	C15	5,27	5683	10476	6,32	4724	10123	8,13	4881	9378	10,74	3092	7939	
	C20	5,05	5126	10476	6,06	4261	10123	7,79	4402	9378	10,29	2789	7939	
	C30	4,66	4140	10476	5,59	3441	10123	7,19	3556	9378	9,50	2252	7939	
	C50	4,04	2563	10476	4,84	2130	10123	6,23	2201	9378	8,24	1394	7939	
8	C10	13	11472	19195	16	9538	18563	21	9888	17217	27	6270	14588	
	C15	13	10363	19195	15	8617	18563	20	8933	17217	26	5664	14588	
	C20	12	9347	19195	15	7772	18563	19	8057	17217	25	5109	14588	
	C30	11	7550	19195	13	6277	18563	17	6507	17217	23	4126	14588	
	C50	10	4674	19195	12	3886	18563	15	4028	17217	20	2554	14588	
10	C10	26	18195	30530	31	15131	29539	41	15717	27416	54	9972	23245	
	C15	25	16437	30530	30	13669	29539	39	14199	27416	52	9008	23245	
	C20	24	14825	30530	29	12329	29539	37	12807	27416	50	8125	23245	
	C30	22	11974	30530	27	9958	29539	35	10344	27416	46	6563	23245	
	C50	19	7413	30530	23	6164	29539	30	6403	27416	40	4063	23245	
12	C10	45	26479	44480	54	22024	43050	70	22901	39976	94	14536	33908	
	C15	43	23920	44480	52	19896	43050	67	20688	39976	90	13131	33908	
	C20	41	21575	44480	50	17946	43050	65	18660	39976	86	11844	33908	
	C30	38	17426	44480	46	14495	43050	60	15072	39976	79	9566	33908	
	C50	33	10788	44480	40	8973	43050	52	9330	39976	69	5922	33908	
14	C10	71	36153	60823	86	30081	58894	112	31326	54733	150	19906	46479	
	C15	68	32660	60823	82	27174	58894	107	28299	54733	143	17983	46479	
	C20	65	29458	60823	79	24510	58894	103	25255	54733	137	16220	46479	
	C30	60	23793	60823	73	19797	58894	95	20616	54733	127	13100	46479	
	C50	52	14729	60823	63	12255	58894	82	12762	54733	110	8110	46479	
16	C10	109	49354	83775	133	41078	81210	175	43025	75590	235	27368	64256	
	C15	104	44585	83775	127	37109	81210	167	38868	75590	225	24724	64256	
	C20	100	40214	83775	122	33471	81210	160	35057	75590	215	22300	64256	
	C30	92	32481	83775	112	27034	81210	148	28316	75590	199	18011	64256	
	C50	80	20107	83775	97	16735	81210	128	17529	75590	172	11150	64256	
18	C10	157	62241	104932	191	51789	101630	249	54004	94481	333	34324	80249	
	C15	150	56227	104932	182	46785	101630	238	48787	94481	319	31007	80249	
	C20	144	50715	104932	175	42198	101630	228	44004	94481	305	27967	80249	
	C30	133	40962	104932	161	34083	101630	211	35541	94481	282	22589	80249	
	C50	115	25357	104932	140	21099	101630	183	22002	94481	244	13984	80249	

## 24-2 Couples de serrage pour visserie 8.8 (suite)

			Classe 8.8											
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$			
		T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	
20	C10	219	79428	134841	268	66112	130722	352	69260	121692	474	44067	103472	
	C15	210	71754	134841	256	59724	130722	337	62568	121692	454	39809	103472	
	C20	201	64719	134841	246	53869	130722	323	56434	121692	435	35906	103472	
	C30	186	52273	134841	227	43510	130722	298	45581	121692	401	29001	103472	
	C50	161	32359	134841	196	26934	130722	258	28217	121692	348	17953	103472	
22	C10	296	98210	167779	364	81790	162822	482	86083	151827	653	54875	129337	
	C15	284	88721	167779	348	73888	162822	461	77766	151827	624	49573	129337	
	C20	272	80023	167779	334	66644	162822	442	70142	151827	598	44713	129337	
	C30	251	64634	167779	308	53828	162822	408	56653	151827	552	36114	129337	
	C50	217	40011	167779	267	33322	162822	353	35071	151827	479	22356	129337	
24	C10	378	114470	194265	461	95279	188325	606	99795	175305	815	63487	149042	
	C15	361	103410	194265	441	86074	188325	580	90153	175305	780	57353	149042	
	C20	346	93272	194265	423	77635	188325	555	81314	175305	747	51731	149042	
	C30	320	75335	194265	390	62705	188325	513	65677	175305	690	41782	149042	
	C50	277	46636	194265	338	38817	188325	444	40657	175305	598	25865	149042	
27	C10	548	148783	254462	674	123921	246989	892	130529	230374	1211	83229	196297	
	C15	524	134408	254462	644	111948	246989	854	117918	230374	1158	75188	196297	
	C20	502	121231	254462	617	100973	246989	818	106357	230374	1110	67817	196297	
	C30	464	97917	254462	570	81555	246989	755	85904	230374	1024	54775	196297	
	C50	402	60615	254462	494	50486	246989	654	53179	230374	888	33908	196297	
30	C10	750	181823	310087	919	151390	300820	1213	159110	280337	1641	101346	238621	
	C15	717	164256	310087	879	136763	300820	1161	143737	280337	1570	91554	238621	
	C20	687	148152	310087	842	123355	300820	1112	129645	280337	1504	82578	238621	
	C30	634	119661	310087	777	99633	300820	1027	104713	280337	1389	66697	238621	
	C50	550	74076	310087	674	61677	300820	890	64823	280337	1203	41289	238621	
33	C10	1004	224891	385607	1237	187341	374410	1643	197664	349392	2234	126086	297818	
	C15	961	203162	385607	1183	169241	374410	1572	178566	349392	2137	113904	297818	
	C20	921	183244	385607	1134	152648	374410	1506	161060	349392	2048	102737	297818	
	C30	850	148005	385607	1047	123293	374410	1391	130087	349392	1891	82980	297818	
	C50	737	91622	385607	907	76324	374410	1205	80530	349392	1638	51368	297818	
36	C10	1298	264825	452859	1595	220560	439534	2112	232276	409912	2864	148070	349194	
	C15	1241	239238	452859	1525	199250	439534	2020	209834	409912	2740	133764	349194	
	C20	1190	215783	452859	1462	179716	439534	1936	189262	409912	2626	120650	349194	
	C30	1098	174287	452859	1349	145155	439534	1787	152865	409912	2424	97448	349194	
	C50	952	107892	452859	1169	89858	439534	1549	94631	409912	2101	60325	349194	
39	C10	1666	316168	543220	2056	263424	527607	2737	278343	492594	3728	177651	420112	
	C15	1594	285620	543220	1967	237972	527607	2618	251450	492594	3566	160486	420112	
	C20	1527	257618	543220	1885	214642	527607	2509	226798	492594	3418	144752	420112	
	C30	1410	208076	543220	1740	173364	527607	2316	183183	492594	3155	116915	420112	
	C50	1222	128809	543220	1508	107321	527607	2007	113399	492594	2734	72376	420112	

24-3 Couples de serrage pour visserie 10.9

Classe 10.9														
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$			
		T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	
5	C10	4,65	6543	10910	5,59	5440	10547	7,20	5627	9777	9,53	3566	8278	
	C15	4,45	5911	10910	5,34	4915	10547	6,89	5083	9777	9,11	3221	8278	
	C20	4,26	5331	10910	5,12	4433	10547	6,60	4585	9777	8,73	2905	8278	
	C30	3,93	4306	10910	4,73	3580	10547	6,09	3703	9777	8,06	2347	8278	
	C50	3,41	2666	10910	4,10	2216	10547	5,28	2293	9777	6,99	1453	8278	
6	C10	8,09	9239	15386	9,70	7680	14868	12,49	7935	13775	16,49	5027	11660	
	C15	7,73	8347	15386	9,28	6938	14868	11,94	7168	13775	15,78	4541	11660	
	C20	7,41	7528	15386	8,89	6258	14868	11,45	6466	13775	15,12	4096	11660	
	C30	6,84	6081	15386	8,21	5055	14868	10,57	5222	13775	13,96	3308	11660	
	C50	5,93	3764	15386	7,12	3129	14868	9,16	3233	13775	12,10	2048	11660	
8	C10	19	16849	28193	23	14009	27265	30	14523	25288	40	9209	21427	
	C15	19	15221	28193	22	12656	27265	29	13120	25288	38	8319	21427	
	C20	18	13729	28193	21	11415	27265	28	11834	25288	37	7503	21427	
	C30	16	11089	28193	20	9220	27265	26	9558	25288	34	6060	21427	
	C50	14	6864	28193	17	5708	27265	22	5917	25288	30	3752	21427	
10	C10	38	26724	44841	46	22224	43385	60	23085	40268	80	14646	34141	
	C15	37	24142	44841	44	20076	43385	57	20855	40268	76	13231	34141	
	C20	35	21775	44841	42	18108	43385	55	18810	40268	73	11934	34141	
	C30	32	17587	44841	39	14626	43385	51	15193	40268	67	9639	34141	
	C50	28	10887	44841	34	9054	43385	44	9405	40268	58	5967	34141	
12	C10	66	38890	65330	80	32348	63230	103	33636	58714	138	21349	49802	
	C15	63	35133	65330	76	29223	63230	99	30386	58714	132	19287	49802	
	C20	60	31688	65330	73	26358	63230	95	27407	58714	126	17396	49802	
	C30	56	25595	65330	67	21289	63230	88	22137	58714	117	14050	49802	
	C50	48	15844	65330	58	13179	63230	76	13704	58714	101	8698	49802	
14	C10	105	53100	89333	127	44181	86501	165	46010	80389	220	29237	68265	
	C15	100	47969	89333	121	39912	86501	158	41564	80389	211	26412	68265	
	C20	96	43267	89333	116	35999	86501	151	37489	80389	202	23822	68265	
	C30	88	34946	89333	107	29076	86501	140	30280	80389	186	19241	68265	
	C50	77	21633	89333	93	18000	86501	121	18745	80389	162	11911	68265	
16	C10	160	72488	123044	195	60333	119277	257	63193	111023	345	40197	94377	
	C15	153	65485	123044	187	54503	119277	245	57087	111023	330	36313	94377	
	C20	147	59065	123044	179	49160	119277	235	51491	111023	317	32753	94377	
	C30	135	47706	123044	165	39706	119277	217	41589	111023	292	26454	94377	
	C50	117	29532	123044	143	24580	119277	188	25745	111023	253	16376	94377	
18	C10	224	88646	149449	272	73760	144746	355	76915	134564	474	48885	114295	
	C15	214	80081	149449	260	66634	144746	339	69484	134564	454	44162	114295	
	C20	205	72230	149449	249	60101	144746	325	62672	134564	435	39832	114295	
	C30	189	58340	149449	230	48543	144746	300	50619	134564	401	32172	114295	
	C50	164	36115	149449	199	30050	144746	260	31336	134564	348	19916	114295	

## 24-3 Couples de serrage pour visserie 10.9 (suite)

			Classe 10.9											
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$			
		T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	
20	C10	313	113124	192046	382	94159	186179	502	98643	173318	675	62762	147369	
	C15	299	102194	192046	365	85062	186179	480	89113	173318	646	56698	147369	
	C20	287	92175	192046	350	76722	186179	460	80376	173318	619	51139	147369	
	C30	264	74449	192046	323	61968	186179	424	64919	173318	571	41305	147369	
	C50	229	46088	192046	280	38361	186179	368	40188	173318	495	25570	147369	
22	C10	422	139875	238958	518	116489	231898	686	122603	216239	930	78155	184207	
	C15	404	126360	238958	496	105234	231898	656	110757	216239	889	70604	184207	
	C20	387	113972	238958	475	94917	231898	629	99899	216239	852	63682	184207	
	C30	357	92054	238958	439	76664	231898	581	80687	216239	787	51435	184207	
	C50	310	56986	238958	380	47458	231898	503	49949	216239	682	31841	184207	
24	C10	538	163033	276681	657	135701	268221	863	142132	249677	1161	90422	212271	
	C15	515	147281	276681	628	122590	268221	825	128399	249677	1111	81685	212271	
	C20	493	132842	276681	602	110571	268221	791	115811	249677	1065	73677	212271	
	C30	455	107295	276681	556	89307	268221	730	93540	249677	983	59508	212271	
	C50	395	66421	276681	482	55286	268221	633	57906	249677	852	36838	212271	
27	C10	781	211903	362415	959	176493	351773	1271	185906	328109	1724	118539	279574	
	C15	747	191430	362415	918	159441	351773	1216	167944	328109	1649	107086	279574	
	C20	715	172662	362415	879	143809	351773	1165	151479	328109	1580	96587	279574	
	C30	660	139458	362415	812	116154	351773	1075	122348	328109	1459	78013	279574	
	C50	572	86331	362415	703	71905	351773	932	75739	328109	1264	48294	279574	
30	C10	1068	258960	441639	1309	215616	428440	1728	226611	399268	2337	144341	339854	
	C15	1021	233940	441639	1252	194783	428440	1653	204716	399268	2236	130395	339854	
	C20	979	211005	441639	1200	175687	428440	1584	184646	399268	2142	117611	339854	
	C30	903	170427	441639	1107	141901	428440	1462	149137	399268	1978	94993	339854	
	C50	783	105502	441639	960	87844	428440	1267	92323	399268	1714	58805	339854	
33	C10	1431	320299	549198	1762	266819	533250	2341	281521	497618	3182	179577	424166	
	C15	1368	289352	549198	1685	241040	533250	2239	254321	497618	3044	162227	424166	
	C20	1311	260984	549198	1615	217408	533250	2146	229388	497618	2917	146322	424166	
	C30	1210	210795	549198	1491	175599	533250	1981	185275	497618	2693	118183	424166	
	C50	1049	130492	549198	1292	108704	533250	1716	114694	497618	2334	73161	424166	
36	C10	1848	377175	644981	2271	314131	626003	3008	330817	583815	4080	210888	497337	
	C15	1768	340733	644981	2172	283780	626003	2878	298854	583815	3902	190512	497337	
	C20	1694	307328	644981	2082	255959	626003	2758	269555	583815	3740	171835	497337	
	C30	1564	248226	644981	1922	206736	626003	2546	217717	583815	3452	138790	497337	
	C50	1355	153664	644981	1666	127979	626003	2206	134777	583815	2992	85917	497337	
39	C10	2373	450300	773676	2928	375179	751440	3898	396427	701574	5310	253018	598341	
	C15	2270	406792	773676	2801	338930	751440	3729	358125	701574	5079	228571	598341	
	C20	2175	366911	773676	2684	305702	751440	3573	323015	701574	4868	206162	598341	
	C30	2008	296351	773676	2478	246913	751440	3298	260897	701574	4493	166516	598341	
	C50	1740	183455	773676	2147	152851	751440	2859	161507	701574	3894	103081	598341	

24-4 Couples de serrage pour visserie 12.9

Classe 12.9													
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$		
		T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$	T	$F_0^{\min}$	$F_0^{\max}$
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N
5	C10	5,4	7657	12767	6,5	6366	12343	8,4	6585	11441	11,1	4173	9687
	C15	5,2	6917	12767	6,3	5751	12343	8,1	5949	11441	10,7	3769	9687
	C20	5,0	6239	12767	6,0	5187	12343	7,7	5366	11441	10,2	3400	9687
	C30	4,6	5039	12767	5,5	4190	12343	7,1	4334	11441	9,4	2746	9687
	C50	4,0	3119	12767	4,8	2594	12343	6,2	2683	11441	8,2	1700	9687
6	C10	9,5	10812	18005	11,4	8988	17399	14,6	9286	16119	19,3	5883	13645
	C15	9,1	9767	18005	10,9	8119	17399	14,0	8389	16119	18,5	5314	13645
	C20	8,7	8810	18005	10,4	7323	17399	13,4	7566	16119	17,7	4793	13645
	C30	8,0	7116	18005	9,6	5915	17399	12,4	6111	16119	16,3	3871	13645
	C50	6,9	4405	18005	8,3	3662	17399	10,7	3783	16119	14,2	2397	13645
8	C10	23	19717	32992	27	16394	31905	35	16995	29592	47	10776	25074
	C15	22	17812	32992	26	14810	31905	34	15353	29592	45	9735	25074
	C20	21	16066	32992	25	13358	31905	33	13848	29592	43	8780	25074
	C30	19	12976	32992	23	10789	31905	30	11185	29592	40	7092	25074
	C50	17	8033	32992	20	6679	31905	26	6924	29592	35	4390	25074
10	C10	45	31272	52473	54	26006	50770	70	27014	47122	93	17139	39952
	C15	43	28251	52473	52	23494	50770	67	24404	47122	89	15483	39952
	C20	41	25481	52473	50	21190	50770	64	22012	47122	86	13965	39952
	C30	38	20581	52473	46	17115	50770	59	17779	47122	79	11280	39952
	C50	33	12741	52473	40	10595	50770	51	11006	47122	68	6983	39952
12	C10	77	45510	76450	93	37854	73992	121	39361	68708	161	24983	58279
	C15	74	41113	76450	89	34197	73992	116	35558	68708	154	22570	58279
	C20	71	37082	76450	85	30844	73992	111	32072	68708	148	20357	58279
	C30	65	29951	76450	79	24913	73992	102	25904	68708	136	16442	58279
	C50	56	18541	76450	68	15422	73992	89	16036	68708	118	10178	58279
14	C10	122	62138	104539	148	51701	101224	193	53841	94072	258	34213	79885
	C15	117	56134	104539	142	46706	101224	185	48639	94072	247	30907	79885
	C20	112	50631	104539	136	42127	101224	177	43871	94072	236	27877	79885
	C30	104	40894	104539	125	34026	101224	163	35434	94072	218	22516	79885
	C50	90	25316	104539	109	21063	101224	142	21935	94072	189	13939	79885
16	C10	187	84827	143988	228	70602	139580	300	73949	129920	404	47039	110441
	C15	179	76631	143988	219	63781	139580	287	66804	129920	386	42494	110441
	C20	172	69118	143988	209	57528	139580	275	60255	129920	370	38328	110441
	C30	158	55826	143988	193	464465	139580	254	48668	129920	342	30957	110441
	C50	137	34559	143988	168	28764	139580	220	30128	129920	296	19164	110441
18	C10	262	103735	174887	318	86315	169384	415	90007	157468	555	57206	133749
	C15	251	93712	174887	304	77975	169384	397	81311	157468	531	51679	133749
	C20	240	84525	174887	291	70331	169384	380	73339	157468	509	46612	133749
	C30	222	68270	174887	269	56806	169384	351	59236	157468	470	37649	133749
	C50	192	42262	174887	233	35165	169384	304	36670	157468	407	23306	133749

## 24-4 Couples de serrage pour visserie 12.9 (suite)

Classe 12.9													
d	précision de serrage	$\Delta\mu = 0,06-0,09$			$\Delta\mu = 0,08-0,14$			$\Delta\mu = 0,12-0,18$			$\Delta\mu = 0,2-0,4$		
		T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$	T	$F_0\text{min}$	$F_0\text{max}$
		N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N	N.m	N	N
20	C10	366	132380	224735	447	110186	217869	587	115434	202819	790	73445	172453
	C15	350	119589	224735	427	99540	217869	561	104281	202819	756	66349	172453
	C20	335	107855	224735	409	89782	217869	538	94057	202819	724	59844	172453
	C30	310	87122	224735	378	72516	217869	497	75969	202819	669	48335	172453
	C50	268	53932	224735	327	44891	217869	430	47029	202819	579	29922	172453
22	C10	494	163683	279632	607	136317	271370	803	143471	253045	1088	91458	215562
	C15	473	147869	279632	580	123146	271370	768	129609	253045	1041	82622	215562
	C20	453	133372	279632	556	111073	271370	736	116903	253045	997	74521	215562
	C30	418	107723	279632	513	89713	271370	679	94421	253045	921	60190	215562
	C50	362	66686	279632	445	55537	271370	589	58451	253045	798	37261	215562
24	C10	630	190783	323775	769	158799	313875	1010	166324	292176	1359	105812	248403
	C15	602	172350	323775	735	143456	313875	966	150254	292176	1300	95589	248403
	C20	577	155453	323775	705	129392	313875	926	135524	292176	1246	86218	248403
	C30	533	125558	323775	650	104509	313875	854	109461	292176	1150	69637	248403
	C50	462	77727	323775	564	64696	313875	741	67762	292176	997	43109	248403
27	C10	913	247972	424103	1123	206535	411649	1487	217549	383957	2018	138716	327162
	C15	874	224013	424103	1074	186580	411649	1423	196530	383957	1930	125313	327162
	C20	837	202051	424103	1029	168288	411649	1363	177262	383957	1849	113028	327162
	C30	773	163195	424103	950	135925	411649	1258	143173	383957	1707	91292	327162
	C50	670	101026	424103	823	84144	411649	1091	88631	383957	1480	56514	327162
30	C10	1249	303039	516812	1531	252316	501366	2022	265183	467228	2735	168909	397702
	C15	1195	273760	516812	1465	227938	501366	1934	239562	467228	2616	152589	397702
	C20	1145	246920	516812	1404	205591	501366	1854	216075	467228	2507	137630	397702
	C30	1057	199436	516812	1296	166054	501366	1711	174522	467228	2314	111162	397702
	C50	916	123460	516812	1123	102796	501366	1483	108038	467228	2006	68815	397702
33	C10	1674	374818	642678	2062	312235	624016	2739	329440	582319	3724	210144	496364
	C15	1601	338604	642678	1972	282068	624016	2620	297610	582319	3562	189840	496364
	C20	1535	305407	642678	1890	254414	624016	2511	268433	582319	3413	171228	496364
	C30	1416	246675	642678	1745	205488	624016	2318	216811	582319	3151	138300	496364
	C50	1228	152704	642678	1512	127207	624016	2009	134216	582319	2731	85614	496364
36	C10	2163	441375	754766	2658	387600	732556	3520	387127	683187	4774	246784	581990
	C15	2069	398730	754766	2542	332083	732556	3367	349723	683187	4566	222940	581990
	C20	1983	359639	754766	2436	299526	732556	3227	315436	683187	4376	201083	581990
	C30	1830	290478	754766	2249	241925	732556	2979	254776	683187	4040	162413	581990
	C50	1586	179819	754766	1949	149763	732556	2582	157718	683187	3501	100542	581990
39	C10	2777	526946	905366	3427	439040	879345	4562	463904	820991	6214	296084	700186
	C15	2656	476034	905366	3278	396620	879345	4363	419083	820991	5944	267477	700186
	C20	2546	429364	905366	3141	357736	879345	4182	377996	820991	5696	241254	700186
	C30	2350	346794	905366	2900	288941	879345	3860	305305	820991	5258	194859	700186
	C50	2036	214682	905366	2513	178868	879345	3345	188998	820991	4557	120627	700186

## 25 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie non précontrainte pour la construction métallique SB

25-1

Selon NF EN 15048	C €	Diamètre									
		12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
Clé (surplat) [mm] (s)		18	21	24	27	30	34	36	41	46	55
Cote sur angle [mm] (e)		20,03	23,36	26,75	30,14	33,53	37,72	39,98	45,2	50,85	60,79
Ø ext. douille [mm]		[S] 25,5	[k] 32	[k] 35,8	[k] 39,6	[k] 43,3	[k] 45,8	[k] 50,8	[k] 57,1	[k] 63,3	[k] 76,6
Pas de filetage (P)		1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4
Hauteur tête [mm]		7,5	8,8	10	11,5	12,5	14	15	17	18,7	22,5
Hauteur écrou [mm] (m)		10,8	12,8	14,8	15,8	18	19,4	21,5	23,8	25,6	31
Long. filet [mm] (l < 120)		30	34	38	42	46	50	54	60	66	78
Section As [mm <sup>2</sup> ]		84,3	115	157	192	245	303	353	459	561	817
Section A [mm <sup>2</sup> ]		113	154	201	254	314	380	452	573	707	1029

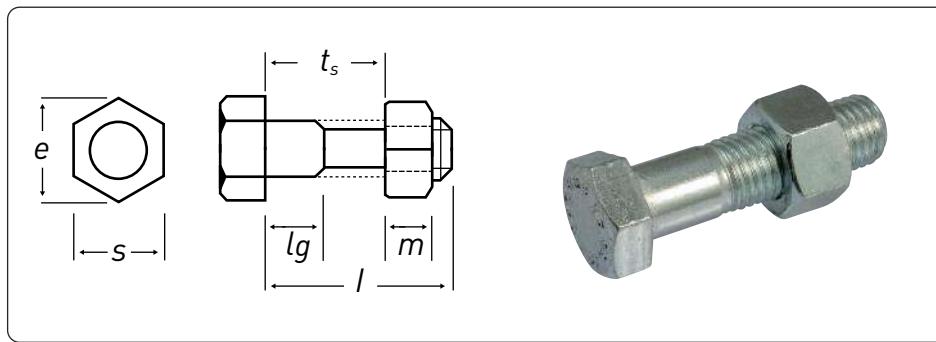
25-2

Epaisseurs serrables [mm] $\Sigma t_s$ [EN 1090-2]	I (mm)	Diamètre									
		12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
30	2 à 17	2 à 14	2 à 12	2 à 10							
40	12 à 27	8 à 24	4 à 22	2 à 20	2 à 18	2 à 17					
50	22 à 37	18 à 34	14 à 32	10 à 30	6 à 28	2 à 27	3 à 24	3 à 22			
60	32 à 47	28 à 44	24 à 42	20 à 40	16 à 38	12 à 37	3 à 34	3 à 32	4 à 28	4 à 23	
70	42 à 57	38 à 54	34 à 52	30 à 50	26 à 48	22 à 47	19 à 44	13 à 42	8 à 38	8 à 33	
80	52 à 67	48 à 64	44 à 62	40 à 60	36 à 58	32 à 57	29 à 54	23 à 52	18 à 48	18 à 43	
90	62 à 77	58 à 74	54 à 72	50 à 70	46 à 68	42 à 67	39 à 64	33 à 62	28 à 58	28 à 53	

25-2 (suite)

	<i>l</i> (mm)	Diamètre										
		12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	
Epaisseurs serrables (mm) $\Sigma t_s$ (EN 1090-2)	100	72 à 87	68 à 84	64 à 82	60 à 80	56 à 78	52 à 77	49 à 74	43 à 72	38 à 68	38 à 63	
	110	82 à 97	78 à 94	74 à 92	70 à 90	66 à 88	62 à 87	59 à 84	53 à 82	48 à 78	48 à 73	
	120	92 à 107	88 à 104	84 à 102	80 à 100	76 à 98	72 à 97	69 à 94	63 à 92	58 à 88	58 à 83	
	130		92 à 114	88 à 112	84 à 110	80 à 108	76 à 107	73 à 104	67 à 102	62 à 98	62 à 93	
	140		102 à 124	98 à 122	94 à 120	90 à 118	86 à 117	83 à 114	77 à 112	72 à 108	60 à 103	
	150			108 à 132	104 à 130	100 à 128	96 à 127	93 à 124	87 à 122	82 à 118	70 à 113	
	160				118 à 141	114 à 140	110 à 138	106 à 137	103 à 134	97 à 132	92 à 128	80 à 123
	180					134 à 160	130 à 158	126 à 157	123 à 154	117 à 152	112 à 148	100 à 143
	200						150 à 178	146 à 177	143 à 174	137 à 170	132 à 168	120 à 163

25-3



## 26 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HR et HRC tête hexagonale

26-1

Selon NF EN 14399-3 NF EN 14399-10		Diamètre									
		12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
Clé (surplat) [mm] (s)		22	24	27	30	32	36	41	46	50	60
Cote sur angle [mm] (e)		23,91	26,17	29,56	32,95	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37	66,44
dm [mm]		22,96	25,56	28,28	31,48	33,52	37,78	43,1	48,43	52,69	56,8
Ø ext. douille [mm]		33,4	35,7	39,5	43,2	45,7	50,7	57	63,2	68,2	75,02
Pas de filetage (P)		1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4
Hauteur tête [mm]		7,95	9,25	10,75	12,4	13,4	14,9	15,9	17,9	19,75	22,5
Hauteur écrou HR [mm] (m)		10,8	12,8	14,8	15,8	18	19,4	21,5	23,8	25,6	31
Ø ext. rondelle [mm]		24	28	30	34	37	39	44	50	56	66
Epais. rondelle [mm] (h)		3	3	4	4	4	4	4	5	5	6
Section As [mm <sup>2</sup> ]		84,3	115	157	192	245	303	353	459	561	817
Long. embout HRC (mm)		16		18		20	21	21,5	24	26	*

26-2

Filetage (d)			M12		(M14)		M16		(M18)		M20		M22		M24		M27		M30		M36		
l			$\Sigma t_s 2, \text{min}$ et $\Sigma t_s 2, \text{max}$																				
nom.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Épaisseur serrée avec deux rondelles ts2	35	33,75	36,25	9	14			9	13														
	40	38,75	41,25	9	19			9	13														
	45	43,75	46,25	17	24			9	18														
	50	48,75	51,25	22	29	11	27	9	23			13	19	13	18								
	55	53,5	56,5	27	34	24	32	9	28			13	24	13	23								
	60	58,5	61,5	32	39	29	37	23	33	13	31	13	29	13	28	17	25	16	20				
	65	63,5	66,5	37	44	34	42	28	38	26	36	13	34	13	33	17	30	16	25				
	70	68,5	71,5	42	49	39	47	33	43	31	41	27	39	13	38	17	35	16	30	20	28		
	75	73,5	76,5	47	54	44	52	38	48	36	46	32	44	28	43	17	40	16	35	20	33		
	80	78,5	81,5	52	59	49	57	43	53	41	51	37	49	33	48	17	45	16	40	20	38		
Voir NF EN 14399-3	85	83,25	86,75	57	64	54	61	48	57	46	56	42	54	38	52	36	50	16	45	20	42	22	35
	90	88,25	91,75	62	69	59	66	53	62	51	61	47	59	43	57	41	55	34	50	20	47	22	40
	95	93,25	96,75	67	74	64	71	58	67	56	66	52	64	48	62	46	60	39	55	20	52	22	45
	100	98,25	101,75	72	79	69	76	63	72	61	71	57	69	53	67	51	65	44	60	40	57	22	50
	110	108,25	111,75			79	86	73	82	71	81	67	79	63	77	61	75	54	70	50	67	22	60
	120	118,25	121,75			89	96	83	92	81	91	77	89	73	87	71	85	64	80	60	77	48	70
	130	128	132			93	106	87	102	85	101	81	98	77	97	75	94	68	80	64	87	52	79
	140	138	142			103	116	97	112	95	111	91	108	87	107	85	104	78	100	74	97	62	89

26-2 (suite)

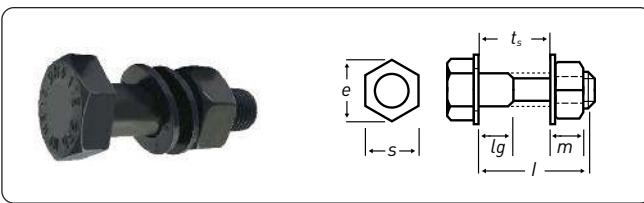
Filetage (d)			M12		(M14)		M16		(M18)		M20		M22		M24		M27		M30		M36						
l			$\Sigma t_{s2,min}$ et $\Sigma t_{s2,max}$																								
Épaisseur serrée avec deux rondelles ts2	nom.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.				
$\Sigma t_s$ (EN 1090-2)	150	148	152			113	126	107	122	105	121	101	118	97	117	95	114	88	110	84	107	72	99				
$\Sigma t_s$ mini = $lg + 4P - 2h$	160	156	164			123	134	117	130	115	129	111	126	107	125	105	122	98	118	94	115	82	107				
$\Sigma t_s$ maxi = $l - 1P - m - 2h$	170	166	174																	115	132	108	128	104	125	92	117
	180	176	184																	125	142	118	138	114	135	102	127
	190	186	194																	135	152	128	148	124	145	112	137
	200	196	204																	145	162	138	158	134	155	122	147

26-3

			Diamètre																			
$F_p, C = 0,7 f_{ub} A_s$	(kN)	HR 8.8	47,2	64,4	87,9	107,5	137,2	169,7	197,7	257	314,2	458										
		HR et HRC 10.9	59	80,5	109,9	134,4	171,5	212,1	247,1	321,3	392,7	572										
$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{Y M_2} = 0,72 f_{ub} A_s$	(kN)	HR 8.8	48,6	66,2	90,4	110,6	141,1	174,5	203,3	264,4	323,1	470,6										
		HR et HRC 10.9	60,7	82,8	113	138,2	176,4	218,2	254,2	330,5	403,9	588,2										
Cible : 1,1. $F_p, C$	(kN)	HR 8.8	51,9	70,8	96,7	118,3	150,9	186,6	217,4	282,7	345,6	504										
		HR et HRC 10.9	64,9	88,6	120,9	147,8	188,7	233,3	271,8	353,4	432	629										
Couple de serrage (N.m)	k 0,11	8,8	69	109	170	234	332	452	574	898	1141	1995										
		10,9	86	136	213	293	415	565	718	1050	1426	2492										
	k 0,12	8,8	75	119	186	255	362	493	626	980	1244	2176										
		10,9	93	149	232	319	453	616	783	1145	1555	2718										
	k 0,13	8,8	81	129	201	277	392	534	679	1062	1348	2358										
		10,9	101	161	251	346	490	667	848	1241	1685	2945										
	k 0,14	8,8	87	139	217	298	423	575	731	1143	1452	2539										
		10,9	109	174	271	373	528	719	913	1336	1814	3171										
	k 0,15	8,8	93	149	232	319	453	616	783	1225	1555	2721										
		10,9	117	186	290	399	566	770	979	1431	1944	3398										

\*HR uniquement

26-4



## 27 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HV

27-1

Selon NF EN 14399-4-6	C €	Diamètre							
		12	16	20	22	24	27	30	36
Clé (surplat) [mm] (s)		22	27	32	36	41	46	50	60
Cote sur angle [mm] (e)		23,91	29,56	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37	66,44
Pas de filetage (P)		1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
Hauteur tête [mm]		8,45	10,75	13,9	14,9	15,9	17,9	20,05	24,05
Hauteur écrou [mm] (m)		10	13	16	18	20	22	24	29
ø ext. rondelle [mm]		24	30	37	39	44	50	56	66
Epais. rondelle [mm] (h)		3	4	4	4	4	5	5	6
Section As [mm <sup>2</sup> ]		84,3	157	245	303	353	459	561	817

27-2

Filetage (d)		M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30		M36	
l		$\Sigma t_s 2, \text{min}$ et $\Sigma t_s 2, \text{max}$															
	nom.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Epaisseurs serrées $\Sigma t_s 2$ [mm] avec 2 rondelles inclus t voir NF EN 14399-4	35	10	15														
	40	15	20	9	14												
	45	20	25	14	19	10	15										
	50	25	30	19	24	15	20	14	19								
	55	30	35	24	29	20	25	19	24								
	60	35	40	29	34	25	30	24	29	21	26						
	65	40	45	34	39	30	35	29	34	26	31						
	70	45	50	39	44	35	40	34	39	31	36	26	31				
	75	50	55	44	49	40	45	39	44	36	41	31	36	29	34		
	80	55	60	49	54	45	50	44	49	41	46	36	41	34	39		
	85	60	65	54	59	50	55	49	54	46	51	41	46	39	44	31	36
	90	65	70	59	64	55	60	54	59	51	56	46	51	44	49	36	41

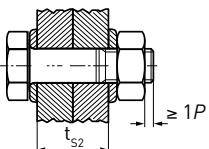
27-2 (suite)

Filetage (d)		M12		M16		M20		M22		M24		M27		M30		M36		
l		$\Sigma t_{s2,min}$ et $\Sigma t_{s2,max}$																
Epaisseurs serrées $\Sigma t_{s2}$ (mm) avec 2 rondelles inclus t voir NF EN 14399-4	nom.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
	95	70	75	64	69	60	65	59	64	56	61	51	56	49	54	41	46	
	100			69	74	65	70	64	69	61	66	56	61	54	59	46	51	
	105			74	79	70	75	69	74	66	71	61	66	59	64	51	56	
	110			79	84	75	80	74	79	71	76	66	71	64	69	56	61	
	115			84	89	80	85	79	84	76	81	71	76	69	74	61	66	
	120			89	94	85	90	84	89	81	86	76	81	74	79	66	71	
	125			94	99	90	95	89	94	86	91	81	86	79	84	71	76	
	130				99	104	95	100	94	99	91	96	86	91	84	89	76	81
	135					100	105	99	104	96	101	91	96	89	94	81	86	
	140					105	110	104	109	101	106	96	101	94	99	86	91	
	145					110	115	109	114	106	111	101	106	99	104	91	96	
	150					115	120	114	119	111	116	106	111	104	109	96	101	
	155					120	125	119	124	116	121	111	116	109	114	101	106	
	160						124	129	121	126	116	121	114	119	106	111		
	165						129	134	126	131	121	126	119	124	111	116		
	170							131	136	126	131	124	129	116	121			
	175							136	141	131	136	129	134	121	126			
	180							141	146	136	141	134	139	126	131			
	185							146	151	141	146	139	144	131	136			
	190							151	156	146	151	144	149	136	141			
	195							156	161	151	156	149	154	141	146			
	200									156	161	154	159	146	151			

27-3

			Diamètre							
			12	16	20	22	24	27	30	36
$F_p, C = 0,7 f_{ub} A_s$	(kN)	HRC 10.9	59	109,9	171,5	212,1	247,1	321,3	392,7	572
$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\sqrt{M_2}} = 0,72 f_{ub} A_s$	(kN)	HRC 10.9	60,7	113	176,4	218,2	254,2	330,5	403,9	588,2
Cible : 1,1. $F_p, C$	(kN)	HRC 10.9	64,9	120,9	188,7	233,3	271,8	353,4	432	629
	k 0,13	10,9	69	172	335	455	578	845	1150	2008
1 <sup>er</sup> Phase de serrage (N.m)	Epaisseur Totale "Σt" des pièces à assembler									
Mr,1 = Km x d x Fp,c	d = ø de la vis	Classe 10.9								
Mr,i = 0,75 x Mr,1	$\Sigma t < 2d$	60°	1/6 de tour							
2 <sup>de</sup> Phase de serrage (Angle °)	$2d \leq \Sigma t \leq 6d$	90°	1/4 de tour							
K = 0,10 ≤ Ki ≤ 0,16	$6d \leq \Sigma t \leq 10d$	120°	1/3 de tour							

Attention : Méthode de serrage combinée en 2 phases (couple + angle)



## 28 Caractéristiques et bases courantes de calcul de la boulonnerie apte à la précontrainte pour la construction métallique HRC tête cylindrique

28-1

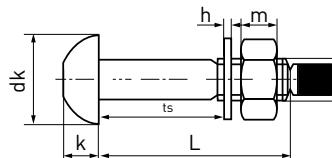
Selon norme 14399-10	C €	Diamètre						
		12	16	20	22	24	27	30
Diamètre de tête (mm) (dk)		21	27	34	38,5	43	48	52
Hauteur tête Cylindrique (mm) (k)		8	10	13	14	15	17	19
Pas de filetage (P)		1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5
Hauteur écrou HRD (mm) (m)		12,35	16,35	20,65	22,65	24,65	27,65	30,65
ø ext. rondelle (mm)		24	30	37	39	44	50	56
Epais. rondelle (mm) (h)		3	4	4	4	4	5	5
Section As (mm <sup>2</sup> )		84,3	157	245	303	353	459	561
Long. embout HRC (mm)		16	18	20	21	21,5	24	26

28-1 [suite]

Epaisseurs serrables (mm) $\Sigma t_s$ (EN 1090-2) avec 1 rondelle incluse  $\Sigma t_s$ mini = $(lg \max) + 4 P - 1h$ $\Sigma t_s$ maxi = $l - 1P - m - 1h$	l (mm)	Diamètre						
		12	16	20	22	24	27	30
40	11 à 23	12 à 18						
50	24 à 33	12 à 28	16 à 24	16 à 22				
60	34 à 43	26 à 38	16 à 34	16 à 32	20 à 29	19 à 25		
70	44 à 53	36 à 48	30 à 44	16 à 42	20 à 39	19 à 35	23 à 32	
80	54 à 63	46 à 58	40 à 54	36 à 52	20 à 49	19 à 45	23 à 42	
90	64 à 73	56 à 68	50 à 64	46 à 62	44 à 59	37 à 55	23 à 52	
100	74 à 83	66 à 78	60 à 74	56 à 72	54 à 69	47 à 65	43 à 62	
110		76 à 88	70 à 84	66 à 82	64 à 79	57 à 75	53 à 72	
120		86 à 98	80 à 94	76 à 92	74 à 89	67 à 85	63 à 82	

28-1 (suite)

		Diamètre							
		12	16	20	22	24	27	30	
l (mm)									
Epaisseurs serrables (mm) $\Sigma t_s$ (EN 1090-2) avec 1 rondelle incluse  $\Sigma t_s$ mini = $\{lg\ max\} + 4 P - 1h$ $\Sigma t_s$ maxi = $l - 1P - m - 1h$	130		90 à 108	84 à 104	80 à 102	78 à 99	71 à 95	67 à 92	
	140		100 à 118	94 à 114	90 à 112	88 à 109	81 à 105	77 à 102	
	150		110 à 128	104 à 124	100 à 122	98 à 119	91 à 115	87 à 112	
	160				110 à 132	108 à 129	101 à 125	97 à 122	
	170					118 à 139	111 à 135	107 à 132	
	180					128 à 149	121 à 145	117 à 142	
	190					138 à 159	131 à 155	127 à 152	
	200					148 à 169	141 à 165	137 à 162	
$F_p, C = 0,7 f_{ub} A_s$	(kN)	HRC 10,9	59	109,9	171,5	212,1	247,1	321,3	392,7
$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 0,72 f_{ub} A_s$	(kN)	HRC 10,9	60,7	113	176,4	218,2	254,2	330,5	403,9
Cible : 1,1. $F_p, C$	(kN)	HRC 10,9	64,9	120,9	188,7	233,3	271,8	353,4	432



# 29 Trous de perçage pour la boulonnerie de charpente métallique NF EN 1090-2+A1 (Octobre 2011)

## Dimensions des trous

La définition du diamètre nominal du trou combinée au diamètre nominal du boulon devant être utilisé dans ce trou détermine l'appellation « normal » ou « surdimensionné » pour ce trou. Les termes « court » et « long » appliqués aux trous oblongs font référence à deux natures de trous utilisés dans les calculs des boulons précontraints. Ces termes peuvent également être employés pour désigner les jeux dans le cas de boulons non précontraints. Il convient que les dimensions spéciales des assemblages glissants soient spécifiées.

Les jeux nominaux pour les boulons et les axes d'articulation non prévus pour fonctionner dans des conditions ajustées doivent être tels que dans le tableau 29-1. Le jeu nominal est défini comme étant :

- La différence entre le diamètre du trou et le diamètre nominal du boulon pour les trous ronds.
- La différence entre la longueur ou la largeur du trou et le diamètre nominal du boulon pour les trous oblongs.

29-1 (suite) Jeux nominaux pour les boulons et les axes d'articulation (en mm)

Diamètre nominal d du boulon ou de l'axe d'articulation (en mm)	12	14	16	18	20	22	24	27 et plus
Trous ronds normaux (1)	1 [2] [3]			2				3
Trous ronds surdimensionnés	3			4		6	8	
Trous oblongs courts (sur la longueur) [4]	4			6		8	10	
Trous oblongs longs (sur la longueur) [4]				1,5d				

(1) Pour des applications telles que les tours et les mâts, le jeu nominal pour les trous ronds normaux doit être réduit de 0,5 mm, sans spécification contraire.  
(2) Le jeu nominal de 1 mm peut être augmenté de l'épaisseur du revêtement des éléments de fixation comportant un revêtement.  
(3) Il est possible d'utiliser dans les conditions données dans l'EN 1993-1-8 des boulons ayant un diamètre nominal de 12 mm et de 14 mm ou des boulons à tête fraisée dans des trous présentant un jeu de 2 mm.  
(4) Les valeurs nominales de jeu dans le sens transversal des boulons utilisés dans des trous oblongs doivent être identiques aux valeurs de jeu spécifiées pour les trous ronds normaux.

Pour les boulons ajustés, le diamètre nominal du trou doit être égal au diamètre de la partie lisse de la tige du boulon ; à noter que selon la norme ISO

EN 14399-8, le diamètre nominal de la partie lisse de la tige est supérieur de 1 mm au diamètre nominal de la partie filetée.

## Tolérances sur le diamètre des trous

Sauf spécifications contraires, les diamètres des trous doivent satisfaire les conditions suivantes :

- Trous pour boulons et axes d'articulation ajustés : classe H11 selon norme ISO 286-2
- Autres trous : tolérance de  $\pm 0,5$  mm, le diamètre du trou retenu étant la moyenne des diamètres d'entrée et de sortie

## Exécution du perçage

Les trous destinés aux éléments de fixation ou aux axes d'articulation peuvent être formés par n'importe quel procédé (forage, poinçonnage, coupure laser, jet de plasma ou autre coupure thermique) à condition que celui-ci laisse un trou fini tel que :

- Les exigences de coupure se rapportant à la dureté locale et à la qualité de la surface de coupe, conformément à l'article 6.4 de l'ISO EN 1090-2 soient satisfaites.
- Tous les trous appariés destinés à des éléments de fixation ou axes d'articulation coïncident exactement les uns avec les autres de telle manière que les éléments de fixation puissent être insérés librement dans les éléments assemblés dans une direction perpendiculaire aux faces de contact.

Le poinçonnage est autorisé à condition que l'épaisseur nominale de l'élément ne soit pas supérieure au diamètre nominal du trou ou, pour un trou non circulaire, à sa dimension minimale.

Sauf spécification contraire, pour les classes d'exécution EXC1 et EXC2, les trous peuvent être formés par poinçonnage sans alésage.

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4, le poinçonnage sans alésage n'est pas autorisé si l'épaisseur de la tôle est supérieure à 3 mm. Pour une épaisseur de tôle supérieure à 3 mm, les trous doivent être poinçonnés à un diamètre

inférieur d'au moins 2 mm au diamètre définitif. Pour une épaisseur de tôle inférieure ou égale à 3 mm, les trous peuvent être poinçonnés directement à la dimension finale.

La validité des procédés de perçage doit être vérifiée périodiquement comme suit :

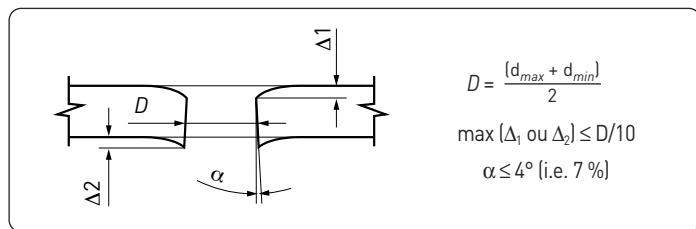
- huit échantillons couvrant la gamme des diamètres de trous, les épaisseurs de produits constitutifs et les nuances d'acier traités doivent être réalisés à partir d'essais de qualification de mode opératoire sur un produit constitutif ;
- les dimensions des trous doivent être contrôlées aux deux extrémités de chaque trou à l'aide de calibres tout-ou rien. Les trous doivent respecter la classe de tolérances spécifiée ci-dessus.

Si le procédé n'est pas conforme, il ne doit pas être utilisé avant correction. Il peut toutefois être utilisé sur une gamme limitée de produits constitutifs et de dimensions de trous présentant des résultats conformes.

Les trous doivent également respecter les prescriptions suivantes :

- l'angle de dépouille ( $\alpha$ ) ne doit pas être supérieur à celui indiqué dans la Figure 29-2 ;
- les bavures ( $\Delta$ ) ne doivent pas être supérieures à celles indiquées dans la Figure 29-2 ;
- au niveau des éclisses/couvre-joints, les trous des surfaces de contact doivent être poinçonnés dans la même direction pour tous les éléments.

29-2



Les trous destinés aux boulons ajustés et axes d'articulation ajustés peuvent être forés à la dimension finale ou être alésés in situ. Si les trous doivent être alésés in situ, ils doivent être forés ou poinçonnés à un diamètre inférieur d'au moins 3 mm au diamètre définitif. Lorsque l'élément de fixation doit s'ajuster au travers de plusieurs épaisseurs de matériaux, les différents éléments doivent être maintenus fermement jointifs pendant l'opération de forage ou d'alésage. L'alésage doit être réalisé à l'aide d'une machine à broche fixe. L'utilisation de lubrifiant acide est interdite.

La fraisure des trous ronds normaux destinés aux vis ou rivets à tête fraisée doit être réalisée après le perçage.

Les trous oblongs longs doivent être soit poinçonnés en une seule opération, soit formés de deux trous forés ou poinçonnés et terminés par oxycoupage manuel, sauf spécification contraire.

Les trous oblongs dans les éléments et tôles formés à froid peuvent être formés par poinçonnage en une seule opération, poinçonnage consécutif ou jonction des deux trous poinçonnés ou forés à l'aide d'une scie sauteuse.

Les bavures doivent être éliminées des trous avant assemblage. Lorsque des trous sont forés en une seule opération au travers d'éléments bridés ensemble ne devant pas être séparés après le forage, l'élimination des bavures n'est nécessaire que sur les trous extérieurs.

# 30 Caractéristiques des revêtements de surface usuels

## Traitements sans chrome 6+ conformes ROHS : directives DIR 2000/53/CE, DIR 2002/95/CE et DIR 2011/65/UE

30-1

Désignation	Type	Aspect	Epaisseur	Tenue BS mini rouille blanche	Tenue BS mini rouille rouge	Coefficient de frottement	Remarque
Zingage blanc Cr3	Electrolytique	Blanc bleuté	5 µm	24 H	35 à 48 H	Plus de 0,20	Pour vis et écrous de diamètre ≤ à 8
Zingage blanc Cr3	Electrolytique	Blanc bleuté	10 µm	24 H	48 à 72 H	Plus de 0,20	Pour vis et écrous de diamètre > à 8
Zingage blanc Cr3 passivé renforcé sans filmogène	Electrolytique	Argent irisé	5 µm	72 H	96 H	Plus de 0,20	Pour vis et écrous de diamètre ≤ à 8
			10 µm		150 H		
Zingage blanc Cr3 passivé renforcé avec filmogène	Electrolytique	Argent irisé	5 µm	200 H	300 H	0,12 à 0,18	Pour vis et écrous de diamètre ≤ à 8
			10 µm		500 H		
Zinc nickel 12-15% passivé bleu sans filmogène	Electrolytique	Bleu	8 µm mini	240 H	600 H	Plus de 0,25	Evite la corrosion par couplage avec l'aluminium
Zinc nickel 12-15% passivé bleu avec filmogène	Electrolytique	Bleu	8 µm mini	240 H	720 H	0,12 à 0,18	Evite la corrosion par couplage avec l'aluminium
Zinc nickel 12-15% passivé noir sans filmogène	Electrolytique	Noir	8 µm mini	240 H	600	0,12 à 0,18	Evite la corrosion par couplage avec l'aluminium
Zinc nickel 12-15% passivé noir avec filmogène	Electrolytique	Noir	8 µm mini	240 H	720 H	0,12 à 0,18	Evite la corrosion par couplage avec l'aluminium
Geomet® 321M	Lamellaire	Gris	-	Non décelable	720 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Geomet® 500 grade A	Lamellaire	Gris	5-7 µm	Non décelable	600 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Geomet® 500 grade B	Lamellaire	Gris	8-10 µm	Non décelable	1000 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Geoblock®	Lamellaire	Noir	8-10 µm	Non décelable	1000 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Delta Protekt®	Lamellaire	Gris	6 µm	Non décelable	480 à 600 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Delta Protekt®	Lamellaire	Gris	10 µm	Non décelable	1000 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Delta Protekt® KL100+VH315	Lamellaire	Gris	8-12 µm	Non décelable	600 à 1000 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé agréé Automobile
Magni® 560	Lamellaire	Argent	-	Non décelable	720 H	0,12 à 0,18	-
Magni® 565	Lamellaire	Argent	-	Non décelable	720 H	0,12 à 0,18	-
Magni® 570	Lamellaire	Noir	-	Non décelable	720 H	0,12 à 0,18	-
Magni® 575	Lamellaire	Noir	-	Non décelable	720 H	0,12 à 0,18	-
Zintek®	Lamellaire	Noir	-	Non décelable	720 H	0,12 à 0,18	-

Note. La norme ISO 4042 détermine l'épaisseur maximale de zinc afin que les pièces acceptent le contrôle au calibre, ce qui implique que la tenue au brouillard salin atteignable dépende du diamètre, donc des lignes différentes dans ce tableau. La passivation blanche n'ayant pas de caractère auto-cicatrisant (à contrario du zingage bichromaté Cr6), la tenue au brouillard salin peut être affectée dans le cas de rayures ou micro-chocs, notamment pendant les opérations de tri et de conditionnement. Les valeurs de tenue au brouillard salin indiquées correspondent à des tests faits en laboratoire en sortie de bain.

## Traitements avec chrome 6+

30-2

Désignation	Type	Aspect	Epaisseur	Tenue BS mini rouille blanche	Tenue BS mini rouille rouge	Coefficient de frottement	Divers
Zingage bichromaté	Electrolytique	Jaune irisé	5 µm	48 H	96 H	0,20 à 0,25	-
Zingage bichromaté	Electrolytique	Jaune irisé	10 µm	100 H	200 H	0,20 à 0,25	-
Zingage jaune avec filmogène	Electrolytique	Jaune	10 µm	200 H	400 H	0,12 à 0,18	Possibilité de coefficient de frottement maîtrisé
Zingage bichromaté vert-olive	Electrolytique	Vert olive	5 - 10 µm	48 à 100 H	96 à 200 H	0,20 à 0,25	Utilisation industrie ferroviaire
Dacromet® 500 grade A	Lamellaire	Gris	5 - 7 µm	Non décelable	600 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé
Dacromet® 500 grade B	Lamellaire	Gris	8 - 10 µm	Non décelable	1000 H	0,12 à 0,18	Coefficient de frottement maîtrisé

Il existe plus de 100 possibilités de revêtement. N'hésitez pas à consulter votre correspondant EMILE MAURIN.

# 31 Tableau des couples galvaniques

31-1

## Métal considéré : anode

	Platine	Or	Acier inox A2	Argent	Nickel	Cuivre	Alliage cuivre-aluminium	Alliage cuivre-zinc (laiton)	Alliage cuivre-étain [bronze]	Étain	Ptomb	Alliage fer-nickel à 25% de nickel	Alliage aluminium-cuivre	Fonte	Aacier au carbone	Alliage léger de décolletage	Alliage léger de fonderie	Aluminium	Aacier au carbone pour traitement thermique	Alliage aluminium-magnésium (Al-Mg)	Cadmium	Fer pur	Alliage aluminium-magnésium (Al-Zn-Mg)	Chrome	Alliage aluminium-zinc-magnésium (Al-Zn-Mg)	Zinc	Magnésium
Platine	0																										
Or	130	0																									
Acier inoxydable austénitique A2 [AISI 304, ou 18-8]	250	120	0																								
Argent	350	220	100	0																							
Nickel	430	300	180	80	0																						
Cuivre	570	440	320	220	140	0																					
Alliage cuivre-aluminium [cupro-aluminium]	600	470	350	250	170	30	0																				
Alliage cuivre-zinc (Cu-Zn ou laiton)	650	520	400	300	220	80	50	0																			
Alliage cuivre-étain [Cu-Sn ou bronze]	770	640	520	420	340	200	170	120	0																		
Étain	800	670	550	450	370	230	200	150	30	0																	
Plomb	840	710	590	490	410	270	240	190	70	40	0																
Alliage fer-nickel à 25% de nickel	930	800	680	580	500	360	330	280	160	130	90	0															
Alliage aluminium-cuivre	940	810	690	590	510	370	340	290	170	140	100	10	0														
Fonte	950	820	700	600	520	380	350	300	180	150	110	20	10	0													
Aacier au carbone	1000	870	750	650	570	430	400	350	230	200	160	70	60	50	0												
Alliage léger de décolletage	1000	870	750	650	570	430	400	350	230	200	160	70	60	50	0												
Alliage léger de fonderie	1065	935	815	715	635	495	465	415	295	265	225	135	125	115	65	65	0										
Aluminium	1090	960	840	740	660	520	490	440	320	290	250	160	150	140	90	90	25	0									
Aacier au carbone pour traitement thermique	1095	965	845	745	665	525	495	445	325	295	255	165	155	145	95	95	30	5	0								
Alliage aluminium-magnésium (Al-Mg)	1100	970	850	750	670	530	500	450	330	300	260	170	160	150	100	100	35	10	5	0							
Cadmium	1100	970	850	750	670	530	500	450	330	300	260	170	160	150	100	100	35	10	5	0							
Fer pur	1105	975	855	755	675	535	505	455	335	305	265	175	165	155	105	105	40	15	10	5	5	0					
Alliage aluminium-magnésium-silicium (Al-Mg-Si)	1105	975	855	755	675	535	505	455	335	305	265	175	165	155	105	105	40	15	10	5	5	0					
Chrome (1)	1200	1070	950	850	770	630	600	550	430	400	360	270	260	250	200	200	135	110	105	100	100	95	95	0			
Alliage aluminium-zinc-magnésium (Al-Zn-Mg)	1225	1095	975	875	795	655	625	575	455	425	385	295	285	275	225	225	160	135	130	125	125	120	120	25	0		
Alliage étain-zinc (75% Sn - 25% Zn ou métal blanc)	1360	1230	1110	1010	930	790	760	710	590	560	520	430	420	410	360	360	295	270	265	260	260	255	255	160	135	0	
Zinc	1400	1270	1150	1050	970	830	800	750	630	600	560	470	460	450	400	400	335	310	305	300	300	295	295	200	175	40	0
Magnésium	1950	1820	1700	1600	1520	1380	1350	1300	1180	1150	1110	1020	1010	1000	950	950	885	860	855	850	850	845	845	750	725	590	550

## Métal couplé : cathode

Les différences de potentiel (ddp) sont établies dans une solution aqueuse à 2% de chlorure de sodium et exprimées en millivolts, suivant la norme française NFE-25-032. Ce document ne traite pas des autres types de corrosion qui peuvent bien évidemment se superposer et attaquer les deux matériaux, y compris le métal couplé (cathode).

En dessous du trait pointillé, le métal en ordonnée est attaqué.

Notes

- Le métal couplé ne subit pas de corrosion galvanique et bénéficie, au contraire, d'un effet de protection galvanique (faible si la différence de potentiel est petite, importante si la différence de potentiel est grande).
  - L'effet galvanique est influencé par le rapport de surface des deux métaux :
    - si la surface du métal considéré est la plus petite, sa corrosion augmente,
    - si la surface du métal considéré est la plus grande, sa corrosion diminue.
- Cet effet est d'autant plus accentué que la différence entre les deux surfaces est plus importante.

1. En milieu comme l'eau de mer ou les solutions salines, le chrome se dépassive plus ou moins dans le temps et son potentiel de dissolution diminue (pour atteindre 250 mV seulement par rapport au platine), ce qui tend à réduire l'effet de corrosion sur les métaux qui lui sont couplés.

## 32 Tables de conversion des duretés

Tableaux extraits de la norme ISO 18265 (2003)

**Conversion dureté-dureté ou dureté-résistance à la traction pour les aciers non alliés ou faiblement alliés et la fonte**

32-1

Résistance à la traction $R_m$ (MPa)	Dureté Vickers HV10	Dureté Brinell HB <sup>(1)</sup>	Dureté Rockwell							
			HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N
255	80	76,0	-	-	-	-	-	-	-	-
270	85	80,7	41,0	-	-	-	-	-	-	-
285	90	85,5	48,0	82,6	-	-	-	-	-	-
305	95	90,2	52,0	-	-	-	-	-	-	-
320	100	95,0	56,2	87,0	-	-	-	-	-	-
335	105	99,8	-	-	-	-	-	-	-	-
350	110	105	62,3	90,5	-	-	-	-	-	-
370	115	109	-	-	-	-	-	-	-	-
385	120	114	66,7	93,6	-	-	-	-	-	-
400	125	119	-	-	-	-	-	-	-	-
415	130	124	71,2	96,4	-	-	-	-	-	-
430	135	128	-	-	-	-	-	-	-	-
450	140	133	75,0	99,0	-	-	-	-	-	-
465	145	138	-	-	-	-	-	-	-	-
480	150	143	78,7	[101,4]	-	-	-	-	-	-
495	155	147	-	-	-	-	-	-	-	-
510	160	152	82,7	[103,6]	-	-	-	-	-	-
530	165	156	-	-	-	-	-	-	-	-
545	170	162	85,0	[105,5]	-	-	-	-	-	-
560	175	166	-	-	-	-	-	-	-	-
575	180	171	87,1	[107,2]	-	-	-	-	-	-
595	185	176	-	-	-	-	-	-	-	-
610	190	181	89,5	[108,7]	-	-	-	-	-	-
625	195	185	-	-	-	-	-	-	-	-
640	200	190	91,5	[110,1]	-	-	-	-	-	-
660	205	195	92,5	-	-	-	-	-	-	-
675	210	199	93,5	[111,3]	-	-	-	-	-	-
690	215	204	94,0	-	-	-	-	-	-	-
705	220	209	95,0	[112,4]	-	-	-	-	-	-
720	225	214	96,0	-	-	-	-	-	-	-
740	230	219	96,7	[113,4]	-	-	-	-	-	-
755	235	223	-	-	-	-	-	-	-	-
770	240	228	98,1	[114,3]	20,3	60,7	40,3	69,6	41,7	19,9

1. Les valeurs de dureté Brinell jusqu'à 450 HB ont été déterminées en utilisant un pénétrateur constitué d'une bille en acier, celles supérieures à cette valeur ont été déterminées avec une bille en carbone.

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

Résistance à la traction R <sub>m</sub> (MPa)	Dureté Vickers HV10	Dureté Brinell HB <sup>(1)</sup>	Dureté Rockwell							
			HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N
785	245	233	-	-	21,3	61,2	41,1	70,1	42,5	21,1
800	250	238	99,5	[115,1]	22,2	61,6	41,7	70,6	43,4	22,2
820	255	242	-	-	23,1	62,0	42,2	71,1	44,2	23,2
835	260	247	[101]	-	24,0	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3
850	265	252	-	-	24,8	62,7	43,7	72,1	45,7	25,2
865	270	257	[102]	-	25,6	63,5	44,9	73,0	47,2	27,1
880	275	261	-	-	26,4	63,5	44,9	73,0	47,2	27,1
900	280	266	[104]	-	27,1	63,8	45,3	73,4	47,8	27,9
915	285	271	-	-	27,8	64,2	46,0	73,8	48,4	28,7
930	290	276	[105]	-	28,5	64,5	46,5	74,2	49,0	29,5
950	295	280	-	-	29,2	64,8	47,1	74,6	49,7	30,4
965	300	285	-	-	29,8	65,2	47,5	74,9	50,2	31,1
995	310	295	-	-	31,0	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5
1030	320	304	-	-	32,2	66,4	49,4	76,2	52,3	33,9
1060	330	314	-	-	33,3	67,0	50,2	76,8	53,6	35,2
1095	340	323	-	-	34,4	67,6	51,1	77,4	54,4	36,5
1125	350	333	-	-	35,5	68,1	51,9	78,0	55,4	37,8
1155	360	342	-	-	36,6	68,7	52,8	78,6	56,4	39,1
1190	370	352	-	-	37,7	69,2	53,6	79,2	57,4	40,4
1220	380	361	-	-	38,8	69,8	54,4	79,8	58,4	41,7
1255	390	371	-	-	39,8	70,3	55,3	80,3	59,3	42,9
1290	400	380	-	-	40,8	70,8	56,0	80,8	60,2	44,1
1320	410	390	-	-	41,8	71,4	56,8	81,4	61,1	45,3
1350	420	399	-	-	42,7	71,8	57,5	81,8	61,9	46,4
1385	430	409	-	-	43,6	72,3	58,2	82,3	62,7	47,4
1420	440	418	-	-	44,5	72,8	58,8	82,8	63,5	48,4
1455	450	428	-	-	45,3	73,3	59,4	83,2	64,3	49,4
1485	460	437	-	-	46,1	73,6	60,1	83,6	64,9	50,4
1520	470	447	-	-	46,9	74,1	60,7	83,9	65,7	51,3
1555	489	456	-	-	47,7	74,5	61,3	84,3	66,4	52,2
1595	490	466	-	-	48,4	74,9	61,6	84,7	67,1	53,1
1630	500	475	-	-	49,1	75,3	62,2	85,0	67,7	53,9
1665	510	485	-	-	49,8	75,7	62,9	85,4	68,3	54,7
1700	520	494	-	-	50,5	76,1	63,5	85,7	69,0	55,6
1740	530	504	-	-	51,1	76,4	63,9	86,0	69,5	56,2
1775	540	513	-	-	51,7	76,7	64,4	86,3	70,0	57,0
1810	550	523	-	-	52,3	77,0	64,8	86,6	70,5	57,8
1845	560	532	-	-	53,0	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6
1880	570	542	-	-	53,6	77,8	65,8	87,2	71,7	59,3
1920	580	551	-	-	54,1	78,0	66,2	87,5	72,1	59,9
1955	590	561	-	-	54,7	78,4	66,7	87,8	72,7	60,5
1995	600	570	-	-	55,2	78,6	67,0	88,0	73,2	61,2

1. Les valeurs de dureté Brinell jusqu'à 450 HB ont été déterminées en utilisant un pénétrateur constitué d'une bille en acier; celles supérieures à cette valeur ont été déterminées avec une bille en carbure.

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

32-1 (suite)

Résistance à la traction R <sub>m</sub> (MPa)	Dureté Vickers HV10	Dureté Brinell HB <sup>[1]</sup>	Dureté Rockwell							
			HRB	HRF	HRC	HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N
2030	610	580	-	-	55,7	78,9	67,5	88,2	73,7	61,7
2070	620	589	-	-	56,3	79,2	67,9	88,5	74,2	62,4
2105	630	599	-	-	56,8	79,5	68,3	88,8	74,6	63,0
2145	640	608	-	-	57,3	79,8	68,7	89,0	75,1	63,5
2180	650	618	-	-	57,8	80,0	69,0	89,2	75,5	64,1
-	660	-	-	-	58,3	80,3	69,4	89,5	75,9	64,7
-	670	-	-	-	58,8	80,6	69,8	89,7	76,4	65,3
-	680	-	-	-	59,2	80,8	70,1	89,8	76,8	65,7
-	690	-	-	-	59,7	81,1	70,5	90,1	77,2	66,2
-	700	-	-	-	60,1	81,3	70,8	90,3	77,6	66,7
-	720	-	-	-	61,0	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7
-	740	-	-	-	61,8	82,2	72,1	91,0	79,1	68,8
-	760	-	-	-	62,5	82,6	72,6	91,2	79,7	69,4
-	780	-	-	-	63,3	83,0	73,3	91,5	80,4	70,2
-	800	-	-	-	64,0	83,4	73,8	91,8	81,1	71,0
-	820	-	-	-	64,7	83,8	74,3	92,1	81,7	71,8
-	840	-	-	-	65,3	84,1	74,8	92,3	82,2	72,2
-	860	-	-	-	65,9	84,4	75,3	92,5	82,7	73,1
-	880	-	-	-	66,4	84,7	75,7	92,7	83,1	73,6
-	900	-	-	-	67,0	85,0	76,1	92,9	83,6	74,2
-	920	-	-	-	67,5	85,3	76,5	93,0	84,0	74,8
-	940	-	-	-	68,0	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4

1. Les valeurs de dureté Brinell jusqu'à 450 HB ont été déterminées en utilisant un pénétrateur constitué d'une bille en acier, celles supérieures à cette valeur ont été déterminées avec une bille en carbure.

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

## Conversion dureté-dureté ou dureté-résistance à la traction pour les aciers pour trempe et revenu dans les états trempé et revenu

32-2

Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HBW	Dureté Rockwell								Résistance à la traction R <sub>m</sub> (MPa)		
		HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N	HRB	HRF	HR45T			
210	205	[15,3]	57,2	13,4	36,1	65,2	94,8	[110,4]	65,4	76,8	89,2	651
220	215	[17,4]	58,4	15,9	38,1	66,5	96,7	(111,4)	67,6	78,5	90,0	683
230	225	[19,3]	59,6	18,2	40,4	67,8	98,4	[112,4]	69,6	80,0	90,8	716
240	235	21,2	60,6	20,4	41,8	68,9	100,0	[113,3]	71,4	81,4	91,4	748
250	245	22,9	61,6	22,5	43,4	70,0	[101,4]	[114,1]	73,0	82,5	92,0	781
260	255	24,6	62,5	24,4	45,0	71,0	[102,7]	[114,9]	[74,4]	83,6	92,5	813
270	266	26,2	63,4	26,3	46,5	72,0	[103,9]	[115,6]	[75,7]	84,5	93,0	945
280	276	27,7	64,3	28,1	47,9	72,9	[105,0]	[116,2]	[76,9]	85,4	93,4	877
290	286	29,1	65,0	29,8	49,3	73,7	[106,0]	[116,8]	[77,9]	86,1	93,7	909
300	296	30,5	65,8	31,4	50,5	74,5	[106,9]	[117,3]	[78,9]	86,8	94,0	940
310	306	31,8	66,5	32,9	51,8	75,3	[107,7]	[117,8]	[79,7]	87,4	[94,3]	972

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

32-2 (suite)

Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HBW	Dureté Rockwell										Résistance à la traction R <sub>m</sub> (MPa)
		HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N	HRB	HRF	HR45T	HR30T	HR15T	
320	316	33,1	67,2	34,4	52,9	76,0	(108,5)	(118,3)	[80,5]	88,0	[94,6]	1003
330	326	34,3	67,8	35,8	54,0	76,7	(109,2)	(118,8)	[81,2]	88,4	[94,8]	1035
340	336	35,4	68,5	37,2	55,1	77,3	(109,9)	(119,2)	[81,9]	88,9	[95,0]	1070
350	345	36,5	69,1	38,4	56,1	78,0	(110,5)	(119,6)	[85,2]	89,3	[95,2]	1097
360	355	37,6	69,6	39,7	57,1	78,6	(111,1)	(119,9)	[83,0]	89,6	[95,4]	1128
370	365	38,6	70,2	40,9	59,0	79,1	(111,7)	(120,3)	[83,5]	89,9	[95,5]	1159
380	375	39,6	70,7	42,0	58,9	79,7	(112,2)	(120,6)	[84,0]	90,2	[95,6]	1189
390	385	40,6	71,2	43,2	59,8	80,2	(112,7)	(120,9)	[84,4]	90,5	[95,7]	1220
400	395	41,5	71,7	44,2	60,6	80,7	(113,1)	(121,2)	[84,8]	90,7	[95,8]	1250
410	405	42,4	72,2	45,3	61,4	81,2	(113,6)	(121,5)	[85,1]	90,9	[95,9]	1281
420	414	43,2	72,6	46,3	62,2	81,6	-	-	-	-	-	1311
430	424	44,1	73,0	47,2	63,0	82,1	-	-	-	-	-	1341
440	434	44,9	73,5	48,2	63,7	82,5	-	-	-	-	-	1371
450	444	45,7	73,9	49,1	64,4	82,9	-	-	-	-	-	1401
460	453	46,4	74,3	50,0	65,1	83,3	-	-	-	-	-	1430
470	463	47,2	74,6	50,8	65,8	83,7	-	-	-	-	-	1460
480	473	47,9	75,0	51,7	66,4	84,1	-	-	-	-	-	-
490	482	48,6	75,4	52,5	67,0	84,4	-	-	-	-	-	-
500	492	49,2	75,7	53,2	67,6	84,8	-	-	-	-	-	-
510	501	49,9	76,0	54,0	68,2	85,1	-	-	-	-	-	-
520	511	50,5	76,4	54,8	68,8	85,4	-	-	-	-	-	-
530	520	51,2	76,7	55,5	79,3	85,8	-	-	-	-	-	-
540	530	51,8	77,0	56,2	69,9	86,1	-	-	-	-	-	-
550	539	52,4	77,3	56,8	70,4	86,4	-	-	-	-	-	-
560	549	52,9	77,6	57,5	70,9	86,6	-	-	-	-	-	-
570	558	53,5	77,9	58,2	71,4	86,9	-	-	-	-	-	-
580	568	54,0	78,2	58,8	71,9	87,2	-	-	-	-	-	-
590	577	54,6	78,4	59,4	72,4	87,5	-	-	-	-	-	-
600	586	55,1	78,7	60,0	72,8	87,7	-	-	-	-	-	-
610	596	55,6	78,9	60,6	73,3	88,0	-	-	-	-	-	-
620	605	56,1	79,2	61,2	73,7	88,2	-	-	-	-	-	-
630	614	56,6	79,4	61,7	74,2	88,5	-	-	-	-	-	-
640	623	57,1	79,7	62,3	74,6	88,7	-	-	-	-	-	-
650	632	57,5	79,9	62,8	75,0	88,9	-	-	-	-	-	-

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

**Conversion dureté-dureté et dureté-résistance à la traction  
pour les aciers pour trempe et revenu dans les états non traité,  
recuit doux et normalisé**

32-3

Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HBW	Dureté Rockwell										Résistance à la traction R <sub>m</sub> (MPa)
		HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N	HRB	HRF	HR45T	HR30T	HR15T	
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	460
150	152	-	(48,4)	-	[21,5]	[56,6]	81,0	102,5	51,6	68,4	85,1	503
160	162	(1,0)	[50,2]	-	[24,4]	[58,3]	83,9	104,1	54,8	70,5	86,2	544
170	173	(4,0)	[51,9]	[0,8]	[27,0]	[60,0]	86,6	105,6	57,7	72,4	87,2	585
180	183	[6,8]	[53,4]	[4,0]	[29,5]	[61,5]	89,0	106,9	60,2	74,1	88,0	624
190	193	[9,4]	[54,8]	[7,0]	[31,8]	[62,9]	91,2	108,1	62,5	75,6	88,8	661
200	203	[11,9]	[56,2]	[9,9]	[34,0]	[64,3]	93,2	109,2	64,6	77,0	89,4	697
210	214	[14,2]	[57,4]	[12,6]	[36,1]	[65,6]	95,0	110,3	66,4	78,3	90,0	732
220	223	[16,4]	[58,6]	[15,1]	[38,1]	66,8	96,7	111,2	68,2	79,5	90,6	765
230	233	[18,5]	[59,7]	17,6	39,9	67,9	98,3	112,2	69,7	80,6	91,1	796
240	243	20,5	60,7	19,9	41,7	69,0	99,8	113,0	71,2	81,6	91,6	826
250	252	22,4	61,7	22,1	43,3	70,0	(101,2)	113,8	[72,5]	[82,6]	92,0	-
260	262	24,3	62,6	24,2	44,9	71,0	(102,5)	114,6	[73,7]	[83,5]	92,4	-
270	271	26,0	63,5	26,2	46,4	72,0	(103,7)	[115,3]	[74,9]	[84,3]	92,7	-
280	280	27,7	64,3	28,1	47,9	72,9	(104,9)	[116,0]	[75,9]	[85,1]	93,0	-
290	289	29,2	65,1	29,9	49,2	73,7	(106,0)	[116,6]	[76,9]	[85,8]	[93,3]	-
300	298	30,8	65,8	31,6	50,6	74,6	(107,0)	[117,2]	[77,9]	[86,5]	[93,6]	-
310	307	32,2	66,6	33,6	51,8	75,4	(108,0)	[118,8]	[78,8]	[87,1]	[93,9]	-
320	316	33,6	67,2	35,0	53,0	76,1	(108,9)	[118,4]	[79,6]	[87,8]	[94,1]	-

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

**Conversion dureté-dureté ou dureté-résistance à la traction  
pour les aciers pour trempe et revenu à l'état trempé**

32-4

Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HBW	Dureté Rockwell				
		HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
580	572	54,0	78,1	59,5	71,4	87,2
590	576	54,4	78,4	59,6	71,9	87,4
600	580	54,8	78,6	59,9	72,3	87,6
610	585	55,2	78,8	60,2	72,8	87,8
620	591	55,6	79,1	60,5	73,2	88,0
630	597	56,1	79,3	60,9	73,6	88,2
640	604	56,5	79,6	61,4	74,1	88,4
650	611	56,9	79,8	61,8	74,5	88,7

Dureté Vickers HV	Dureté Brinell HBW	Dureté Rockwell				
		HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
660	619	57,4	80,1	62,4	75,0	88,9
670	627	57,8	80,3	63,0	75,4	89,1
680	636	58,3	80,6	63,6	75,8	89,4
690	646	58,7	80,9	64,2	76,2	89,6
700	656	59,2	81,1	64,9	76,7	89,8
710	666	59,7	81,4	65,6	77,1	90,1
720	677	60,1	81,7	66,4	77,5	90,3

## Conversion dureté-dureté pour les aciers pour le travail à froid

32-5

Dureté Vickers		Dureté Brinell HB <sup>[1]</sup>	Dureté Rockwell									
HV	HV5		HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N	HRB	HRF	HR45T	HR30T	HR15T
210	212	205	-	-	-	-	95,6	(110,7)	66,9	78,0	90,2	
220	222	215	(18,8)	59,4	(16,4)	(38,8)	(67,0)	97,2	(111,6)	68,6	79,1	90,7
230	232	225	20,6	60,3	(18,7)	(40,5)	(68,2)	96,7	(112,5)	70,2	80,1	91,2
240	242	235	22,2	61,2	20,9	42,2	(69,3)	100,1	(113,3)	71,6	81,0	91,7
250	252	245	23,9	62,0	23,0	42,8	70,3	(101,4)	(114,0)	72,9	81,9	92,1
260	262	255	25,4	62,8	24,9	45,3	71,3	(102,6)	(114,7)	74,1	(82,7)	92,5
270	272	254	26,9	63,6	26,8	46,8	72,2	(103,7)	(115,3)	75,2	(83,5)	92,9
280	282	275	28,3	64,4	28,6	48,2	73,1	(104,7)	(115,9)	76,3	(84,2)	(93,3)
290	293	285	29,7	65,1	30,2	49,5	73,9	(105,6)	(116,4)	77,3	(84,8)	(93,6)
300	303	295	31,0	65,8	31,9	50,7	74,7	(106,5)	(116,9)	78,2	(85,5)	(93,9)
310	313	304	32,3	66,4	33,4	51,9	75,4	(107,3)	(117,4)	79,1	(86,0)	(94,2)
320	323	314	33,5	67,1	34,9	53,0	76,1	(108,1)	(117,8)	79,9	(86,6)	(94,5)
330	333	324	34,6	67,7	36,3	54,1	76,8	(108,8)	(118,2)	80,6	(87,1)	(94,8)
340	343	334	35,8	68,3	37,6	55,2	77,4	(109,5)	(118,6)	81,4	(87,6)	(95,0)
350	353	344	36,8	68,8	39,0	56,2	78,0	-	-	-	-	-
360	363	354	37,9	69,4	40,2	57,2	78,6	-	-	-	-	-
370	373	363	38,9	69,9	41,4	58,1	79,2	-	-	-	-	-
380	383	373	39,9	70,4	42,6	59,0	79,7	-	-	-	-	-
390	393	383	40,8	71,0	43,7	59,9	80,2	-	-	-	-	-
400	404	392	41,7	71,4	44,8	60,7	80,7	-	-	-	-	-
410	414	402	42,6	71,9	45,8	61,5	81,2	-	-	-	-	-
420	424	412	43,5	72,4	46,9	62,3	81,6	-	-	-	-	-
430	434	422	44,3	72,8	47,8	63,1	82,1	-	-	-	-	-
440	444	431	45,1	73,3	48,8	63,8	82,5	-	-	-	-	-
450	454	441	45,9	73,7	49,7	64,5	82,9	-	-	-	-	-
460	464	450	46,7	74,1	50,5	65,2	83,3	-	-	-	-	-
470	474	460	47,4	74,5	51,4	65,8	83,7	-	-	-	-	-
480	484	469	48,2	74,9	52,2	66,5	84,0	-	-	-	-	-
490	494	479	48,9	75,3	53,1	67,1	84,4	-	-	-	-	-
500	505	488	49,5	75,6	53,9	67,7	84,7	-	-	-	-	-
510	515	498	50,2	76,0	54,6	68,3	85,1	-	-	-	-	-
520	525	507	50,9	76,4	55,4	68,9	85,4	-	-	-	-	-
530	535	517	51,6	76,7	56,2	69,5	85,7	-	-	-	-	-
540	545	526	52,1	77,0	56,8	70,0	86,0	-	-	-	-	-
550	555	535	52,7	77,4	57,6	70,6	86,3	-	-	-	-	-
560	565	545	53,3	77,7	58,2	71,1	86,6	-	-	-	-	-
570	575	554	53,9	78,0	58,9	71,6	86,9	-	-	-	-	-
580	585	563	54,5	78,3	59,6	72,1	87,1	-	-	-	-	-
590	595	572	55,0	78,6	60,2	72,6	87,4	-	-	-	-	-
600	606	582	55,6	78,9	60,8	73,0	87,7	-	-	-	-	-
610	616	591	56,1	79,2	61,4	73,5	87,9	-	-	-	-	-

1. Les valeurs de dureté Brinell jusqu'à 450 HB ont été déterminées en utilisant un pénétrateur constitué d'une bille en acier, celles supérieures à cette valeur ont été déterminées avec une bille en carbure.

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

32-5 (suite)

Dureté Vickers		Dureté Brinell HB <sup>(1)</sup>	Dureté Rockwell									
HV	HV5	HB	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N	HRB	HRF	HR45T	HR30T	HR15T
620	626	600	56,6	79,5	62,0	74,0	88,2	-	-	-	-	-
630	636	-	57,1	79,8	62,6	74,4	88,4	-	-	-	-	-
640	646	-	57,6	80,0	63,2	74,8	88,6	-	-	-	-	-
650	656	-	58,1	80,3	63,7	75,3	88,8	-	-	-	-	-
660	666	-	58,6	80,6	64,3	75,7	89,1	-	-	-	-	-
670	676	-	59,0	80,8	64,8	76,1	89,3	-	-	-	-	-
680	686	-	59,5	81,0	65,3	76,5	89,5	-	-	-	-	-
690	697	-	59,9	81,3	65,8	76,9	89,7	-	-	-	-	-
700	707	-	60,4	81,5	66,3	77,3	89,9	-	-	-	-	-
710	717	-	60,8	81,8	66,8	77,7	90,1	-	-	-	-	-
720	727	-	61,2	82,0	67,3	78,0	90,3	-	-	-	-	-
730	737	-	61,6	82,2	67,8	78,4	90,5	-	-	-	-	-
740	747	-	62,0	82,5	68,2	78,8	90,7	-	-	-	-	-
750	757	-	62,4	82,7	68,7	79,1	90,8	-	-	-	-	-
760	767	-	62,8	82,9	69,1	79,4	91,0	-	-	-	-	-
770	777	-	63,2	83,1	69,6	79,8	91,2	-	-	-	-	-
780	788	-	63,6	83,3	70,0	80,1	91,4	-	-	-	-	-
790	798	-	64,0	83,5	70,4	80,4	91,5	-	-	-	-	-
800	808	-	64,4	83,7	70,8	80,8	91,7	-	-	-	-	-
810	818	-	64,7	83,9	71,3	81,1	91,9	-	-	-	-	-
820	828	-	65,1	84,1	71,7	81,4	92,0	-	-	-	-	-
830	838	-	65,4	84,3	72,1	81,7	92,2	-	-	-	-	-
840	848	-	65,8	84,5	72,4	82,0	92,3	-	-	-	-	-

1. Les valeurs de dureté Brinell jusqu'à 450 HB ont été déterminées en utilisant un pénétrateur constitué d'une bille en acier, celles supérieures à cette valeur ont été déterminées avec une bille en carbure.

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

### Conversion dureté-dureté pour les aciers rapides des nuances X80WMo6.5, X82WMo6.5, X90WMo6.5, X97WMo3.3, X100WMo6.5, X85WMoCo6.5.5, X105WMoCo6.5.5 et X79WCo18.5

32-6

Dureté Vickers HV	Dureté Rockwell				
	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
580	54,2	77,9	58,8	71,7	87,1
590	54,7	78,2	59,4	72,2	87,4
600	55,2	78,5	60,0	72,6	87,6
610	55,7	78,7	60,6	73,1	87,8
620	56,2	79,0	61,1	73,5	88,1
630	56,6	79,3	61,7	74,0	88,3
640	57,1	79,6	62,2	74,4	88,5
650	57,6	79,8	62,8	74,8	88,7
660	58,0	80,1	63,3	75,2	88,9
670	58,5	80,3	63,8	75,6	89,1

Dureté Vickers	Dureté Rockwell				
	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
680	58,9	80,6	64,3	76,0	89,3
690	59,3	80,8	64,8	76,4	89,5
700	59,7	81,0	65,3	76,7	89,7
710	60,2	81,3	65,8	77,1	89,9
720	60,6	81,5	66,3	77,4	90,1
730	61,0	81,7	66,7	77,8	90,2
740	61,4	82,0	67,2	78,1	90,4
750	61,8	82,2	67,6	78,5	90,6
760	62,1	82,4	68,1	78,8	90,7
770	62,5	82,6	68,5	79,1	90,9

Dureté Vickers	Dureté Rockwell				
	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
780	62,9	82,8	68,9	79,5	91,0
790	63,3	83,0	69,4	79,8	91,2
800	63,6	83,2	69,8	80,1	91,3
810	64,0	83,5	70,2	80,4	91,5
820	64,3	83,6	70,6	80,7	91,6
830	64,7	83,8	71,0	81,0	91,8
840	65,0	84,0	71,4	81,3	91,9
850	65,4	84,2	71,7	81,6	92,0

Dureté Vickers	Dureté Rockwell				
	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
860	65,7	84,4	72,1	81,8	92,2
870	66,0	84,6	72,5	82,1	92,3
880	66,3	84,8	72,8	82,4	92,4
890	66,7	85,0	73,2	82,7	92,5
900	67,0	85,1	73,6	82,9	92,6
910	67,3	85,3	73,9	83,2	92,8
920	67,6	85,5	74,2	83,4	92,9

## Conversion dureté-dureté pour les aciers rapides de la nuance X110MoCo9.8

32-7

Dureté Vickers HV	Dureté Rockwell						
	HV10	HV5	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
740	-	-	-	82,0	67,8	77,9	90,7
750	-	-	-	82,2	68,1	78,3	90,8
760	-	-	-	82,5	68,4	78,6	90,9
770	768	759	63,2	82,7	68,8	79,0	91,0
780	779	770	63,5	82,9	69,1	79,3	91,1
790	790	781	63,9	83,1	69,4	79,6	91,2
800	801	791	64,2	83,3	69,7	79,9	91,3
810	812	802	64,5	83,5	70,0	80,2	91,4
820	822	813	64,8	83,7	70,3	80,5	91,6
830	833	823	65,1	83,8	70,6	80,8	91,7
840	844	834	65,4	84,0	71,0	81,0	91,8

Dureté Vickers HV	Dureté Rockwell						
	HV10	HV5	HRC	HRA	HR45N	HR30N	HR15N
850	855	845	65,7	84,2	71,3	81,3	91,9
860	866	856	66,0	84,4	71,6	81,5	92,0
870	876	866	66,3	84,5	71,9	81,8	92,1
880	887	877	66,6	84,7	72,2	82,0	92,2
890	898	888	66,9	84,8	72,5	82,3	92,4
900	909	899	67,1	85,0	72,8	82,5	92,5
910	920	909	67,4	85,1	73,1	82,7	92,6
920	931	920	67,6	85,3	73,4	83,0	92,7
930	942	931	67,9	85,4	73,7	83,2	92,8
940	-	-	68,2	85,5	74,0	83,4	92,9
950	-	-	-	85,7	74,3	83,6	93,0

## Conversion de valeurs de HV50 en valeurs HRA pour les métaux durs

32-8

Dureté Vickers HV50	Dureté Rockwell HRA
780	82,5
800	82,8
820	83,1
840	83,4
860	83,7
880	84,0
900	84,2
920	84,5
940	84,8

Dureté Vickers HV50	Dureté Rockwell HRA
960	85,1
980	85,3
1000	85,6
1020	85,8
1040	86,1
1060	86,4
1080	86,6
1100	86,8
1120	87,1

Dureté Vickers HV50	Dureté Rockwell HRA
1140	87,3
1160	87,6
1180	87,8
1200	88,0
1220	88,2
1240	88,4
1260	88,7
1280	88,9
1300	89,1

Dureté Vickers HV50	Dureté Rockwell HRA
1320	[89,3]
1340	[89,5]
1360	[89,7]
1380	[89,9]
1400	[90,1]
1420	[90,3]
1440	[90,5]
1460	[90,7]
1480	[90,9]

Dureté Vickers HV50	Dureté Rockwell HRA
1500	[91,0]
1520	[91,2]
1540	[91,4]
1560	[91,6]
1580	[91,8]
1600	[91,9]
1620	[92,1]
1640	[92,3]
1660	[92,4]

Dureté Vickers HV50	Dureté Rockwell HRA
1680	[92,6]
1700	[92,8]
1720	[92,9]
1740	[93,1]
1760	[93,2]

Note : les valeurs entre parenthèses sont celles se trouvant en dehors de la gamme définie pour la méthode d'essai normalisée mais elles peuvent être utilisées à titre d'estimation.

## Conversion dureté-dureté pour le laiton (70% cuivre et 30% alliage de zinc)

32-9

Dureté Vickers HV	Dureté Rockwell					Dureté Brinell HB
	HRB	HRF	HR15T	HR30T	HR45T	
45	-	40,0	-	-	-	42
46	-	45,0	-	-	-	44
47	-	47,0	53,5	-	-	45
48	-	49,0	54,5	-	-	46
50	-	50,5	55,5	-	-	47
52	-	53,5	57,0	-	-	48
54	-	56,5	58,5	12,0	-	50
56	-	58,8	60,0	15,0	-	52
58	-	61,0	61,0	18,0	-	53
60	10,0	62,5	62,5	-	-	54
62	12,5	65,0	63,5	23,0	-	57
64	15,5	66,8	65,0	25,5	-	59
66	18,5	68,5	66,0	26,0	-	61
68	21,5	70,0	67,0	30,0	-	62
70	24,5	71,8	68,0	32,0	-	63
72	27,5	73,2	69,0	34,0	-	64
74	30,0	74,8	70,0	36,0	1,0	66
76	32,5	76,0	70,5	38,0	4,5	68
78	35,0	77,4	71,5	39,5	7,5	70
80	37,5	78,6	72,0	41,0	10,0	72
82	40,0	80,0	73,0	43,0	12,5	74
84	42,0	81,2	73,5	44,0	14,5	76
86	44,0	82,3	74,5	45,5	17,0	77
88	46,0	83,5	75,0	47,0	19,0	79
90	47,5	84,4	75,5	48,0	21,0	80
92	49,5	85,4	76,5	49,0	23,0	82
94	51,0	86,3	77,0	50,5	24,5	83
96	53,0	87,2	77,5	51,5	26,5	85
98	54,0	88,0	78,0	52,5	28,0	86
100	56,0	89,0	78,5	53,5	29,5	88
102	57,0	89,8	79,0	54,5	30,5	90
104	58,0	90,5	79,5	55,0	32,0	92
106	59,5	91,2	80,0	56,0	33,0	94
108	61,0	92,0	-	57,0	34,5	95
110	62,0	92,6	80,5	58,0	35,5	97
112	63,0	93,0	81,0	58,5	37,0	99
114	64,0	94,0	81,5	59,5	38,0	101
116	65,0	94,5	82,0	60,0	39,0	103
118	66,0	95,0	82,5	60,5	40,0	105

Dureté Vickers HV	Dureté Rockwell					Dureté Brinell HB
	HRB	HRF	HR15T	HR30T	HR45T	
120	67,0	95,5	-	61,0	41,0	106
122	68,0	96,0	83,0	62,0	42,0	108
124	69,0	96,5	-	62,5	43,0	110
126	70,0	97,0	83,5	63,0	44,0	112
128	71,0	97,5	-	63,5	45,0	113
130	72,0	98,0	84,0	64,5	45,5	114
132	73,0	98,5	84,5	65,0	46,5	116
134	73,5	99,0	-	65,5	47,5	118
136	74,5	99,5	85,0	66,0	48,0	120
138	75,0	100,0	-	66,5	49,0	121
140	76,0	100,5	85,5	67,0	50,0	122
142	77,0	101,0	-	67,5	51,0	124
144	77,5	101,5	86,0	68,0	51,5	126
146	78,0	102,0	-	68,5	52,5	128
148	79,0	102,5	-	69,0	53,0	129
150	80,0	-	86,5	69,5	53,5	131
152	80,5	103,0	-	-	54,0	133
154	81,5	103,5	-	70,0	54,5	135
156	82,0	104,0	87,0	70,5	55,5	136
158	83,0	104,5	-	71,0	56,0	138
160	83,5	-	-	71,5	56,5	139
162	84,0	105,0	87,5	-	57,5	141
164	85,0	105,5	-	72,0	58,0	142
166	85,5	-	-	72,5	58,5	144
168	86,0	106,0	88,0	73,0	59,0	146
170	87,0	-	-	-	59,5	147
172	87,5	106,5	-	73,5	60,0	149
174	88,0	-	88,5	74,0	60,5	150
176	88,5	107,0	-	-	61,0	152
178	89,0	-	-	-	61,5	154
180	90,0	107,5	-	74,5	62,0	156
182	90,5	108,0	89,0	-	62,5	157
184	91,0	-	-	75,5	63,0	159
186	91,5	108,5	-	76,0	63,5	161
188	92,0	-	89,5	-	64,0	162
190	92,5	109,0	-	76,5	64,5	164
192	93,0	-	-	77,0	65,0	166
194	-	109,5	-	-	65,5	167
196	93,5	110,0	90,00	77,5	66,0	169

# 33 Classification des aciers inoxydables couramment utilisés en boulonnerie-visserie

## 33-1 Aciers inoxydables austénitiques

	AISI	Code Européen	Désignation Européenne	Ancienne désignation Française	Caractéristiques
<b>A1</b>	303	1.4305	X 10 Cr Ni S 18-09	Z 10 CNF 18.09	Acier au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe meilleur usinage et résistance au grissement, grâce à l'apport de soufre. Amagnétique à l'état recuit, légèrement magnétique si usiné à froid. Il ne se prête pas à la fabrication de pièces soudées.
<b>A2</b>	304	1.4301	X 5 Cr Ni 18-10	Z 6 CN 18-09	Acier au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe, résistant à la corrosion. Amagnétique à l'état recuit, légèrement magnétique si usiné à froid. Bonne soudabilité et discrète résistance à la corrosion intercristalline. Très bonne résistance jusqu'à de très basses températures.
	304 L	1.4306	X 2 Cr Ni 18-11	Z 2 CN 18-10	Acier au Cr-Ni, à basse teneur en C austénitique, non apte à la trempe particulièrement apte aux pièces soudées. Il présente une très bonne résistance à la corrosion intercristalline. Employé jusqu'à 425°C.
	305	1.4303	X 8 Cr Ni 18-12	Z 8 CN 18-12	Acier au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe amagnétique à l'état recuit. Il possède une structure austénitique particulièrement stable : comme tel il est moins sensible à l'écrouissage. Il se prête donc, plus que les autres aciers austénitiques, à la frappe à froid.
	309	1.4828	X 15 Cr Ni 23-14	Z 15 CN 24-13	<b>NS 24 : acier réfractaire</b> au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe, avec une résistance très élevée à de hautes températures et à l'oxydation. Il résiste à l'écaillage avec une utilisation limitée à 1050° environ en atmosphère oxydante et de 900°C en atmosphère réductrice. On peut l'employer en atmosphère contenant 5 g de soufre par m <sup>3</sup> .
<b>A4</b>	310	1.4845	X 12 Cr Ni 25-20	Z 12 CN 25-20	<b>NS 30 : acier réfractaire</b> au Cr-Ni, austénitique, non apte à la trempe, amagnétique. Très bonne résistance aux hautes températures. Il satisfait pratiquement toutes les différentes utilisations. On peut l'employer normalement jusqu'à 1100° environ en atmosphère réductrice, bien entendu toujours en atmosphère contenant moins de 2 g de soufre par m <sup>3</sup> .
	321	1.4541	X 6 Cr Ni Ti 18-11	Z 6 CNT 18-11	<b>Acier au Cr-Ni stabilisé au Ti</b> , austénitique, non apte à la trempe, amagnétique, particulièrement indiqué pour des pièces soudées et pour des utilisations à températures entre 400°C et 800°C. Il est sensible à la corrosion intercristalline.
	347	1.4550	X 6 Cr Ni Nb 18-10	Z 6 CNNb 18-10	<b>Acier au Cr-Ni stabilisé au Nb</b> , austénitique, non apte à la trempe, amagnétique à l'état recuit pour pièces soudées et pour des utilisations à des températures entre 400° et 800°C.
	316	1.4401	X 5 Cr Ni Mo 17-12-2	Z 6 CND 17-11	Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, la présence de Mo donnant une résistance particulières à la corrosion. Même les propriétés mécaniques sont meilleures que celles de type analogues sans Mo, à de hautes températures.
	316 L	1.4404	X 2 Cr Ni Mo 17-12-2	Z 2 CND 17-12	Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, basse teneur en C : apte particulièrement pour les pièces soudées. Très bonne résistance à la corrosion intercristalline. Il s'emploie normalement jusqu'à 450°C.

## 33-1 (suite)

	AISI	Code Européen	Désignation Européenne	Ancienne désignation Française	Caractéristiques
<b>A4</b>	316 Mo+	1.4435	X 5 Cr Ni Mo 17-12	Z 6 CND 17-11	Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, la présence de Mo donnant une résistance particulière à la corrosion. Meilleures propriétés mécaniques que celles de types analogues sans Mo, à hautes températures.
	316 L Mo+	1.4436	X2 Cr Ni Mo 17-13-3	Z 2 CND 17-12	Acier au Cr-Ni-Mo, austénitique, non apte à la trempe, très basse teneur en C : apte particulièrement pour les pièces soudées. Très bonne résistance à la corrosion intercristalline. Il s'emploie normalement jusqu'à 450°C.
	316 Ti	1.4571	X5 Cr Ni Mo Ti 17-12-2	Z 6 CNDT 17-12	<b>Acier au Cr-Ni-Mo-Ti</b> , austénitique, non apte à la trempe, la présence de Mo et de Ti le rend insensible à la corrosion intergranulaire. Meilleures propriétés mécaniques que celles de types analogues sans Mo, à de hautes températures : résistance au fluage jusqu'à 700°C.
	904L	1.4539	X2 Ni Cr Mo Cu 25-20-5	Z1 NCDU 25.20	<b>Uranus B6</b> , super austénitique, excellente tenue à la corrosion intergranulaire ; très bonne tenue dans les milieux très agressifs, en particulier phosphoriques, sulfuriques et chlorurés.
	ASTM A 276	1.4462	X2 Cr Ni Mo Cu 22-5-3	Z3 CND 22.05 Az	<b>Duplex</b> , acier austéno-ferritique, très haute résistance, à la corrosion intergranulaire ; indice de piqûration PRE = 35. Très bonne tenue à la corrosion sous contrainte due à sa structure et à ses bonnes résistances mécaniques.

## 33-2 Aciers inoxydables martensitiques et ferritiques

	AISI	Code Européen	Désignation Européenne	Ancienne désignation Française	Caractéristiques
<b>C</b>	C1	1.4006	X 12 Cr 13	Z 10 C 13 Z 12 C 13	Acier inoxydable martensitique, au Cr, apte à la trempe, pour différentes utilisations. Le traitement thermique améliorant les caractéristiques mécaniques. Bonne résistance à la corrosion sur des surfaces correctement polies, pour des milieux modérément agressifs.
	C1	1.4005	X 12 Cr S 13	Z 12 CF 13	Acier inoxydable martensitique, au Cr, apte à la trempe, avec usinage amélioré et bonne résistance au grippage grâce à l'apport du soufre. Particulièrement apte pour le décolletage.
	C1	1.4021	X 20 Cr 13	Z 20 C 13	Acier inoxydable martensitique, au Cr, apte à la trempe jusqu'à une dureté Hd = 500 environ. Il possède la plus grande résistance à la corrosion à l'état trempé et après polissage.
	C3	1.4057	X 16 Cr Ni 16-2	Z15 CN 16.02	Acier inoxydable martensitique au Cr-Ni, apte à la trempe, caractéristiques mécaniques élevées, avec résistance à la corrosion supérieure aux types 410, 420, 430.
	C	1.4542	X 5 Cr Ni Cu Nb16-4	Z7 CNU 17.04	<b>F16 PH</b> : acier inoxydable martensitique au Cr-Ni, à durcissement structural, bonnes caractéristiques mécaniques jusqu'à Rm = 1400N/mm <sup>2</sup> , bonne résistance à la corrosion.
<b>F</b>	F1	1.4016	X 8 Cr 17	Z 8 C 17	Acier inoxydable ferritique au Cr, apte à la trempe. Pour différentes utilisations présente une plus grande résistance à la corrosion et à la chaleur que les aciers au 13% de Cr.

Le choix de la composition chimique pour la nuance d'acier spécifique est laissé à la discrétion du fabricant, sauf accord spécifique préalable.

Note : Les normes 3506-1 et 3506-2 sont actuellement en révision. Elles devraient intégrer les caractéristiques d'autres types d'acier en fonction de l'état de l'art actuel.

# 34 Caractéristiques mécaniques et physiques de la visserie

## Visserie en acier au carbone et en acier allié

**Vis, goujons et tiges.** Filetage M1,6 à M39 pas gros et M8x1,00 à M39x3 pas fins

34-1 Caractéristiques mécaniques à température ambiante (10°C à 35°C)

**IMPORTANT :** les valeurs indiquées concernant les caractéristiques mécaniques et physiques des vis, goujons et tiges filetés en acier au carbone et acier allié sont issues d'essais effectués dans une plage de température comprise entre 10 et 35°C.

Abréviation	Désignation	Unité	Acier non traité		Acier traité							
			ISO 898-1		ISO 898-1			ISO 898-5		ASTM A 193		
Cl	Classe de qualité (ou grade)		4.6 <sup>[7]</sup>	6.8 <sup>[7]</sup>	8.8	10.9	12.9 - 12.9	33H <sup>[2]</sup>	45H <sup>[2]</sup>	B7	B16	
D	Plage de dimension	mm			d ≤ 16 <sup>[11]</sup>	d > 16 <sup>[11]</sup>				d ≤ 65	d ≤ 65	
R <sub>m</sub> , min	Résistance minimale à la traction	MPa	400	600	800	830	1040	1220	-	860	-	
R <sub>eL</sub> , min	Limite inférieure d'écoulement minimale	MPa	240	-	-	-	-	-	-	-	-	
R <sub>pf</sub> , min	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d sur produits entiers	MPa	{3}	480	-	-	-	-	-	-	-	
R <sub>p0,2</sub> min	Limite conventionnelle d'élasticité minimale	MPa			640	660	940	1100	-	-	720	
S <sub>p</sub> , nom / R <sub>eL</sub> , min ou S <sub>p</sub> , nom / R <sub>p0,2</sub> min ou S <sub>p</sub> , nom / R <sub>pf</sub> , min	Rapport des contraintes à la charge d'épreuve / limite d'élasticité		0,94	0,92	0,91		0,88	-	-	-	-	
S <sub>p</sub>	Contrainte à la charge d'épreuve	Mpa	225	440	580	600	830	970	-	-	-	
A%	Allongement après rupture sur éprouvette	%	-	-	12		9	8	-	-	-	
Af	Allongement minimal après rupture sur produits entiers	%	-	20	-	-	-	-	-	16	18	
Z	Réduction minimale de section après rupture	%	-	-	52		48	44	-	-	50	
T <sub>ut</sub> , min	Température minimale d'emploi <sup>[4]</sup>	°C	-	-				-50°C				
T <sub>ut</sub> , max	Température maximale d'emploi <sup>[5]</sup>	°C			150°				+450°C	+500°C		
K <sub>v</sub>	Résilience minimale à -20°	J	-	-	27		{3}	-	-	-	-	
HV	Dureté de surface maximale en Vickers	Degré HV	120	190	250	255	320	385	440	560	294	
<b>Divers</b>												
Principales nuances d'acier habituellement utilisées <sup>[6]</sup>			Ck22	Ck35	18CD4	35CD4	25CD4	39CD4	30NCD16	35NCD16	42CD4	
			S300Pb	Ck45	25CD4	39CD4	35CD4	42CD4	-	-	-	
			S235JR	A70	34C4		39CD4	35CND6	-	-	-	
			E360	-	-	-	42CD4	35NCD16	-	-	-	
Traitements thermiques			Néant			Trempe et revenu						
Finition de base			Brut			Brut (souvent bruni) non dégraissé				Brut bruni non dégraissé	Brut non dégraissé	

1. Pour les vis de construction métallique, la limite est fixée à 12 mm au lieu de 16 mm - 2. Pour vis sans tête uniquement. Du fait de l'application, il n'existe pas d'écrou associé et les caractéristiques sont restreintes aux durées de surface - 3. En cours d'études - 4. Utilisation à des températures inférieures à -50°C : consulter un métallurgiste expérimenté - 5. Pour utilisation à des températures comprises entre 50°C et 300°C, il est conseillé de consulter un métallurgiste expérimenté. L'augmentation de la température engendre une réduction du R<sub>p0,2</sub> ou du R<sub>pf</sub> à 0,0048d sur produit fini et une diminution progressive du R<sub>m</sub>. - 6. Le choix de la matière est à l'initiative du fabricant, dans la limite de l'obtention des caractéristiques fixées par la norme - 7. L'acier de décolletage est autorisé pour ces classes de qualité à condition que les teneurs en soufre, phosphore et plomb ne dépassent pas les valeurs suivantes : soufre : 0,34% ; phosphore : 0,11% ; plomb : 0,35%.

## 34-2 Caractéristiques physiques

Abréviation	Désignation	Unité	Acier non traité		Acier traité						
			4.6	6.8	8.8	10.9	12.9 - 12.9	33H <sup>[2]</sup>	45H <sup>[2]</sup>	B7	B16
Cl	Classe de qualité (ou grade)	-	4.6	6.8	8.8	10.9	12.9 - 12.9	33H <sup>[2]</sup>	45H <sup>[2]</sup>	B7	B16
D	Plage de dimension	mm	-	-	d ≤ 16 <sup>[1]</sup>	d > 16 <sup>[1]</sup>	-	-	-	d ≤ 65	d ≤ 65
	Densité	10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>					7,85				
	Module de Young						207000				
	Coefficient de Poisson						0,3				
	Coefficient de frottement (montage homogène)						0,10 à 0,25				
	Conductivité thermique	W/m.K					51,9				
α	Coefficient de dilatation thermique linéique à 20°C	K <sup>-1</sup>	12,3 x 10 <sup>-6</sup>				11,7 x 10 <sup>-6</sup>				
	Résistivité électrique à 20°C	10 <sup>-8</sup> Ω.m					160				

1. Pour les vis de construction métallique, la limite est fixée à 12 mm au lieu de 16 mm.

2. Pour vis sans tête uniquement. Du fait de l'application, il n'existe pas d'écrou associé et les caractéristiques sont restreintes aux duretés de surface.

## Ecrous

## 34-3 Caractéristiques mécaniques à température ambiante (10°C à 35°C)

Abréviation	Désignation	Unité	Acier non traité		ISO 898-2				Acier traité		ASTM A 194		
			4 <sup>[1]</sup>	6 <sup>[1]</sup>	8	10	12	2H	Grade 4				
Cl	Classe de qualité (ou grade)		4 <sup>[1]</sup>	6 <sup>[1]</sup>	8	10	12	2H	Grade 4				
D	Plage de dimension	mm			d ≤ 16	d > 16				d ≤ 38	d ≤ 65		
S <sub>p</sub> min	Contrainte à la charge d'épreuve	MPa	-	600 à 720	800 à 880	920	1040 à 1060	1150 à 1200	-	-	-		
HV	Dureté de surface minimale	Degré HV	117 <sup>[2]</sup>	150	200 <sup>[3]</sup>	233	272	295		260			
	Dureté de surface maximale	Degré HV	302 <sup>[2]</sup>	302		353				370			
	Traitements thermiques			Néant		Trempe et revenu							
	Finition de base			Brut		Brut (souvent bruni) non dégraissé			Brut non dégraissé				
	Principales nuances d'acier habituellement utilisées <sup>[4]</sup>				QSt36-2		Cq35		C45E	45D3			
				Cq22		-	Cq45	-	-	-			

1. L'emploi des classes 4 et 6 pour les écrous est limité par l'obsolescence, le marché basculant vers les écrous de classe 8 a minima.

2. Dureté pour diamètres compris entre 16 et 39 mm.

3. Diamètre < M4 : 180HV.

4. Le choix de la matière est à l'initiative du fabricant, dans la limite de l'obtention des caractéristiques fixées par la norme.

Toutes les valeurs sont données à titre indicatif et documentaire ; seule une vérification expérimentale pour l'application envisagée peut valider les valeurs réelles.

## Visserie en acier inoxydable et autres matières

**Vis, goujons et tiges.** Filetage M1,6 à M39 pas gros et M8x1,00 à M39x3 pas fins

34-4 Caractéristiques mécaniques à température ambiante (10°C à 35°C)

**IMPORTANT :** les valeurs indiquées concernant les caractéristiques mécaniques et physiques des vis, goujons et tiges filetés sont issues d'essais effectués dans une plage de température comprise entre 10 et 35°C.

Abréviation	Désignation	Unité	Acier inoxydable				Réfractaire	Autres matériaux			
			ISO 3506-1		ASTM A193			ISO 8839			
Cl	Classe de qualité (ou grade)		A2-70	A4-70	A4-80	B8 classe 2	NS 30	CU3	7075	TA6V	PA6.6
	Appellation usuelle de la matière		304	316	316	304	310	Laiton	Aluminium	Titanium	Nylon®
D	Plage de dimension	mm	d ≤ 24	d ≤ 24	d ≤ 24	d ≤ 20	20 < d ≤ 25	-	d ≤ 6	6 < d ≤ 39	
R <sub>m, min</sub>	Résistance minimale à la traction	MPa	700		800	860	790	650	440	370	550
R <sub>el, min</sub>	Limite inférieure d'écoulement minimale	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R <sub>p0,2 min</sub>	Limite conventionnelle d'élasticité minimale	MPa	450		600	690	550	280	340	250	490
	Rapport résistance élastique sur densité		56		75	86	69	35	40	29	175
T <sub>ut, min</sub>	Température minimale d'emploi <sup>[1]</sup>	°C	-200°C	-60°C	-	-200°C	-	-	-	-	-40°C
	Perte de résistance -50°C < T < 10°C	%	10		-	-	-	-	-	-	-
	-100°C < T < -50°C	%	40	20	-	-	-	-	-	-	-
T <sub>ut, max</sub>	Température maximale d'emploi <sup>[1]</sup>	°C	400°C (600°C sur demande)		550°C	1000°C	-	-	-	100°C	-
	35°C < T < 100°C	%	15	-	-	15	25	-	-	-	-
Perte de résistance	100°C < T < 200°C	%	20	-	-	25	30	-	-	-	-
	200°C < T < 300°C	%	25	-	-	35	40	-	-	-	-
	300°C < T < 400°C	%	30	-	-	40	45	-	-	-	-
A%	Allongement après rupture sur éprouvette	%	-	-	-	12	15	-	11	19	11
Af	Allongement minimal après rupture sur produits entiers	D	0,4	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-
Z	Réduction minimale de section après rupture	%	-	-	-	35	-	-	-	-	-
KU	Résilience minimale	J	-	-	-	-	-	-	-	-	15 à 20
HV	Dureté de surface minimale	Degré HV	-	-	-	-	-	-	-	160	350
HV	Dureté de surface maximale	Degré HV	-	-	-	-	-	-	-	180	-
<b>Divers</b>											
Principales nuances d'acier habituellement utilisées <sup>[2]</sup>			Z2CN18-8	Z2CND17-11		Z6CN18-9	Z12CN 25-20	UZ40Pb		7075	TA6V
			Z6CN18-8	Z6CND17-11			Z8CN25-20	UZ37		-	-
			Z6CN18-10	Z2CND 17-12	-	-	-	-	-	-	-
			Z5CN18-11FF	Z24CND 17-11-02FF	-	-	-	-	-	-	-
	Traitements thermiques		Aucun								Trempe et revenu
	Finition de base		Brut (souvent décapé et passivé)				Brut				Naturel
	Protections possibles contre la corrosion		-	-	-	-	-	-	-	OAI-OABIC	-

1. En dehors des limites conventionnelles de température en utilisation (+10°C à +35°C), il faut tenir compte dans les calculs des variations des caractéristiques mécaniques : une élévation de température importante, même transitoire, peut dégrader définitivement les caractéristiques mécaniques.

2. Le choix de la matière est à l'initiative du fabricant, dans la limite de l'obtention des caractéristiques fixées par la norme.

## 34-5 Caractéristiques physiques

Abréviation	Désignation	Unité	Acier inoxydable				Réfractaire	Autres matériaux			
			ISO 3506-1		ASTM A193			ISO 8839			
Cl	Classe de qualité (ou grade)		A2-70	A4-70	A4-80	B8 classe 2	NS 30	CU3	7075	TA6V	PA6.6
	Appellation usuelle de la matière		304	316	316	304	310	Laiton	Aluminium	Titane	Nylon®
D	Plage de dimension	mm	d ≤ 24	d ≤ 24	d ≤ 24	d ≤ 20	20 < d ≤ 25	d ≤ 6	6 < d ≤ 39		
	Densité	10³ kg/m³			8,00			8,50	2,80	4,45	1,14
	Module de Young				193000		-	97000	72000	112000	2700
	Coefficient de Poisson				0,30		-	0,34	0,33	0,34	0,39
	Coefficient de frottement (montage homogène)				0,10 à 0,40		-	0,10 à 0,40	-	-	-
	Conductivité thermique	W/m.K	16,2	-	-	16,2	-	115,0	130,0	6,7	0,24
α	Coefficient de dilatation thermique linéique à 20°C	K⁻¹	17,2 × 10⁻⁶		15,9 × 10⁻⁶		17,2 × 10⁻⁶	17,0 × 10⁻⁶	20,5 × 10⁻⁶	23,4 × 10⁻⁶	8,6
	Résistivité électrique à 20°C	10⁻⁹ Ω.m	720			740		850	66	52	171
μy	Perméabilité magnétique relative au vide <sup>[1]</sup>		1,4 à 1,8 <sup>[2]</sup>	1,01 à 1,10 <sup>[2]</sup>	1,01 à 1,05 <sup>[2]</sup>		-	-	-	-	-

1. Mesure de l'aptitude à la magnétisation, par rapport au vide considéré comme non magnétique ; plus le rapport est proche de 1, plus la perméabilité est faible.

2. Bien que les aciers inoxydables austénitiques (A2 et A4) soient normalement non magnétiques, une teneur en nickel supérieure à 9% accompagnée d'un écrouissage à froid peut permettre l'apparition de propriétés magnétiques. Sans exigences particulières préalablement signifiées, ce phénomène ne peut être une cause de non-conformité.

## Ecrous

## 34-6 Caractéristiques mécaniques à température ambiante (10°C à 35°C)

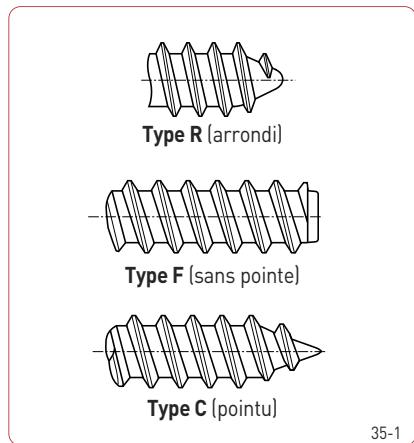
Abréviation	Désignation	Unité	Acier inoxydable				Réfractaire	Autres matériaux			
			ISO 3506-2		ASTM A194			ISO 8839			
Cl	Classe de qualité (ou grade)		A2-70	A4-70	A4-80	B8 classe 2	NS 30	CU3	7075	TA6V	PA6.6
	Appellation usuelle de la matière		304	316	316	304	310	Laiton	Aluminium	Titane	Nylon®
D	Plage de dimension	mm	d ≤ 24	d ≤ 24	d ≤ 24	d ≤ 100	-	-	-	-	-
S <sub>p</sub> min	Contrainte à la charge d'épreuve	MPa	700		800	-	-	-	550	900	-
HV	Dureté de surface minimale	Degré HV	-	-	-	133	-	-	-	-	-
	Dureté de surface maximale	Degré HV	-	-	-	316	-	-	-	-	-
	Principales nuances d'acier habituellement utilisées <sup>[3]</sup>		Z2CN18-8	Z2CND17-11	Z2CND17-11	Z6CN18-9	Z12CN25-20	UZ40Pb	7075	TA6V	PA 6.6
			Z6CN18-8	Z6CND17-11	Z6CND17-11	-	Z8CN25-20	UZ37	-	-	-
	Traitements thermiques					Aucun			Trempe et revenu	-	Aucun
	Finition de base				Brut (souvent décapé et passivé)			Brut			Naturel
	Protections possibles contre la corrosion		-	-	-	-	-	-	OAI - OABIC	-	-

1. Le choix de la matière est à l'initiative du fabricant, dans la limite de l'obtention des caractéristiques fixées par la norme.

Toutes les valeurs sont données à titre indicatif et documentaire ; seule une vérification expérimentale pour l'application envisagée peut valider les valeurs réelles.

## 35 Avant-trou de perçage pour vis à tôle

En fonction de la forme de l'extrémité, les vis à tôle se répartissent en trois catégories P, SP et R.



35-2

Vis N°	Pas	Diamètre fileté	Tôles			Plaques et autres supports			
			Épaisseur métal	Aacier HV 120 max	Aluminium	Métaux tendres R ≤ 245 N/mm <sup>2</sup> et matières plastique thermodurcissables		Matières thermoplastiques	
				Diamètre de perçage	Diamètre de perçage	Diamètre de perçage	Profondeur trou borgne mini	Diamètre de perçage	Profondeur trou borgne mini
2	0,79	2,18	0,4 à 0,5	1,65	-	2	4,3	2	5
			0,6 à 0,8	1,80	1,65				
			0,9 à 1	1,85	1,65				
			1,2 à 1,5	1,85	1,80				
3	0,91	2,50	0,4 à 0,5	1,90	-	2,3	4,5	2,3	6,4
			0,6 à 0,8	2,10	1,90				
			0,9 à 1	2,10	1,90				
			1,2 à 1,5	2,20	2				
4	1,06	2,85	0,4 à 0,5	2,20	-	2,6	4,8	2,5	6,4
			0,6 à 0,8	2,40	2,20				
			0,9 à 1	2,40	2,20				
			1,2 à 1,5	2,50	2,20				
5	1,27	3,25	2 à 2,5	2,60	2,20	3	5,6	2,9	6,4
			0,4 à 0,5	2,40	-				
			0,6 à 0,8	2,50	2,40				
			0,9 à 1	2,60	2,40				
6	1,27	3,48	1,2 à 1,5	2,70	2,50	3,2	6,4	3,1	6,4
			2 à 2,5	3,10	2,80				
			3 à 3,5	-	3				
			0,6 à 0,8	3	2,9				
7	1,34	3,84	0,9 à 1	3	2,9	3,5	6,4	3,3	6,4
			1,2 à 1,5	3,20	3,0				
			2 à 2,5	3,50	3,3				
			3 à 3,5	-	3,5				

Extrait de la norme ISO 1478

La forme d'extrémité de la vis étant sans influence sur les dimensions de l'avant-trou, les valeurs indiquées s'appliquent aux trois types de pointe. On préférera, toutefois, utiliser des vis C dans les trous borgnes afin d'éviter tout contact avec des copeaux éventuels.

Dans les plaques et autres supports, la profondeur du trou borgne et son diamètre peuvent être augmentés si les valeurs indiquées ne permettent pas une longueur de serrage suffisante.

**Nota.** Les matières plastiques ont leurs réactions propres qui induisent une importante fragilité aux efforts de déformation et une sensibilité particulière aux contraintes extérieures (thermique, hydrométrique, ...). Les vis autotaraudeuses à section trilobée pour matières plastiques (Plastite®, ...) ont été spécialement étudiées pour prévenir les réactions des matières plastiques.

35-2 (suite)

Vis N°	Pas	Diamètre fileté	Tôles			Plaques et autres supports			
			Épaisseur métal	Aacier HV 120 max	Aluminium	Métaux tendres R ≤ 245 N/mm <sup>2</sup> et matières plastique thermodurcissables		Matières thermoplastiques	
				Diamètre de perçage	Diamètre de perçage	Diamètre de perçage	Profondeur trou borgne mini	Diamètre de perçage	Profondeur trou borgne mini
8	1,41	4,16	0,6 à 0,8	3,20	3,1	3,8	6,4	3,6	7,9
			0,9 à 1	3,20	3,2				
			1,2 à 1,5	3,40	3,3				
			2 à 2,5	3,60	3,6				
			3 à 3,5	3,90	3,8				
10	1,59	4,72	0,6 à 0,8	3,70	-	4,5	7,1	4,3	7,9
			0,9 à 1	3,70	3,6				
			1,2 à 1,5	3,80	3,6				
			2 à 2,5	4,00	3,8				
			3 à 3,5	4,30	3,9				
			4 à 4,5	4,40	4,0				
12	1,81	5,39	0,6 à 0,8	4,20	-	5,1	7,1	4,8	9,5
			0,9 à 1	4,20	-				
			1,2 à 1,5	4,40	4,1				
			2 à 2,5	4,60	4,5				
			3 à 3,5	5,00	4,6				
			4 à 4,5	5,10	4,8				
14	1,81	6,17	0,6 à 0,8	4,90	-	5,9	8	5,6	9,5
			0,9 à 1	4,90	-				
			1,2 à 1,5	5,00	5,1				
			2 à 2,5	5,40	5,3				
			3 à 3,5	5,80	5,3				
			4 à 4,5	5,90	5,4				
			4,5 à 5	5,90	5,6				

Extrait de la norme ISO 1478

# 36 Tableau comparatif des rondelles selon normes NFE, DIN et ISO

36-1

Diamètre nominal	NFE 25513 100HV		NFE 25514 160HV		Z	M	L	LL	DIN 125A 140-200HV		DIN 9021 Acier-Laiton-Alu		Norme Internationale					ISO 7089	ISO 7090	ISO 7091	ISO 7092	ISO 7093-1	ISO 7094							
													7089-90-92	7093	7091	7089-90-91	7092	7093	Série normal	Série étroite	Série large	Grade A Dureté 200HV	Grade C 100HV	Grade A 200HV	Grade A 200HV	Grade C 100HV				
		d1 mini	s nom.	d1 mini	s nom.	d2	d2	d2	d2	d1 mini	s nom	d2	d1 mini	s nom	d2	d1 mini		s nom			d2 nom. maxi	d2 nom. chanfreiné	d2 nom. maxi	d2 nom. maxi	d1 mini	s nom	d2 nom. maxi			
1,6			1,7	0,5	3,5	5	6		1,7	0,3	4					1,7		1,8	0,3	0,3	4		4	3,5						
2			2,2	0,5	4	5,5	7		2,2	0,3	5					2,2		2,4	0,3	0,3	5		5	4,5						
2,5			2,7	0,5	5	7	10		2,7	0,5	6	2,7	0,8	8		2,7		2,9	0,5	0,5	6		6	5						
3	3,2	0,8	3,2	0,8	6	8	12	14*	3,2	0,5	7	3,2	0,8	9		3,2	3,2	3,4	0,5	0,5	7		7	6	9					
3,5									3,7	0,5	8	3,7	0,8	11		3,7	3,7	3,9	0,5	0,5	8		8	7	11					
4	4,3	0,8	4,3	0,8	8	10	14	16*	4,3	0,8	9	4,3	1	12		4,3	4,3	4,5	0,8	0,5	1	9		9	8	12				
5	5,3	1	5,3	1	10	12	16	20*	5,3	1	10	5,3	1,2	15		5,3	5,3	5,5	1	1	10	10	10	9	15	5,5	2	18		
6	6,4	1,2	6,4	1,2	12	14	18	24*	6,4	1,6	12	6,4	1,6	18		6,4	6,4	6,6	1,6	1,6	12	12	12	11	18	6,6	2	22		
7	7,4	1,5	7,4	1,5	14	16	20	27*	7,4	1,6	14	7,4	2	22																
8	8,4	1,5	8,4	1,5	16	18	22	30*	8,4	1,6	16	8,4	2	24		8,4	8,4	9	1,6	1,6	2	16	16	16	15	24	9	3	28	
10	10,5	2	10,5	2	20	22	27	36*	10,5	2	20	10,5	2,5	30		10,5	10,5	11	2	1,6	2,5	20	20	20	18	30	11	3	34	
12	13	2,5	13	2,5	24	27	32	40*	13	2,5	24	13	3	37		13	13	13,5	2,5	2	3	24	24	24	20	37	13,5	4	44	
14	15	2,5	15	2,5	27	30	36	45*	15	2,5	28	15	3	44		15	15	15,5	2,5	2,5	3	28	28	28	28	24	44	15,5	4	50
16	17	3	17	3	30	32	40	50*	17	3	30	17	3	50		17	17	17,5	3	2,5	3	30	30	30	28	50	17,5	5	56	
18	19	3	19	3	32	36	45	55*	19	3	34	20	4	56		19	19	20	3	3	4	34	34	34	34	30	56	20	5	60
20	21	3	21	3	36	40	50	60*	21	3	37	22	4	60		21	21	22	3	3	4	37	37	37	37	34	60	22	6	72
22	23	3	23	3	40	45	55		23	3	39					23	23	24	3	3	5	39	39	39	37	66	24	6	80	
24	25	4	25	4	45	50	60		25	4	44	26	5	72		25	25	26	4	4	5	44	44	44	39	72	26	6	85	
27	28	4	28	4	48	55	65		28	4	50					28	30	30	4	4	6	50	50	50	44	85	30	6	98	
30	31	4	31	4	52	60	70		31	4	56	33	6	92		31	33	33	4	4	6	56	56	56	50	92	33	6	105	
33	34	5			65*				34	5	60					34	36	36	5	5	6	60	60	60	56	105	36	8	115	
36	37	5			70*				37	5	66	39	8	110		37	39	39	5	5	8	66	66	66	60	110	39	8	125	
39	40	6			75*				40	6	72					42		42	6			72	72	72						
42	43	6			80*				43	7	78					45		45	8			78	78	78						
45	46	7			85*				46	7	85					48		48	8			85	85	85						
48	50	7			90*				50	8	92					52		52	8			92	92	92						
52	54	8			100*				54	8	98					56		56	8			98	98	98						
56									58	9	105					62		62	10			105	105	105						
60									62	9	110					66		66	10			110	110	110						
64									66	9	115					70		70	10			115	115	115						

\*Ne concerne que la norme NFE 25513.

Non normalisé

Grade A : tolérances précises

Grade C : tolérances larges

d1 = diamètre intérieur

Non préférentiel

Grade A : tolérances précises

Grade C : tolérances larges

HV : dureté Vickers

d2 = diamètre extérieur

s = épaisseur

# 37 Choix des rondelles ressort selon DIN 2093

37-1

Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)			Dimensions (mm)		
De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t	De	Di	t
8	3,2	0,30	18	9,2	1,00	34	16,3	1,50	63	31	3,00	112	57	4,00	160	82	11,00	125,00	64,00	5,00
8	3,2	0,40	20	8,2	0,50	34	16,3	2,00	63	31	3,50	112	57	6,00	160	82	4,80	125,00	64,00	6,00
8	3,2	0,50	20	8,2	0,60	35,5	18,3	1,25	70	24,5	3,00	112	57	6,00	180	92	10,00	125,00	71,00	6,00
8	4,2	0,20	20	8,2	0,70	35,5	18,3	2,00	70	24,5	3,50	125	51	4,00	180	92	13,00	140,00	72,00	5,00
8	4,2	0,30	20	8,2	0,80	40	14,3	1,25	70	25,5	2,00	125	51	4,00	200	82	8,00	150,00	61,00	5,00
8	4,2	0,40	20	8,2	0,90	40	14,3	1,50	70	30,5	2,50	125	51	5,00	200	82	10,00	150,00	61,00	6,00
10	3,2	0,30	20	8,2	1,00	40	14,3	1,75	70	30,5	3,00	125	51	5,00	200	82	12,00	150,00	71,00	6,00
10	3,2	0,40	20	10,2	0,40	40	14,3	2,00	70	35,5	3,00	125	51	6,00	200	92	10,00	160,00	82,00	4,30
10	3,2	0,50	20	10,2	0,50	40	16,3	1,50	70	35,5	3,50	125	51	6,00	200	92	12,00	160,00	82,00	6,00
10	4,2	0,10	20	10,2	0,80	40	16,3	1,75	70	35,5	4,00	125	61	5,00	200	92	14,00	180,00	92,00	4,80
10	4,2	0,50	20	10,2	0,90	40	16,3	2,00	70	35,5	4,00	125	61	5,00	200	102	8,00	180,00	92,00	6,00
10	4,2	0,60	20	10,2	1,00	40	18,3	2,00	70	40,5	4,00	125	61	6,00	200	102	10,00	200,00	82,00	5,00
10	5,2	0,25	20	10,2	1,10	40	20,4	1,50	70	40,5	4,00	125	61	6,00	200	102	12,00	200,00	82,00	6,00
10	5,2	0,40	22,5	11,2	0,60	40	20,4	2,00	70	40,5	5,00	125	64	3,50	200	102	14,00	200,00	82,00	8,50
10	5,2	0,50	22,5	11,2	0,80	40	20,4	2,25	70	40,5	5,00	125	64	5,00	200	112	12,00	200,00	82,00	13,00
12	4,2	0,40	23	8,2	0,70	40	20,4	2,50	71	36	2,00	125	64	5,00	200	112	14,00	200,00	102,00	5,50
12	4,2	0,50	23	8,2	0,80	45	22,4	1,25	71	36	2,50	125	64	6,00	200	112	16,00	200,00	102,00	8,30
12	4,2	0,60	23	8,2	0,90	45	22,4	1,75	71	36	4,00	125	64	6,00	225	112	6,50	200,00	9,00	30,000
12	5,2	0,50	23	10,2	0,90	45	22,4	2,50	71	36	4,00	125	71	6,00	225	112	8,00	200,00	102,00	11,00
12	5,2	0,60	23	10,2	1,00	48	16,3	1,50	80	30,5	2,50	125	71	6,00	225	112	12,00	200,00	112,00	6,00
12	6,2	0,50	23	12,2	1,00	50	18,4	1,25	80	31	3,00	140	72	3,80	225	112	16,00	200,00	112,00	15,00
12	6,2	0,60	25	12,2	0,70	50	18,4	1,50	80	31	4,00	140	72	5,00	250	102	10,00	225,00	112,00	9,00
12,5	6,2	0,35	25	12,2	0,90	50	18,4	2,00	80	31	4,00	140	72	5,00	250	102	12,00	225,00	112,00	10,00
12,5	6,2	0,50	28	10,2	0,80	50	18,4	2,50	80	35,5	4,00	150	61	5,00	250	127	7,00	225,00	112,00	10,80
12,5	6,2	0,70	28	10,2	1,00	50	18,4	3,00	80	35,5	4,00	150	61	5,00	250	127	8,00	250,00	127,00	7,50
14	7,2	0,35	28	12,2	1,00	50	20,4	2,00	80	36	3,00	150	61	6,00	250	127	10,00	250,00	127,00	9,00
14	7,2	0,50	28	14,2	0,80	50	20,4	2,50	80	41	2,25	150	61	6,00	250	127	12,00	250,00	127,00	9,20
14	7,2	0,60	28	14,2	1,00	50	22,4	2,00	80	41	3,00	150	71	6,00	250	127	14,00	250,00	127,00	10,50
15	5,2	0,40	31,5	16,3	0,80	50	22,4	2,50	80	41	4,00	150	71	6,00	250	127	16,00	250,00	127,00	11,00
15	5,2	0,50	34	12,3	1,00	50	25,4	1,25	80	41	4,00	160	82	4,30	70,00	35,50	4,00	250,00	127,00	13,00
15	5,2	0,60	35,5	18,3	0,90	50	25,4	1,50	80	41	5,00	160,00	82,00	4,30	70,00	40,50	4,00	250,00	127,00	13,50
15	5,2	0,70	40	20,4	1,00	50	25,4	2,00	80	41	5,00	160	82	6,00	70	40,5	5,00	250,00	127,00	14,50
15	6,2	0,50	22,5	11,2	1,25	50	25,4	2,25	90	46	2,50	160,00	82,00	10,00	71,00	36,00	4,00	250,00	127,00	15,00
15	6,2	0,60	23	12,2	1,25	50	25,4	2,50	90	46	3,50	180	92	4,80	80,00	31,00	4,00	250,00	127,00	16,80
15	6,2	0,70	23	12,2	1,50	50	25,4	3,00	90	46	5,00	180	92	6,00	80,00	35,50	4,00	250,00	127,00	17,50
15	8,2	0,70	25	12,2	1,50	56	28,5	1,50	90	46	5,00	180	92	6,00	80,00	41,00	4,00	250,00	127,00	18,50
15	8,2	0,80	28	10,2	1,25	56	28,5	2,00	100	41	4,00	180	92	6,00	80,00	41,00	5,00	270	127	10,65
16	8,2	0,40	28	10,2	1,50	56	28,5	2,50	100	41	4,00	200	102	5,50	90,00	46,00	5,00	270	142	22
16	8,2	0,60	28	12,2	1,25	56	28,5	3,00	100	41	5,00	200	102	5,50	100,00	41,00	4,00	280	127	12
16	8,2	0,90	28	12,2	1,50	60	20,5	2,00	100	41	5,00	100	51	7,00	100,00	41,00	5,00	280	127	19
18	6,2	0,40	28	14,2	1,25	60	20,5	2,50	100	51	2,70	125	61	8,00	100,00	51,00	4,00	280	142	12
18	6,2	0,50	28	14,2	1,50	60	20,5	3,00	100	51	3,50	125	64	7,00	100,00	51,00	5,00	280	142	15
18	6,2	0,60	31,5	16,3	1,25	60	25,5	2,50	100	51	4,00	125	64	8,00	100,00	51,00	6,00	280	142	13,5
18	6,2	0,70	31,5	16,3	1,50	60	25,5	3,00	100	51	4,00	125	71	8,00	112,00	57,00	4,00	280	142	17,45
18	6,2	0,80	31,5	16,3	1,75	60	30,5	2,50	100	51	5,00	125	71	8,00	112,00	57,00	4,00	280	142	17,3
18	6,2	0,90	31,5	16,3	2,00	60	30,5	2,75	100	51	5,00	140	72	8,00	125,00	51,00	4,00	280	142	18
18	8,2	0,40	34	12,3	1,25	60	30,5	3,00	100	51	6,00	150	61	7,00	125,00	51,00	5,00	280	142	20
18	8,2	0,70	34	12,3	1,25	63	31	1,80	112	57	3,00	150	81	8,00	125,00	61,00	5,00	280	152	12,8
18	9,2	0,45	34	14,3	1,25	63	31	1,80	112	57	3,00	150	81	8,00	125,00	61,00	5,00	280	152	20
18	9,2	0,70	34	14,3	1,50	63	31	2,50	112	57	4,00	150	81	10,00	125,00	61,00	6,00	280	152	15

Groupe 1  
Groupe 2  
rondelettes ressorts  
avec surface  
d'appui  
et épaisseur réduite

Groupe 3  
De :  
diamètre extérieur  
Di :  
diamètre intérieur  
t :  
épaisseur matière

Rondelles  
ressorts norme  
usine Mubea

# 38 Clavettes parallèles et clavettes disques

## Clavettes parallèles

### Désignation

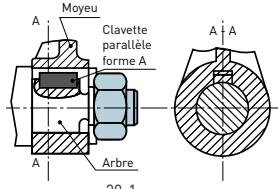
Clavette parallèle	A	10 x 8	40	NF E 22 - 177
Désignation de l'élément	Symbole de la forme	Section	Longueur	Norme de référence

### Montage et ajustements

L'assemblage par clavetage est une liaison par obstacle d'un moyeu sur un arbre. Cette liaison rend solidaire en rotation un organe de machine et un arbre. Elle peut être complète ou partielle (translation).

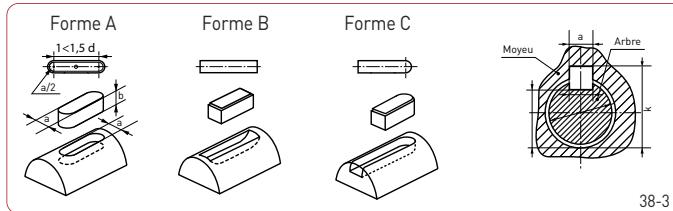
Le couple transmissible est supérieur à celui obtenu par gouillage.

38-2



Type clavetage	Ajustements	
Libre	H9 h9	D10 h9
Normal	N9 h9	JS9 h9
Serré	P9 h9	P9 h9

### Différentes formes

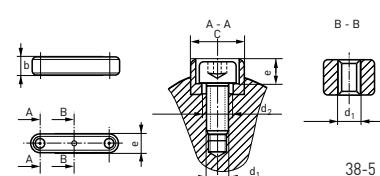


## Dimensions

38-4 Principales dimensions NF E 22-177

d	Clavette		Arbre		Moyeu	
	a H9	b ≤ 6 H9 b > 6 H11	H9 - N9 - P9	i	A D10 - JS9 - P9	k
8 ≤ d ≤ 10	3	3	3	d - 1,8 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	3	d + 1,4 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
10 < d ≤ 12	4	4	4	d - 2,5 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	4	d + 1,8 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
12 < d ≤ 17	5	5	5	d - 3 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	5	d + 2,3 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
17 < d ≤ 22	6	6	6	d - 3,5 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	6	d + 2,8 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
22 < d ≤ 30	8	7	8	d - 4 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	8	d + 3,3 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
30 < d ≤ 38	10	8	10	d - 5 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	10	d + 3,3 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
38 < d ≤ 44	12	8	12	d - 5 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	12	d + 3,3 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
44 < d ≤ 50	14	9	14	d - 5,5 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	14	d + 3,8 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
50 < d ≤ 58	16	10	16	d - 6 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	16	d + 4,3 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
58 < d ≤ 65	18	11	18	d - 7 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	18	d + 4,4 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
65 < d ≤ 75	20	12	20	d - 7,5 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	20	d + 4,9 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
75 < d ≤ 85	22	14	22	d - 9 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	22	d + 5,4 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>

### Clavettes fixées sur l'arbre



38-6

Section a x b	c	d1	Vis C ou CHC	d2	e
6 x 6	5	M 2,5	M 2,5 x 6	2,9	3
8 x 7	5,5	M 3	M 3 x 8	3,4	3,5
10 x 8	8	M 4	M 4 x 10	4,6	4,5
12 x 8	10	M 5	M 5 x 10	5,5	5,5
14 x 9	12	M 6	M 6 x 10	6,5	6,5
16 x 10	12	M 6	M 6 x 10	6,5	6,5
18 x 11	16	M 8	M 8 x 12	9	8,5
20 x 12	16	M 8	M 8 x 12	9	8,5

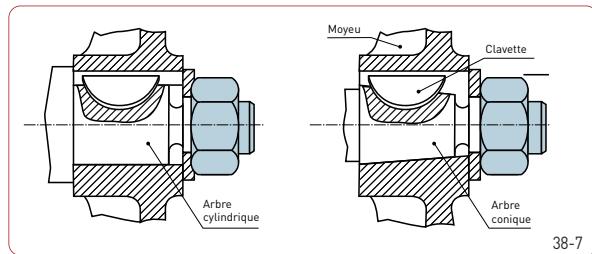
**Note :** le trou taraudé dans la clavette (d<sub>1</sub>) sert à l'extraction de celle-ci. Les trous lisses dans la clavette (d<sub>2</sub>) servent de passage aux deux vis de fixation.

## Clavettes disques

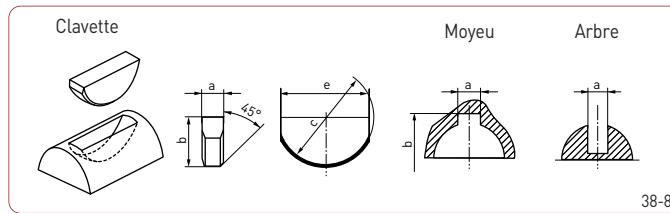
### Désignation

Clavette disque	8	15	NF E 27 - 653
Désignation de l'élément	Epaisseur a	Hauteur b	Norme de référence

### Exemple de montage



### Dimensions



La clavette disque a une utilisation limitée de par la difficulté à usiner l'empreinte profonde dans l'arbre (affaiblit la résistance de l'arbre). Le couple transmissible est faible. Utilisé lorsque la portée sur l'arbre est faible.

38-9

a H9	Clavette			Arbre		Moyeu	
	b H11	c H11	a H11	a P9	j H11	a E9	k H13
4	5	13	11,5	4	d - 3,5	4	d + 1,8
	6,5	16	15		d - 5		d + 1,8
	7,5	19	17,5		d - 6		d + 1,8
5	6,5	16	15	5	d - 4,5	5	d + 2,3
	7,5	19	17,5		d - 5,5		d + 2,3
	9	22	20,5		d - 7		d + 2,3
6	9	2	20,5	6	d - 6,5	6	d + 2,8
	10	25	23		d - 7,5		d + 2,8
	11	28	25,5		d - 8,5		d + 2,8
	13	32	30		d - 10,5		d + 2,8
8	11	28	25,5	8	d - 8	8	d + 3,3
	13	32	30		d - 10		d + 3,3
	15	38	35		d - 12		d + 3,3
	16	45	41		d - 13		d + 3,3

**Nota :** le choix de l'épaisseur a est fonction du diamètre de l'arbre d.

### Tolérances

38-10

a	Moyeu clavette		Clavette arbre	
	Jeu maxi (µm)	Jeu mini (µm)	Jeu maxi (µm)	Serrage mini (µm)
1,5 - 2 2,5 - 3	64	14	19	31
4 - 5 - 6	80	20	18	42
8 - 10	97	25	21	51

# 39 Documents de contrôle selon NF EN 10204 (janvier 2005)

**Avertissement :** une norme EN ISO 16228 pour les certificats de contrôle, spécifique aux produits de fixation, est en cours d'élaboration. Il est conseillé de surveiller l'apparition de cette norme pour s'y référer dès parution, car elle sera mieux adaptée aux produits de fixation.

## Termes et définitions

### Contrôle non spécifique

Contrôle réalisé par le producteur conformément à ses propres procédures pour évaluer si les produits définis par la même spécification de produit et élaborés suivant le même procédé de fabrication satisfont aux prescriptions de la commande ou non. Les produits contrôlés ne sont pas nécessairement les produits effectivement livrés.

### Contrôle spécifique

Contrôle réalisé, avant livraison, conformément à la spécification de produit sur les produits à livrer ou sur des unités de contrôle dont les produits livrés font partie, de manière à vérifier si ces produits sont conformes aux prescriptions de la commande.

### Producteur

Organisation qui fabrique les produits concernés conformément aux prescriptions de la commande et aux caractéristiques spécifiées dans la spécification de produit référencée.

### Intermédiaire

Organisation qui est approvisionnée en produits par les producteurs et qui les fournit alors à son tour, sans transformation complémentaire ou après transformation sans modification des caractéristiques spécifiées dans la commande de l'acheteur ou dans la spécification de produit référencée.

### Spécification de produit

Prescriptions techniques détaillées complètes, pertinentes pour la commande, présentées sous forme écrite, par exemple réglementation, normes et autres spécifications référencées.

## Documents de contrôle basés sur un contrôle non spécifique

### Attestation de conformité à la commande «type 2.1»

Document dans lequel le producteur déclare que les produits livrés sont conformes aux prescriptions de la commande, qui ne comporte pas de résultats d'essai.

### Relevé de contrôle «type 2.2»

Document dans lequel le producteur déclare que les produits livrés sont conformes aux prescriptions de la commande et dans lequel il fournit des résultats d'essais basés sur un contrôle non spécifique.

## Documents de contrôle basés sur un contrôle spécifique

### Certificat de réception 3.1 «type 3.1»

Document dans lequel le producteur déclare que les produits livrés sont conformes aux prescriptions de la commande et dans lequel il fournit des résultats d'essais.

L'unité de contrôle et les essais à réaliser sont définis par la spécification du produit, les règlements officiels et règles correspondantes et/ou par commande.

Le document est validé par le représentant autorisé du contrôle du producteur, indépendant des services de fabrication.

### Certificat de réception 3.2 «type 3.2»

Document préparé à la fois par le représentant autorisé du contrôle du producteur, indépendant des services de fabrication et soit par le représentant autorisé du contrôle de l'acheteur, soit par l'inspecteur désigné par les règlements officiels et dans lequel ils déclarent que les produits livrés sont conformes aux prescriptions de la commande et dans lequel des résultats d'essais sont fournis.

Il doit être permis à un producteur de reporter sur son certificat de réception 3.2 les résultats d'essais applicables, obtenus par un contrôle spécifique sur des demi-produits ou des produits approvisionnés qu'il utilise, pour autant que le producteur applique des procédures de traçabilité et puisse fournir les documents de contrôle correspondants sur demande.

## Transmission de documents de contrôle par un intermédiaire

Un intermédiaire doit uniquement transmettre soit un original soit une copie des documents de contrôle fournis par le producteur sans aucune modification. Cette documentation doit être accompagnée des moyens d'identification appropriés du produit de façon à assurer la traçabilité entre le produit et la documentation.

La copie du document original est permise pour autant que :

- des procédures de traçabilité soient appliquées,
- le document original soit disponible sur demande.

Lors de la production de copies, il est autorisé de remplacer les informations relatives à la quantité initiale livrée par la quantité partielle effectivement livrée.

**Nota.** Pour pouvoir être produits, les documents de contrôle basés sur un contrôle spécifique doivent avoir été demandés à la commande.

## Tableau récapitulatif des documents de contrôle

39-1

Référence de la norme NF EN 10204	Désignation du type de document			Contenu du document	Document validé par
	désignation française	désignation anglaise	désignation allemande		
Type 2.1	Attestation de conformité à la commande	Declaration of compliance with the order	Werksbescheinigung	Déclaration de conformité à la commande.	Le producteur
Type 2.2	Relevé de contrôle	Test report	Werkszeugnis	Déclaration de conformité à la commande avec indication de résultats de contrôle non spécifiques.	Le producteur
Type 3.1	Certificat de réception 3.1	Inspection certificate 3.1	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	Déclaration de conformité à la commande avec indication de résultats de contrôle spécifique.	Le représentant autorisé du contrôle du producteur, indépendant des services de fabrication.
Type 3.2	Certificat de réception 3.2	Inspection certificate 3.2	Abnahmeprüfzeugnis 3.2	Déclaration de conformité à la commande avec indication de résultats de contrôle spécifique.	Le représentant autorisé du contrôleur du producteur, indépendant des services de fabrication et soit le représentant autorisé du contrôle de l'acheteur soit l'inspecteur désigné par les règlements officiels.

Nota : les termes «certificat de contrôle spécifique du produit» de la directive 97/23/CE et «document de contrôle basé sur un contrôle spécifique» de la norme NF EN 10204 sont équivalents.

# 40 Lexique Français / Anglais

A								
Abrasif	Abrasive material	Acier prétraité	Pre-heat treated steel	Alliage léger	Light alloy	Appareil de mesure de dureté	Hardness tester	Assemblage de maintien
Absorber	Absorb (to)	Acier rapide	High speed steel	Allongement	Elongation	Applicateur	Coater	Assemblage par adhérence
Acceptation	Acceptability	Acier réfractaire	Heat resisting steel	Allongement au fluage	Creep	Appointage	Pointing	Bearing joint
Accostage	Pull-together	Acier resulfuré	Resulphurized steel	Allongement élastique	Elastic elongation	Approvisionner	Supply (to)	Assemblage par appuis
Accouplement mécanique	Coupling	Acierie	Steel mill	Allongement plastique	Plastic elongation	Appui	Support	Bolted joint
Achat	Purchase	Additif	Additive	Allumage	Ignition	Apte au sertissage	Crimpable	Quality assurance
Acheter	Purchase (to)	Adhérence	Adhesion	Alternateur	Alternator	Aptitude	Ability	ASTM Association américaine pour les essais et matériaux
Acheteur	Purchaser	Adhérence du revêtement	Adhesion of coating	Aluminium	Aluminium	Aptitude à l'assemblage	Assemblability	ASTM American Society for Testing and Materials
Acide	Acid	Adhésif	Adhesive	AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances et Etude de criticité)	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	Aptitude à la déformation	Deformability	ASTM Norme américaine
Acide chlorhydrique	Hydrochloric acid	Adouci	Annealed / Soft annealed	Analyse chimique	Chemical analysis	Aptitude à l'emploi	Fitness for purpose / Fitness for use	Atteindre (Revêtement à l'attache)
Acide nitrique	Nitric acid	Adoucissement	Softening	Analyse de faisabilité	Feasibility study	Aptitude au montage	Mountability	Attestation de conformité
Acide sulfurique	Sulphuric acid	AFFIX Association des fabricants de fixations mécaniques	AFFIX French fasteners manufacturers association	Analyse de la valeur	Value analysis	Arbre	Shaft	Audit périodique
Acier	Steel	Affûtage	Sharpening	Angle	Angle	Arbre de transmission	Driveshaft	Austénitique
Acier allié	Alloyed steel	Affûteuse	Sharpening machine	Angle d'hélice	Helix angle	Arête	Edge	Automatique
Acier au bore	Boron steel	AFNOR Association Française de NORmalisation	AFNOR French standards association	Angle du fillet	Flank angle	Argent	Silver	Autonettoyeur (bout)
Acier au carbone	Carbon steel	Agrafe / Clip	Clip	Angle vif	Sharp edge	Argenture	Silver plating	Auto-passivation
Acier de cémentation	Case-hardening steel	Agrafe / Clip métallique	Metallic clip	Angulaire	Angular	Arrachement des filets / du filetage	Thread stripping	Autotaraudage
Acier de construction	Structural steel	Agrafe / Clip plastique	Plastic clip	Anneau d'arrêt (circlip)	Retaining ring	Arrondi	Rounded	Avant-trou
Acier de décolletage	Free-cutting steel	Alcalin	Alkaline	Anneau de levage	Lifting ring	Arrondi sous tête	Radius under head	Axe
Acier de déformation à froid	Cold forming steel	Alésage	Bore	Anneau de retenu	Retaining ring	ASME Association américaine des ingénieurs en mécanique	ASME American Society of Mechanical Engineers	Axe (dans l'axe de)
Acier doux	Tempered steel / Low-carbon steel	Alésage du corps du rivet aveugle	Blind rivet core	Anneau de tolérance	Tolerance ring	ASME Norme américaine	ASME American standard	B
Acier dur	High-carbon steel	Aléser	Bore (to)	Anodisation	Anodising	Aspect	Appearance	Bague filetée
Acier étiré	Drawn steel	Alignement	Alignment	ANSI Association américaine de normalisation	ANSI American National Standard Institute	Assemblage	Assembly	Bain
Acier faiblement allié	Low [grade] alloyed steel	Alimentation (énergie)	Energy supply	ANSI Norme américaine	ANSI American standard	Assemblage (mise en place)	Setting	Bain d'huile
Acier fortement allié	High [grade] alloyed steel	Alimentation (machine)	Feed	Anticorrosion	Against corrosion	Assemblage (par visse)	Tightening	Bain de décapage
Acier inoxydable	Stainless steel	Alliage	Alloy	Antirouille	Non-rusting	Assemblage (pièces assemblées)	Joint	Bain de dégraissage
Acier micro-allié	Micro-alloyed steel	Alliage cuivre corroyé	Wrought copper alloy	Aplatir (rondelette)	Flatten (to)			Bain de trempe
Acier mi-dur	Medium carbon steel			Appareil de contrôle	Control device			Bain électrolytique
Acier non-allié	Non-alloyed steel			Appareil de mesure	Measuring device			Bainite
Acier pour traitement thermique	Heat treatment steel							Banc (d'un tour)
								Banc d'essai

<b>Barre d'alésage</b>	Boring bar	<b>Boulon pour buse</b>	Bolt for corrugated steel pipes	<b>Brinell [essai]</b>	Brinell test	<b>Capabilité</b>	Capability	<b>Centre de production</b>	Production plant
<b>Barre de torsion</b>	Torsion bar	<b>Boulon-étrier</b>	Bent bolt	<b>Bronze</b>	Bronze	<b>Capabilité des moyens de contrôle</b>	Inspection facility capability	<b>Certificat 2.2</b>	2.2 Certificate
<b>Bâtiment, fixation extérieure de 2<sup>nd</sup> œuvre</b>	Building fastener [Outdoor]	<b>Boulonnnerie de construction métallique apte à la précontrainte</b>	High strength structural bolting for preloading	<b>Brouillard salin</b>	Salt atmosphere / Salt spray	<b>Capabilité du processus</b>	Process capability	<b>Certificat 3.1B</b>	3.1 Certificate
<b>Battement [tolérance de]</b>	Run-out tolerance	<b>Boulonnnerie de construction métallique non précontrainte</b>	Structural bolting	<b>Brouillard salin neutre (Essai BS)</b>	Salt spray test (NSS)	<b>Capabilité machine</b>	Machine capability	<b>Certificat de conformité</b>	Certificate of compliance
<b>Bavure</b>	Burr	<b>Boulonneuse</b>	Bolt driving machine	<b>Brûlure</b>	Hot spot / Heat mark	<b>Capacité de charge intégrale</b>	Full loadability	<b>Certificat de contrôle 3.1</b>	Inspection certificate 3.1
<b>Bavure (sans)</b>	Free of burrs	<b>Bout [d'une vis]</b>	Point / end	<b>Brunir (polir)</b>	Burnish [to] / Polish [to]	<b>Capacité de charge réduite</b>	Reduced loadability	<b>Certificat de contrôle 3.2</b>	Inspection certificate 3.2
<b>Bichromate de potassium</b>	Potassium dichromate	<b>Bout chanfreiné</b>	Chamfered end	<b>Brunissage</b>	Browning	<b>Capteur</b>	Sensor	<b>Certificat matière</b>	Material inspection document
<b>Bobine d'acier en fil-machine</b>	Reel wire	<b>Bout autonettoyeur</b>	Scrape point	<b>Brut de fabrication</b>	As processed [finish]	<b>Capteur d'efforts</b>	Force sensor	<b>CETIM CEntre Technique des Industries Mécaniques</b>	Technical centre for mechanical engineers
<b>Bol vibrant</b>	Vibratory bowl-feeder	<b>Bout autopercuteur</b>	Self-drilling point	<b>Brut de roulage (extrémité)</b>	As-rolled end	<b>Capteur dynamométrique</b>	Dynamometric sensor	<b>Chaîne de montage</b>	Assembly line
<b>Boltmaker</b>	Boltmaker	<b>Bout bombé</b>	Rounded end	<b>BSI Association de normalisation du Royaume-Uni</b>	NSS Neutral Salt Spray	<b>Caractéristique (propriété)</b>	Property [characteristic]	<b>Chaîne de processus</b>	Stream of process
<b>Bombé</b>	Convex	<b>Bout chanfreiné</b>	Chamfered end	<b>Butée</b>	BSI British Standard Institute	<b>Caractéristique essentielle (produit)</b>	Essential characteristic [product]	<b>Chambrage</b>	Soaking/soaking
<b>Bombé (extrémité de vis)</b>	Rounded end	<b>Bout cuvette</b>	Cup point		Stop	<b>Caractéristique fonctionnelle</b>	Functional property / Performance	<b>Chambrage</b>	Counterbore
<b>Bombé (rondelette)</b>	Cambered	<b>Bout fileté</b>	Threaded rod			<b>Caractéristique mécanique</b>	Mechanical property	<b>Chamfrein</b>	Chamfer
<b>Bombée (tête de vis)</b>	Raised	<b>Bout fileté [tige filetée courte]</b>	Stud [fully threaded] [short]			<b>Carbone</b>	Carbon	<b>Chamfreiné</b>	Chamfered
<b>Bombée (tête fraisée)</b>	Oval	<b>Bout ogival fileté</b>	Oval half dog point			<b>Carbonitration</b>	Carbonitridation	<b>Changement d'outillage</b>	Tool change
<b>Bore</b>	Boron	<b>Bout pilote</b>	Pilot point			<b>Carburation</b>	Carburization	<b>Changement d'outils</b>	Changeover [tooling]
<b>Bossage</b>	Hump	<b>Bout pilote cylindro-tronconique</b>	Truncated cone point			<b>Carbure</b>	Carbide	<b>Charge / Force</b>	Load / Force
<b>Bouchon</b>	Plug	<b>Bout plat</b>	Flat point			<b>Carbure de tungstène</b>	Tungsten carbide	<b>Charge / Sous-lot</b>	Batch
<b>Bouchon à 6 pans creux et embase</b>	Hexagon head socket pipe plug	<b>Bout pointeau [vis à métaux]</b>	Cone point			<b>Carte de contrôle</b>	Control chart	<b>Charge admissible</b>	Bearing proof strength
<b>Bouchon à 6 pans fileté</b>	Hexagon head pipe plug	<b>Bout pointu</b>	Cone point			<b>Cassure / Rupture</b>	Break	<b>Charge axiale</b>	Axial load
<b>Boulon</b>	Bolt	<b>Bout pointu fileté [vis à tôle]</b>	Threaded cone point			<b>Cataphorèse</b>	Cataphoresis	<b>Charge d'épreuve</b>	Proof load
<b>Boulon</b>	Bolting assembly [UK]	<b>Bout téton [court, long]</b>	Dog point [short, long]			<b>Cavalier / Bride / Étrier</b>	Clamp washer / Stirrup	<b>Charge de cisaillement à la rupture</b>	Ultimate shear load
<b>Boulon</b>	Bolt + nut [+ washer if any]	<b>Bout tronconique</b>	Truncated cone point			<b>CCPU</b>	MFG CoC (manufacturing conformity certificate)	<b>Charge de galvanisation</b>	Batch (Galvanization batch)
<b>Boulon</b>	Bolt [US]	<b>Bouton</b>	Knob			<b>Cémentation</b>	Case hardening	<b>Charge de rupture</b>	Breaking load
<b>Boulon à embase</b>	Bolt with flange / flange bolt	<b>Bouton poussoir</b>	Pushbutton			<b>Charge de rupture de la tige [rivet aveugle]</b>	Mandrel break load (blind rivet)	<b>Charge de rupture en traction</b>	Ultimate tensile load
<b>Boulon à tige réduite</b>	Reduced shank bolt	<b>Brevet déposé</b>	Patent pending			<b>Cémentation (par le carbone)</b>	Carbonization	<b>Charnière</b>	Hinge
<b>Boulon ajusté</b>	Fit bolt	<b>Brevet d'invention</b>	Patent			<b>CEN Comité Européen de Normalisation</b>	CEN European Committee for Standardization	<b>Charpy (mouton de Charpy)</b>	Charpy drop hammer
<b>Boulon HR</b>	HR bolting assembly	<b>Bride</b>	Flange			<b>Centième</b>	Hundredth		
<b>Boulon HRC [boulon HR à précontrainte Calibrée]</b>	HRC bolting assembly [HR bolt with Calibrated preload]	<b>Bride / Étrier / Cavalier</b>	Clamp washer / Stirrup						
<b>Boulon HV</b>	HV bolting assembly	<b>Bride d'assemblage</b>	Connecting flange						

<b>Choc</b>	Impact	<b>Coefficient</b>	Coefficient	<b>Connecteur</b>	Connector	<b>Contrôle par ultrasons</b>	Ultrasonic control method	<b>Coup (machine de frappe)</b>	Blow (forging machine)
<b>Choc sur filet</b>	Thread damage	<b>Coefficient d'adhérence</b>	Coefficient of adhesion	<b>Connexion</b>	Connection	<b>Contrôle qualité</b>	Quality control	<b>Coupe</b>	Section
<b>Choc thermique</b>	Thermal shock	<b>Coefficient de frottement</b>	Friction coefficient	<b>Contacteur</b>	Contactor	<b>Contrôle réception</b>	Acceptance inspection	<b>Coupe</b>	Cutting (loop)
<b>Chromage</b>	Chromium plating	<b>Coefficient de glissement</b>	Slip coefficient	<b>Contrainte</b>	Stress [strain]	<b>Contrôle statistique du procédé (SPC)</b>	Statistical process control (SPC)	<b>Coupe</b>	Section (drawing)
<b>Chromatation</b>	Chrome conversion coating	<b>Coefficient de sécurité</b>	Safety factor / coefficient	<b>Contrainte à la charge d'épreuve</b>	Stress under proof load	<b>Contrôle sur banc</b>	Bench test	<b>Coupelle</b>	Plate
<b>Chrome</b>	Chromium	<b>Coefficient K (coefficent de rendement du couple)</b>	K coefficient	<b>Contrainte admissible</b>	Acceptable strain [stress]	<b>Contrôle unitaire</b>	Unit inspection	<b>Couple</b>	Torque
<b>Chrome hexavalent Cr(IV)</b>	Hexavalent chromium Cr(VI)	<b>Cohésion du revêtement</b>	Cohesion of coating	<b>Contrainte de torsion</b>	Torsional stress	<b>Contrôle visuel</b>	Visual inspection	<b>Couple d'accostage</b>	Pre-tightening torque
<b>Chrome trivalent Cr(III)</b>	Trivalent chromium Cr(III)	<b>Colle</b>	Adhesive / Glue / Cement	<b>Contrainte de traction</b>	Tensile load	<b>Convexe</b>	Convex	<b>Couple d'autofreinage</b>	Prevailing torque
<b>Chute</b>	Crop end / Scrap	<b>Collerette (sous tête de vis)</b>	Washer face (under bolt head) / Collar	<b>Contrainte de traction</b>	Tensile stress	<b>Copeau</b>	Chip (metal chip)	<b>Couple de frottement sous tête</b>	Friction torque in the thread
<b>Circlip</b>	Retaining ring	<b>Collet carré (à)</b>	Square neck (with)	<b>Contrainte d'élasticité</b>	Yield stress	<b>Corps creux</b>	Hollow body, part, piece	<b>Couple de rupture</b>	Breaking torque
<b>Circularité</b>	Roundness / Circularit	<b>Collier</b>	Collar / Clamp	<b>Contrainte équivalente</b>	Equivalent stress	<b>Corps de boulon (vis partiellement filetée)</b>	Bolt	<b>Couple de serrage</b>	Tightening torque
<b>Cisaillage</b>	Cutting	<b>Collier de serrage</b>	Hose clamp	<b>Contre-écrou</b>	Jam nut	<b>Corps de rivet aveugle à tête de tige retenue</b>	Semi-filled core (blind rivet)	<b>Couple/tension</b>	Torque/tension
<b>Cisaillement</b>	Shear	<b>Compliance (souplesse)</b>	Compliance	<b>Contre-tête (rivet aveugle)</b>	Blind head (blind rivet)	<b>Corps de rivet aveugle à tête éjectée</b>	Hollow core (blind rivet)	<b>Courant</b>	Current
<b>CKD</b>	Components Knocked Down	<b>Composant</b>	Component	<b>Contrôle</b>	Inspection / Check / Control	<b>Corps de rivet aveugle à tige retenue</b>	Filled core (blind rivet)	<b>Couronne de fil</b>	Bundle of wire / Coil of wire
<b>Clapet</b>	Valve	<b>Composition chimique</b>	Chemical composition	<b>Contrôle automatique</b>	Automatic check / control	<b>Corps du rivet</b>	Blind rivet body	<b>Cpk</b>	Cpk Capability index for process
<b>Classe de dureté</b>	Hardness class	<b>Compression</b>	Compression	<b>Contrôle de durété</b>	Hardness determination	<b>Corrosion</b>	Corrosion	<b>Creux</b>	Hollow
<b>Classe de qualité</b>	Property class (UK)	<b>Concave</b>	Concave	<b>Contrôle de la production en usine (FPC)</b>	Factory Production Control (FPC)	<b>Corrosion cavérneuse</b>	Crevice corrosion	<b>Crique</b>	Crack
<b>Classe de qualité</b>	Grade (US)	<b>Concavité</b>	Concavity	<b>Contrôle de réception</b>	Acceptance inspection	<b>Corrosion cyclique (Essai de)</b>	Cyclic corrosion test	<b>Crique / Fissure de forgeage</b>	Forging crack / burst
<b>Classe de tolérance de filetage</b>	Thread tolerance class	<b>Concentricité</b>	Concentricity	<b>Contrôle destructif</b>	Destructive control	<b>Corrosion galvanique / Corrosion de contact</b>	Galvanic corrosion / Contact corrosion	<b>Critère d'acceptation (Ac)</b>	Acceptance number (Ac)
<b>Classe k</b>	k-class	<b>Concentrique</b>	Concentric	<b>Contrôle dimensionnel</b>	Dimensional inspection	<b>Corrosion par piqûres</b>	Pitting corrosion	<b>Criticité</b>	Criticality
<b>Clé</b>	Wrench	<b>Conception</b>	Design	<b>Contrôle en cours de production</b>	In-process control	<b>Corrosion sous contrainte</b>	Stress corrosion	<b>Crochet</b>	Hook
<b>Clé à chocs</b>	Impact wrench	<b>Condition de mesure</b>	Measurement condition	<b>Contrôle final</b>	Final inspection	<b>Cosse (électrique)</b>	Cable bracket (or socket or terminal)	<b>Crochet de levage</b>	Lifting hook
<b>Clé dynamométrique</b>	Torque wrench (Digital reading)	<b>Conditionnement (emballage)</b>	Packaging	<b>Contrôle géométrique</b>	Geometrical check	<b>Cotation</b>	Quotation / Quote	<b>Cruciforme</b>	Cross-recessed
<b>Clé dynamométrique à lecture directe</b>	Dial type torque wrench	<b>Conductibilité</b>	Conductibility	<b>Contrôle métallurgique</b>	Material testing	<b>Cote</b>	Size / Dimension	<b>Cuisson (Revêtement)</b>	Curing (Coating)
<b>Client</b>	Customer (purchaser)	<b>Conductivité thermique</b>	Thermal conductivity	<b>Contrôle non destructif</b>	Non-destructive test	<b>Couche de base (Revêtement)</b>	Base coat	<b>Cuivre</b>	Copper
<b>Clinchage</b>	Clinching	<b>Cône</b>	Taper / Cone	<b>Contrôle par calibre</b>	Gauging	<b>Couche de conversion (Revêtement)</b>	Conversion coating	<b>Cuvette (bout)</b>	Cup (point)
<b>Clip / Agrafe</b>	Clip	<b>Conformité</b>	Compliance / Conformity	<b>Contrôle par prélevement</b>	Sampling inspection	<b>Coulée (matériau)</b>	Heat [material]	<b>Cuvette (en forme de)</b>	Concave / Dished / Cupped
<b>Clip / Agrafe métallique</b>	Metallic clip	<b>Conique</b>	Cone shaped / Tapered (pin) / Conical (washer)			<b>Coup</b>	Impact	<b>Cycle de production</b>	Production sequence
<b>Clip / Agrafe plastique</b>	Plastic clip							<b>Cylindre</b>	Cylinder
<b>Clou cannelé</b>	Grooved pin with head							<b>Cylindricité</b>	Cylindricity
<b>Code-barres</b>	Bar code								
<b>Codification</b>	Encoding								

<b>D</b>									
Décalaminé	Free of scale	Dégraissage	Degreasing	Diamètre de filetage	Major (thread) diameter	Durée de vie (d'un outillage)	Life time	Écrou autofreiné	Prevailing torque type nut
Décapage	Pickling / Stripping	Dégraissage (deshuileage )	Unoiling	Diamètre équivalent	Thread stress diameter	Durée de vie en fatigue	Fatigue life time	Écrou autofreiné à anneau non métallique	Prevailing torque type nut with non-metallic insert
Décapage acide	Acid cleaning	Dégraissage chimique / Nettoyage	Chemical cleaning	Diamètre extérieur	Outside diameter	Dureté	Hardness	Écrou autofreiné à embase	Prevailing torque type nut with flange
Décapage chimique	Pickling	Délai de livraison	Delivery time	Diamètre intérieur	Inside diameter	Dureté à cœur	Core hardness	Écrou autofreiné tout métal	Prevailing torque type all metal nut
Décapage mécanique	Mechanical cleaning / Stripping	Délamination du revêtement	Delamination of coating	Diamètre nominal	Nominal diameter	Dureté en surface	Hardness on the surface	Écrou autonettoyeur	Self-cleaning nut
Décarburation	Decarburization	Demande de prix	Enquiry / Inquiry / Request for quotation	Diamètre nominal de filetage	Nominal thread diameter	Dureté superficielle	Surface hardness	Écrou bas (style 0)	Thin nut (style 0)
Décarburation partielle	Partial decarburization	Denture	Teeth	Différentiel	Differential	Duromètre	Hardness tester	Écrou borgne	Cap nut
Décarburation superficielle	Surface decarburization	Dépassement de la tige (rivet aveugle)	Mandrel protrusion (blind rivet)	Dimension	Dimension / Size	Dynamique	Dynamic	Écrou borgne haut	Domed cap nut
Décarburation totale	Total decarburization	Dépassement du côté aveugle	Blind side protrusion	DIN Association allemande de Normalisation	DIN Deutsches Institute für Normung (German standard association)	<b>E</b>		Écrou carré	Square nut
Déclaration de conformité	Declaration of compliance	Dépôt chimique	Chemical plating	DIN Norme allemande	DIN German standard	Ébarbage (rivet aveugle)	Dressing (blind rivet)	Écrou de hauteur normale (style 1)	Regular nut (style 1)
Décollement	Gapping	Deshuileage	Unoiling	Directive européenne	European Directive	Ébauche	Blank	Écrou de masse	Earth nut
Décoller (au plan de joint)	Lift off (to)	Désignation	Designation	Disjoncteur	Circuit breaker	Ébavurage	Deburring	Écrou de roue	Wheel nut
Décolletage	Turning / Bar-turning / Machining	Desserrage	Untightening / Loosening	Dispersion	Scattering / Variation	Ébavurer	Deburr (to)	Écrou de sécurité	Lock nut
Décolletter	Turn (to) / Machine (to)	Desserrer (annuler la tension)	Release (to)	Distributeur	Distributor / Dealer	Ecart	Allowance / Deviation / Tolerance	Écrou de sécurité à encoches	Bead lock nut
Découpage	Cutting	Desserrer (débloquer)	Loosen (to) / Untighten (to)	Distributeur altérateur revêteur	Distributor [Alteration coating distributor]	Ecart-type	Standard deviation	Écrou en cage	Cage nut
Découpage (par poinçon)	Punching	Desserrer (dévissrer)	Untighten (to) / Loosen (to)	Dixième	Tenth	Échantillon (prélèvement)	Sample / Sample part	Écrou haut (style 2)	High nut (style 2)
Défaillance (machine)	Breakdown / Malfunction / Failure	Dessertissage	Unsetting	Domaine élastique	Elastic range	Échantillon initial	Initial sample / First sample	Écrou hexagonal	Hexagon nut
Défaillance (rupture)	Failure	Dessin	Drawing	Domaine plastique	Plastic range	Échantillonnage	Sampling	Écrou hexagonal large	Large hexagon nut
Défaut	Defect	Détachable	Removable	Double filet	Two-start thread	Échelle	Scale	Écrou normal (style 1)	Regular nut (style 1)
Défaut de surface	Surface discontinuity	Détecter	Detect (to)	Douille	Socket / Bush	Écrou	Nut	Écrou prisonnier	Captive nut
Défectueux	Defective part	Détrompage	Locating device	Douille de vissage	Screwing socket	Écrou (cylindrique) à encoche	Slotted round nut	Écrou raccord	Female fitting / Union nut
Déformation	Deformation / Strain / Distortion	Développement	Development	DPC (Directive Produits de la Construction)	CPD [Construction Product Directive]	Écrou à ailettes	Wing nut	Écrou six pans	Hexagon nut
Déformation à froid	Cold deformation	Dévisseage / Desserrage	Removal / Loosening	DTI Rondelle indicatrice de précontrainte pour la construction métallique	DTI [Direct Tension Indicator] Load indicating washer for structural bolting	Écrou à créneaux	Castle nut	Écrouï	Cold-worked / Cold-rolled
Déformation élastique	Elastic deformation	Dévisser	Remove (to) / Unscrew (to)	Ductilité	Ductility	Écrou à embase (cylindro-tronconique)	Flange nut	Écrouisage	Cold working
Déformation plastique	Plastic deformation	Diamètre	Diameter	Ductilité du revêtement	Ductility of coating	Écrou à gorge	Neck nut	EEE (Espace Economique Européen)	EEA [European Economic Area] European organisation for specialised inventory holding
Dégagement du côté aveugle	Blind side clearance	Diamètre à flanc de fillet	Pitch diameter (thread)	Durcissement	Hardening	Écrou à oreilles	Wing nut	EFDA Association européenne des distributeurs de fixations	EFDA European organisation for specialised inventory holding fastener distributors
Dégazage	Desembrittlement / Baking	Diamètre à fond de fillet	Minor (thread) diameter / Root diameter	Durée de cuisson	Curing duration	Écrou à sertir	Nut with captive washer / Nut and washer assemblies		
Dégazé	Baked / Degas			Durée de dégazage	Baking duration	Écrou à souder	Clinch nut / Pierce-nut		

Effectif de l'échantillon	Sample size	Empreinte à six lobes internes	Hexalobular socket	Éprouvette de compression	Compression test bar	Étalon [mesure]	Standard (gauge) measure	Face d'appui avec dégagement sous tête	Fillet
Effectif du lot	Lot size	Empreinte à six pans creux	Hexagon socket	Éprouvette usinée	Machined test piece	Étalonnage / Calibration	Calibration	Face de coupe	Cutting face
Effet d'entaille	Notch effect	Emprise cruciforme	Cross recess	Équipement électrique	Electrical equipment	Étamage	Tin plating	Facultatif	Optional
Effet de levier	Rising action	EN Norme européenne	EN European standard	Ergot	Nib / Catch	Étanchéité	Sealing	Faisabilité	Feasibility
Effort	Strain, stress	Encoche	Notch / Bead	Espace nécessaire pour l'outil de pose	Tool clearance	État de surface	Surface finish / Surface condition	Faisceau de câbles	Wiring harness
Effort / Force	Force	Enduction	Adhesive	Essai	Test / Testing	Étendue de mesure	Measuring range	Fatigue	Fatigue / Stress
Effort / Force de serrage	Clamp load / Clamping load	Endurance	Endurance	Essai Charpy avec entaille en V	Charpy V-notch test	Étiquetage	Labelling	Fatigue thermique	Thermal strain
Effort de traction	Tensile load	Enfoncement	Penetration depth	Essai de charge d'épreuve	Proof load test	Étiquette	Label	Fendre	Slot [to] / Split [to]
Effort dynamique	Dynamic load	Enlèvement de copeaux [avec]	Chip removal (with)	Essai de cisaillement	Shear test	Étirage	Extruding	Fendu	Slotted / Split
Effort statique	Static load	Enlèvement matière [sans]	Chip removal (without)	Essai de compression	Compression test	Étrier / Bride / Cavalier	Clamp washer / Stirrup	Fente (à)	Slot (with) / Slotted
EHE Fragilisation par l'hydrogène externe	Environmental Hydrogen Embrittlement EHE	Enrobage	Embedding	Essai de corrosion	Corrosion test	Évacuation	Outlet (device) / Exhaust system	Fer	Iron
EIFI Association européenne des fabricants de fixations	EIFI European Industrial Fasteners Institute	Entraînement	Drive	Essai de dureté	Hardness test	Évacuation des copeaux	Removal of chips	Ferrite	Ferrite
Élasticité	Yield	Entraînement [alimentation]	Feeding	Essai de fatigue	Fatigue test	Évaluation aptitude qualité fournisseur	Supplier quality capability assessment	Feuillard	Strip
Élasticité	Elasticity	Entraînement à six lobes externes	Hexalobular drive	Essai de montage	Fitting test	Évaluation métallographique	Metallographic inspection	Fiabilité	Reliability
Élastique	Elastic	Entraînement externe	External drive	Essai de pliage	Bending test	Examen micrographique	Micrographic inspection	Fibrage	Grain flow
Électrodéposition	Electroplating	Entraînement interne	Internal drive	Essai de rebattement de tête [au marteau]	Hammer test	Excentricité	Run-out / Out-of-roundness	Fibre	Fibber
Électrolyse	Electrolysis	Entretise	Spacer / Distance sleeve / Distance tube	Essai de référence	Reference test	Exigence	Requirement	Fil / Fil machine	Wire
Électroménager	Household electrical appliances	Entretise à sertir	Clinch spacer	Essai de résilience	Impact test	Exigence essentielle (réglementation européenne)	Essential requirement [EU Regulation]	Fil de frappe à froid	Cold forming wire
Electrozingage	Zinc electroplating	Entretise lisse	Smooth spacer	Essai de rupture différent	Non-embrittlement test	Exigence technique	Technical requirement	Fil machine	Rod wire / Wire
Élément d'alliage	Allowing element	Entretise taraudée	Threaded spacer	Essai de torsion	Torsional test	Extrémité (d'une vis)	End / Point (bolt, screw, stud)	Fil PAE [Prêt A L'emploi]	Ready-for-use wire
Élément de fixation	Fastener	Épaisseur	Thickness	Essai de traction	Tensile test	Filetage	Extrusion	Filet	Thread
Emballage	Packaging	Épaisseur de référence (Revêtement)	Thickness (Coating reference thickness)	Essai de traction avec cale biaise	Wedge tensile test	Filet incomplet	Thread run-out	Filetage	Thread / Screw thread
Embase (cylindro-tronconique)	Flange	Épaisseur locale (Revêtement)	Thickness (Coating local thickness)	Essai de type initial	Initial type testing	Filetage à droite	Right-hand thread	Filetage à gauche	Left-hand thread
Embase plate	Collar	Épaisseur locale minimale (Revêtement)	Thickness (Coating minimum local thickness)	Essai de vissage	Tightening test	Filetage à pas fin	Fine pitch thread	Filetage à pas gros	Coarse pitch thread
Embut	Nipple	Épaisseur moyenne (Revêtement)	Thickness (Coating average thickness)	Essai faisant foi en cas de litige	Referee test	Filetage à plusieurs filets	Multi-start thread	Filetage conique	Tapered screw thread
Embut (de rivetage)	Nose assembly	Épaisseur totale (Revêtement)	Thickness (Coating total thickness)	Essai fonctionnel	Functional test	Filetage cylindrique	Screw thread	Filetage extérieur	External thread
Embut (de vissage)	Screw driver	Épaulement	Shoulder	Essais croisés	Round Robin test	Filetage femelle	Internal thread	Filetage intérieur	Internal thread
Embut hydraulique	Hydraulic fitting	Emprunte	Test piece / Specimen	Essayer	Test (to)	Filetage mâle	External thread		
Embutissage	Stamping	Emprise (de dureté)	Indent / Indentation	Essoreuse	Drying machine / Centrifuge				
Empreinte (de dureté)	Recess / Socket / Internal drive	Épaulement		Estampage	Stamping				
Empreinte (entraînement interne)		Éprouvette		Etain	Tin				

<b>Filetage métrique ISO</b>	ISO metric (screw) thread	<b>Fixation s'opposant au dévissage</b>	Prevailing torque locking fastener	<b>Fragilisation par l'hydrogène externe EHE</b>	Environmental Hydrogen Embrittlement EHE	<b>Gamme de contrôle</b>	Inspection procedure / Route sheet	<b>HBS</b>	HSST (hours salt spray test)
<b>Filetage par enlèvement de matière</b>	Machined thread	<b>Fixation standard</b>	Standard fastener	<b>Fragilisation par l'hydrogène interne IHE</b>	Internal Hydrogen Embrittlement IHE	<b>Gamme de fabrication</b>	Operating sheet	<b>Hexagonal</b>	Hexagonal
<b>Filetage par roulage</b>	Rolled thread	<b>Fixation sur plan</b>	Non-standard fastener / Special fastener	<b>Fraisage</b>	Milling	<b>Gamme d'opérations</b>	Sequence of operations	<b>Hexalobé</b>	Hexalobular
<b>Filetage partiel</b>	Half threading	<b>Flambage</b>	Bending	<b>Fraise</b>	Milling tool / Milling cutter	<b>Garnissage (joint)</b>	Gasket	<b>Huile</b>	Oil
<b>Filetage total</b>	Full threading	<b>Flanc de filet</b>	Thread flank	<b>Fraiseée (tête de vis)</b>	Countersunk	<b>Glissement</b>	Slippage	<b>Huile soluble</b>	Soluble oil
<b>Fileté</b>	Threaded	<b>Flèche</b>	Deflection	<b>Fraiseuse</b>	Milling machine	<b>Glissière</b>	Slide-rail / Slide	<b>Hydrogène</b>	Hydrogen
<b>Fileté entièrement</b>	Fully threaded	<b>Flexion</b>	Bending	<b>Fraisure</b>	Countersunk hole	<b>Gorge de dégagement</b>	Undercut	<b>Hydraulique</b>	Hydraulic
<b>Fileté partiellement</b>	Partially threaded / with non-threaded shank	<b>Fluage</b>	Creep / Creeping	<b>Fraisure (pièce)</b>	Countersink	<b>Gorge de dégagement en U sous tête voir le bon terme</b>	Fillet	<b>Hygrométrie</b>	Humidity
<b>Filière</b>	Die	<b>Fluorescent</b>	Fluorescent	<b>Frappe</b>	Forming / Stamping	<b>Goujon</b>	Single-end stud / Double-end stud / Stud-bolt / Tie rod	<b>Hypertrempe</b>	Hyperquenching
<b>Filmogène</b>	Top coat	<b>Flux</b>	Flow	<b>Frappe à chaud</b>	Hot heading / Hot forging / Hot forming	<b>Goujon &amp; tige fileté</b>	Stud	 <b>IFI Association américaine des fabricants de fixations</b>	IFI Industrial Fasteners Institute USA
<b>FIM Fédération des Industries Mécaniques</b>	FIM French mechanical engineering industries	<b>Foirage des filets</b>	Thread stripping	<b>Frappe à froid</b>	Cold heading / Cold forging / Cold forming	<b>Goujon à souder</b>	Weld stud	<b>IHE Fragilisation par l'hydrogène interne</b>	Internal Hydrogen Embrittlement
<b>Finition</b>	Finish	<b>Fonctionnalité</b>	Functionality	<b>Freinage</b>	Locking	<b>Goujon avec gorge</b>	Stud with undercut	<b>Imperdable</b>	Captive
<b>Finition - Revêtement</b>	Finish - Coating	<b>Fond de filet</b>	Thread root	<b>Frein-filet</b>	Thread locking	<b>Goupille</b>	Pin	<b>Inclinaison</b>	Slope / Tilt-angle
<b>Finition "sealer"</b>	Sealant	<b>Fonte</b>	Cast iron	<b>Frein-filet par enduction</b>	Thread locking adhesive	<b>Goupille cannelée</b>	Grooved pin	<b>Inclinaison du filet</b>	Lead angle
<b>Finition "top coat"</b>	Top coat	<b>Force / Effort</b>	Force	<b>Frette</b>	Band	<b>Goupille conique</b>	Taper pin	<b>Incolore</b>	Colourless
<b>Fissuration par l'hydrogène induite par une corrosion sous contrainte</b>	Hydrogen induced stress corrosion cracking	<b>Force / Effort de serrage</b>	Clamp load / Clamping load	<b>Frette d'assemblage</b>	Mounting brace / Assembly band	<b>Goupille cylindrique</b>	Parallel pin	<b>Inconel</b>	Inconel
<b>Fissure de cisaillement</b>	Shear burst	<b>Force de rivetage</b>	Rivet setting load	<b>Frette de serrage</b>	Clamping brace	<b>Goupille d'expansion</b>	Drive pin	<b>Indexage</b>	Indexing
<b>Fissure de forgeage / Crique</b>	Forging crack / burst	<b>Force résiduelle</b>	Residual load	<b>Frittage</b>	Sintering	<b>Goupille élastique</b>	Spring pin	<b>Indice (de plan)</b>	Index
<b>Fissure de trempe</b>	Quench crack	<b>Forgeabilité</b>	Forgeability	<b>Frottement</b>	Friction	<b>Goupille fendue</b>	Split pin	<b>Inoxydable</b>	Stainless
<b>Fixation</b>	Fastener	<b>Forgeage à chaud</b>	Hot forging	<b>Frottement dans les filets</b>	Thread friction	<b>Grade (tolérance)</b>	Product grade (tolerance)	<b>Inoxydable (acier)</b>	Stainless steel
<b>Fixation "associée"</b>	Mating fastener	<b>Forgeage à froid</b>	Cold forging	<b>Frottement sous écrou</b>	Nut-face friction	<b>Grain</b>	Grain	<b>Insert</b>	Insert
<b>Fixation (produit)</b>	Fastener	<b>Formage à froid</b>	Cold forming	<b>Frottement sous tête</b>	Underhead friction	<b>Graisse</b>	Grease / Lubricating stuff	<b>Insert fileté</b>	Threaded insert
<b>Fixation (résultat)</b>	Fixing / Fastening	<b>Forme admise</b>	Allowed shape	<b>Fût du rivet</b>	Rivet shank	<b>Grenailage</b>	Shot blasting / Shot penning	<b>Intérieur / Interne</b>	Internal
<b>Fixation filetée</b>	Threaded fastener	<b>Forme de tête</b>	Head style	<b>G</b>		<b>Grenaille</b>	Blast	<b>Intervalle de tolérance</b>	Tolerance range
<b>Fixation non filetée</b>	Non-threaded fastener	<b>Formulateur</b>	Chemical supplier	<b>Gabarit</b>	Master template / Master	<b>Grenaille d'acier</b>	Steel pellet	<b>ISO Norme internationale</b>	ISO International standard
<b>Fixation non-conforme</b>	Non-conforming fastener	<b>Four</b>	Furnace / Oven	<b>Gaine</b>	Pipe / Hose	<b>Grippage</b>	Jamming / Seizing	<b>ISO Organisme international de normalisation</b>	ISO International Standardisation Organisation
		<b>Four à passage</b>	Continuous furnace	<b>Galetage</b>	Roller finishing	<b>Gripper</b>	Seize (to)	<b>J</b>	
		<b>Four de trempe</b>	Hardening (steel) furnace	<b>Galvanisation à chaud (procédé)</b>	Hot dip galvanizing	<b>Grossissement</b>	Magnification	<b>Jauge</b>	Gauge
		<b>Fournisseur</b>	Supplier	<b>Galvanisation à chaud (revêtement)</b>	Hot dip galvanised coating	<b>Guidage</b>	Guiding	<b>Jauge de déformation</b>	Strain gauge
		<b>Fournisseur de 1<sup>er</sup> rang</b>	First tier supplier	<b>Galvaniser</b>	Galvanize (to)	<b>H</b>		<b>Jeu</b>	Clearance
		<b>Fragilisation par l'hydrogène</b>	Hydrogen embrittlement			<b>Hauteur de tête</b>	Height of the head	<b>Joint</b>	Joint
						<b>Hauteur du filet</b>	Height of the thread		Seal

<b>Joint d'étanchéité</b>	Sealing ring / Gasket	<b>Lisse</b>	Smooth	<b>Machine de roulage rotative</b>	Rotary rolling machine	<b>Méplat</b>	Flat	<b>Newton</b>	Newton
<b>Joint torique</b>	O-ring	<b>Litige</b>	Dispute	<b>Machine transfert</b>	Transfer machine	<b>Mesusage (action)</b>	Measurement	<b>Newton-mètre</b>	Newton-meter
<b>Joule</b>	Joule	<b>Loi normale</b>	Normal distribution	<b>Malléabilité</b>	Malleability	<b>Mesure (résultat)</b>	Measure	<b>NF Norme Française</b>	NF French standard
<b>K</b>	Kesternich	<b>Longueur</b>	Length	<b>Manchon</b>	Sleeve / Bushing	<b>Mesure corrective</b>	Corrective action	<b>Nickel</b>	Nickel
<b>Kesternich (Essai)</b>		<b>Longueur de serrage (fixation)</b>	Grip length	<b>Manchon fileté</b>	Screwed socket	<b>Mesure de rugosité</b>	Roughness measurement	<b>Nickelage</b>	Nickel plating
<b>L</b>		<b>Longueur du corps du rivet</b>	Rivet length	<b>Manchon réducteur</b>	Reducing sleeve	<b>Mesure d'épaisseur de revêtement</b>	Coating thickness measurement	<b>Nickelage chimique</b>	Chemical nickel plating
<b>Laiton</b>	Brass	<b>Longueur filetée</b>	Thread length	<b>Mandrin</b>	Mandrel	<b>Métal</b>	Metal	<b>Nickelage électrolytique</b>	Electrolytic nickel plating
<b>Lamage</b>	Counterbore	<b>Longueur nominale</b>	Nominal length	<b>Mandrin de perçage</b>	Collet chuck	<b>Métal de base</b>	Basis metal	<b>Nitruration</b>	Nitriding
<b>Laminage</b>	Rolling	<b>Longueur serrée (assemblage)</b>	Clamp length	<b>Manganèse</b>	Manganese	<b>Métaux</b>	Metallurgy	<b>Niveau de qualité</b>	Quality level
<b>Largeur</b>	Width	<b>Longueur totale sous tête (rivet aveugle)</b>	Blind length	<b>Manque de matière</b>	Void	<b>Méthode d'essai</b>	Test method	<b>Niveau de Qualité Acceptable (NQA)</b>	Acceptable Quality Level (AQL)
<b>Latéral</b>	Lateral / Side	<b>Longueur utile de filetage</b>	Complete thread	<b>Manutention</b>	Handling	<b>Métrologie</b>	Weighing	<b>Non traité (thermiquement)</b>	Non-heat treated
<b>Lavage</b>	Washing	<b>Lopin</b>	Loop / Slug	<b>Marquage</b>	Marking	<b>Micro-dureté</b>	Micro-hardness	<b>Non-conformité</b>	Non-conformity
<b>LH (pas à gauche)</b>	Left Hand	<b>Lot</b>	Lot / Batch	<b>Marquage CE</b>	EC marking	<b>Micrographie</b>	Micrography	<b>Norme</b>	Standard
<b>Ligne de laminage</b>	Line of lamination	<b>Lot de contrôle</b>	Inspection lot	<b>Marquage en creux</b>	Indenting	<b>Micro-grippage</b>	Stick-slip	<b>Norme de produits</b>	Product standard
<b>Ligne, paille, repliure de laminage</b>	Seam and lap [raw material]	<b>Lot de fabrication</b>	Manufacturing lot	<b>Marquage en relief</b>	Embossing	<b>Micromètre</b>	Micrometer	<b>Norme fondamentale</b>	Basic standard
<b>Limite</b>	Limit	<b>Lot de petite quantité</b>	Lot (Small lot)	<b>Marque (du fournisseur)</b>	Trademark	<b>Millième</b>	Thousandth	<b>Norme générale</b>	Reference standard
<b>Limite conventionnelle d'élasticité</b>	Yield strenght	<b>Lot de grande quantité</b>	Lot (Large lot)	<b>Marque d'identification</b>	Identification mark	<b>Minerai</b>	Ore	<b>Norme harmonisée</b>	Harmonised standard
<b>Limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, Rpf (sur produit entier)</b>	Stress at 0,0048d non-proportional elongation, Rpf (on full size product)	<b>Lot d'ensemble</b>	Assembly lot	<b>Marque d'outil</b>	Tool mark	<b>Moletage</b>	Knurl	<b>Novau</b>	Core
<b>Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, Rp0,2 (sur éprouvette)</b>	Stress at 0,2 % non-proportional elongation, Rp0,2 (on specimen)	<b>Lot d'ensemble étendu</b>	Extended bolting assembly lot	<b>Marque NF</b>	NF mark / label	<b>Moletage (action)</b>	Knurling	<b>NPD (aucune performance déterminée)</b>	NPD (No Performance Determined)
<b>Limite d'élasticité</b>	Yield strength / Yield point / Yield limit	<b>Lot d'ensemble univoque</b>	Single bolting assembly lot	<b>Martensite</b>	Martensite	<b>Molybdène</b>	Molybdenum	<b>NQA</b>	LQA
<b>Limite d'élasticité à 0,2%</b>	0,2 extension limit (yield strength)	<b>Lubrifiant</b>	Lubricant	<b>Matériaux</b>	Material	<b>Moment de flexion</b>	Bending moment	<b>Nuance</b>	Grade
<b>Limite d'endurance</b>	Endurance limit	<b>Lubrifiant additionnel</b>	Additional lubricant	<b>Matériau non-ferreux</b>	Non-ferrous material	<b>Monobroche (tour)</b>	Single spindle automatic lathe	<b>Nuance d'acier</b>	Steel grade
<b>Limite de fatigue</b>	Fatigue limit	<b>Lubrificateur</b>	Lubricator	<b>Matière première</b>	Row material	<b>Montabilité / Aptitude à l'assemblage</b>	Assemblability	<b>Numéro de coulée</b>	Cast number
<b>Limite de rupture</b>	Breaking limit / Breaking strain	<b>Lubrification</b>	Lubrication	<b>Matoplastie</b>	Mechanical plating	<b>Montage / Installation</b>	Assembly / Set up / Fixture	<b>Numéro de coulée</b>	Heat number
<b>Limite inférieure d'écoulement, Rel (sur éprouvette)</b>	Lower yield strength, Rel (on specimen)	<b>Limite de lubrifier</b>	Lubricate [to]	<b>Matriçage</b>	Stamping	<b>Montage robotisé</b>	Robotized set-up	<b>Numéro de lot</b>	Lot number
<b>Limite inférieure d'écoulement - Rel</b>	Lower yield strength - Rel	<b>M</b>		<b>Matriçage à froid</b>	Cold stamping	<b>Montibroche (tour automatique)</b>	Multi-spindle automatic lathe	<b>Numéro de traçabilité</b>	Trace number
		<b>Machine à fileter (rouleuse)</b>	Thread rolling machine	<b>Matrice</b>	Die	<b>N</b>		<b>O</b>	
		<b>Machine à transfert rotatif</b>	Rotary transfer machine	<b>Matrice de découpage</b>	Trimming die			<b>Objectif qualité</b>	Quality target
		<b>Machine de reprise</b>	Second-operation machine	<b>Matrice de filetage / Peigne de filetage</b>	Threading tool			<b>Obtenu en frappe</b>	Formed
		<b>Machine de roulage à peignes</b>	Flat rolling machine	<b>Matrice de poinçonnage</b>	Punching die			<b>Obturateur</b>	Blanking plug
				<b>Matteage</b>	Matting			<b>Ogival</b>	Ogival
				<b>Mélange (de lots)</b>	Commingling (for lots)			<b>Outil</b>	Tool
								<b>Outil à fileter</b>	Threading tool

<b>Outil de décolletage / Outil de tournage</b>	Turning tool	<b>Pénétrateur</b>	Indenter	<b>Plan d'échantillonage</b>	Sampling plan	<b>Précision</b>	Accuracy	<b>Protubérance à souder</b>	Welding boss
<b>Outil de découpage</b>	Cutting tool	<b>Perçage</b>	Drilling / Boring	<b>Plan d'entretien</b>	Maintenance plan	<b>Précision de serrage</b>	Tightening accuracy	<b>Puissance</b>	Power
<b>Outil de pose</b>	Setting tool	<b>Percer</b>	Drill [to]	<b>Plan fonctionnel</b>	Functional drawing	<b>Précontraint</b>	Preloaded	<b>Pur</b>	Pure
<b>Outil de serrage</b>	Tightening tool	<b>Perpendicularité /</b> <b>Squareness</b>	Perpendicularity / Squareness	<b>Plan fournisseur (dessin)</b>	Supplier drawing	<b>Prélèvement (échantillon)</b>	Sample	<b>Q</b>	
<b>Outilage</b>	Tooling	<b>Peser</b>	Weigh [to]	<b>Plan fournisseur (organisation)</b>	Supplier plan	<b>Premier filét</b>	Idle thread	<b>Qualité</b>	Quality
<b>Outilage de contrôle</b>	Control tools	<b>Phillips ® (empreinte cruciforme H)</b>	Phillips ® (cross recess H)	<b>Planéité</b>	Flatness	<b>Préparation de la matière</b>	Material preparation	<b>Qualité Limite (QL)</b>	Limiting Quality (LQ)
<b>Outilage de découpe</b>	Fine blacking	<b>Phosphatation (procédé)</b>	Phosphating	<b>Planifier</b>	Plan [to]	<b>Préparation de surface / Prétraitement</b>	Pre-treatment	<b>Quantité</b>	Quantity
<b>Outilage de frappe</b>	Punching tool	<b>Phosphatation (Revêtement)</b>	Phosphate coating	<b>Plaque</b>	Plating	<b>Préparation du fil</b>	Wire preparation	<b>Quart</b>	Quarter
<b>Oxydation</b>	Oxidation / Oxidizing	<b>Phosphore</b>	Phosphorus	<b>Plaquette (rondelette carrée)</b>	Square washer	<b>Presse</b>	Press	<b>R</b>	
<b>Oxydation blanche</b>	White corrosion	<b>Pièce</b>	Part / Component / Piece	<b>Plaquette oblique</b>	Square taper washer	<b>Presse double frappe</b>	Two-stroke press	<b>Raccord</b>	Connecting / Coupling / Fitting / Nipple
<b>Oxydation rouge / Rouille rouge</b>	Red rust	<b>Pièce creuse</b>	Hollow parts	<b>Plat [bout]</b>	Flat point	<b>Prétraitement / Préparation de surface</b>	Pre-treatment	<b>Raccordement filetage/partie lisse (vis)</b>	Thread run out
<b>Oxydé</b>	Oxidized	<b>Pièce de rechange</b>	Spare part	<b>Plat (partie plate)</b>	Flat part / Flat area	<b>PRISMEFIX</b>	PRISMEFIX Fastener	<b>Raccordement sous tête (de vis)</b>	Head transition (bolt)
<b>Oxygène</b>	Oxygen	<b>Pièce de sécurité</b>	Safety part	<b>Plomb</b>	Lead	<b>Association française des distributeurs de fixations</b>	distributors French association	<b>Raccorder</b>	Blend [to]
<b>P</b>		<b>Pièce défectiveuse</b>	Defective part	<b>Poids</b>	Weight	<b>Probabilité d'acceptation (Pa)</b>	Probability of acceptance (Pa)	<b>Raideur</b>	Stiffness
<b>Paille, ligne, repliure de laminage</b>	Seam and lap (raw material)	<b>Pièce détachée</b>	Spare part	<b>Poids brut</b>	Gross weight	<b>Procédé de fabrication</b>	Manufacturing process	<b>Rainure (cannelure)</b>	Groove
<b>Palier</b>	Bearing	<b>Pièce finie</b>	Finished part	<b>Poids de couche</b>	Coating weight	<b>Produit de construction</b>	Construction product	<b>Rainure (fente)</b>	Slot
<b>Panne</b>	Breakdown / Failure / Malfunction	<b>Pièce série</b>	Series production part	<b>Poinçon</b>	Punch	<b>Produit fini</b>	Finished product	<b>Rapport d'essai</b>	Test report
<b>Parallélisme</b>	Parallelism	<b>Pièce usinée</b>	Workpiece	<b>Pointau (bout)</b>	Cone point	<b>Produit semi-fini</b>	Semi-finished product	<b>Ratio</b>	Ratio
<b>Partie lisse / Tige (vis, goujon)</b>	Unthreaded shank (bolt, stud)	<b>Pied à coulisse</b>	Calliper	<b>Pointu</b>	Sharp	<b>Profil</b>	Profile	<b>Rayon à fond de filet</b>	Root radius
<b>Pas à droite</b>	Right-hand pitch	<b>Pige</b>	Gauge rod	<b>Polissage</b>	Polishing	<b>Profondeur</b>	Depth	<b>Rayon de raccordement (pièce)</b>	Blend radius (part)
<b>Pas à gauche</b>	Left-hand pitch	<b>Pignon droit</b>	Spur gear / Spur pinion	<b>Polyamide</b>	Polyamide	<b>Propreté</b>	Cleanliness / Cleanliness	<b>Rayon sous tête de vis</b>	Underhead radius
<b>Pas circulaire</b>	Circular pitch (CP)	<b>Pignon hélicoïdal</b>	Helical gear	<b>Portée (surface d'appui)</b>	Bearing area / Bearing surface	<b>Propriété / Caractéristique</b>	Property [characteristic]	<b>Rebut</b>	Waste
<b>Pas d'érou</b>	Nut pitch thread	<b>Pilote (bout)</b>	Pilot point	<b>Porte-outil</b>	Tool-holder	<b>Propriété mécanique</b>	Mechanical property	<b>Rebuter / Rejeter</b>	Reject [to]
<b>Pas de vis</b>	Pitch thread	<b>Pince de serrage</b>	Clamping collet / Collet chuck	<b>Porte-poinçon</b>	Lunch holder	<b>Protection</b>	Protection	<b>Recarburation</b>	Recarburation
<b>Pas du filetage</b>	Pitch / Thread pitch / Pitch of the thread	<b>Piqûre (défaut de surface)</b>	Pitting (surface defect)	<b>Portique de chargement</b>	Loading bridge	<b>Protection cathodique</b>	Cathodic protection	<b>Réception (test de)</b>	Acceptance test
<b>Pas fin (filetage)</b>	Fine pitch (thread)	<b>Pivot</b>	Pivot	<b>Post-traitement</b>	Post-treatment	<b>Protection contre la corrosion</b>	Protection against corrosion / Corrosion prevention	<b>Recharge (de)</b>	Spare
<b>Pas gros (filetage)</b>	Coarse pitch (thread)	<b>Plage</b>	Range	<b>Pouce</b>	Inch	<b>Protection temporaire</b>	Temporary protection	<b>Recherche</b>	Research
<b>Passivation (couche de)</b>	Passivation layer	<b>Plage de serrage</b>	Grip range	<b>Poulie</b>	Pulley	<b>Prototype</b>	Prototype	<b>Réclamation (client)</b>	Claim [client]
<b>Passivation (procédé)</b>	Passivating	<b>Plan / Dessin</b>	Drawing	<b>Pourtour</b>	Rim			<b>Rectification</b>	Grinding
<b>Passivité de l'acier inoxydable</b>	Passivity for stainless steel	<b>Plan de contrôle</b>	Control plan	<b>Pozidriv ® (empreinte cruciforme Z)</b>	Pozidriv ® (cross recess Z)			<b>Rectification plane</b>	Surface grinding
<b>Peigne</b>	Chaser	<b>Plan de mesure</b>	Measuring plane	<b>PPM</b>	PPM			<b>Rectifieuse</b>	Grinding machine
<b>Peigne de filetage / Matrice de filetage</b>	Threading tool	<b>Plan de surveillance</b>	Monitoring plan	<b>Précharge</b>	Preload			<b>Rectitude</b>	Straightness

Recuit	Annealing	Résistance (électricité)	Resistor	Revêtement électrolytique (procédé)	Electroplating	Rondelle à dents espacées	Washer with teeth	Rondelle Grower à becs simple spire	Single coil washer with tang ends
Recuit d'adoucissement	Soft annealing	Résistance à la corrosion	Corrosion resistance	Revêtement électrolytique (résultat)	Electroplated coating	Rondelle à dents extérieures chevauchantes	External toothed lock washer	Rondelle Grower double spire	Double coil washer
Recuit globulaire	Spheroidizing	Résistance à la fatigue	Fatigue strength	Revêtement électrophorétique	Electrophoretic coating	Rondelle à dents extérieures espacées	Washer with external teeth	Rondelle imperdable	Captive washer
Recyclage	Recycling	Résistance à la rupture en traction	Ultimate tensile strength	Revêtement par pulvérisation	Spray coating	Rondelle à dents intérieures chevauchantes	Internal toothed lock washer	Rondelle indicatrice de précontrainte pour la construction métallique (DTI)	DTI (Direct Tension Indicator) Load indicating washer for structural bolting
Redressage	Straightening	Résistance à la torsion	Torsional strength	Revêtement trempe-centrifugé	Dip spin coating	Rondelle à dents intérieures espacées	Washer with internal teeth	Rondelle ondulée	Wave washer
Réduction des coûts	Cost reduction	Résistance à la traction	Tensile strength	Rigidité	Stiffness / Rigidity	Rondelle à dents non chevauchantes	Washer with teeth	Rondelle plate	Plain washer
Réduction des délais	Shortening delivery time	Résistance au brouillard salin	Salt spray resistance	Rigidité en flexion	Flexural rigidity	Rondelle à double denture chevauchante	Internal-external toothed lock washer	Rondelle plate à trou carré	Round washer with square hole
Référence de pièce	Part number	Résistance au cisaillement	Shear strength	Rincage	Rinsing	Rondelle plate autobloquante	Stop washer	Rondelle plate chanfreinée	Chamfered plain washer / Plain washer with chamfer
Refolement	Upsetting	Résistance au désassemblage de la tige	Mandrel push out resistance	Rivet	Rivet	Rondelle plate trempee	Plain hardened washer	Rondelle plateau	Conical spring washer Belleville
Réfractaire	Refractory	Résistance de rupture	Fracture strength	Rivet à haute performance	High strength rivet	Rondelle carree (plaquette)	Square washer	Rondelle striée	Serrated washer
Refroidir	Cool (to) / Cool down (to)	Résistance élastique	Yield stress	Rivet aéronautique	Aerospace rivet	Rondelle cintrée	Curved washer	Rotation	Turn / Rotation
Refroidissement	Cooling	Respect des cotes	Respect of the sizes	Rivet aveugle	Blind rivet	Rondelle concave à dents extérieures chevauchantes	Countersunk external toothed lock washer	Roue conique	Bevel gear
Refus d'un lot	Lot rejection	Resserrage	Retightening	Rivet aveugle à corps ouvert	Open end blind rivet	Rondelle concave à dents extérieures espacées	Countersunk washer with external teeth	Rouille	Rust
Réglage	Setting / Adjustment	Ressort	Spring	Rivet aveugle à rupture de tige	Blind rivet with break pull mandrel	Rondelle conique (lisse)	Conical washer	Rouillé	Rusted
Réglementation	Regulation	Retard de livraison	Delay	Rivet aveugle dit "étanche"	Closed end blind rivet	Rondelle conique à dents intérieures	Conical internal toothed lock washer	Rouille blanche	White rust
Réglementation européenne	European regulation	Retenue de la tête de tige (rivet aveugle)	Mandrel head retention (blind rivet)	Rivet aveugle multi-serrage	Multi-grip blind rivet	Rondelle conique à picots	Conical washer with points	Rouille rouge / Oxydation rouge	Red rust
Relation couple/tension	Torque/clamp force relationship	Retouche	Finishing operation / Retouching work	Rivet de structure	Structural rivet	Rondelle conique lisse	Conical lock washer	Roulage (des filets)	Thread rolling
Relaxation	Relaxation	Revenu	Tempering	Rivet plein	Plain rivet / Solid rivet	Rondelle conique striée	Conical serrated face lock washer	Roulement	Bearing
Relevé de contrôle 2.2	Test report 2.2	Remplissage	Filling / Filling up	Rivet semi-tubulaire	Semi-tubular rivet	Rondelle contact ®	Conical serrated face lock washer	Roulement à aiguilles	Needle bearing
Remplissage du trou (capacité de)	Hole filling capacity	Retouche	Coating - Finish	Rivet tubulaire	Tubular rivet	Rondelle cuvette	Dished washer	Roulement à billes	Ball bearing
Renforcé	Reinforced / Strengthened	Revenu	Coating	Rivetage	Riveting / Rivet setting	Rondelle de serrage	Lock washer	Rouleuse	Thread rolling machine
Repère (plan)	Marker / Distinguishing mark or sign	Revêtement - Finition (résultat)	Plating	Rivetage en aveugle	Blind rivet setting	Rondelle élastique	Spring washer	RPC (Règlement Produits de la Construction)	CPR (Construction Product Regulation)
Repli de forge	Fold	Revêtement (procédé)	Dip coating	Riveter	Rivet (to)	Rondelle éventail ®	Toothed lock washer	Rugosimètre	Roughness tester
Replis (dans les filets)	Thread lap	Revêtement au trempe	Surface coating	Riveter Clincher	Clinch (to)	Rondelle Grower (simple spire)	Single coil washer	Rugosité	Roughness
Repliure de laminage, ligne, paille	Seam and lap (raw material)	Revêtement de surface	Zinc flake coating	Rockwell (dureté)	Rockwell hardness			Rupture	Fracture / Failure / Breaking
Reprise	Secondary operation	Revêtement de zinc lamellaire	Zinc thermal diffusion coating	Rondelle	Washer				
Reprise par usinage	Machining secondary operation	Revêtement de zinc par diffusion thermique		Rondelle à dents chevauchantes	Toothed lock washer				
Résilience	Impact strength								
Résistance	Strength / Resistance								

Sans finition particulière	As processed	Sigle fournisseur	Supplier trademark	<b>Surangle</b>	Width across corners	<b>Tenir une tolérance</b>	Hold a tolerance (to)	<b>Tête plate ou bombée (rivet aveugle)</b>	Protruding head (blind rivet)
Sans tête	Headless	<b>Six pans / Hexagonal</b>	Hexagon	<b>Surépaisseur</b>	Overthickness	<b>Tension</b>	Tensile / Strain	<b>Tête ronde</b>	Round head
Sans tête (vis)	Set screw	<b>Solidaire (pièces)</b>	Interdependent	<b>Surface annulaire</b>	Annulus area	<b>Tension de serrage</b>	Clamp load / Clamping load	<b>Tête Ronde à Collet Carré (TRCC) / Tête Japy</b>	Cup square neck head
Sec	Dry	<b>Solidité de tête</b>	Head soundness	<b>Surface d'appui</b>	Bearing surface / Bearing area	<b>Tenue à la corrosion</b>	Corrosion stability / resistance	<b>Tétон (bout)</b>	Dog point
Sec au toucher	Dry-to-touch	<b>Sommet de filet</b>	Thread crest	<b>Surface de contact</b>	Area of contact	<b>Tenue au brouillard salin</b>	Salt spray resistance	<b>Tige</b>	Shank
Séchage	Drying	<b>Soudabilité</b>	Weldability	<b>Surface significative</b>	Significant surface	<b>Tenue de cote</b>	Accuracy to size / Dimensional accuracy	<b>Tige (de la vis, goujon)</b>	Shank
Section équivalente	Equivalent cross-sectional area	<b>Soudage</b>	Welding	<b>Surmoulage</b>	Insert moulding	<b>Tête</b>	Head	<b>Tige / Partie lisse (vis, goujon)</b>	Unthreaded shank (bolt, stud)
Section résistante	Stress area / Cross-sectional area	<b>Soudage par bossages</b>	Friction welding	<b>Surplat</b>	Width across flats	<b>Tête bombée</b>	Mushroom head / Cup head / Raised head	<b>Tige à amorce de rupture (rivet aveugle)</b>	Break pull mandrel (blind rivet)
Section résistante dans le filetage (As)	Stress area in the thread (As)	<b>Soudage par points</b>	Spot-welding	<b>Surplat large</b>	Heavy series (width across flats)	<b>Tête bombée à collet carré</b>	Cup square neck head	<b>Tige à amorce de rupture et à tête éjectée (rivet aveugle)</b>	Break head mandrel (blind rivet)
Série étroite (rondelette S)	Small series	<b>Souder</b>	Weld (to) / Solder (to)	<b>Surplat réduit</b>	Small series (width across flats)	<b>Tête carrée</b>	Square head	<b>Tige de traction (rivet aveugle)</b>	Pull mandrel (blind rivet)
Série large (rondelette L)	Large series	<b>Soufflet (caoutchouc)</b>	Bellow	<b>Symétrie</b>	Symmetry	<b>Tête CHC ("Cylindrique Hexagonale Creuse")</b>	Socket head cap	<b>Tige du rivet aveugle</b>	Blind rivet mandrel
Série large (surplat)	Heavy series	<b>Soufre</b>	Sulphur	<b>Système de revêtement</b>	Coating system	<b>Tête cylindrique</b>	Cap head / Cylindrical head / Cheese head	<b>Tige filetée</b>	Threaded rod
Série normale (surplat, rondelle N)	Normal series	<b>Soupape</b>	Valve			<b>Tête cylindrique basse</b>	Low cheese head	<b>Tige normale</b>	Full shank
Série réduite (surplat)	Small series	<b>Souplesse</b>	Elastic compliance			<b>Tête cylindrique bombée</b>	Raised cheese head	<b>Tige perdue sans amorce de rupture (rivet aveugle)</b>	Pull through mandrel (blind rivet)
Série très large (rondelette LL)	Extra-large series	<b>Sous-ensemble</b>	Sub-assembly / Subsystem			<b>Tête cylindrique bombée large</b>	Pan head	<b>Tige réduite</b>	Reduced shank
Serrage (d'une fixation)	Tightening	<b>Sous-lot / Charge</b>	Batch			<b>Tête cylindrique haute</b>	Cap head	<b>Tige sans amorce de rupture (rivet aveugle)</b>	Non-break pull mandrel (blind rivet)
Serrage (outilage de)	Wrenching (tightening)	<b>Sous-tête</b>	Underhead			<b>Tête du rivet aveugle</b>	Blind rivet head	<b>Tige très réduite (fût élégil)</b>	Waisted shank
Serrage à l'angle	Angle of rotation controlled tightening	<b>Spécial</b>	Special / Particular			<b>Tête fraisée</b>	Countersunk (flat) head	<b>Titan</b>	Titanium
Serrage à l'angle (méthode)	Angle of rotation controlled tightening	<b>Sphère</b>	Sphere			<b>Tête fraisée bombée</b>	Raised countersunk head / Countersunk oval head	<b>Tôle</b>	Sheet / Plate
Serrage à la limite élastique	Yield load controlled tightening	<b>Standard</b>	Standard			<b>Tête fraisée d'un rivet</b>	Flush rivet head	<b>Tôle d'acier</b>	Steel sheet
Serrage au couple	Torque tightening	<b>Station (étape)</b>	Sequence			<b>Tête hexagonale</b>	Hexagon head	<b>Tolérance</b>	Tolerance / Deviation / Allowance
Serrage dans le domaine plastique	Plastic range tightening	<b>Statique</b>	Static			<b>Tête hexagonale à collerette</b>	Hexagon head with washer face	<b>Tolérance serrée</b>	Close tolerance
Serrer	Tighten (to) / Clamp (to) / Hold (to)	<b>STHC</b>	Set screw			<b>Tête hexagonale à embase (cylindro-tronconique)</b>	Hexagon head with flange	<b>Tonnage</b>	Tonnage
Serrure	Lock	<b>Stockage</b>	Storage			<b>Tête marteau</b>	T-head	<b>Tonne</b>	Ton
Serrure et gâche	Latch and striker	<b>Striction</b>	Reduction of area			<b>Tête moletée</b>	Knurled head	<b>Tonneau</b>	Barrel
Sertir	Set / Crimp	<b>Striction après rupture</b>	Reduction of area after fracture					<b>Tonneau (Revêtement au tonneau)</b>	Barrel coating
Sertissage	Crimping / Clinching	<b>Structure métallurgique</b>	Metallurgical structure					<b>Top coat</b>	Top coat
Shéradisation	Sherardization	<b>Style (hauteur d'écrôu)</b>	Style (nut height)						
		<b>Substance</b>	Dangerous substance						
		<b>Substance dangereuse</b>							
		<b>Substrat</b>	Substrate						
		<b>Suivi de la qualité</b>	Quality monitoring						
		<b>Suivi fournisseur</b>	Supplier follow-up						

<b>Torsion</b>	Torsion / Twisting	<b>Usinage</b>	Machining	<b>Vis à rondelle imperdable</b>	Bolt and washer assemblies	<b>Vis de chapeau de bielle</b>	Connecting rod cap screw	<b>Zinc-Nickel</b>	Zinc-Nickel
Torx (empreinte) ®	Torx recess	<b>Usure (outillage)</b>	Tool wear	<b>Vis à sertir</b>	Piercing screw	<b>Vis de chapeau de palier</b>	Bearing cap screw	<b>Zingage</b>	Zinc plating
Tour	Lathe	<b>Utilisateur</b>	User (Customer)	<b>Vis à six pans creux</b>	Hexagon socket bolt	<b>Vis de connexion</b>	Connection screw	<b>Zone de référence</b>	Area (Reference area)
Tour/minute	Rotation per minute (rpm)	<b>V</b>		<b>Vis à souder</b>	Weld screw	<b>Vis de culasse</b>	Cylinder head screw / Cylinder head stud		
Tournevis	Screw driver	<b>Valeur cible</b>	Target value	<b>Vis à tête carrée</b>	Square head bolt	<b>Vis de poulie</b>	Pulley screw		
Tracabilité	Traceability	<b>Valeur limite</b>	Limit (value)	<b>Vis à tête cylindrique</b>	Cheese head screw	<b>Vis de pression</b>	Set screw		
Traction	Tensile	<b>Valeur moyenne</b>	Mean value	<b>Vis à tête cylindrique bombée</b>	Raised cheese head screw	<b>Vis de purge</b>	Bleed screw / Bleeder screw		
Traitement	Treatment	<b>Valeur nominale</b>	Nominal value	<b>Vis à tête cylindrique bombée large</b>	Pan head screw	<b>Vis de réglage</b>	Set screw		
Traitement de surface	Surface treatment / Surface coating	<b>Valeur réelle</b>	Effective value / Actual value	<b>Vis à tête cylindrique fendue</b>	Slotted cheese head screw	<b>Vis de roue</b>	Wheel bolt		
Traitement thermique	Heat treatment	<b>Valeur théorique</b>	Theoretical value	<b>Vis à tête fraisée</b>	Countersunk (flat) head screw	<b>Vis en cage</b>	Cage screw		
Trapézoïdal (filetage)	Trapezoidal (thread)	<b>Variation de température</b>	Temperature variation	<b>Vis à tête fraisée bombée</b>	Raised countersunk (oval) head screw	<b>Vis entièrement filetée</b>	Screw		
TRCC Tête Ronde à Collet Carré (vis)	Cup square neck [bolt]	<b>Vé coulissant</b>	Sliding bracket	<b>Vis à tête hexagonale</b>	Hexagon head bolt / Hexagon head screw	<b>Vis partiellement filetée</b>	Bolt		
Tremppabilité	Hardenability	<b>Vé de centrage</b>	Centring bracket	<b>Vis à tête marteau</b>	T-head bolt	<b>Vis pour panneaux de particules</b>	Chip board screw / Screw for wood panel		
Trempe	Quenching	<b>Vérification périodique</b>	Periodical control	<b>Vis à tête ronde</b>	Round head screw	<b>Vis pré-enduite</b>	Screw with adhesive		
Trempé et revenu	Quenched and tempered	<b>VHU (Directive Véhicules Hors d'Usage)</b>	ELV (End Life Vehicles Directive)	<b>Vis à tête ronde et collet carré</b>	Cup square neck bolt	<b>Vis raccord</b>	Male fitting / Screw fitting		
Trempe par induction	Induction hardening	<b>Vibration</b>	Vibration	<b>Vis à tête tôle</b>	Tapping screw	<b>Vis sans fin</b>	Worm screw / Endless screw		
Tri	Sorting	<b>Vickers (dureté)</b>	Vickers hardness	<b>Vis autoformeuse</b>	Thread forming screw	<b>Vis sans tête</b>	Set screw		
Tri automatique	Automatic sorting	<b>Vif (angle)</b>	Sharp edge (angle)	<b>Vis autoperceuse</b>	Self-drilling screw	<b>Viscosité</b>	Viscosity		
Tri manuel	Manual sorting	<b>Vis</b>	Bolt & screw	<b>Vis autotaraudeuse par déformation</b>	Thread forming screw	<b>Vissage / Serrage</b>	Tightening / Screwing		
Tribologie	Tribology	<b>Vis à tête, autotaraudeuse ...)</b>	Screw	<b>Vis autotaraudeuse par enlèvement de matière</b>	Self-cutting screw	<b>Visser</b>	Screw (to) / Tighten (to)		
Trier	Sort (to)	<b>Vis à bille</b>	Ball screw	<b>Vis avec enduction</b>	Screw with adhesive	<b>Visserie</b>	Screws		
Trois sigmas (3s)	Three sigma (3s)	<b>Vis à bois</b>	Wood screw	<b>Vis avec patch</b>	Screw with patch	<b>Visseuse</b>	Screw driving machine		
Tronconique (bout)	Truncated cone point	<b>Vis à embase</b>	Flange bolt / Bolt with flange	<b>Vis CHC / Vis à tête Cylindrique Hexagonale Creuse</b>	Hexagon socket head cap screw	<b>Vitesse</b>	Speed		
Trou borgne	Blind hole	<b>Vis à épaulement</b>	Shoulder screw	<b>Vis creuse</b>	Hollow screw	<b>Vitesse de corrosion</b>	Corrosion speed		
Trou de montage	Assembly hole	<b>Vis à étrier</b>	Screw with clamp washer	<b>Vis de bielle</b>	Connecting rod screw	<b>Vrac</b>	Bulk		
Trou de passage	Clearance hole	<b>Vis à insert non-métallique</b>	Screw with non-metallic insert	<b>Vis de butée</b>	Stop screw	<b>Vrac (Revêtement en vrac)</b>	Bulk coating		
Trou débouchant	Through hole	<b>Vis à métaux</b>	Bolt, screw & stud with ISO metric thread			<b>Z</b>			
Trou taraudé	Tapped hole	<b>Vis à œil</b>	Eye bolt			<b>Zéro défaut</b>	Zero defect		
<b>U</b>		<b>Vis à oreilles</b>	Wing screw			<b>Zinc</b>	Zinc		
Ultrasons	Ultra-sound					<b>Zinc alcalin</b>	Alkaline zinc		
Uniforme	Uniform								
Unité	Unit								
UNM Union de Normalisation de la Mécanique	UNM Standardization office for mechanical engineering								

# 41 Lexique Anglais / Français

A									
<b>Ability</b>	Aptitude	<b>Allowed shape</b>	Forme admise	<b>Assembly lot</b>	Lot d'ensemble	<b>Bead lock nut</b>	Écrou de sécurité à encoches	<b>Blind rivet head</b>	Tête du rivet aveugle
<b>Abrasive material</b>	Abrasif	<b>Allowing element</b>	Élément d'alliage	<b>ASTM American Society for Testing and Materials</b>	ASTM Association américaine pour les essais et matériaux	<b>Bearing</b>	Palier	<b>Blind rivet mandrel</b>	Tige du rivet aveugle
<b>Absorb (to)</b>	Absorber	<b>Alloy</b>	Alliage	<b>ASTM American standard</b>	ASTM Norme américaine	<b>Bearing</b>	Roulement	<b>Blind rivet setting</b>	Rivetage en aveugle
<b>Acceptability</b>	Acceptation	<b>Alloyed steel</b>	Acier allié	<b>Attestation of conformity</b>	Attestation de conformité	<b>Bearing area / Bearing surface</b>	Portée (surface d'appui)	<b>Blind rivet with break pull mandrel</b>	Rivet aveugle à rupture de tige
<b>Acceptable Quality Level (AQL)</b>	Niveau de Qualité Acceptable (NQA)	<b>Alternator</b>	Alternateur	<b>Austenitic</b>	Austénitique	<b>Bearing cap screw</b>	Vis de chapeau de palier	<b>Blind side clearance</b>	Dégagement du côté aveugle
<b>Acceptable strain (stress)</b>	Contrainte admissible	<b>Aluminium</b>	Aluminium	<b>Automatic</b>	Automatique	<b>Bearing face (under head, under nut)</b>	Face d'appui (sous tête, sous écrou)	<b>Blind side protrusion</b>	Dépassement du côté aveugle
<b>Acceptance inspection</b>	Contrôle réception	<b>Angle</b>	Angle	<b>Automatic control / Automatic check</b>	Contrôle automatique	<b>Bearing joint</b>	Assemblage par appuis	<b>Blow (forging machine)</b>	Coup (machine de frappe)
<b>Acceptance number (Ac)</b>	Critère d'acceptation (Ac)	<b>Angle of rotation controlled tightening</b>	Serrage à l'angle	<b>Automatic sorting</b>	Tri automatique	<b>Bearing proof strength</b>	Charge admissible	<b>Bolt</b>	Boulon - Corps de boulon
<b>Acceptance test</b>	Réception (test de)	<b>Angular</b>	Angulaire	<b>Axial load</b>	Charge axiale	<b>Bearing surface / Bearing area</b>	Surface d'appui	<b>Bolt</b>	Vis partiellement filetée
<b>Accuracy</b>	Précision	<b>Annealed / Soft annealed</b>	Adouci	<b>Axis</b>	Axe	<b>Bellow</b>	Soufflet (caoutchouc)	<b>Bolt &amp; screw</b>	Vis
<b>Accuracy to size / Dimensional accuracy</b>	Tenue de cote	<b>Annealing</b>	Recuit	<b>Bainite</b>	Bainite	<b>Bench test</b>	Contrôle sur banc	<b>Bolt (US)</b>	Boulon
<b>Acid</b>	Acide	<b>Annulus area</b>	Surface annulaire	<b>Baked / Degas</b>	Dégazé	<b>Bending</b>	Flexion	<b>Bolt + nut (+ washer if any)</b>	Boulon
<b>Acid cleaning / Pickling</b>	Décapage acide	<b>Anodising</b>	Anodisation	<b>Baking</b>	Dégazage	<b>Bending moment</b>	Moment de flexion	<b>Bolt and washer assemblies</b>	Vis à rondelle imperdable
<b>Actual value / Effective value</b>	Valeur réelle	<b>ANSI American National Standard Institute</b>	ANSI Association américaine de normalisation	<b>Baking duration</b>	Durée de dégazage	<b>Bending test</b>	Essai de pliage	<b>Bolt driving machine</b>	Boulonneuse
<b>Additional lubricant</b>	Lubrifiant additionnel	<b>ANSI American standard</b>	ANSI Norme américaine	<b>Ball bearing</b>	Roulement à billes	<b>Bent bolt</b>	Boulon-étrier	<b>Bolt for corrugated steel pipes</b>	Boulon pour buse
<b>Additive</b>	Additif	<b>Appearance</b>	Aspect	<b>Ball screw</b>	Vis à bille	<b>Bevel gear</b>	Roue conique	<b>Bolt with flange (flange bolt)</b>	Boulon à embase
<b>Adhesion</b>	Adhérence	<b>Area [Reference area]</b>	Zone de référence	<b>Band</b>	Frette	<b>Blank</b>	Ébauche	<b>Bolt, screw &amp; stud with ISO metric thread</b>	Vis à métaux
<b>Adhesion of coating</b>	Adhérence du revêtement	<b>Area of contact</b>	Surface de contact	<b>Bar code</b>	Code-barres	<b>Blanking plug</b>	Obturateur	<b>Bolted joint</b>	Assemblage vissé
<b>Adhesive</b>	Enduction	<b>As processed</b>	Sans finition particulière	<b>Bar turning</b>	Décolletage	<b>Blast</b>	Grenaille	<b>Bolting assembly (UK)</b>	Boulon
<b>Adhesive / Glue / Cement</b>	Colle	<b>As processed (finish)</b>	Brut de fabrication (finition)	<b>Barrel</b>	Tonneau	<b>Bleed screw / Bleeder screw</b>	Vis de purge	<b>Boltmaker</b>	Boltmaker
<b>Aerospace rivet</b>	Rivet aéronautique	<b>ASME American Society of Mechanical Engineers</b>	ASME Association américaine des ingénieurs en mécanique	<b>Barrel coating</b>	Tonneau (Revêtement au tonneau)	<b>Blend (to)</b>	Raccorder	<b>Bore</b>	Alésage
<b>AFFIX French fastener manufacturers association</b>	AFFIX Association des fabricants de fixations mécaniques	<b>ASME American standard</b>	ASME Norme américaine	<b>Bar-turning / Machining / Turning</b>	Décolletage	<b>Blend radius (part)</b>	Rayon de raccordement (pièce)	<b>Bore (to)</b>	Aléser
<b>AFNOR French standards association</b>	AFNOR Association Française de NORmalisation	<b>As-rolled end</b>	Brut de roulage (extrémité)	<b>Base coat</b>	Couche de base	<b>Blind head (blind rivet)</b>	Contre-tête (rivet aveugle)	<b>Boring bar</b>	Barre d'alésage
<b>Alignment</b>	Alignement	<b>Assemblability</b>	APTITUDE à l'assemblage	<b>Basic standard</b>	Norme fondamentale	<b>Blind hole</b>	Trou borgne	<b>Boron</b>	Bore
<b>Alkaline</b>	Alcalin	<b>Assembly</b>	Assemblage	<b>Basis metal</b>	Métal de base	<b>Blind length</b>	Longueur totale sous tête (rivet aveugle)	<b>Boron steel</b>	Acier au bore
<b>Alkaline zinc</b>	Zinc alcalin	<b>Assembly band / Mounting brace</b>	Frette d'assemblage	<b>Batch</b>	Lot	<b>Blind rivet</b>	Rivet aveugle	<b>Brake torque (prevailing torque)</b>	Couple de freinage
<b>Allowance/ Deviation/ Tolerance</b>	Écart	<b>Assembly hole</b>	Trou de montage	<b>Batch (Galvanization batch)</b>	Charge de galvanisation	<b>Blind rivet body</b>	Corps du rivet aveugle	<b>Brass</b>	Laiton
		<b>Assembly line</b>	Chaîne de montage	<b>Batch number</b>	Numéro de lot	<b>Blind rivet core</b>	Alésage du corps du rivet aveugle	<b>Break</b>	Cassure / Rupture
				<b>Bath</b>	Bain	<b>Blind rivet end</b>	Extrémité du corps du rivet aveugle	<b>Break head mandrel (blind rivet)</b>	Tige à amorce de rupture à la tête éjectée (rivet aveugle)

<b>Break pull mandrel</b> (blind rivet)	Tige à amorce de rupture (rivet aveugle)	<b>Cap nut</b>	Écrou borgne	<b>Chaser</b>	Peigne	<b>Cleaning</b>	Nettoyage	<b>Cold-worked / Cold-rolled</b>	Écroui
<b>Breakdown / Failure / Malfunction</b>	Panne / Défaillance (machine)	<b>Capability</b>	Capacité	<b>Check / Control / Inspection</b>	Contrôle	<b>Cleanliness / Cleanliness</b>	Propreté	<b>Collar</b>	Collerette / Embase plate
<b>Breaking limit / Breaking strain</b>	Limite de rupture	<b>Capability index for process</b>	CPK	<b>Cheese head</b>	Tête cylindrique	<b>Clearance</b>	Jeu	<b>Collar / Clamp</b>	Collier
<b>Breaking load</b>	Charge de rupture	<b>Captive</b>	Imperdable	<b>Cheese head screw</b>	Vis à tête cylindrique	<b>Clearance hole</b>	Trou de passage	<b>Collet chuck</b>	Mandrin de perçage
<b>Breaking strain / tensile limit</b>	Limite de rupture	<b>Captive nut</b>	Écrou prisonnier	<b>Chemical analysis</b>	Analyse chimique	<b>Clinch (to)</b>	Riveter / Clincher	<b>Collet chuck / Clamping collet</b>	Pince de serrage
<b>Breaking torque</b>	Couple de rupture	<b>Captive washer</b>	Rondelle imperdable	<b>Chemical cleaning</b>	Dégraissage chimique / Nettoyage	<b>Clinch nut / Pierce-nut</b>	Écrou à sertir	<b>Colourless</b>	Incolore
<b>Breaking, fracture</b>	Rupture	<b>Carbide</b>	Carbure	<b>Chemical composition</b>	Composition chimique	<b>Clinch spacer</b>	Entretoise à sertir	<b>Commingling (for lots)</b>	Mélange (de lots)
<b>Brinell test</b>	Brinell (essai)	<b>Carbon</b>	Carbone	<b>Chemical nickel plating</b>	Nickelage chimique	<b>Clinching</b>	Clinchage	<b>Complete thread</b>	Longueur utile de filetage
<b>Bronze</b>	Bronze	<b>Carbon content</b>	Teneur en carbone	<b>Chemical plating</b>	Dépôt chimique	<b>Clinching / Crimping</b>	Sertissage	<b>Compliance / Conformity</b>	Conformité
<b>Browning</b>	Brunissement	<b>Carbon steel</b>	Aacier au carbone	<b>Chemical supplier</b>	Formulateur	<b>Clip</b>	Clip / Agrafe	<b>Component</b>	Composant
<b>BSI British Standard Institute</b>	BSI Association de normalisation du Royaume-Uni	<b>Carbonitridation</b>	Carbonitration	<b>Chip (metal chip)</b>	Copeau	<b>Close tolerance</b>	Tolérance serrée	<b>Component / Piece / Part</b>	Pièce
<b>Building fastener (Outdoor)</b>	Bâtiment, fixation extérieure de 2 <sup>nd</sup> œuvre	<b>Carbonization</b>	Cémentation (par le carbone)	<b>Chip board screw / Screw for wood panel</b>	Vis pour panneaux de particules	<b>Closed end blind rivet</b>	Rivet aveugle à corps fermé / Rivet aveugle dit "étanche"	<b>Components Knocked Down</b>	CKD
<b>Bulk</b>	Vrac	<b>Case hardening</b>	Cémentation	<b>Chip removal (with)</b>	Enlèvement de copeaux (avec)	<b>Coarse pitch</b>	Pas gros	<b>Compression</b>	Compression
<b>Bulk coating</b>	Revêtement en vrac	<b>Case-hardening steel</b>	Acier de cémentation	<b>Chip removal (without)</b>	Enlèvement matière (sans)	<b>Coarse pitch thread</b>	Filetage à pas gros	<b>Compression test</b>	Essai de compression
<b>Bundle of wire / Coil of wire</b>	Couronne de fil	<b>Cast iron</b>	Fonte	<b>Chromate conversion coating</b>	Chromatation	<b>Coater</b>	Applicateur	<b>Compression test bar</b>	Éprouvette de compression
<b>Burnish (to) Polish (to)</b>	Brunir (polir)	<b>Cast number</b>	Numéro de coulée	<b>Chromium</b>	Chrome	<b>Coating</b>	Revêtement de surface	<b>Concave</b>	Concave
<b>Burr</b>	Bavure	<b>Castle nut</b>	Écrou à créneaux	<b>Chromium plating</b>	Chromage	<b>Coating - Finish</b>	Revêtement - Finition	<b>Cupped</b>	Cuvette (en forme de)
<b>Bushing / Sleeve</b>	Manchon	<b>Cathaphoresis</b>	Cataphorèse	<b>Circuit breaker</b>	Disjoncteur	<b>Coating system</b>	Système de revêtement	<b>Concavity</b>	Concavité
<b>C</b>		<b>Cathodic protection</b>	Protection cathodique	<b>Circular pitch (CP)</b>	Pas circulaire	<b>Coating thickness measurement</b>	Mesure d'épaisseur de revêtement	<b>Concentric</b>	Concentrique
<b>(sizing) Calculation</b>		<b>Cement / Glue / Adhesive</b>	Colle	<b>Circularity / Roundness</b>	Circularité	<b>Coefficient</b>	Coefficient	<b>Concentricity</b>	Concentricité
<b>2.2 Certificate</b>		<b>CEN European Committee for Standardization</b>	CEN Comité Européen de Normalisation	<b>Claim (client)</b>	Réclamation (client)	<b>Cohesion of coating</b>	Cohésion du revêtement	<b>Conductibility</b>	Conductibilité
<b>3.1 Certificate</b>		<b>Centrifuge / Drying machine</b>	Essoreuse	<b>Clamp (to) / Hold (to) / Tighten (to)</b>	Serrer	<b>Coil of wire / Bundle of wire</b>	Couronne de fil	<b>Cone / Taper</b>	Cône
<b>Cable</b>		<b>Centring bracket</b>	Vé de centrage	<b>Clamp length</b>	Longueur serrée (assemblage)	<b>Cold deformation</b>	Déformation à froid	<b>Cone point</b>	Bout pointu
<b>Cable bracket (or socket or terminal)</b>		<b>Certificate of compliance</b>	Certificat de conformité	<b>Clamp load / Clamping load</b>	Effort / Force de serrage / Tension de serrage	<b>Cold forging</b>	Frappe à froid	<b>Cone shaped</b>	Conique (de forme)
<b>Cadmium</b>		<b>Chamfer</b>	Chanfrein	<b>Clamp washer / Stirrup</b>	Cavalier / Étrier / Bride	<b>Cold forming</b>	Formage à froid	<b>Conical (washer)</b>	Conique (rondelle)
<b>Cage nut</b>		<b>Chamfered end</b>	Chanfreiné	<b>Clamping brace</b>	Frette de serrage	<b>Cold forming steel</b>	Acier de déformation à froid	<b>Conical internal toothed lock washer</b>	Rondelle conique à dents intérieures
<b>Cage screw</b>		<b>Chamfered plain washer / Plain washer with chamfer</b>	Bout chanfreiné	<b>Clamping collet / Collet chuck</b>	Pince de serrage	<b>Cold forming wire</b>	Fil de frappe à froid	<b>Conical serrated face lock washer</b>	Rondelle conique striée / Rondelle contact ®
<b>Calibration</b>		<b>Changeover (tooling)</b>	Rondelle plate chanfreinée	<b>Clamping force (screw force)</b>	Effort de serrage	<b>Cold heading</b>	Frappe à froid	<b>Conical spring washer Belleville</b>	Rondelle ressort dynamique dite Belleville
<b>Calliper</b>		<b>Charpy drop hammer</b>	Charpy (mouton de Charpy)	<b>Clamping load</b>	Tension de serrage	<b>Cold stamped blank</b>	Ébauche matricée à froid	<b>Conical washer</b>	Rondelle conique lisse
<b>Cambered</b>		<b>Charpy V-notch test</b>	Essai Charpy avec entaille en V			<b>Cold stamping</b>	Matriçage à froid		
<b>Cap head</b>						<b>Cold working</b>	Écrouissage		

<b>Conical washer with points</b>	Rondelle conique à picots	<b>Corrosion test</b>	Essai de corrosion	<b>Cup square neck bolt</b>	Vis à tête ronde et collet carré / Vis Japy	<b>Delay</b>	Retard de livraison	<b>Distortion / Deformation / Strain</b>	Déformation
<b>Connecting / Coupling / Fitting / Nipple</b>	Raccord	<b>Cost reduction</b>	Réduction des coûts	<b>Cup square neck head</b>	Tête Ronde à Collet Carré (TRCC)	<b>Delivery time</b>	Délai de livraison	<b>Distributor [Alteration coating distributor]</b>	Distributeur altérateur revêtement
<b>Connecting flange</b>	Bride d'assemblage	<b>Counterbore</b>	Chambrage / Lamage	<b>Cupped / Concave / Dished</b>	Cuvette (en forme de) Cuvette	<b>Depth</b>	Profondeur	<b>Distributor / Dealer</b>	Distributeur
<b>Connecting rod cap screw</b>	Vis de chapeau de bielle	<b>Countersink</b>	Fraisure (pièce)	<b>Curing [Coating]</b>	Cuisson (Revêtement)	<b>Desembrittlement</b>	Dégazage	<b>Dog point (short, long)</b>	Bout téton (court, long)
<b>Connecting rod screw</b>	Vis de bielle	<b>Countersunk [flat] head screw</b>	Fraisée (tête de vis)	<b>Curing duration</b>	Durée de cuisson	<b>Design</b>	Conception	<b>Domed cap nut</b>	Ecrou borgne
<b>Connection</b>	Connexion	<b>Countersunk [flat] head</b>	Tête fraisée	<b>Current</b>	Courant	<b>Designation</b>	Désignation	<b>Double coil washer</b>	Rondelle Grower double spire
<b>Connection screw</b>	Vis de connexion	<b>Countersunk external toothed lock washer</b>	Vis à tête fraisée	<b>Curved (conical) spring washer</b>	Rondelle élastique	<b>Destuctive control</b>	Contrôle destructif	<b>Double-end stud</b>	Goujon
<b>Connector</b>	Connecteur	<b>Couplersunk oval head / Raised countersunk head</b>	Rondelle concave à dents extérieures chevauchantes	<b>Curved washer</b>	Rondelle cintrée	<b>Detect (to)</b>	Déecter	<b>Drawing</b>	Plan / Dessin
<b>Construction product</b>	Produit de construction	<b>Couplersunk washer with external teeth</b>	Tête fraisée bombée	<b>Cutting</b>	Cisaillage	<b>Development</b>	Développement	<b>Drawn steel</b>	Aacier étiré
<b>Contact corrosion / Galvanic corrosion</b>	Corrosion de contact / Corrosion galvanique	<b>Coupling</b>	Rondelle concave à dents extérieures espacées	<b>Cutting (loop)</b>	Découpage	<b>Deviation / Tolerance / Allowance</b>	Écart	<b>Dressing (blind rivet)</b>	Ébarbage (rivet aveugle)
<b>Contactor</b>	Contacteur	<b>Coupling / Fitting / Nipple / Connecting</b>	Accouplement (mécanique)	<b>Cutting face</b>	Face de coupe	<b>Dial type torque wrench</b>	Clé dynamométrique à lecture directe	<b>Drill (to)</b>	Percer
<b>Content</b>	Teneur	<b>CPD (Construction Product Directive)</b>	Raccord	<b>Cutting tool</b>	Outil de découpage	<b>Diameter</b>	Diamètre	<b>Drilling / Boring</b>	Percage
<b>Content (chemical element)</b>	Teneur (élément chimique)	<b>Cpk Capability index for process</b>	DPC (Directive Produits de la Construction)	<b>Cyclic corrosion test</b>	Corrosion cyclique (Essai)	<b>Die</b>	Filière / Matrice	<b>Drilling machine</b>	Perceuse
<b>Continuous furnace</b>	Four à passage	<b>CPD (Construction Product Regulation)</b>	Cpk	<b>Cylinder</b>	Cylindre	<b>Differential</b>	Différentiel	<b>Drive</b>	Entraînement
<b>Control / Inspection / Check</b>	Contrôle	<b>CPR (Construction Product Regulation)</b>	RPC (Règlement Produits de la Construction)	<b>Cylinder head screw / Cylinder head stud</b>	Vis de culasse	<b>Dimension / Size</b>	Dimension	<b>Drive pin</b>	Goupille d'expansion
<b>Control chart</b>	Carte de contrôle	<b>Crack</b>	Crique	<b>Cylindrical head</b>	Tête cylindrique	<b>Dimension test</b>	Contrôle dimensionnel	<b>Driveshaft</b>	Arbre de transmission
<b>Control device</b>	Appareil de contrôle	<b>Creep / Creeping</b>	Fluage	<b>Cylindricity</b>	Cylindricité	<b>Dimensional accuracy / Accuracy to size</b>	Tenue de cote	<b>Dry</b>	Sec
<b>Control plan</b>	Plan de contrôle	<b>Critically</b>	Corrosion caverneuse	<b>D</b>		<b>Dimensional inspection</b>	Contrôle dimensionnel	<b>Dry to touch</b>	Sec au toucher
<b>Control tools</b>	Outilage de contrôle	<b>Crevice corrosion</b>	Cripable	<b>Dangerous substance</b>	Substance dangereuse	<b>Dimensional reliability</b>	Fiabilité dimensionnelle	<b>Drying (Coating)</b>	Séchage (Revêtement)
<b>Conversion coating</b>	Couche de conversion	<b>Crimpable</b>	Apte au sertissage	<b>Dealer / Distributor</b>	Distributeur	<b>DIN Deutsches Institut für Normung (German standard association)</b>	DIN Association allemande de Normalisation	<b>Drying machine / Centrifuge</b>	Essoreuse
<b>Convex</b>	Bombé / Convexe	<b>Crimping / Clinching</b>	Sertissage	<b>Deburr (to)</b>	Ébavurer	<b>DIN German standard</b>	DIN Norme allemande	<b>Dry-to-touch</b>	Sec au toucher
<b>Cool (to) / Cool down (to)</b>	Refroidir	<b>Criticality</b>	Criticité	<b>Deburring</b>	Ébavrage	<b>Dip coating</b>	Revêtement au trempé	<b>DTI (Direct Tension Indicator) Load indicating washer for structural bolting</b>	Rondelle indicatrice de précontrainte pour la construction métallique (DTI)
<b>Cooling</b>	Refroidissement	<b>Crop end / Scrap</b>	Chute	<b>Decarbonization</b>	Décarburation	<b>Dip spin coating</b>	Revêtement trempé-centrifugé	<b>Ductility</b>	Ductilité
<b>Copper</b>	Cuivre	<b>Cross recess or cross-recessed]</b>	Empreinte cruciforme	<b>Declaration of compliance</b>	Déclaration de conformité	<b>Deflection</b>	Flèche	<b>Ductility of coating</b>	Ductilité du revêtement
<b>Copper plating</b>	Cufrage	<b>Cross recessed H</b>	Phillips (empreinte) ®	<b>Defective part</b>	Défectueux / Pièce défectueuse	<b>Deflection / Life time</b>	Durée de vie (d'un outillage)	<b>Dynamic</b>	Dynamique
<b>Core</b>	Noyau	<b>Cross recessed Z (corrosion proof)</b>	Pozidriv (empreinte) ®	<b>Deformability</b>	Aptitude à la déformation	<b>Dynamic load</b>	Effort dynamique	<b>Dynamic load</b>	Effort dynamique
<b>Core hardness</b>	Dureté à cœur	<b>Crushing</b>	Tassement	<b>Deformation / Strain / Distortion</b>	Déformation	<b>Dynamometric sensor</b>	Capteur dynamométrique	<b>E</b>	
<b>Correction</b>	Rectification	<b>Cup point</b>	Bout cuvette	<b>Degreasing</b>	Dégraissage	<b>0,2 extension limit (yield strength)</b>	Limite d'élasticité à 0,2%	<b>0,2 extension limit (yield strength)</b>	
<b>Corrective action</b>	Mesure corrective	<b>Cup square bolt</b>	Vis à tête ronde collet carré	<b>Degreasing bath</b>	Bain de dégraissage	<b>Earth nut</b>	Écrou de masse	<b>Earth nut</b>	
<b>Corrosion</b>	Corrosion			<b>Delamination of coating</b>	Délamination du revêtement	<b>EC marking</b>	Marquage CE	<b>EC marking</b>	
<b>Corrosion (Against corrosion)</b>	Anticorrosion								
<b>Corrosion resistance</b>	Résistance à la corrosion								
<b>Corrosion speed</b>	Vitesse de corrosion								
<b>Corrosion stability</b>	Tenue à la corrosion								

Edge	Arête	ELV (End Life Vehicles Directive)	VHU (Directive Véhicules Hors d'Usage)	Extrusion	Extrusion / Filage	Finish - Coating	Revêtement - Finition	Forgeability	Forgeabilité
EEA (European Economic Area)	EEE (Espace Economique Européen)			Eye bolt	Vis à œil	Finished product / part	Produit fini / Pièce finie	Forging	Forgeage
EFDA European organisation for specialised inventory holding fastener distributors	EFDA Association européenne des distributeurs de fixations	Embedding / Embedment	Matage	F	Face	Finishing operation / Retouching work	Retouche	Forging crack / burst	Criqué / fissure de forgeage
EN European standard		Embossing	Marquage en relief	EN Norme européenne	Contrôle de la production en usine [FPC]	First sample / Initial sample	Échantillon initial	Formed	Obtenu en frappe
Effective pitch (thread) diameter	Diamètre à flanc de fillet	Encoding	Codification	Failure	Défaillance	First tier supplier	Fournisseur de 1 <sup>er</sup> rang	Forming / Stamping	Frappe
Effective value / Actual value	Valeur réelle	End (of a bolt, screw, stud)	Extrémité / Bout (d'une vis)	Failure / Malfunction / Breakdown	Panne / Défaillance (machine)	Fit bolt	Boulon ajusté	Fracture / Failure / Breaking	Rupture
EHE Environmental Hydrogen Embrittlement	Fragilisation par l'hydrogène externe EHE	Endless screw / Worm screw	Vis sans fin	Fastener	Fixation / Élément de fixation	Fitness for purpose / Fitness for use	Aptitude à l'emploi	Fracture strength	Résistance de rupture
EIFI European Industrial Fasteners Institute	EIFI Association européenne des fabricants de fixations	Endurance	Endurance - Résistance à la fatigue	Fastener (joint)	Assemblage	Fitting / Nipple / Connecting / Coupling	Raccord	Free of burrs	Bavure (sans)
Elastic	Élastique	Endurance limit	Limite d'endurance	Fastening / Fixing	Fixation (résultat)	Fitting test	Essai de montage	Free of scale	Décalaminé
Elastic compliance	Souplesse	Energy supply	Alimentation (énergie)	Fatigue / Stress	Fatigue	Fixing / Fastening	Fixation (résultat)	Free-cutting steel	Acier de décolletage
Elastic deformation	Déformation élastique	Enquiry / Inquiry / Request for quotation	Demande de prix	Fatigue life time	Durée de vie en fatigue	Fixture / Set up / Assembly	Montage / Installation	Friction	Frottement
Elastic elongation	Allongement élastique	Environmental Hydrogen Embrittlement EHE	Fragilisation par l'hydrogène externe EHE	Fatigue limit	Limite de fatigue	Flange	Bride - Embase	Friction factor (coefficient)	Coefficient de frottement
Elastic field	Domaine élastique	Equivalent cross-sectional area	Section équivalente	Fatigue strength	Résistance à la fatigue	Flange bolt / Bolt with flange	Vis à embase	Friction grip joint	Assemblage par adhérence
Elastic modulus	Module d'élasticité	Equivalent stress	Contrainte équivalente	Fatigue test	Essai de fatigue	Flange nut	Écrou à embase (cylindro-tronconique)	Friction torque in the thread	Couple de frottement fillet
Elastic range	Domaine élastique	Essential characteristic (product)	Caractéristique essentielle (produit)	Feasibility	Faisabilité	Flank angle	Angle du filet	Friction torque under head	Couple de frottement sous tête
Elastic resistance	Résistance élastique	Essential requirement (EU Regulation)	Exigence essentielle (réglementation européenne)	Feasibility study	Analyse de faisabilité	Flat	Méplat	Friction welding	Soudage par friction
Elasticity	Élasticité	European Directive	Directive européenne	Feed / Feeding	Alimentation / Entrainement (machine)	Flat head screw	Vis à tête fraisée	Full loadability	Capacité de charge intégrale
Electrolytic plating	Dépot électrolytique	European Regulation	Réglementation européenne	Female fitting / Union nut	Écrou raccord	Flat part / Flat area	Plat (partie plate)	Full threading	Tige normale
Electric contactor	Contacteur électrique	Exhaust system / Outlet (device)	Évacuation	Ferrite	Ferrite	Flat point	Bout plat	Fully threaded	Filetage total
Electrical equipment	Équipement électrique	Extended bolting assembly lot	Lot d'ensemble étendu	Fibber	Fibre	Flat rolling machine	Machine de roulage à peignes	Functional drawing	Plan fonctionnel
Electrolysis	Électrolyse	External drive	Entraînement externe	Filled core (blind rivet)	Cordeau de rivet aveugle à tige retenue	Flat washer	Rondelle plate	Functional property / Performance	Caractéristique fonctionnelle
Electrolytic bath	Bain électrolytique	External thread	Filetage extérieur / Filetage mâle	Fillet	Face d'appui avec dégagement sous tête	Flatness	Planéité	Functional test	Essai fonctionnel
Electrolytic nickel plating	Nickelage électrolytique	External toothed lock washer	Rondelle à dents extérieures chevauchantes	Filling / Filling up	Remplissage	Flatten (to)	Aplatir (rondelle)	Functionality	Fonctionnalité
Electrophoretic coating	Revêtement électrophorétique	Extra-large series	Série très large (rondelle LL)	Fillister head screw (US)	Vis à tête cylindrique bombée	Flexibility	Flexibilité	Furnace	Four
Electroplated coating	Revêtement électrolytique	Extruding	Étrage	FIM French mechanical engineering industries	FIM Fédération des Industries Mécaniques	Flexural Rigidity	Rigidité en flexion	G	
Electroplating	Traitements électrolytiques			Final inspection	Contrôle final	Flow	Flux	Galvanic corrosion / Contact corrosion	Corrosion galvanique / Corrosion de contact
Electroplating	Électrodéposition (procédé)			Fine blacking	Outilage de découpe	Fluorescent	Fluorescent	Galvanize (to)	Galvaniser
Electrozinc coated	Electrozingué			Fine pitch	Pas fin	Flush rivet head	Tête fraisée d'un rivet	Gapping	Décollement
Elongation	Allongement			Fine pitch thread	Filetage à pas fin	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances et Etude de criticité)	Gasket	Garnissage (joint)
				Finish	Finition	Fold	Repli de forge	Gauge	Calibre / Tampon / Jauge
						Force	Force / Effort	Gauge rod	Pige
						Force sensor	Capteur d'efforts	Gauging	Contrôle par calibre

<b>Geometrical check</b>	Contrôle géométrique	<b>Head</b>	Tête	<b>Hexalobular socket</b>	Empreinte à six lobes internes	<b>HSS (hours salt spray test)</b>	HBS	<b>Induction hardening</b>	Trempe par induction
<b>Glue / Adhesive / Cement</b>	Colle	<b>Head soundness</b>	Solidité de tête	<b>Hexavalent chromium Cr(VI)</b>	Chrome hexavalent Cr(IV)	<b>Humidity</b>	Hygrométrie	<b>Initial sample / First sample</b>	Échantillon initial
<b>G0 gauge</b>	Calibre ENTRE	<b>Head style</b>	Forme de tête	<b>High grade alloy steel</b>	Aacier fortement allié	<b>Hump</b>	Bossage	<b>Initial type testing</b>	Essai de type initial
<b>G0 screw plug gauge</b>	Tampon fileté ENTRE	<b>Head transition (bolt)</b>	Raccordement sous tête [de vis]	<b>High nut (style 2)</b>	Écrou haut [style 2]	<b>Hundredth</b>	Centième	<b>In-process control</b>	Contrôle en cours de production
<b>Go-No-Go plugs</b>	Tampons mini-maxi	<b>Headless screw</b>	Vis sans tête	<b>High speed steel</b>	Aacier rapide	<b>HV bolting assembly</b>	Boulon HV	<b>Inquiry / Enquiry / Request for quotation</b>	Demande de prix
<b>Grade</b>	Nuance	<b>Heat (material)</b>	Coulée [matériaux]	<b>High strength rivet</b>	Rivet à haute performance	<b>Hydraulic</b>	Hydraulique	<b>Insert</b>	Insert
<b>Grade (US)</b>	Classe de qualité	<b>Heat mark / Hot spot</b>	Brûlure	<b>High strength structural bolting for preloading</b>	Boulonnnerie de construction métallique apte à la précontrainte	<b>Hydrochloric acid</b>	Acide chlorhydrique	<b>Insert moulding</b>	Surmoulage
<b>Gradient controlled tightening</b>	Serrage à la limite élastique	<b>Heat number</b>	Numéro de coulée	<b>High-carbon steel</b>	Aacier dur	<b>Hydrogen</b>	Hydrogène	<b>Inside diameter</b>	Diamètre intérieur
<b>Grain</b>	Grain	<b>Heat resisting steel</b>	Aacier réfractaire	<b>Hinge</b>	Charnière	<b>Hydrogen embrittlement</b>	Fragilisation par l'hydrogène	<b>Inspection / Check / Control</b>	Contrôle
<b>Grain flow</b>	Fibrage	<b>Heat treatment</b>	Traitemennt thermique	<b>Hold (to) / Tighten (to) / Clamp (to)</b>	Serrer	<b>Hydrogen Embrittlement (Environmental) EHE</b>	Fragilisation par l'hydrogène externe EHE	<b>Inspection certificate 3.1</b>	Certificat de contrôle 3.1
<b>Grease / Lubricating stuff</b>	Graisse	<b>Heat treatment steel</b>	Aacier pour traitement thermique	<b>Hold a tolerance (to)</b>	Tenir une tolérance	<b>Hydrogen Embrittlement (Internal) IHI</b>	Fragilisation par l'hydrogène interne IHI	<b>Inspection certificate 3.2</b>	Certificat de contrôle 3.2
<b>Grinding</b>	Rectification	<b>Heavy series (width across flats)</b>	Série large [surplat large]	<b>Hole filling capacity</b>	Remplissage du trou [capacité de]	<b>Hydrogen induced stress corrosion cracking</b>	Fissuration par l'hydrogène induite par une corrosion sous contrainte	<b>Inspection facility capability</b>	Capabilité des moyens de contrôle
<b>Grinding machine</b>	Rectifieuse	<b>Height of the head</b>	Hauteur de tête	<b>Hollow</b>	Creux	<b>Hyper-quenching</b>	Hypertrempe	<b>Inspection lot</b>	Lot de contrôle
<b>Grip (grip length)</b>	Longueur de serrage	<b>Height of the thread</b>	Hauteur du fillet	<b>Hollow body, part, piece</b>	Corps creux	<b>I</b>		<b>Inspection procedure / Route sheet</b>	Gamme de contrôle
<b>Grip range</b>	Plage de serrage	<b>Helical gear</b>	Pignon hélicoïdal	<b>Hollow core (blind rivet)</b>	Corps de rivet aveugle à tige éjectée	<b>Identification mark</b>	Marque d'identification	<b>Integral lubricant</b>	Lubrifiant intégré
<b>Groove</b>	Cannelure / Rainure	<b>Helix angle</b>	Angle d'hélice	<b>Hollow parts</b>	Pièce creuse	<b>Idle thread</b>	Premier fillet	<b>Interdependent</b>	Solidaires [pièces]
<b>Grooved pin</b>	Goupille cannelée	<b>Hexagon</b>	Six pans / Hexagonal	<b>Hollow screw</b>	Vis creuse	<b>IFI Industrial Fasteners Institute USA</b>	IFI Association américaine des fabricants de fixations	<b>Internal</b>	Intérieur / Interne
<b>Grooved pin with head</b>	Clou cannelé	<b>Hexagon head</b>	Tête hexagonale	<b>Hook</b>	Crochet	<b>Ignition</b>	Allumage	<b>Internal drive</b>	Entrainement interne
<b>Gross weight</b>	Poids brut	<b>Hexagon head bolt / Hexagon head screw</b>	Vis à tête hexagonale	<b>Hose / Pipe</b>	Gaine	<b>IHE Internal Hydrogen Embrittlement</b>	Fragilisation par l'hydrogène interne IHE	<b>Internal thread</b>	Filetage intérieur / Filetage femelle / Taraudage
<b>Guiding</b>	Guidage	<b>Hexagon head pipe plug</b>	Bouchon à 6 pans fileté	<b>Hose clamp</b>	Collier de serrage	<b>Impact</b>	Choc / Coup	<b>Internal toothed lock washer</b>	Rondelle à dents intérieures chevauchantes
<b>H</b>		<b>Hexagon head socket pipe plug</b>	Bouchon à 6 pans creux et embase	<b>Hot dip galvanised coating</b>	Galvanisation à chaud	<b>Impact strength</b>	Résilience	<b>Internal-external toothed lock washer</b>	Rondelle à double denture chevauchante
<b>Half threading</b>	Filetage partiel	<b>Hexagon head with flange</b>	Tête hexagonale à embase (cylindro-tronconique)	<b>Hot dip galvanizing</b>	Galvanisation à chaud [procédé]	<b>Impact test</b>	Essai de résilience	<b>Iron</b>	Fer
<b>Hammer test</b>	Essai de rabattement de tête [au marteau]	<b>Hexagon head with washer face</b>	Tête hexagonale à collerette	<b>Hot forging</b>	Forgeage à chaud	<b>Impact wrench</b>	Clé à chocs	<b>ISO International standard</b>	ISO Norme internationale
<b>Handling</b>	Manutention	<b>Hexagon nut</b>	Écrou hexagonal / Écrou six pans	<b>Hot heading / Hot forming</b>	Frappe à chaud	<b>Inch</b>	Pouce	<b>ISO International Standard Organisation</b>	ISO Organisme international de normalisation
<b>Hardenability</b>	Trempeabilité	<b>Hexagon socket</b>	Empreinte à six pans creux	<b>Hot spot / Heat mark</b>	Brûlure	<b>Indent / Indentation</b>	Empreinte [de dureté]	<b>ISO metric (screw) thread</b>	Filetage métrique ISO
<b>Hardening</b>	Durcissement	<b>Hexagon socket bolt</b>	Vis à six pans creux	<b>Household electrical appliances</b>	Électroménager	<b>Indenter</b>	Pénétrateur	<b>J</b>	
<b>Hardening steel furnace</b>	Four de trempe	<b>Hexagon socket head cap screw</b>	Vis CHC / Vis à tête Cylindrique	<b>HR bolting assembly</b>	Boulon HR	<b>Indenting</b>	Marquage en creux	<b>Jam nut</b>	Contre-écrou
<b>Hardness</b>	Dureté	<b>Hexagonal</b>	Hexagonal	<b>HRC bolting assembly (HR bolt with Calibrated preload)</b>	Boulon HRC [boulon HR à précontrainte Calibrée]	<b>Index</b>	Indice [de plan]	<b>Jamming / Seizing</b>	Grippage
<b>Hardness class</b>	Classe de dureté	<b>Hexalobular</b>	Hexalobé			<b>Indexing</b>	Indexage		
<b>Hardness determination</b>	Contrôle de dureté	<b>Hexalobular drive</b>	Entraînement à six lobes externes						
<b>Hardness on the surface</b>	Dureté en surface								
<b>Hardness test</b>	Essai de dureté								
<b>Hardness tester</b>	Appareil de mesure de dureté / Duromètre								
<b>Harmonised standard</b>	Norme harmonisée								

<b>Joint</b>	Assemblage [pièces assemblées]	<b>Lubricant</b>	Lubrifiant	<b>Mushroom head / Cup head / Raised head</b>	Tête bombée	<b>Non-threaded fastener</b>	Fixation non filetée	<b>Overthickness</b>	Surépaisseur
<b>Joule</b>	Joule	<b>Lubricate (to)</b>	Lubrifier	<b>N</b>	Écrou à gorge	<b>Non-threaded shank (with) / Partially threaded</b>	Fileté partiellement	<b>Oxidation / Oxidizing</b>	Oxydation
<b>K coefficient</b>	Coefficient K (coefficent de rendement du couple)	<b>Lubricating stuff / Grease</b>	Graisse	<b>Neck nut</b>	Roulement à aiguilles	<b>Norm - standard</b>	Norme	<b>Oxidized</b>	Oxydé
<b>k-class</b>	Classe k	<b>Lubricator</b>	Lubrificateur	<b>Newton</b>	Newton	<b>Normal distribution</b>	Loi normale	<b>Oxygen</b>	Oxygène
<b>Kesternich test</b>	Kesternich (Essai)	<b>Lubrification, oiling</b>	Lubrification	<b>Newton-meter</b>	Newton-mètre	<b>Normal series</b>	Série normale (surplat, rondelle N)	<b>P</b>	Planifier
<b>Knob</b>	Bouton	<b>Lunch holder</b>	Porte-poinçon	<b>NF French standard</b>	NF Norme Française	<b>Nose assembly</b>	Embout (de rivetage)	<b>(To) plan</b>	Conditionnement / Emballage
<b>Knurl</b>	Moletage	<b>M</b>	Clip / Agrafe métallique	<b>NF mark / label</b>	Marque NF	<b>Notch / Bead</b>	Encoche	<b>Packaging</b>	
<b>Knurled head</b>	Tête moletée	<b>Metallographic inspection</b>	Examen métallographique	<b>Nib / Catch</b>	Ergot	<b>Notch effect</b>	Effet d'entaille	<b>Pan head</b>	Tête cylindrique bombée large
<b>Knurling</b>	Moletage	<b>Metallurgical structure</b>	Structure métallurgique	<b>Nickel</b>	Nickel	<b>NPD (No Performance Determined)</b>	NPD (aucune performance déterminée)	<b>Pan head screw</b>	Vis à tête cylindrique bombée large
<b>Knurling wheel / Round die</b>	Molette	<b>Metallurgy</b>	Métallurgie	<b>Nickel plating</b>	Nickelage	<b>NSS Neutral Salt Spray</b>	BS Brouillard Salin neutre	<b>Parallel pin</b>	Goupille cylindrique
<b>L</b>		<b>MFG CofC (manufacturing conformity certificate)</b>	CCPU	<b>Nipple</b>	Embout	<b>Nut</b>	Écrou	<b>Parallelism</b>	Parallélisme
<b>Lock</b>	Serrure	<b>Micro-alloyed steel</b>	Acier micro-allié	<b>Nitric acid</b>	Raccord	<b>Nut pitch thread</b>	Pas d'écrou	<b>Part / Component / Piece</b>	Pièce
<b>Lock nut</b>	Écrou de sécurité	<b>Micrographic inspection</b>	Examen micrographique	<b>Nitriding</b>	Acide nitrique	<b>Nut with captive washer / Nut and washer assemblies</b>	Écrou à rondelle imperméable	<b>Part number</b>	Référence de pièce
<b>Lock washer</b>	Rondelle de serrage	<b>Micrography</b>	Micrographie	<b>NO GO gauge</b>	Nitruration	<b>Nut-face / Under-head friction</b>	Frottement sous tête	<b>Partial decarburization</b>	Décarburation partielle
<b>Lock washer (serrated)</b>	Rondelle éventail	<b>Micro-hardness</b>	Micro-dureté	<b>NO GO screw plug gauge</b>	Calibre N'ENTRE PAS	<b>O</b>		<b>Partially threaded / with non-threaded shank</b>	Fileté partiellement
<b>Lock washer (spring)</b>	Rondelle grower	<b>Micrometer</b>	Micromètre	<b>Nominal diameter</b>	Tampon filétré N'ENTRE PAS	<b>Ogival</b>		<b>Particular / Special</b>	Spécial
<b>Locking</b>	Freinage	<b>Milling</b>	Fraisage	<b>Nominal diameter of thread</b>	Diamètre nominal	<b>Oil</b>	Ogilval	<b>Passivating</b>	Passivation (procédé)
<b>Loop / Slug</b>	Lopin	<b>Milling machine</b>	Fraiseuse	<b>Nominal length</b>	Diamètre nominal de filetage	<b>Oil bath</b>	Huile	<b>Passivation layer</b>	Passivation / Couche de passivation
<b>Loosen (to) / Untighten (to)</b>	Desserrer (débloquer)	<b>Milling tool / Milling cutter</b>	Fraise	<b>Nominal value</b>	Longueur nominale	<b>Open end blind rivet</b>	Bain d'huile	<b>Passivity for stainless steel</b>	Passivité de l'acier inoxydable
<b>Loosening</b>	Desserrage	<b>Minimum tensile strength</b>	Résistance minimale à la traction	<b>Non destructive test</b>	Valeur nominale	<b>Operating sheet</b>	Rivet aveugle à corps ouvert	<b>Patent</b>	Brevet d'invention
<b>Lot (Small lot)</b>	Lot de petite quantité	<b>Minor (thread) diameter / Root diameter</b>	Diamètre à fond de filet	<b>Non-alloyed steel</b>	Contrôle non destructif	<b>Optional</b>	Gamme de fabrication	<b>Patent pending</b>	Brevet déposé
<b>Lot / Batch</b>	Lot	<b>Molybdenum</b>	Molybdène	<b>Non-break pull mandrel (blind rivet)</b>	Acier non-allié	<b>Ore</b>	Facultatif	<b>Penetration depth</b>	Enflement
<b>Lot number</b>	Numéro de lot	<b>Monitoring plan</b>	Plan de surveillance	<b>Non-conforming fastener</b>	Tige sans amorce de rupture (rivet aveugle)	<b>O-ring</b>	Minerai	<b>Performance / Functional property</b>	Caractéristique fonctionnelle
<b>Lot rejection</b>	Refus d'un lot	<b>Mountability</b>	Aptitude au montage	<b>Non-destructive test</b>	Fixation non-conforme	<b>Outlet (device) / Exhaust system</b>	Joint torique	<b>Periodical audit</b>	Audit périodique
<b>Lot size</b>	Effectif du lot	<b>Mounting</b>	Assemblage (chassis)	<b>Non-embrittlement test</b>	Non-conformité	<b>Outlet (device) / Exhaust system</b>	Évacuation	<b>Periodical control</b>	Vérification périodique
<b>Low (grade) alloyed steel</b>	Acier faiblement allié	<b>Mounting brace / Assembly band</b>	Frette d'assemblage	<b>Non-destructive test</b>	Contrôle non destructif	<b>Outside diameter</b>	Excentricité	<b>Perpendicularity / Squareness</b>	Perpendicularité
<b>Low cheese head</b>	Tête cylindrique basse	<b>Multi-grip blind rivet</b>	Rivet aveugle multi-serrage	<b>Non-ferrous material</b>	Essai de rupture différée	<b>Oval</b>	Diamètre extérieur	<b>Phillips @ (cross recess H)</b>	Phillips @ (empreinte cruciforme H)
<b>Low duty connection</b>	Assemblage de maintien	<b>Multi-spindle automatic lathe</b>	Multitroche (tour automatique)	<b>Non-heat treated</b>	Matériau non-ferreux	<b>Oval half dog point</b>	Bombée (tête fraisée)	<b>Phosphate coating</b>	Phosphatation (Revêtement)
<b>Low grade alloy steel</b>	Acier faiblement allié	<b>Multi-start thread</b>	Filetage à plusieurs filets	<b>Non-rusting</b>	Non traité (thermiquement)	<b>Oval head screw</b>	Bout ogival	<b>Phosphating</b>	Phosphatation (procédé)
<b>Low-carbon steel</b>	Acier doux			<b>Non-standard fastener / Special fastener</b>	Antirouille	<b>Oven / Furnace</b>	Vis à tête fraisée bombée	<b>Phosphorus</b>	Phosphore
<b>Lower yield strength, Rel (on specimen)</b>	Limite inférieure d'écoulement, Rel (sur éprouvette)				Fixation sur plan				
<b>LQA</b>	NQA								

Pickling	Décapage chimique
Pickling / Stripping	Décapage
Pickling bath	Bain de décapage
Pickling, stripping	Décapage
Piece / Part / Component	Pièce
Pierce-nut / Clinch nut	Écrou à sertir
Piercing screw	Vis à sertir
Pilot point	Bout pilote
Pin	Goupille
Pipe / Hose	Gaine
Pitch / Thread pitch / Pitch of the thread	Pas du filetage
Pitch diameter (thread)	Diamètre à flanc de fillet
Pitch thread	Pas de vis
Pitting (surface defect)	Piqûre (défaut de surface)
Pitting corrosion	Corrosion par piqûres
Pivot	Pivot
Plain hardened washer	Rondelle plate trempée
Plain rivet / Solid rivet	Rivet plein
Plain washer	Rondelle plate
Plain washer with chamfer	Rondelle plate chanfreinée
Plan (to)	Planifier
Plastic clip	Clip / Agrafe plastique
Plastic deformation	Déformation plastique
Plastic elongation	Allongement plastique
Plastic range	Domaine plastique
Plastic range tightening	Serrage dans le domaine plastique
Plate	Coupelle
Plate / Sheet	Tôle
Plating	Plaquage
Plug	Bouchon
Point (of a bolt, screw, stud)	Extrémité / Bout (d'une vis)
Pointing	Appointage
Polish (to) / Burnish (to)	Polir (brunir)
Polishing	Polissage
Polyamide	Polyamide
Post-treatment	Post-traitement
Potassium dichromate	Bichromate de potassium
Power	Puissance
Pozidriv ® [cross recess Z]	Pozidriv ® (empreinte cruciforme Z)
PPM	PPM
Precoated screw	Vis pré-enduite
Pre-heat treated steel	Aacier prétraité
Preload (pretension)	Précharge
Preloaded	Précontraint
Press	Presse
Prestressing	Précontrainte
Pre-tightening torque	Couple d'accostage
Pre-treatment	Prétraitement / Préparation de surface
Prevailing torque	Couple d'autofreinage
Prevailing torque locking fastener	Fixation s'opposant au dévissage
Prevailing torque type all metal nut	Écrou autofréiné tout métal
Prevailing torque type nut	Écrou autofréiné
Prevailing torque type nut with flange	Écrou autofréiné à embase
Prevailing torque type nut with non-metallic insert	Écrou autofréiné à anneau non métallique
Prevalling torque flange nut	Ecrou autofréiné à embase
Rising action	Effet de levier
PRISMEFIX Fastener distributors French association	PRISMEFIX Association française des distributeurs de fixations
Probability of acceptance (Pa)	Probabilité d'acceptation (Pa)
Process capability	Capacité du processus
Product grade (tolerance)	Grade (tolérance)
Product standard	Norme de produits
Production flow	Flux de production
Production plant	Centre de production
Production run	Campagne de fabrication
Production sequence	Cycle de production
Profile	Profil
Proof load	Charge d'épreuve
Proof load test	Essai de charge d'épreuve
Proof load test – tensile test	Essai de traction
Property (characteristic)	Caractéristique (propriété)
Property class (UKI) / grade	Classe de qualité
Protection	Protection
Protection against corrosion / Corrosion prevention	Protection contre la corrosion
Prototype	Prototype
Protuding head (blind rivet)	Tête plate ou bombée (rivet aveugle)
Pull mandrel (blind rivet)	Tige de traction (rivet aveugle)
Pull through mandrel (blind rivet)	Tige perdue sans amorce de rupture (rivet aveugle)
Pulley	Poulie
Pulley screw	Vis de poulie
Pull-together	Accostage
Punch	Poinçon
Purchasing tool	Outilage de frappe
Punching	Découpage (par poinçon)
Punching die	Matrice de poinçonnage
Purchase	Achat
Purchase (to)	Acheter
Purchaser	Acheteur (client)
Pure	Pur
Pushbutton	Bouton poussoir
Q	
Quality	Qualité
Quality assurance	Assurance qualité
Quality control	Contrôle qualité
Quality level	Niveau de qualité
Quality monitoring	Suivi de la qualité
Quality target	Objectif qualité
Quantity	Quantité
Quarter	Quart
Quench crack	Tapure de trempe
Quenched and tempered	Trempé et revenu
Quenching	Trempe
Quenching temperature	Température de trempe
Quotation / Quote	Cotation
R	
Rack coating	Attache (Revêtement à l'attache)
Radius	Rayon
Raised	Bombée (tête de vis)
Raised cheese head (GB)	Tête cylindrique bombée
Raised cheese head screw	Vis à tête cylindrique bombée
Raised countersunk (oval) head screw	Vis à tête fraisée bombée
Raised countersunk head / Countersunk oval head	Tête fraisée bombée
Range	Plage
Ratio	Ratio
Ready-for-use wire	Fil PAE (Prêt A l'emploi)
Recarburation	Recarburation
Recess / Socket / Internal drive	Empreinte (entraînement interne)
Recycling	Recyclage
Red rust	Rouille rouge - Oxydation chimique
Reduced loadability	Capacité de charge réduite
Reduced shank	Tige réduite
Reduced shank bolt	Boulon à tige réduite
Reducing sleeve	Manchon réducteur
Reduction of area	Striction
Reduction of area after fracture	Striction après rupture
Reel wire	Bobine d'acier (fil-machine)
Referee test	Essai faisant foi en cas de litige
Reference standard	Norme générale
Reference test	Essai de référence
Refractory	Réfractaire
Regular nut (style 1)	Écrou normal (style 1)
Regulation	Réglementation
Reinforced / Strengthened	Renforcé
Reject (to)	Rebuter / Rejeter
Relaxation	Relaxation - Détente
Release (to)	Desserrer (annuler la tension)
Reliability	Fiabilité
Removable	Détachable
Removal / Loosening	Dévisage / Desserbage
Removal of chips	Évacuation des copeaux
Remove (to) / Unscrew (to)	Dévisser
Request for quotation / Enquiry / Inquiry	Demande de prix
Requirement	Exigence
Research	Recherche
Residual load	Force résiduelle
Resin	Résine
Resistance / Strength	Résistance
Resistor	Résistance (électricité)
Respect of the sizes	Respect des cotes
Resulphurized steel	Acier resulphurisé
Retaining ring	Anneau d'arrêt / Circlip
Retaining rings	Circlips
Retightening	Resserrage
Retouching work / Finishing operation	Retouche
Right-hand pitch	Pas à droite
Right-hand thread	Filetage à droite
Rigidity / Stiffness	Raideur / Rigidité
Rim	Pourtour
Rinsing	Rincage
Rivet	Rivet

<b>Rivet (to)</b>	Riveter	<b>Rust</b>	Rouille	<b>Screw with patch</b>	Vis avec patch	<b>Set up / Fixture / Assembly</b>	Montage / Installation	<b>Sleeve / Bushing</b>	Manchon
<b>Rivet length</b>	Longueur du corps du rivet	<b>Rusted</b>	Rouillé	<b>Screwed socket</b>	Manchon fileté	<b>Setting</b>	Assemblage (mise en place)	<b>Slide-rail / Slide</b>	Glissière
<b>Rivet nut</b>	Ecrou à sertir	<b>S Safety factor / coefficient</b>	Coefficient de sécurité	<b>Screwing socket</b>	Douille de vissage	<b>Setting / Adjustment</b>	Réglage	<b>Sliding bracket</b>	Vé coulissant
<b>Rivet setting load</b>	Force de rivetage	<b>Safety part</b>	Pièce de sécurité	<b>Screws</b>	Visserie	<b>Setting tool</b>	Outil de pose	<b>Slip coefficient</b>	Coefficient de glissement
<b>Rivet shank</b>	Fût du rivet	<b>Salt atmosphere, salt spray</b>	Brouillard salin	<b>Seal</b>	Joint	<b>Shaft</b>	Arbre	<b>Slippage</b>	Glissement
<b>Riveting / Rivet setting</b>	Rivetage	<b>Salt spray resistance</b>	Résistance au brouillard salin / Tenue au brouillard salin	<b>Sealant</b>	Finition « sealer »	<b>Shank</b>	Tige	<b>Slipper dip</b>	Bain de trempe
<b>Robotized set-up</b>	Montage robotisé	<b>Salt spray test (NSS)</b>	Brouillard salin neutre (Essai BS)	<b>Sealing</b>	Étanchéité	<b>Sharp</b>	Pointu	<b>Slope / Tilt-angle</b>	Inclinaison
<b>Rockwell hardness</b>	Rockwell (dureté)	<b>Sample / Sample part</b>	Échantillon (prélèvement)	<b>Sealing ring / Gasket</b>	Joint d'étanchéité	<b>Sharp edge / Sharp angle</b>	Angle vif	<b>Slot</b>	Rainure (fente)
<b>Rockwell test</b>	Rockwell (essai) ®	<b>Sample size</b>	Effectif de l'échantillon	<b>Seam and lap (raw material)</b>	Ligne, paille, repliure de laminage	<b>Sharpening</b>	Affûtage	<b>Slot (to) / Split (to)</b>	Fendre
<b>Rod wire</b>	Fil machine	<b>Sampling</b>	Échantillonnage	<b>Seam welding</b>	Soudage par bossages	<b>Sharpening machine</b>	Affûteuse	<b>Slot (with) / Slotted</b>	Fente (à)
<b>Rolled thread</b>	Filetage par roulage	<b>Sampling inspection</b>	Contrôle par prélèvement	<b>Secondary operation</b>	Reprise	<b>Shear</b>	Cisaillement	<b>Slotted / Split</b>	Fendu
<b>Roller finishing</b>	Galetage	<b>Sampling plan</b>	Plan d'échantillonnage	<b>Second-operation machine</b>	Machine de reprise	<b>Shear burst</b>	Fissure de cisaillement	<b>Slotted cheese head screw</b>	Vis à tête cylindrique fendue
<b>Rolling</b>	Laminage - Roulage	<b>Sand blasting</b>	Sablage (nettoyage)	<b>Section (drawing)</b>	Coupe	<b>Shear strength</b>	Résistance au cisaillement	<b>Slotted round nut</b>	Écrou (cylindrique) à encoche
<b>Root radius</b>	Rayon à fond de filet	<b>Scale</b>	Calamine	<b>Seize (to)</b>	Gripper	<b>Shear test</b>	Essai de cisaillement	<b>Slotted spring pin</b>	Goupille élastique
<b>Rotary rolling machine</b>	Machine de roulage rotative	<b>Scal</b>	Échelle	<b>Seizing / Jamming</b>	Grippage	<b>Shearing (cutting)</b>	Cisaillement	<b>Slug / Loop</b>	Lopin
<b>Rotary transfer machine</b>	Machine à transfert rotatif	<b>Scattering / Variation</b>	Dispersion	<b>Self forming screw</b>	Vis auto-formeuse	<b>Shearing strength</b>	Résistance au cisaillement	<b>Small series</b>	Série étroite (rondelle S)
<b>Rotation per minute (rpm)</b>	Tour/minute	<b>Scrap / Crop end</b>	Chute	<b>Self rolling screw</b>	Vis auto-foruse	<b>Sheet / Plate</b>	Tôle	<b>Small series (width across flats)</b>	Surplat réduit
<b>Roughness</b>	Rugosité	<b>Scrape point</b>	Bout autonettoyeur	<b>Self tapping screw</b>	Vis auto-taraudeuse	<b>Sherardization</b>	Shérardisation	<b>Smooth</b>	Lisse
<b>Roughness measurement</b>	Mesure de rugosité	<b>Screw</b>	Vis à tête, autotaraudeuse ...)	<b>Self-cleaning nut</b>	Écrou autotaraudé	<b>Shortening delivery time</b>	Réduction des délais	<b>Smooth spacer</b>	Entretoise lisse
<b>Roughness tester</b>	Rugosimètre	<b>Screw (to) / Tighten (to)</b>	Visser	<b>Self-cutting screw</b>	Vis autotaraudeuse par enlèvement de matière	<b>Shot blasting / Shot penning</b>	Grenaillage	<b>Soaking</b>	Chambrage
<b>Round collar</b>	Arrondi sous tête	<b>Screw driver</b>	Embout (de vissage) / Tournevis	<b>Self-drilling point</b>	Bout autopercuteur	<b>Shoulder</b>	Épaulement	<b>Socket / Bush</b>	Douille
<b>Round die / Knurling wheel</b>	Molette	<b>Screw driving machine</b>	Visseuse	<b>Self-drilling screw</b>	Vis autoperceuse	<b>Shoulder screw</b>	Vis à épaulement	<b>Socket head cap screw</b>	Tête CHC ("Cylindrique Hexagonale Creuse")
<b>Round head</b>	Tête ronde	<b>Screw fitting / Male fitting</b>	Vis raccord	<b>Self-passivation</b>	Auto-passivation	<b>Silver</b>	Argent	<b>Soft</b>	Tendre (matériau)
<b>Round head screw</b>	Vis à tête ronde	<b>Screw for wood panel / Chip board screw</b>	Vis pour panneaux de particules	<b>Semi-filled core (blind rivet)</b>	Corps de rivet aveugle à tête de tige retenue	<b>Silver plating</b>	Argenture	<b>Soft annealing</b>	Recuit d'adoucissement
<b>Round Robin test</b>	Essais croisés	<b>Screw plug gauge</b>	Tampon fileté	<b>Semi-finished product</b>	Produit semi-fin	<b>Single bolting assembly lot</b>	Lot d'ensemble univoque	<b>Softening</b>	Adoucissement
<b>Round washer with square hole</b>	Rondelle plate à trou carré	<b>Screw thread</b>	Filetage cylindrique	<b>Semi-tubular rivet</b>	Rivet semi-tubulaire	<b>Single coil washer</b>	Rondelle Grower (simple spire)	<b>Solid rivet / Plain rivet</b>	Rivet plein
<b>Roundend</b>	Arrondi	<b>Screw with adhesive</b>	Vis avec enduction	<b>Sems</b>	Vis à rondelle imperméable	<b>Single coil washer with tang ends</b>	Rondelle Grower à becs simple spire	<b>Soluble oil</b>	Huile soluble
<b>Rounded end</b>	Bout bombé (extrémité de vis)	<b>Screw with clamp washer</b>	Vis à étrier	<b>Sensor</b>	Capteur	<b>Single spindle automatic lathe</b>	Monobroche (tour)	<b>Sort (to)</b>	Trier
<b>Roundness / Circularity</b>	Circularité	<b>Screw with non-metallic insert</b>	Vis à insert non-métallique	<b>Sequence</b>	Station (étape)	<b>Series production part</b>	Pièce série	<b>Sorting</b>	Tri
<b>Row material</b>	Matière première			<b>Sequence of operations</b>	Gamme d'opérations	<b>Series production part</b>	Rondelle striée	<b>Spacer / Distance sleeve / Distance tube</b>	Entretoise
<b>Rubber</b>	Caoutchouc			<b>Series production</b>	Fabrication en série	<b>Serrated washer</b>	Sertir	<b>Spare</b>	Rechange (de)
<b>Run-out / Out-of-roundness</b>	Excentricité			<b>Set / Crimp</b>		<b>Set screw</b>	Vis sans tête / Vis de réglage	<b>Spare part</b>	Pièce de recharge / Pièce détachée
<b>Run-out tolerance</b>	Battement (tolérance de)								

Special / Particular	Spécial	Steel sheet	Tôle d'acier	Stud-bolt	Goujon	Tapered screw thread	Filage conique	Thermal conductivity	Conductivité thermique
Specimen / Test piece	Épreuve	Stick-slip	Micro-grippage	Style [nut height]	Style (hauteur d'écrou)	Tapped hole	Taraude (dans une pièce) / Trou taraudé	Thermal shock	Choc thermique
Spectrometry	Spectrométrie	Stiffness / Rigidity	Raideur / Rigidité	Sub-assembly / Subsystem	Sous-ensemble	Tapping machine	Taraudeuse	Thermal strain	Fatigue thermique
Speed	Vitesse	Stop	Butée	Substance / Matter	Substance	Tapping screw	Vis à tête	Thick	Massif (épais)
Sphere	Sphère	Stop face	Lamage	Substrate	Substrat	Target value	Valeur cible	Thickness	Épaisseur
Spheroidizing	Recuit globulaire	Stop screw	Vis de butée	Subsystem / Sub-assembly	Sous-ensemble	Technical centre for mechanical engineers	CETIM Centre Technique des Industries Mécaniques	Thickness (Coating average thickness)	Épaisseur moyenne (Revêtement)
Split pin	Goupille fendue	Stop washer	Rondelle autobloquante	Stockage	Soufre	Technical requirement	Exigence technique	Thickness (Coating local thickness)	Épaisseur locale (Revêtement)
Spot-welding	Soudage par points	Storage	Stockage	Sulphur	Acide sulfurique	Technical specification	Cahier des charges (CDC)	Thickness (Coating minimum local thickness)	Épaisseur locale minimale (Revêtement)
Spray coating	Revêtement par pulvérisation	Straightening	Redressage	Supplier	Fournisseur	Teeth	Denture	Thickness (Coating reference thickness)	Épaisseur de référence (Revêtement)
Spring	Ressort	Straightness	Rectitude	Supplier drawing	Plan fournisseur (dessin)	Temperature variation	Variation de température	Thickness (Coating total thickness)	Epaisseur totale (Revêtement)
Spring pin	Goupille élastique	Strain / Distortion / Deformation	Déformation	Supplier follow-up	Suivi fournisseur	Tempered	Adouci	Thin nut (style 0)	Écrou bas (style 0)
Spring washer	Rondelle élastique	Strain gauge	Jauge de déformation	Supplier plan	Plan fournisseur (organisation)	Tempered steel	Aacier doux	Thousandth	Millième
Spur gear / Spur pinion	Pignon droit	Strain, stress	Effort - Contrainte	Supplier quality capability assessment	Évaluation aptitude qualité fournisseur	Tempering	Revenu	Thread	Filet
Square head	Tête carrée	Stream of process	Chaîne de processus	Supplier trademark	Sigle fournisseur	Tempering temperature	Température de revenu	Thread / Screw thread	Filletage
Square head bolt	Vis à tête carrée	Strength / Resistance	Résistance	Supply (to)	Approvisionner	Temporary protection	Protection temporaire	Thread crest	Sommet de fillet
Square neck (with)	Collet carré (à)	Stress [strain]	Contrainte	Support	Appui	Tensile / Strain	Traction / Tension	Thread damage	Choc sur filet
Square nut	Écrou carré	Stress / Fatigue	Fatigue	Surface (Significant surface)	Surface significative	Tensile load	Effort de traction	Thread flank	Flanc de filet
Square taper washer	Plaquette oblique	Stress area / Cross-sectional area	Section résistante	Surface coating	Revêtement de surface	Tensile strength	Résistance à la traction	Thread forming screw	Vis autoformée / Vis autotaraudeuse par déformation
Square washer	Plaquette (rondelle carré)	Stress area in the thread (As)	Section résistante dans le filage (As)	Surface decarburization	Décarburation superficielle	Tensile stress	Contrainte de traction	Thread friction	Frottement dans les filets
Squareness / Perpendicularity	Perpendicularité	Stress at 0,0048d non-proportional elongation, Rpf [on full size product]	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,0048d, Rpf (sur produit entier)	Surface discontinuity	Défaut de surface	Tensile test	Essai de traction	Thread lap	Replis (dans les filets)
Stainless	Inoxydable	Stress at 0,2 % non-proportional elongation, Rp0,2 [on specimen]	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, Rp0,2 (sur épreuve)	Surface finish / Surface condition	État de surface	Tenth	Dixième	Thread length	Longueur filetée
Stainless steel	Acier inoxydable	Stamping	Emboutissage / Estampage / Matricage	Surface grinding	Rectification plane	Test (to)	Essayer	Thread locking	Frein-filet
Standard	Norme	Stress corrosion	Corrosion sous contrainte	Surface hardness	Dureté superficielle	Test / Testing	Essai	Thread locking adhesive	Frein-filet par enduction
Standard	Standard	Stress under proof load	Contrainte à la charge d'épreuve	Surface treatment / Surface coating	Traitements de surface	Test bench	Banc d'essai	Thread ring gauge	Bague filétée
Standard (gauge) measure	Étalon (mesure)	Strip	Feuillard	Symmetry	Symétrie	Test method	Méthode d'essai	Thread rod	Bout fileté
Standard deviation	Écart-type	Stripping	Décapage mécanique	T		Test piece / Specimen	Éprouvette	Thread rolling	Roulage (des filets)
Standard fastener	Fixation standard	Structural bolting	Boulonnnerie de construction métallique non précontrainte	Tap	Taraud	Test report	Rapport d'essai	Thread rolling machine	Rouleuse / Machine à filer
Static	Statique	Structural rivet	Rivet de structure	Tap (to)	Tarauder	Test report 2.2	Relevé de contrôle 2.2	Thread root	Fond de filet
Static load	Effort statique	Structural steel	Acier de construction	Tap drill hole	Avant-trou	Test run	Campagne d'essais	Thread run-out	Raccordement filage/partie lisse (vis) / Filet incomplet
Statistical process control (SPC)	Contrôle statistique du procédé (SPC)	Stud	Goujon & tige fileté	Taper / Cone	Cône	Test tube	Eprouvette		
Steel	Acier	Stud (fully threaded)	Bout fileté (tige filetée courte)	Taper pin	Gouille conique	T-head	Tête marteau		
Steel grade	Nuance d'acier	Stud with undercut	Goujon avec gorge	Taper washer	Cale oblique	T-head bolt	Vis à tête marteau		
Steel mill	Acierie			Tapered (pin)	Conique (gouille)	Thread locking adhesive	Frein-filet		
Steel pellet	Grenaille d'acier					Theoretical value	Valeur théorique		

<b>Thread stress diameter</b>	Diamètre équivalent	<b>Tool clearance</b>	Espace nécessaire pour l'outil de pose	<b>Tungsten carbide</b>	Carbure de tungstène	<b>V</b>	
<b>Thread stripping</b>	Arrachement des filets / du filétage / Forage des filets	<b>Tool mark</b>	Marque d'outil	<b>Turn (to) / Machine (to)</b>	Décoller	<b>Value analysis</b>	Écrou de roue
<b>Thread tolerance class</b>	Classe de tolérance de filetage	<b>Tool wear</b>	Usure (outillage)	<b>Turn / Rotation</b>	Rotation	<b>White corrosion</b>	Oxydation blanche
<b>Threaded</b>	Fileté	<b>Tool-holder</b>	Porte-outil	<b>Turn to the nut method</b>	Serrage à l'angle (méthode)	<b>White rust</b>	Oxydation blanche - Rouille blanche
<b>Threaded cone point</b>	Bout pointu fileté (vis à tête)	<b>Tooling</b>	Outilage	<b>Turning / Bar-turning / Machining</b>	Décolletage	<b>Width</b>	Largeur
<b>Threaded fastener</b>	Fixation filetée	<b>Toothed lock washer</b>	Rondelle à dents chevauchantes / Rondelle éventail ®	<b>Turning tool</b>	Outil de décolletage / Outil de tournage	<b>Width across corners</b>	Surangle
<b>Threaded gauge</b>	Calibre fileté	<b>Top coat</b>	Filmogène	<b>Two-start thread</b>	Double filet	<b>Width across flat</b>	Cote sur plat - Sur plats
<b>Threaded insert</b>	Insert fileté	<b>Torque</b>	Couple	<b>Two-stroke press</b>	Presse double frappe	<b>Wing nut</b>	Écrou à oreilles / Écrou à ailettes
<b>Threaded rod</b>	Tige filetée	<b>Torque tightening</b>	Serrage au couple	<b>U</b>		<b>Wing screw</b>	Vis à oreilles
<b>Threaded spacer</b>	Entretoise taraudée	<b>Torque wrench (Digital reading)</b>	Clé dynamométrique	<b>(To) unscrew</b>	Dévisser	<b>Wire</b>	Fil / Fil machine
<b>Thread-forming</b>	Autotaraudage	<b>Torque/angle tightening method</b>	Serrage à l'angle (méthode)	<b>Ultimate shear load</b>	Charge de cisaillement à la rupture	<b>Wire preparation</b>	Préparation du fil
<b>Threading tool</b>	Matrice de filetage / Peigne de filetage / Outil à fileter	<b>Torque/clamp force relationship</b>	Relation couple/tension	<b>Ultimate tensile load</b>	Charge de rupture en traction	<b>Wiring harness</b>	Faisceau de câbles
<b>Threated rod</b>	Tige filetée	<b>Torquea</b>	Couple	<b>Ultimate tensile strength</b>	Résistance à la rupture en traction	<b>Wood screw</b>	Vis à bois
<b>Three sigma (3s)</b>	Trois sigmas (3s)	<b>Torsion / Twisting</b>	Torsion	<b>Ultrasonic control method</b>	Contrôle par ultrasons	<b>Workpiece</b>	Pièce usinée
<b>Through hole</b>	Trou débouchant	<b>Torsion bar</b>	Barre de torsion	<b>Ultra-sound</b>	Ultrason	<b>Worm screw / Endless screw</b>	Vis sans fin
<b>Tie rod</b>	Goujon	<b>Torsional strength</b>	Résistance à la torsion	<b>Undercut</b>	Gorge de dégagement	<b>Wrench</b>	Clé
<b>Tighten (to) / Clamp (to) / Hold (to)</b>	Serrer	<b>Torsional stress</b>	Contrainte de torsion	<b>Underhead</b>	Sous-tête	<b>Wrenching (tightening)</b>	Serrage (outillage)
<b>Tightening</b>	Assemblage (par vissage)	<b>Torsional test</b>	Essai de torsion	<b>Underhead friction</b>	Frottement sous tête	<b>Wrought copper alloy</b>	Alliage cuivre corroyé
<b>Tightening / Screwing</b>	Vissage / Serrage	<b>Torx recess</b>	Torx (empreinte) ®	<b>Underhead radius</b>	Rayon sous tête de vis	<b>Y</b>	
<b>Tightening accuracy</b>	Précision de serrage	<b>Total decarburization</b>	Décarburation totale	<b>Uniform</b>	Uniforme	<b>Yield</b>	Élasticité
<b>Tightening test</b>	Essai de vissage	<b>Toughness</b>	Ténacité	<b>Union nut / Female fitting</b>	Écrou raccord	<b>Yield load controlled tightening</b>	Serrage à la limite élastique
<b>Tightening tool</b>	Outil de serrage	<b>Trace number</b>	Numéro de traçabilité	<b>Unit</b>	Unité	<b>Yield strength / Yield point / Yield limit</b>	Limite d'élasticité
<b>Tightening torque</b>	Couple de serrage	<b>Traceability</b>	Traçabilité	<b>Unit inspection</b>	Contrôle unitaire	<b>Yield stress</b>	Contrainte d'élasticité
<b>Tightnenning</b>	Vissage	<b>Traction</b>	Traction	<b>UNM Standardization office for mechanical engineering</b>	UNM Union de Normalisation de la Mécanique	<b>Z</b>	
<b>Tin</b>	Etain	<b>Trademark</b>	Marque (du fournisseur)	<b>Unoiling</b>	Deshuilage	<b>Zero defect</b>	Zéro défaut
<b>Tin plating</b>	Étamage	<b>Transfer machine</b>	Machine transfert	<b>Unsetting</b>	Desserrage	<b>Zinc</b>	Zinc
<b>Titanium</b>	Titane	<b>Trapezoidal (thread)</b>	Trapézoïdal (filetage)	<b>Unthreaded shank (bolt, stud)</b>	Partie lisse / Tige (vis, goujon)	<b>Zinc electroplating</b>	Électrozingage
<b>Tolerance / Deviation / Allowance</b>	Tolérance / Écart	<b>Treatment</b>	Traitements	<b>Untighten (to) / Loosen (to)</b>	Dévisser / Débloquer / Desserrer	<b>Zinc flake coating</b>	Revêtement de zinc lamellaire
<b>Tolerance range</b>	Intervalle de tolérance	<b>Tribology</b>	Tribologie	<b>Untightening / Loosening</b>	Desserrage	<b>Zinc plating</b>	Zingage
<b>Ton</b>	Tonne	<b>Trimming die</b>	Matrice de découpage	<b>Upsetting</b>	Refourlement	<b>Zinc thermal diffusion coating</b>	Revêtement de zinc par diffusion thermique
<b>Tonnage</b>	Tonnage	<b>Trivalent chromium Cr(III)</b>	Chrome trivalent Cr(III)	<b>User (Customer)</b>	Utilisateur	<b>Zinc-Nickel</b>	Zinc-Nickel
<b>Tool</b>	Outil	<b>Truncated cone point</b>	Bout pilote cylindro-tronconique / Bout tronconique				
<b>Tool change</b>	Changement d'outillage	<b>Tubular rivet</b>	Rivet tubulaire				

Cocher la documentation désirée

## EMILE MAURIN



### FIXATION MEMENTO TECHNIQUE GUIDE PRODUITS INDUSTRIE GUIDE PRODUITS INFRASTRUCTURE

Tél. 33 (0)4 72 85 85 85 **0 825 007 333** Service 0,15 € / min + prix appel  
Fax 33 (0)4 72 85 85 70  
E-mail : fixations@emile-maurin.fr



### ÉLÉMENTS STANDARD MÉCANIQUES SUPPLÉMENT NOUVEAUX PRODUITS INOX GUIDE PRODUITS

Tél. 33 (0)4 72 71 18 71 **0 825 007 888** Service 0,15 € / min + prix appel  
Fax 33 (0)4 72 76 22 55  
E-mail : esm@emile-maurin.fr



### PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Tél. 33 (0)4 78 79 34 34 - Fax 33 (0)4 72 04 32 52  
E-mail : aciers@emile-maurin.fr

## MICHAUD CHAILLY



### ÉLÉMENTS DE TRANSMISSION (linéaire, pneumatique, motorisation)

### OUTILLAGE PLASTIQUES GUIDE PRODUITS

Tél. 33 (0)4 72 90 33 00 **0 825 002 555** Service 0,15 € / min + prix appel  
Fax 33 (0)4 37 25 21 40 **FAX 0 825 340 785** Service 0,15 € / appel + prix appel  
E-mail : michaud@michaud-chailly.fr



### RACCORDS ET ROBINETTERIE INOX VISSERIE BOULONNERIE INOX

Tél. 33 (0)4 78 90 48 22  
Fax 33 (0)4 78 90 69 59  
E-mail : bene@bene-inox.com

## MAURIN



### DVD CAO 3D / 2D



MAURIN FIXATION

**0 825 007 333** Service 0,15 € / min + prix appel

Recevez  
**GRATUITEMENT**  
les catalogues  
et le DVD

sur demande par **téléphone**, par **fax**, par **e-mail**  
ou à l'adresse suivante :

**Groupe Maurin : 60, rue du Bourbonnais 69009 LYON (France)**

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Service \_\_\_\_\_ Effectif \_\_\_\_\_ Code NAF \_\_\_\_\_

Activité \_\_\_\_\_

Téléphone \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

## Environnement et législation

# 1 Arrêté du 20 Janvier 1995

## (application des normes et règles de mise sur le marché)

En France, l'arrêté du 20 janvier 1995 rend obligatoire l'application des normes et des règles de mise sur le marché des boulons, vis, goujons et écrous, et ce, par référence aux normes européennes en vigueur.

### Extrait du journal officiel du lundi 30 janvier 1995

#### *Arrêté du 20 janvier 1995 portant mise en application obligatoire de normes*

Le ministre de l'économie, le ministre de l'industrie, des postes et télécommunications et du commerce extérieur et le ministre du budget. Vu la loi du 24 mai 1941 relative à la normalisation. Vu le décret n°84-74 du 26 janvier 1984 fixant le statut de normalisation, modifié par le décret n°90-653 du 18 juillet 1990, le décret n°91-283 du 19 mars 1991 et le décret n°91-1235 du 15 novembre 1993. Vu le code des douanes, notamment ses articles 23 bis et 38. Sur proposition du délégué interministériel aux normes.

Arrêtent :

#### - Art. 1.

Toute mention à des fins publicitaires ou informatives faite par les fabricants, importateurs ou distributeurs concernant les caractéristiques mécaniques ou fonctionnelles, ou les performances techniques des éléments de fixation figurant dans l'annexe au présent arrêté doit être déterminée, exprimée et présentée par référence aux classes de qualité ou aux caractéristiques définies par les normes françaises ou étrangères mentionnées dans ladite annexe.

#### - Art. 2.

Les actions publicitaires ou informatives visées à l'article 1<sup>er</sup> comprennent notamment :

- le marquage des éléments de fixation,
- l'étiquetage apposé sur l'emballage d'éléments de fixation,
- les documents commerciaux d'accompagnement des éléments de fixation,
- les catalogues et tarifs de vente,
- les imprimés et l'affichage sur les lieux de vente ou d'exposition,
- la correspondance publicitaire,
- la publicité par voie d'insertion, quel que soit le support (affiches, journaux, périodiques, audiovisuel).

#### - Art. 3.

Est considérée comme présomption de preuve de conformité aux normes françaises ou étrangères figurant en annexe la présentation d'une déclaration

de conformité établie et signée par le fabricant ou l'importateur ou, à défaut, le responsable de la mise sur le marché.

Cette déclaration comporte obligatoirement le numéro du lot de fabrication qui doit également figurer sur l'étiquetage apposé sur l'emballage des éléments de fixation.

La présentation de la déclaration de conformité est exigée à l'appui de la déclaration en douane en cas d'importation.

Le fabricant ou l'importateur ou, à défaut, le responsable de la mise sur le marché, tient à la disposition des services chargés du contrôle un dossier technique décrivant les moyens qu'il a mis en œuvre pour s'assurer de la conformité des produits aux caractéristiques annoncées.

#### - Art. 4.

Le délégué interministériel aux normes, le directeur général des stratégies industrielles, le directeur général de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes et le directeur général des douanes et droits indirects sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au «Journal officiel» de la République française.

Fait à Paris, le 20 janvier 1995.

#### Annexe

**Nota :** les normes étrangères visées dans l'article 1<sup>er</sup> de l'arrêté sont les normes des Etats membres de l'Union européenne ou d'autres Etats parties à l'accord instituant l'Espace économique européen reprenant les normes européennes figurant dans le tableau ci-dessous à la colonne «Normes étrangères».

1-1

Eléments de fixation	Normes françaises	Normes étrangères
Boulons, vis, goujons	NF EN 20898-1	EN 20898-1
Ecrous avec charges d'épreuve spécifiées	NF EN 20898-2	EN 20898-2
Ecrous avec charges d'épreuve spécifiées Filetages à pas fin	NF EN 20898-6	EN 20898-6
Vis, goujons et écrous métal non ferreux	NF EN 28839	EN 28839

## **2 Arrêté du 24 Avril 2006**

### **(produits de construction aptes à la précontrainte)**

**Arrêté du 24 mars 2008 portant application à certains boulons de construction métallique du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.**

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer et le ministre délégué à l'industrie,

Vu la directive du Conseil des Communautés européennes 89/106/CEE du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction, modifiée par la directive 93/68/CEE du 22 juillet 1993 ;

Vu le décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, modifié par les décrets n° 95-1051 du 20 septembre 1995 et n° 2003-947 du 3 octobre 2003,

Arrêtent :

**- Art. 1.**

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables à compter de la date du publication du présent arrêté aux boulons de construction métallique aptes à la précontrainte tels que définis par la norme harmonisée NF EN 14399-1.

**- Art. 2.**

Conformément aux dispositions respectives des articles 2, 3 et 10 du décret du 8 juillet 1992 susvisé, peuvent seuls être munis du marquage CE les boulons de construction métallique aptes à la précontrainte qui ont satisfait à la procédure d'attestation de la conformité qui leur sont applicable.

- Les références de la norme et de la décision d'attestation de conformité applicable aux produits visés à l'article 1<sup>er</sup> ainsi que celles des organismes notifiés par les autorités françaises figurent dans un avis publié au Journal officiel de la République française.

**- Art. 3.**

Par dérogation aux dispositions de l'article 1<sup>er</sup> ci-dessus et à titre transitoire, les produits visés par le présent arrêté qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis pour la première fois sur le marché jusqu'au 1er octobre 2007.

- Les produits mis pour la première fois sur le marché avant la fin de la période transitoire définie à l'alinéa précédent, et qui ne satisfont pas aux dispositions dudit décret, pourront être commercialisés jusqu'au 1<sup>er</sup> octobre 2009.

**- Art.4.**

Le directeur général des entreprises et le directeur des affaires économiques et internationales sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris le 24 avril 2006.

Le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer,

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur des affaires économiques et internationales

D. BUREAU

Le ministre délégué à l'industrie,

Pour le ministre et par délégation :

Par empêchement du directeur général des entreprises :

L'ingénieur général des mines

P. VALLA

### 3 Arrêté du 6 Mars 2008 (produits de construction métallique non précontraints)

**Arrêté du 6 mars 2008 portant application à certains boulons de construction métallique du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.**

Le ministre d'Etat, ministre de l'environnement, du développement et de l'aménagement durables, la ministre de l'économie, des finances et de l'emploi et la ministre du logement et de la ville.

Vu la directive du Conseil des Communautés européennes 89/106/CEE du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction, modifiée par la directive 93/68/CEE du 22 juillet 1993 ;

Vu le décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, modifié par les décrets n° 95-1051 du 20 septembre 1995 et n° 2003-947 du 3 octobre 2003,

Arrêtent :

- Art. 1.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux boulons de construction métallique non précontraints tels que définis par la norme harmonisée NF EN 15048-1.

- Art. 2.

Conformément aux dispositions respectives des articles 2, 3 et 10 du décret du 8 juillet 1992 susvisé, peuvent seuls être munis du marquage CE les boulons de construction métallique non précontraints qui ont satisfait à la procédure d'attestation de la conformité qui leur est applicable.

La référence de la norme et de la décision d'attestation de conformité applicable aux produits visés à l'article 1er ainsi que celle des organismes notifiés par les autorités françaises figurent dans un avis publié au Journal officiel de la République française.

- Art. 3.

Par dérogation aux dispositions de l'article 1<sup>er</sup> ci-dessus et à titre transitoire, les produits visés par le présent arrêté qui ne satisfont pas aux dispositions

du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis pour la première fois sur le marché jusqu'au 1er janvier 2009.

Les produits mis pour la première fois sur le marché avant la fin de la période transitoire définie à l'alinéa précédent, et qui ne satisfont pas aux dispositions dudit décret, pourront être commercialisés jusqu'au 30 juin 2009.

- Art.4.

Le directeur général des entreprises et le directeur des affaires économiques et internationales sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris le 6 mars 2008.

Le ministre d'Etat, ministre de l'environnement, du développement et de l'aménagement durables.

Pour le ministre et par délégation :

le Directeur des affaires économiques et internationales

D. BUREAU

La ministre de l'économie, des finances et de l'emploi.

Pour ma ministre et par délégation :

le délégué interministériel aux normes

J-M. LE PARCO

La ministre du logement et de la ville

Pour la ministre et par délégation :

Le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction

E. CREPON

## 4 Arrêté du 16 Février 2010

### Arrêté du 16 février 2010 portant application du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié à certains produits de construction faisant l'objet d'une norme harmonisée (Version consolidée au 28 février 2010)

Le ministre d'Etat, ministre de l'environnement, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat, et la ministre de l'économie, de l'industrie et de l'emploi,

Vu la directive 89/106/CEE du Conseil du 21 décembre 1988 modifiée relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction ;

Vu le décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction,

Arrêtent :

#### - Art. 1.

Au sens du présent arrêté, on entend par :

1. « Mettre à disposition sur le marché » : fournir un produit destiné à être distribué, consommé ou utilisé sur le marché dans le cadre d'une activité commerciale, à titre onéreux ou gratuit ;
2. « Mettre sur le marché » : mettre à disposition sur le marché pour la première fois.

#### - Art. 2.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux produits suivants :

- poêles à combustible liquide avec brûleurs à vaporisation raccordés à un conduit d'évacuation des produits de la combustion définis par la norme harmonisée NF EN 1/A1 ;
- systèmes de détection et d'alarme incendie définis par la norme harmonisée NF EN 54-2/A1 ;

- adjuvants pour béton, mortier et coulis définis par la norme harmonisée NF EN 934-5 ;
- miroirs en glace argentée pour l'intérieur définis par la norme harmonisée NF EN 1036-2 ;
- briques de verre et pavés de verre définis par la norme harmonisée NF EN 1051-2 ;
- produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton définis par les normes harmonisées NF EN 1504-6 et NF EN 1504-7 ;
- petites installations de traitement des eaux usées jusqu'à 50 PTE définies par la norme harmonisée NF EN 12566-4 ;
- caillebotis pour bétail définis par la norme harmonisée NF EN 12737+A1 ;
- cornières et profilés métalliques pour plaques de plâtre définis par la norme harmonisée NF EN 14353 ;
- adhésifs pour systèmes de canalisations thermoplastiques sans pression définis par la norme harmonisée NF EN 14680 ;
- adhésifs pour systèmes de canalisations thermoplastiques pour liquides sous pression définis par la norme harmonisée NF EN 14814 ;
- écrans rigides de sous-toiture pour pose en discontinu définis par la norme harmonisée NF EN 14964 ;
- laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis défini par la norme harmonisée NF EN 15167-1.
- carreaux modulaires pour revêtements de sol et escaliers (intérieurs et extérieurs) définis par la norme harmonisée NF EN 15285 ;
- blocs de coffrage en béton de granulats courants et légers définis par la norme harmonisée NF EN 15435 ;

- blocs de coffrage en béton utilisant des copeaux de bois comme granulat définis par la norme harmonisée NF EN 15498.

Les produits déjà mis sur le marché qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 décembre 2011.

#### - Art. 3.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux produits suivants :

- connecteurs utilisés dans des structures porteuses en bois définis par la norme harmonisée NF EN 14545 ;
- éléments de fixation pour l'utilisation dans des structures portantes en bois définies par la norme harmonisée NF EN 14592.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 juillet 2010.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> août 2010 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 décembre 2011.

#### - Art.4.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux panneaux sandwichs autoportants, isolants, double peau à parements métalliques définis par la norme harmonisée NF EN 14509.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 30 septembre 2010.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> octobre 2010 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 décembre 2011.

#### - Art.5.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux produits suivants :

- tubes radiants suspendus à multibrûleur à usage non domestique utilisant les combustibles gazeux définis par les normes harmonisées NF EN 777-1, NF EN 777-2, NF EN 777-3 et NF EN 777-4 ;
- fixations mécaniques pour systèmes en plaques de plâtre définies par la norme harmonisée NF EN 14566+A1.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 octobre 2010.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> novembre 2010 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 décembre 2011.

#### - Art.6.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux tubes radiants suspendus à monobûleur à usage non domestique utilisant les combustibles gazeux définis par la norme harmonisée NF EN 416-1.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 30 novembre 2010.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> décembre 2010 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 décembre 2011.

#### - Art.7.

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux produits suivants :

- tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour

canalisations de gaz définis par la norme harmonisée NF EN 969 ;

- aciers pour trempe et revenu pour usage de construction définis par la norme harmonisée NF EN 10343 ;
- aciers inoxydables définis par la norme harmonisée NF EN 10088-5.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 décembre 2010.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2011 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 décembre 2011.

#### **- Art.8.**

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux aciers inoxydables définis par la norme harmonisée NF EN 10088-4.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 janvier 2011.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> février 2011 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 janvier 2012.

#### **- Art.9.**

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux systèmes de détection et d'alarme incendie définis par les normes harmonisées NF EN 54-16, NF EN 54-24 et NF EN 54-25.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 mars 2011.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> avril 2012 qui ne satisfont pas

aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 mars 2012.

#### **- Art.10.**

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux plaques de plâtre armées de fibres définies par les normes harmonisées NF EN 15283-1+A1 et 15283-2+A1.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 mai 2011.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> juin 2011 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 mai 2012.

#### **- Art.11.**

Les dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé sont applicables aux lanterneaux continus en matière plastique avec et sans coûtière définis par la norme harmonisée NF EN 14963.

Par dérogation et à titre transitoire, les produits qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent être mis sur le marché jusqu'au 31 juillet 2012.

Les produits mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> août 2012 qui ne satisfont pas aux dispositions du décret du 8 juillet 1992 susvisé peuvent continuer à être mis à disposition sur le marché jusqu'au 31 juillet 2013.

#### **- Art.12.**

Conformément aux dispositions respectives des articles 2, 3 et 10 du décret du 8 juillet 1992 susvisé, peuvent seuls être munis du marquage CE les produits visés aux articles 2 à 12 qui ont satisfait à la procédure d'attestation de la conformité qui leur est applicable.

Les références des normes harmonisées applicables aux produits ainsi que celles des organismes désignés par les autorités françaises pour effectuer

les tâches d'attestation de conformité figurent dans un avis publié au Journal officiel de la République française.

- Art.13.

Le directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages et le directeur général de la compétitivité, de l'industrie et des services sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 16 février 2010.

Le ministre d'Etat, ministre de l'énergie,  
de l'énergie, du développement durable et de la mer,  
en charge des technologies vertes  
et des négociations sur le climat,

Pour le ministre et par délégation :  
Le directeur de l'habitat,  
de l'urbanisme et des paysages,  
E. Crépon

La ministre de l'économie,  
de l'industrie et de l'emploi,

Pour la ministre et par délégation :  
Le délégué interministériel aux normes,  
J.-M. Le Parco

# 5 Réglement (UE) N°305/2011 du Parlement Européen et du Conseil du 9 mars 2011

Etablissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CE du Conseil

## Le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne,

vu le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne, et notamment son article 114,

vu la proposition de la Commission européenne,

vu l'avis du Comité économique et social européen (1),

statuant conformément à la procédure législative ordinaire (2),

considérant ce qui suit :

(1) Les règles des États membres exigent que les ouvrages de construction soient conçus et réalisés de manière à ne pas compromettre la sécurité des personnes, des animaux domestiques et des biens, et à ne pas nuire à l'environnement.

(2) Ces règles ont une influence directe sur les exigences applicables aux produits de construction. Ces exigences se retrouvent, à leur tour, dans les normes nationales applicables aux produits, les agréments techniques nationaux et les autres spécifications et dispositions techniques nationales concernant les produits de construction. En raison de leur disparité, ces exigences entravent les échanges à l'intérieur de l'Union.

(3) Le présent règlement ne devrait pas porter atteinte au droit des États membres de prescrire les exigences qu'ils jugent nécessaires pour garantir la protection de la santé, de l'environnement et des travailleurs lorsqu'ils utilisent des produits de construction.

(4) Les États membres ont introduit des dispositions comportant des exigences qui ont trait non seulement à la sécurité des bâtiments et d'autres ouvrages de construction, mais également à la santé, à la durabilité, aux économies d'énergie, à la protection de l'environnement, à des aspects économiques et à d'autres aspects présentant une importance dans l'intérêt du public. Les

dispositions législatives, réglementaires et administratives ou la jurisprudence, établies au niveau de l'Union ou des États membres, concernant les ouvrages de construction peuvent avoir une incidence sur les exigences applicables aux produits de construction. Étant donné que leur effet sur le fonctionnement du marché intérieur risque d'être fort similaire, il convient de considérer ces dispositions législatives, réglementaires et administratives ou cette jurisprudence comme des «dispositions» aux fins du présent règlement.

(5) Lorsqu'elles sont applicables, les dispositions pour un ou des usages prévus d'un produit de construction dans un État membre, visant à satisfaire aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction, déterminent les caractéristiques essentielles pour lesquelles une déclaration des performances devrait être établie. Afin d'éviter qu'une déclaration des performances soit sans objet, il convient de déclarer au moins l'une des caractéristiques essentielles d'un produit de construction qui sont pertinentes pour l'usage ou les usages déclarés.

(6) La directive 89/106/CEE du Conseil du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres concernant les produits de construction (3) visait à supprimer les entraves techniques aux échanges dans le domaine des produits de construction, afin de favoriser leur libre circulation dans le marché intérieur.

(7) Pour atteindre cet objectif, la directive 89/106/CEE a prévu l'établissement de normes harmonisées pour les produits de construction et la délivrance d'agréments techniques européens.

(8) Il convient de remplacer la directive 89/106/CEE afin de simplifier et de préciser le cadre existant et d'accroître la transparence et l'efficacité des mesures en vigueur.

(9) Le présent règlement devrait tenir compte du cadre juridique horizontal pour la commercialisation des produits dans le marché intérieur, institué par le règlement (CE) no 765/2008 du Parlement européen et du Conseil du 9 juillet

2008 fixant les prescriptions relatives à l'accréditation et à la surveillance du marché dans le contexte de la commercialisation des produits (4) ainsi que par la décision no 768/2008/CE du Parlement européen et du Conseil du 9 juillet 2008 relative à un cadre commun pour la commercialisation des produits (5).

(10) La suppression des entraves techniques dans le domaine de la construction ne peut être réalisée que par l'établissement de spécifications techniques harmonisées aux fins de l'évaluation des performances des produits de construction.

(11) Ces spécifications techniques harmonisées devraient inclure les essais, calculs et autres moyens, définis dans les normes harmonisées et les documents d'évaluation européens, permettant d'évaluer les performances correspondant aux caractéristiques essentielles des produits de construction.

(12) Il convient que les méthodes prévues par les États membres dans leurs exigences applicables aux ouvrages de construction et les autres règles nationales concernant les caractéristiques essentielles des produits de construction soient conformes aux spécifications techniques harmonisées.

(13) Le cas échéant, il convient d'encourager l'utilisation, dans les normes harmonisées, de classes de performance pour les caractéristiques essentielles des produits de construction, de manière à tenir compte des différences entre les niveaux des exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction pour certains ouvrages de construction, ainsi que des différences entre les conditions climatiques, géologiques, géographiques ou autres qui prévalent dans les États membres. Sur la base d'un mandat révisé, les organismes européens de normalisation devraient être habilités à établir de telles classes dans les cas où la Commission ne l'a pas déjà fait.

(14) Lorsqu'un usage prévu requiert que les produits de construction présentent, dans les États membres, des niveaux seuils pour une caractéristique essentielle quelconque, ces niveaux devraient être définis dans les spécifications techniques harmonisées.

(15) Pour évaluer les performances d'un produit de construction, il convient également de tenir compte des aspects relatifs à la santé et à la sécurité qu'implique son usage tout au long de son cycle de vie.

(16) Les niveaux seuils fixés par la Commission en application du présent règlement devraient être des valeurs généralement reconnues pour les caractéristiques essentielles du produit de construction en question dans les dispositions en vigueur dans les États membres et devraient assurer un niveau de protection élevé au sens de l'article 114 du traité sur le fonctionnement de

l'Union européenne.

(17) Les niveaux seuils peuvent être de nature technique ou réglementaire et peuvent être applicables à une seule caractéristique ou à une série de caractéristiques.

(18) Le comité européen de normalisation (CEN) et le comité européen de normalisation électrotechnique (Cenelec) sont reconnus comme étant les organismes compétents pour adopter des normes harmonisées, en conformité avec les orientations générales pour la coopération entre la Commission et ces deux organismes, signées le 28 mars 2003. Les fabricants devraient utiliser ces normes harmonisées lorsque les références les concernant ont été publiées au Journal officiel de l'Union européenne et conformément aux critères établis au titre de la directive 98/34/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information (6). Lorsqu'un niveau d'expertise technique et scientifique suffisant a été atteint dans tous les domaines pertinents, le recours à des normes harmonisées en ce qui concerne les produits de construction devrait être renforcé, y compris, le cas échéant, et après consultation du comité permanent de la construction, en donnant mandat de manière à ce que ces normes soient développées sur la base de documents d'évaluation européens existants.

(19) Il convient de simplifier les procédures définies par la directive 89/106/CEE pour l'évaluation des performances correspondant aux caractéristiques essentielles des produits de construction non couverts par une norme harmonisée, de manière à les rendre plus transparentes et à réduire les coûts supportés par les fabricants de produits de construction.

(20) Pour permettre au fabricant d'un produit de construction d'établir une déclaration des performances relative à un produit de construction qui n'est pas couvert ou pas totalement couvert par une norme harmonisée, il est nécessaire de fournir une évaluation technique européenne.

(21) Les fabricants de produits de construction devraient être autorisés à demander des évaluations techniques européennes de leurs produits sur la base des guides d'agrément technique européen établis en vertu de la directive 89/106/CEE. Il importe donc d'assurer le droit d'utiliser ces guides en tant que documents d'évaluation européens.

(22) Il convient de confier l'établissement des projets de documents d'évaluation européens et la délivrance des évaluations techniques européennes à des organismes d'évaluation technique (ci-après dénommés «OET») désignés par les

États membres. Afin que les OET disposent des compétences nécessaires pour exécuter ces tâches, il y a lieu de fixer au niveau de l'Union les exigences régissant leur désignation.

(23) Il convient que les OET mettent en place une organisation (ci-après dénommée «organisation des OET») bénéficiant, le cas échéant, d'un financement de l'Union, chargée de coordonner les procédures d'établissement des projets de documents d'évaluation européens et de délivrance des évaluations techniques européennes, en garantissant la transparence et la confidentialité nécessaire de ces procédures.

(24) Sauf dans les cas prévus par le présent règlement, la mise sur le marché d'un produit de construction couvert par une norme harmonisée ou pour lequel une évaluation technique européenne a été délivrée devrait s'accompagner d'une déclaration des performances portant sur ses caractéristiques essentielles, conformément aux spécifications techniques harmonisées applicables.

(25) Le cas échéant, la déclaration des performances devrait être assortie d'informations relatives au contenu en substances dangereuses du produit de construction afin d'améliorer les possibilités de construction durable et de faciliter le développement de produits respectueux de l'environnement. Ces informations devraient être fournies sans préjudice des obligations, notamment en ce qui concerne l'étiquetage, fixées dans d'autres instruments du droit de l'Union applicables aux substances dangereuses et devraient être disponibles au même moment et dans le même format que la déclaration des performances, de façon à ce qu'elles soient accessibles à tous les utilisateurs potentiels des produits de construction. Les informations relatives au contenu en substances dangereuses devraient d'abord être limitées aux substances visées aux articles 31 et 33 du règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques [7]. Néanmoins, le besoin spécifique d'informations sur le contenu en substances dangereuses des produits de construction devrait être examiné davantage afin de compléter la gamme des substances couvertes pour assurer un haut niveau de protection de la santé et de la sécurité des travailleurs utilisant des produits de construction et des utilisateurs d'ouvrages de construction, notamment en matière de recyclage et/ou d'obligation de réutilisation des pièces ou des matériaux. Le présent règlement ne porte pas atteinte aux droits et obligations des États membres conformément à d'autres instruments du droit de l'Union qui peuvent s'appliquer aux substances dangereuses, en particulier la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 février

1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides (8), la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (9), le règlement (CE) no 1907/2006, la directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets (10) et le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (11).

(26) La déclaration des performances devrait pouvoir être numérotée suivant le numéro de référence du produit type.

(27) Il y a lieu de prévoir des procédures simplifiées pour l'établissement des déclarations des performances afin d'alléger la charge financière imposée aux entreprises, notamment aux petites et moyennes entreprises (PME).

(28) Pour assurer que la déclaration des performances soit exacte et fiable, il convient que les performances du produit de construction soient évaluées et la production en usine contrôlée conformément à un système approprié d'évaluation et de vérification de la constance des performances du produit de construction. Plusieurs systèmes pourraient être appliqués pour un produit de construction donné, afin de tenir compte du rapport spécifique entre certaines de ses caractéristiques essentielles et les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction.

(29) En raison de la spécificité des produits de construction et de l'orientation particulière de leur système d'évaluation, les procédures d'évaluation de la conformité prévues par la décision n° 768/2008/CE et les modules définis dans celle-ci ne sont pas adaptés. Il convient donc d'établir des méthodes spécifiques d'évaluation et de vérification de la constance des performances pour les caractéristiques essentielles des produits de construction.

(30) Compte tenu de la signification différente du marquage CE pour les produits de construction par rapport aux principes généraux établis dans le règlement (CE) no 765/2008, il convient de prévoir des dispositions spécifiques afin que l'obligation d'apposer le marquage CE sur les produits de construction et les conséquences de cette apposition soient clairement comprises.

(31) En apposant ou en faisant apposer le marquage CE sur un produit de construction, il convient que les fabricants indiquent qu'ils assument la responsabilité de la conformité dudit produit avec ses performances déclarées.

(32) Le marquage CE devrait être apposé sur tous les produits de construction pour

lesquels le fabricant a établi une déclaration des performances conformément au présent règlement. Si aucune déclaration des performances n'a été établie, le marquage CE ne devrait pas être apposé.

(33) Le marquage CE devrait être le seul marquage relatif à la conformité du produit de construction avec les performances déclarées et avec les exigences applicables en vertu de la législation d'harmonisation de l'Union. Toutefois, d'autres marquages peuvent être utilisés à condition qu'ils contribuent à améliorer la protection des utilisateurs de produits de construction et ne soient pas couverts par la législation existante d'harmonisation de l'Union.

(34) Afin d'éviter la réalisation d'essais inutiles sur des produits de construction dont les performances ont déjà été suffisamment démontrées par des résultats stables d'essais ou d'autres données existantes, le fabricant devrait être autorisé, dans les conditions prévues par les spécifications techniques harmonisées ou par une décision de la Commission, à déclarer un certain niveau ou une certaine classe de performance sans essais ou sans essais complémentaires.

(35) Pour éviter de reproduire des essais déjà réalisés, le fabricant d'un produit de construction devrait être autorisé à utiliser les résultats d'essais obtenus par un tiers.

(36) Des conditions devraient être définies pour l'utilisation de procédures simplifiées lors de l'évaluation des performances des produits de construction, afin de réduire autant que possible les coûts liés à leur mise sur le marché, sans diminuer le niveau de sécurité. Les fabricants ayant recours à de telles procédures simplifiées devraient démontrer de façon appropriée qu'ils remplissent ces conditions.

(37) Afin de renforcer l'effet des mesures de surveillance du marché, toutes les procédures simplifiées prévues dans le présent règlement pour évaluer les performances des produits de construction ne devraient s'appliquer qu'aux personnes physiques ou morales qui fabriquent les produits qu'elles mettent sur le marché.

(38) Afin de réduire encore le coût que la mise sur le marché des produits de construction entraîne pour les microentreprises qui fabriquent ces produits, il importe de prévoir des procédures simplifiées d'évaluation des performances lorsque les produits en question ne suscitent pas de préoccupations majeures du point de vue de la sécurité tout en étant conformes aux exigences applicables, quelle que soit l'origine desdites exigences. Les entreprises qui appliquent ces procédures simplifiées devraient en outre démontrer qu'elles sont bien des microentreprises. Par ailleurs, elles devraient suivre les procédures

applicables pour la vérification de la constance des performances prévues pour leurs produits dans les spécifications techniques harmonisées.

(39) Dans le cas d'un produit de construction conçu et fabriqué individuellement, le fabricant devrait être autorisé à utiliser des procédures simplifiées pour l'évaluation des performances lorsqu'il peut être démontré que le produit mis sur le marché est conforme aux exigences applicables.

(40) La définition interprétative du «procédé autre que la production en série» à appliquer aux divers produits de construction couverts par le présent règlement devrait être élaborée par la Commission en concertation avec le comité permanent de la construction.

(41) Tous les opérateurs économiques intervenant dans la chaîne d'approvisionnement et de distribution devraient prendre les mesures appropriées afin de garantir qu'ils ne mettent sur le marché ou ne mettent à disposition sur le marché que des produits de construction conformes aux exigences du présent règlement, lesquelles visent à garantir les performances des produits de construction et à satisfaire aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction. En particulier, les importateurs et les distributeurs de produits de construction devraient être au courant des caractéristiques essentielles pour lesquelles il existe des dispositions sur le marché de l'Union, ainsi que des exigences spécifiques en vigueur dans les États membres ayant trait aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction, et ils devraient utiliser ces connaissances dans leurs transactions commerciales.

(42) Il importe de faire en sorte que les règles techniques nationales soient accessibles afin que les entreprises, et en particulier les PME, puissent recueillir des informations fiables et précises sur la législation en vigueur dans l'État membre où elles entendent mettre leurs produits sur le marché ou les mettre à disposition sur le marché. Les États membres devraient par conséquent désigner des points de contact produit pour la construction à cet effet. Outre les missions énumérées à l'article 10, paragraphe 1, du règlement (CE) no 764/2008 du Parlement européen et du Conseil du 9 juillet 2008 établissant les procédures relatives à l'application de certaines règles techniques nationales à des produits commercialisés légalement dans un autre État membre (12), les points de contact produit pour la construction devraient également fournir des informations sur les règles régissant l'incorporation, l'assemblage ou l'installation d'un type particulier de produit de construction.

(43) Afin de faciliter la libre circulation des marchandises, les points de contact produit pour la construction devraient fournir gratuitement des informations sur les dispositions destinées à satisfaire aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction pour l'usage prévu de chaque produit de

construction sur le territoire de chaque État membre. Les points de contact produit pour la construction peuvent également fournir d'autres informations ou observations aux opérateurs économiques. Pour ces autres informations, les points de contact produit pour la construction devraient être autorisés à facturer des frais proportionnels aux coûts de fourniture de ces informations ou observations. Les États membres devraient en outre s'assurer que les ressources allouées aux points de contact produit pour la construction sont suffisantes.

(44) Étant donné que la création des points de contact produit pour la construction ne devrait pas interférer avec la répartition des fonctions entre les autorités compétentes au sein des systèmes réglementaires des États membres, ces derniers devraient pouvoir mettre en place des points de contact produit pour la construction en fonction des compétences régionales ou locales. Ils devraient pouvoir confier le rôle de point de contact produit pour la construction aux points de contact existants établis en application d'autres instruments de l'Union afin d'éviter la multiplication inutile des points de contact et de simplifier les procédures administratives. Afin de ne pas augmenter le coût administratif pour les entreprises et les autorités compétentes, les États membres devraient aussi pouvoir confier le rôle de point de contact produit pour la construction non seulement à des services existants au sein d'administrations publiques, mais aussi aux centres Solvit nationaux, aux chambres de commerce, aux organisations professionnelles et à des organismes privés.

(45) Les points de contact produit pour la construction devraient pouvoir exercer leurs fonctions de manière à éviter les conflits d'intérêts, en particulier en ce qui concerne les procédures d'obtention du marquage CE.

(46) Afin d'assurer une mise en œuvre homogène et cohérente de la législation d'harmonisation de l'Union, il convient que les États membres assurent une surveillance efficace du marché. Le règlement (CE) no 765/2008 définit les conditions de base du fonctionnement d'une telle surveillance, notamment en ce qui concerne les programmes, le financement et les sanctions.

(47) Il y a lieu de reconnaître, dans une clause de sauvegarde prévoyant des mesures de protection adéquates, la responsabilité des États membres pour la sécurité, la santé et d'autres aspects couverts par les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction sur leur territoire.

(48) Puisqu'il est nécessaire de garantir, dans toute l'Union, un niveau uniforme d'efficacité des organismes chargés d'évaluer et de vérifier la constance des performances des produits de construction, et qu'il y a lieu que tous ces organismes s'acquittent de leur mission de manière homogène et dans des conditions de concurrence loyale, il convient de fixer des exigences

applicables aux organismes désireux d'être notifiés aux fins du présent règlement. Une disposition devrait aussi être prévue concernant la disponibilité d'informations adéquates sur ces organismes, ainsi que concernant leur contrôle.

(49) Afin d'assurer un niveau de qualité homogène dans l'évaluation et la vérification de la constance des performances des produits de construction, il est en outre nécessaire d'établir les exigences auxquelles doivent satisfaire les autorités chargées de notifier à la Commission et aux autres États membres les organismes investis de ces tâches.

(50) Selon l'article 291 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne, les règles et principes généraux relatifs aux modalités de contrôle par les États membres de l'exercice des compétences d'exécution par la Commission sont établis au préalable dans un règlement adopté conformément à la procédure législative ordinaire. Dans l'attente de l'adoption de ce nouveau règlement, la décision 1999/468/CE du Conseil du 28 juin 1999 fixant les modalités de l'exercice des compétences d'exécution conférées à la Commission (13) devrait continuer d'être appliquée, à l'exception de la procédure de réglementation avec contrôle, qui n'est plus applicable.

(51) Aux fins de la réalisation des objectifs du présent règlement, il convient d'habiliter la Commission à adopter certains actes délégués conformément à l'article 290 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne. Il est particulièrement important que la Commission procède aux consultations appropriées tout au long de son travail préparatoire, y compris au niveau des experts.

(52) En particulier, il convient d'habiliter la Commission à adopter des actes délégués précisant les conditions d'utilisation de sites Internet pour mettre à disposition les déclarations des performances.

(53) Étant donné qu'un délai est nécessaire pour la mise en place du cadre destiné à assurer le bon fonctionnement du présent règlement, il convient de différer l'application de celui-ci, à l'exception des dispositions concernant la désignation des OET, des autorités notifiantes et des organismes notifiés, la mise en place d'une organisation des OET et l'institution du comité permanent de la construction.

(54) La Commission et les États membres devraient, en collaboration avec les parties concernées, lancer des campagnes d'information à l'intention du secteur de la construction, en particulier les opérateurs économiques et les utilisateurs de produits de construction, concernant l'établissement d'un langage technique commun, la répartition des responsabilités entre les différents opérateurs économiques et les utilisateurs, l'apposition du marquage CE

sur les produits de construction, la révision des exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction et les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances.

(55) L'exigence fondamentale applicable aux ouvrages de construction, qui porte sur l'utilisation durable des ressources naturelles devrait notamment tenir compte de la recyclabilité des ouvrages de construction, de leurs matériaux et de leurs parties après démolition, de la durabilité des ouvrages de construction ainsi que de l'utilisation, dans les ouvrages de construction, de matières premières primaires et secondaires respectueuses de l'environnement.

(56) Aux fins de l'évaluation de l'utilisation durable des ressources et de l'impact des ouvrages de construction sur l'environnement, il convient d'utiliser, lorsqu'elles sont disponibles, des déclarations environnementales de produits.

(57) Chaque fois que c'est possible, il y a lieu d'élaborer des méthodes européennes uniformes pour la certification de conformité aux exigences fondamentales visées à l'annexe I.

(58) Étant donné que l'objectif du présent règlement, à savoir assurer le bon fonctionnement du marché intérieur pour les produits de construction au moyen de spécifications techniques harmonisées pour exprimer les performances des produits de construction, ne peut pas être réalisé de manière suffisante par les États membres et peut donc, en raison de sa dimension et de ses effets, être mieux réalisé au niveau de l'Union, celle-ci peut prendre des mesures, conformément au principe de subsidiarité consacré à l'article 5 du traité sur l'Union européenne. Conformément au principe de proportionnalité tel qu'énoncé audit article, le présent règlement n'excède pas ce qui est nécessaire pour atteindre cet objectif,

ONT ADOPTÉ LE PRÉSENT RÈGLEMENT :

## Chapitre 1 Dispositions générales

### Article premier

#### Objet

Le présent règlement fixe les conditions applicables à la mise sur le marché ou à la mise à disposition sur le marché des produits de construction en établissant des règles harmonisées sur la manière d'exprimer les performances des produits de construction correspondant à leurs caractéristiques essentielles et sur l'utilisation du marquage CE à apposer sur ces produits.

### Article 2

#### Définitions

Aux fins du présent règlement, on entend par :

- 1) «produit de construction», tout produit ou kit fabriqué et mis sur le marché en vue d'être incorporé de façon durable dans des ouvrages de construction ou des parties d'ouvrages de construction et dont les performances influent sur celles des ouvrages de construction en ce qui concerne les exigences fondamentales applicables auxdits ouvrages;
- 2) «kit», un produit de construction mis sur le marché par un seul fabricant sous la forme d'un ensemble constitué d'au moins deux éléments séparés qui nécessitent d'être assemblés pour être installés dans l'ouvrage de construction;
- 3) «ouvrages de construction», les bâtiments et les ouvrages du génie civil;
- 4) «caractéristiques essentielles», les caractéristiques du produit de construction qui correspondent aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction;
- 5) «performances d'un produit de construction», les performances correspondant aux caractéristiques essentielles pertinentes exprimées en niveau, en classe ou au moyen d'une description;
- 6) «niveau», le résultat de l'évaluation des performances d'un produit de construction, en ce qui concerne ses caractéristiques essentielles, exprimé en valeur numérique;
- 7) «classe», un intervalle de niveaux de performance d'un produit de construction, délimité par une valeur minimale et une valeur maximale;
- 8) «niveau seuil», le niveau de performance minimal ou maximal d'une caractéristique essentielle d'un produit de construction;
- 9) «produit type», l'ensemble de niveaux ou classes représentatifs des performances d'un produit de construction correspondant à ses caractéristiques essentielles, fabriqué à partir d'une certaine combinaison de matières premières ou d'autres éléments selon un procédé de production spécifique;
- 10) «spécifications techniques harmonisées», les normes harmonisées et les documents d'évaluation européens;
- 11) «norme harmonisée», une norme adoptée par l'un des organismes européens de normalisation énumérés à l'annexe I de la directive 98/34/CE, à la demande de la Commission conformément à l'article 6 de ladite directive;

- 12) «document d'évaluation européen», un document adopté par l'organisation des OET aux fins de la délivrance d'évaluations techniques européennes;
- 13) «évaluation technique européenne», l'évaluation documentée des performances d'un produit de construction, en ce qui concerne ses caractéristiques essentielles, conformément au document d'évaluation européen applicable;
- 14) «usage prévu», l'usage prévu d'un produit de construction tel que défini dans la spécification technique harmonisée applicable;
- 15) «documentation technique spécifique», une documentation qui démontre que les méthodes utilisées dans le cadre du système applicable pour l'évaluation et la vérification de la constance des performances ont été remplacées par d'autres méthodes, à condition que les résultats obtenus par ces autres méthodes soient équivalents à ceux obtenus par les méthodes d'essai définies dans la norme harmonisée correspondante;
- 16) «mise à disposition sur le marché», toute fourniture d'un produit de construction destiné à être distribué ou utilisé sur le marché de l'Union dans le cadre d'une activité commerciale, à titre onéreux ou gratuit;
- 17) «mise sur le marché», la première mise à disposition d'un produit de construction sur le marché de l'Union;
- 18) «opérateur économique», le fabricant, l'importateur, le distributeur ou le mandataire;
- 19) «fabricant», toute personne physique ou morale qui fabrique ou fait concevoir ou fabriquer un produit de construction et qui le commercialise sous son propre nom ou sa propre marque;
- 20) «distributeur», toute personne physique ou morale faisant partie de la chaîne d'approvisionnement, autre que le fabricant ou l'importateur, qui met un produit de construction à disposition sur le marché;
- 21) «importateur», toute personne physique ou morale établie dans l'Union qui met sur le marché de l'Union un produit de construction provenant d'un pays tiers;
- 22) «mandataire», toute personne physique ou morale établie dans l'Union qui a reçu un mandat écrit d'un fabricant pour agir en son nom aux fins de l'accomplissement de tâches déterminées;
- 23) «retrait», toute mesure visant à empêcher la mise à disposition sur le marché d'un produit de construction de la chaîne d'approvisionnement;
- 24) «rappel», toute mesure visant à obtenir le retour d'un produit de construction qui a déjà été mis à disposition de l'utilisateur final;
- 25) «accréditation», l'accréditation au sens du règlement (CE) no 765/2008;
- 26) «contrôle de la production en usine», le contrôle interne permanent et documenté de la production effectué en usine, conformément aux spécifications techniques harmonisées pertinentes;
- 27) «microentreprise», la microentreprise telle que définie dans la recommandation de la Commission du 6 mai 2003 concernant la définition des micro, petites et moyennes entreprises (14);
- 28) «cycle de vie», les étapes successives et interdépendantes de la vie d'un produit de construction, depuis l'acquisition des matières premières ou leur génération à partir de ressources naturelles jusqu'à l'élimination finale.

### Article 3

Exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction et caractéristiques essentielles des produits de construction

1. Les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction énoncées à l'annexe I constituent la base pour l'élaboration des mandats de normalisation et des spécifications techniques harmonisées.
2. Les caractéristiques essentielles des produits de construction sont établies dans les spécifications techniques harmonisées en fonction des exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction.
3. Pour des familles spécifiques de produits de construction couverts par une norme harmonisée, la Commission détermine par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 60, le cas échéant et pour les usages prévus définis dans les normes harmonisées, les caractéristiques essentielles pour lesquelles le fabricant déclare les performances du produit lors de sa mise sur le marché.

Le cas échéant, la Commission détermine également par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 60, les niveaux seuils pour les performances correspondant aux caractéristiques essentielles à déclarer.

## Chapitre 2

### Déclaration des performances et marquage CE

#### Article 4

##### Déclaration des performances

1. Lorsqu'un produit de construction est couvert par une norme harmonisée ou est conforme à une évaluation technique européenne dont il a fait l'objet, le fabricant établit une déclaration des performances pour ce produit lors de sa mise sur le marché.

2. Lorsqu'un produit de construction est couvert par une norme harmonisée ou est conforme à une évaluation technique européenne dont il a fait l'objet, toute information, sous quelque forme que ce soit, concernant ses performances correspondant aux caractéristiques essentielles, telles que définies dans la spécification technique harmonisée applicable, ne peut être communiquée que si ces performances sont incluses et précisées dans la déclaration des performances, sauf si, conformément à l'article 5, aucune déclaration des performances n'a été établie.

3. En établissant la déclaration des performances, le fabricant assume la responsabilité de la conformité du produit de construction avec ces performances déclarées. En l'absence d'indications contraires objectives, les États membres présument que la déclaration des performances établie par le fabricant est exacte et fiable.

#### Article 5

##### Déroгations à l'établissement d'une déclaration des performances

Par dérogation à l'article 4, paragraphe 1, et en l'absence de dispositions nationales ou de l'Union exigeant la déclaration des caractéristiques essentielles là où il est prévu que les produits de construction soient utilisés, un fabricant peut s'abstenir d'établir une déclaration des performances lorsqu'il met sur le marché un produit de construction couvert par une norme harmonisée, lorsque :

a) le produit de construction est fabriqué individuellement ou sur mesure selon un procédé autre que la production en série, en réponse à une commande spéciale, et est installé dans un ouvrage de construction unique identifié, par un fabricant qui est responsable de l'incorporation en toute sécurité du produit dans les ouvrages de construction, dans le respect des règles nationales applicables et sous la responsabilité des personnes chargées de l'exécution en toute sécurité des ouvrages de construction et désignées par les règles nationales applicables;

b) le produit de construction est fabriqué sur le site de construction en vue d'être incorporé dans l'ouvrage de construction respectif conformément aux règles nationales applicables et sous la responsabilité des personnes chargées de l'exécution en toute sécurité des ouvrages de construction et désignées par les règles nationales applicables; ou

c) le produit de construction est fabriqué d'une manière traditionnelle ou adaptée à la sauvegarde des monuments selon un procédé non industriel en vue de rénover correctement des ouvrages de construction officiellement protégés comme faisant partie d'un environnement classé ou en raison de leur valeur architecturale ou historique spécifique, dans le respect des règles nationales applicables.

#### Article 6

##### Contenu de la déclaration des performances

1. La déclaration des performances exprime les performances des produits de construction en ce qui concerne leurs caractéristiques essentielles, conformément aux spécifications techniques harmonisées applicables.

2. La déclaration des performances comporte notamment les informations suivantes :

a) la référence du produit type pour lequel la déclaration des performances a été établie;

b) le ou les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances du produit de construction, conformément à l'annexe V;

c) le numéro de référence et la date de délivrance de la norme harmonisée ou de l'évaluation technique européenne qui a été utilisée pour l'évaluation de chaque caractéristique essentielle;

d) le cas échéant, le numéro de référence de la documentation technique spécifique utilisée et les exigences auxquelles, selon le fabricant, le produit satisfait.

##### 3. La déclaration des performances contient en outre :

a) l'usage ou les usages prévus pour le produit de construction, conformément à la spécification technique harmonisée applicable;

b) la liste des caractéristiques essentielles telles que définies dans ladite spécification technique harmonisée pour l'usage ou les usages prévus déclarés;

- c) les performances d'au moins une des caractéristiques essentielles du produit de construction, pertinentes pour l'usage ou les usages prévus déclarés;
  - d) le cas échéant, les performances du produit de construction, exprimées par niveau ou classe ou au moyen d'une description, si nécessaire, sur la base d'un calcul, correspondant aux caractéristiques essentielles déterminées conformément à l'article 3, paragraphe 3;
  - e) les performances des caractéristiques essentielles du produit de construction relatives à l'usage ou aux usages prévus, en prenant en considération les dispositions concernant cet ou ces usages là où le fabricant entend mettre le produit sur le marché;
  - f) pour les caractéristiques essentielles figurant sur la liste, pour lesquelles les performances ne sont pas déclarées, les lettres «NPD» («performance non déterminée»);
  - g) lorsqu'une évaluation technique européenne a été délivrée pour ce produit, les performances du produit de construction, exprimées par niveau ou classe ou au moyen d'une description, correspondant à toutes les caractéristiques essentielles figurant dans l'évaluation technique européenne correspondante.
4. La déclaration des performances est établie au moyen du modèle figurant à l'annexe III.
5. Les informations visées à l'article 31 ou, le cas échéant, à l'article 33, du règlement (CE) no 1907/2006, sont fournies avec la déclaration des performances.

## Article 7

### Fourniture de la déclaration des performances

1. Une copie de la déclaration des performances de chaque produit mis à disposition sur le marché est fournie soit sous format papier, soit par voie électronique.  
Toutefois, lorsqu'un lot du même produit est livré à un même utilisateur, il peut être accompagné d'une seule copie de cette déclaration, soit sous format papier, soit par voie électronique.
2. Une copie papier de la déclaration des performances est fournie au destinataire s'il en fait la demande.
3. Par dérogation aux paragraphes 1 et 2, la copie de la déclaration des perfor-

mances peut être mise à disposition sur un site Internet dans les conditions à fixer par la Commission par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 60. Ces conditions garantissent notamment que la déclaration des performances reste disponible pendant au moins la durée de la période visée à l'article 11, paragraphe 2.

4. La déclaration des performances est fournie dans la ou les langues requises par l'État membre dans lequel le produit est mis à disposition.

## Article 8

### Principes généraux et utilisation du marquage CE

1. Les principes généraux énoncés à l'article 30 du règlement (CE) no 765/2008 s'appliquent au marquage CE.
2. Le marquage CE est apposé sur les produits de construction pour lesquels le fabricant a établi une déclaration des performances conformément aux articles 4 et 6.

Si une déclaration des performances n'a pas été établie par le fabricant conformément aux articles 4 et 6, le marquage CE n'est pas apposé.

En apposant ou en faisant apposer le marquage CE, les fabricants indiquent qu'ils assument la responsabilité de la conformité du produit de construction avec les performances déclarées ainsi que de la conformité avec toutes les exigences applicables prévues par le présent règlement et d'autres législations d'harmonisation de l'Union qui prévoient un tel marquage.

Les règles pour le marquage CE prévues par d'autres législations d'harmonisation de l'Union s'appliquent sans préjudice du présent paragraphe.

3. Pour tout produit de construction couvert par une norme harmonisée ou pour lequel une évaluation technique européenne a été délivrée, le marquage CE est le seul marquage qui atteste la conformité du produit de construction avec les performances déclarées correspondant aux caractéristiques essentielles couvertes par cette norme harmonisée ou par l'évaluation technique européenne.

À cet égard, les États membres s'abstiennent d'insérer toute référence ou retiennent toute référence, dans les mesures nationales, à un marquage attestant la conformité avec les performances déclarées correspondant aux caractéristiques essentielles couvertes par une norme harmonisée autre que le marquage CE.

4. Les États membres s'abstiennent d'interdire ou d'entraver, sur leur territoire ou sous leur responsabilité, la mise à disposition sur le marché ou l'utilisation de produits de construction portant le marquage CE lorsque les performances déclarées correspondent aux exigences régissant l'utilisation en cause dans l'État membre concerné.

5. Les États membres veillent à ce que l'utilisation des produits de construction portant le marquage CE ne soit pas entravé par des règles ou conditions imposées par des organismes publics ou des organismes privés agissant en qualité d'entreprises publiques ou d'organismes publics du fait de leur position de monopole ou d'un mandat public, lorsque les performances déclarées correspondent aux exigences régissant l'utilisation en cause dans l'État membre concerné.

6. Il convient que les méthodes prévues par les États membres dans leurs exigences applicables aux ouvrages de construction et les autres règles nationales concernant les caractéristiques essentielles des produits de construction soient conformes aux normes harmonisées.

## Article 9

### Règles et conditions d'apposition du marquage CE

1. Le marquage CE est apposé de façon visible, lisible et indélébile sur le produit de construction ou sur une étiquette qui y est attachée. Lorsque la nature du produit ne le permet pas ou ne le justifie pas, il est apposé sur son emballage ou sur les documents d'accompagnement.

2. Le marquage CE est suivi des deux derniers chiffres de l'année de sa première apposition, du nom et de l'adresse du siège du fabricant ou de la marque distinctive permettant d'identifier facilement et avec certitude le nom et l'adresse du fabricant, du code d'identification unique du produit type, du numéro de référence de la déclaration des performances, du niveau ou de la classe des performances déclarées, de la référence à la spécification technique harmonisée appliquée, du numéro d'identification de l'organisme notifié, le cas échéant, et de l'usage prévu tel que défini dans la spécification technique harmonisée appliquée.

3. Le marquage CE est apposé avant que le produit de construction ne soit mis sur le marché. Il peut être suivi d'un pictogramme ou de toute autre marque indiquant notamment un risque ou un usage particulier.

## Article 10

### Points de contact produit pour la construction

1. Les États membres désignent des points de contact produit pour la construction conformément à l'article 9 du règlement (CE) no 764/2008.

2. Les articles 10 et 11 du règlement (CE) no 764/2008 s'appliquent aux points de contact produit pour la construction.

3. En ce qui concerne les missions énumérées à l'article 10, paragraphe 1, du règlement (CE) no 764/2008, chaque État membre veille à ce que les points de contact produit pour la construction fournissent les informations, en utilisant des termes clairs et faciles à comprendre, sur les dispositions applicables sur son territoire visant à satisfaire aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction pertinentes pour l'usage prévu de chaque produit de construction, comme prévu à l'article 6, paragraphe 3, point e), du présent règlement.

4. Les points de contact produit pour la construction doivent pouvoir exercer leurs fonctions de manière à éviter les conflits d'intérêts, en particulier en ce qui concerne les procédures d'obtention du marquage CE.

## Chapitre 3

### Obligations des opérateurs économiques

## Article 11

### Obligations des fabricants

1. Les fabricants établissent la déclaration des performances conformément aux articles 4 et 6 et apposent le marquage CE conformément aux articles 8 et 9.

Comme base de la déclaration des performances, les fabricants établissent la documentation technique décrivant tous les éléments pertinents en ce qui concerne le système requis d'évaluation et de vérification de la constance des performances.

2. Les fabricants conservent la documentation technique et la déclaration des performances pendant une durée de dix ans après que le produit de construction a été mis sur le marché.

La Commission peut, le cas échéant, modifier par voie d'actes délégués, en

conformité avec l'article 60, cette durée pour des familles de produits de construction en fonction de la durée de vie escomptée ou du rôle du produit de construction dans les ouvrages de construction.

**3.** Les fabricants s'assurent que des procédures appropriées sont en place pour garantir que les performances déclarées sont maintenues dans la production en série. Il est dûment tenu compte des modifications apportées au produit type et aux spécifications techniques harmonisées applicables.

Lorsque cela semble approprié pour veiller à l'exactitude, à la fiabilité et à la stabilité des performances déclarées d'un produit de construction, les fabricants effectuent des essais par sondage sur les produits de construction mis sur le marché ou mis à disposition sur le marché, examinent les réclamations, les produits non conformes et les rappels de produits et, le cas échéant, tiennent un registre en la matière, et informent les distributeurs d'un tel suivi.

**4.** Les fabricants s'assurent que leurs produits de construction portent un numéro de type, de lot ou de série ou tout autre élément permettant leur identification ou, lorsque la taille ou la nature du produit ne le permet pas, que les informations requises figurent sur l'emballage ou dans un document accompagnant le produit de construction.

**5.** Les fabricants indiquent leur nom, leur raison sociale ou leur marque déposée et l'adresse à laquelle ils peuvent être contactés sur le produit de construction ou, lorsque ce n'est pas possible, sur son emballage ou dans un document accompagnant le produit de construction. L'adresse précise un lieu unique où le fabricant peut être contacté.

**6.** Lorsqu'ils mettent un produit de construction à disposition sur le marché, les fabricants s'assurent que ce produit est accompagné d'instructions et d'informations de sécurité fournies dans une langue déterminée par l'État membre concerné, aisément compréhensible par les utilisateurs.

**7.** Les fabricants qui considèrent ou ont des raisons de croire qu'un produit de construction qu'ils ont mis sur le marché n'est pas conforme à la déclaration des performances ou à d'autres exigences applicables du présent règlement prennent immédiatement les mesures correctives nécessaires pour le mettre en conformité ou, le cas échéant, le retirer ou le rappeler. En outre, si le produit présente un risque, les fabricants en informent immédiatement les autorités nationales compétentes des États membres dans lesquels ils ont mis le produit de construction à disposition, en fournissant des précisions, notamment, sur la non-conformité et sur toute mesure corrective adoptée.

**8.** Sur requête motivée d'une autorité nationale compétente, les fabricants lui communiquent toutes les informations et tous les documents nécessaires pour

démontrer la conformité du produit de construction avec la déclaration des performances et avec d'autres exigences applicables du présent règlement, dans une langue aisément compréhensible par ladite autorité. Ils coopèrent avec cette autorité, à sa demande, à toute mesure adoptée en vue d'éliminer les risques présentés par des produits de construction qu'ils ont mis sur le marché.

## Article 12

### Mandataires

1. Un fabricant peut désigner, par un mandat écrit, un mandataire.

L'établissement de la documentation technique ne peut être confié au mandataire.

2. Un mandataire exécute les tâches indiquées dans le mandat. Le mandat permet au moins au mandataire d'effectuer les tâches suivantes:

a) tenir la déclaration des performances et la documentation technique à la disposition des autorités de surveillance nationales pendant la durée visée à l'article 11, paragraphe 2;

b) sur requête motivée d'une autorité nationale compétente, lui communiquer toutes les informations et tous les documents nécessaires pour démontrer la conformité du produit de construction avec la déclaration des performances et avec d'autres exigences applicables du présent règlement;

c) coopérer avec les autorités nationales compétentes, à leur demande, à toute mesure adoptée en vue d'éliminer les risques présentés par les produits de construction couverts par son mandat.

## Article 13

### Obligations des importateurs

1. Les importateurs ne mettent sur le marché de l'Union que les produits de construction conformes aux exigences applicables du présent règlement.

2. Avant de mettre un produit de construction sur le marché, les importateurs s'assurent que l'évaluation et la vérification de la constance des performances ont été effectuées par le fabricant. Ils s'assurent que le fabricant a établi la documentation technique visée à l'article 11, paragraphe 1, deuxième alinéa, et la déclaration des performances conformément aux articles 4 et 6. Ils s'assurent également que le produit porte, lorsque c'est requis, le marquage CE, qu'il est accompagné des documents requis et que le fabricant a respecté

les exigences énoncées à l'article 11, paragraphes 4 et 5.

Lorsqu'un importateur considère ou a des raisons de croire que le produit de construction n'est pas conforme à la déclaration des performances ou à d'autres exigences applicables du présent règlement, l'importateur ne met pas le produit de construction sur le marché tant que celui-ci n'est pas conforme à la déclaration des performances qui l'accompagne et aux autres exigences applicables du présent règlement ou tant que cette déclaration n'a pas été corrigée. En outre, si le produit de construction présente un risque, l'importateur en informe le fabricant et les autorités de surveillance du marché.

3. Les importateurs indiquent leur nom, leur raison sociale ou leur marque déposée et l'adresse à laquelle ils peuvent être contactés sur le produit de construction ou, lorsque ce n'est pas possible, sur son emballage ou dans un document accompagnant le produit.

4. Lorsqu'ils mettent un produit de construction à disposition sur le marché, les importateurs veillent à ce que le produit soit accompagné d'instructions et d'informations de sécurité fournies dans une langue déterminée par l'État membre concerné, aisément compréhensible par les utilisateurs.

5. Tant qu'un produit de construction est sous leur responsabilité, les importateurs s'assurent que les conditions de stockage ou de transport ne compromettent pas sa conformité avec la déclaration des performances, ni sa conformité avec les autres exigences applicables du présent règlement.

6. Lorsque cela semble approprié pour veiller à l'exactitude, à la fiabilité et à la stabilité des performances déclarées d'un produit de construction, les importateurs effectuent des essais par sondage sur les produits de construction mis sur le marché ou mis à disposition sur le marché, examinent les réclamations, les produits non conformes et les rappels de produits et, le cas échéant, tiennent un registre en la matière et informent les distributeurs de ce suivi.

7. Les importateurs qui considèrent ou ont des raisons de croire qu'un produit de construction qu'ils ont mis sur le marché n'est pas conforme à la déclaration des performances ou à d'autres exigences applicables du présent règlement prennent immédiatement les mesures correctives nécessaires pour le mettre en conformité ou, le cas échéant, le retirer ou le rappeler. En outre, si le produit présente un risque, les importateurs en informent immédiatement les autorités nationales compétentes des Etats membres dans lesquels ils ont mis le produit de construction à disposition, en fournissant des précisions, notamment, sur la non-conformité et sur toute mesure corrective adoptée.

8. Pendant la durée visée à l'article 11, paragraphe 2, les importateurs tiennent une copie de la déclaration des performances à la disposition des autorités de

surveillance du marché et s'assurent que la documentation technique est fournie à ces autorités, sur demande.

9. Sur requête motivée d'une autorité nationale compétente, les importateurs lui communiquent toutes les informations et tous les documents nécessaires pour démontrer la conformité du produit de construction avec la déclaration des performances et avec d'autres exigences applicables du présent règlement, dans une langue aisément compréhensible par ladite autorité. Ils coopèrent avec cette autorité, à sa demande, à toute mesure adoptée en vue d'éliminer les risques présentés par des produits de construction qu'ils ont mis sur le marché.

## Article 14

### Obligations des distributeurs

1. Lorsqu'ils mettent un produit de construction à disposition sur le marché, les distributeurs agissent avec la diligence requise en ce qui concerne les exigences du présent règlement.

2. Avant de mettre un produit de construction à disposition sur le marché, les distributeurs s'assurent qu'il porte, lorsque c'est requis, le marquage CE, qu'il est accompagné des documents requis par le présent règlement, ainsi que d'instructions et d'informations de sécurité fournies dans une langue déterminée par l'État membre concerné et qui soit aisément compréhensible par les utilisateurs. Les distributeurs s'assurent que le fabricant et l'importateur ont respecté les exigences visées, respectivement, à l'article 11, paragraphes 4 et 5, ainsi qu'à l'article 13, paragraphe 3.

Lorsqu'un distributeur considère ou a des raisons de croire qu'un produit de construction n'est pas conforme à la déclaration des performances ou à d'autres exigences applicables du présent règlement, le distributeur ne met pas le produit à disposition sur le marché tant que celui-ci n'est pas conforme à la déclaration des performances qui l'accompagne ou aux autres exigences applicables du présent règlement ou tant que cette déclaration n'a pas été corrigée. En outre, si le produit présente un risque, le distributeur en informe le fabricant ou l'importateur, ainsi que les autorités de surveillance du marché.

3. Tant qu'un produit de construction est sous sa responsabilité, le distributeur s'assure que les conditions de stockage ou de transport ne compromettent pas sa conformité avec la déclaration des performances et avec d'autres exigences applicables du présent règlement.

4. Les distributeurs qui considèrent ou ont des raisons de croire qu'un produit de construction qu'ils ont mis à disposition sur le marché n'est pas conforme à

la déclaration des performances ou à d'autres exigences applicables du présent règlement veillent à ce que les mesures correctives nécessaires soient prises pour le mettre en conformité, le retirer ou le rappeler selon le cas. En outre, si le produit présente un risque, les distributeurs en informeront immédiatement les autorités nationales compétentes des États membres dans lesquels ils ont mis le produit à disposition, en fournissant des précisions, notamment sur la non-conformité et sur toute mesure corrective adoptée.

5. Sur requête motivée d'une autorité nationale compétente, les distributeurs lui communiquent toutes les informations et tous les documents nécessaires pour démontrer la conformité du produit de construction avec la déclaration des performances et avec d'autres exigences applicables du présent règlement, dans une langue aisément compréhensible par ladite autorité. Ils coopèrent avec cette autorité, à sa demande, à toute mesure adoptée en vue d'éliminer les risques présentés par des produits de construction qu'ils ont mis à disposition sur le marché.

## Article 15

Cas dans lesquels les obligations des fabricants s'appliquent aux importateurs et aux distributeurs

Un importateur ou un distributeur est considéré comme un fabricant aux fins du présent règlement et il est soumis aux obligations incomptant au fabricant en vertu de l'article 11 lorsqu'il met un produit sur le marché sous son propre nom ou sa propre marque ou lorsqu'il modifie un produit de construction déjà mis sur le marché de telle sorte que la conformité avec la déclaration des performances peut en être affectée.

## Article 16

### Identification des opérateurs économiques

Pendant la durée visée à l'article 11, paragraphe 2, les opérateurs économiques identifient, sur demande, à l'intention des autorités de surveillance du marché:

- a) tout opérateur économique qui leur a fourni un produit;
- b) tout opérateur économique auquel ils ont fourni un produit.

## Chapitre 4

### Spécifications techniques harmonisées

#### Article 17

##### Normes harmonisées

1. Les normes harmonisées sont établies par les organismes européens de normalisation énumérés à l'annexe I de la directive 98/34/CE, sur la base de demandes (ci-après dénommées «mandats») émanant de la Commission conformément à l'article 6 de ladite directive, après consultation du comité permanent de la construction visé à l'article 64 du présent règlement (ci-après dénommé «comité permanent de la construction»).

2. Lorsque les parties prenantes sont impliquées dans le processus de développement de normes harmonisées, en vertu du présent article, les organismes européens de normalisation s'assurent que les diverses catégories d'acteurs sont représentées dans toutes les instances de façon juste et équitable.

3. Les normes harmonisées définissent les méthodes et critères d'évaluation des performances des produits de construction correspondant à leurs caractéristiques essentielles.

Lorsque le mandat correspondant le prévoit, une norme harmonisée fait référence à un usage prévu des produits qui relèveront de cette norme.

Les normes harmonisées prévoient, le cas échéant, et sans compromettre l'exactitude, la fiabilité ou la stabilité des résultats, des méthodes moins onéreuses que les essais pour l'évaluation des performances des produits de construction correspondant à leurs caractéristiques essentielles.

4. Les organismes européens de normalisation déterminent, dans les normes harmonisées, le contrôle de la production en usine applicable, qui tient compte des conditions spécifiques du procédé de fabrication du produit de construction concerné.

La norme harmonisée inclut les détails techniques nécessaires pour la mise en œuvre du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances.

5. La Commission évalue la conformité des normes harmonisées établies par les organismes européens de normalisation avec les mandats correspondants.

La Commission publie au Journal officiel de l'Union européenne la liste des références des normes harmonisées qui sont conformes aux mandats correspondants.

Pour chaque norme harmonisée figurant sur la liste, les éléments suivants sont indiqués :

- a) les références des éventuelles spécifications techniques harmonisées qui sont remplacées;
- b) la date du début de la période de coexistence;
- c) la date de la fin de la période de coexistence.

La Commission publie toute mise à jour de cette liste.

À compter de la date du début de la période de coexistence, il est possible d'utiliser une norme harmonisée pour établir une déclaration des performances pour un produit de construction couvert par cette norme. Les organismes nationaux de normalisation ont l'obligation de transposer les normes harmonisées conformément à la directive 98/34/CE.

Sans préjudice des articles 36 à 38, à compter de la date de la fin de la période de coexistence, la norme harmonisée est le seul moyen d'établir une déclaration des performances pour un produit de construction couvert par cette norme.

À la fin de la période de coexistence, les normes nationales incompatibles sont retirées et les États membres mettent fin à la validité de toutes les dispositions nationales incompatibles.

## Article 18

### Objection formelle à l'encontre de normes harmonisées

1. Lorsqu'un État membre ou la Commission estime qu'une norme harmonisée ne satisfait pas entièrement aux exigences énoncées dans le mandat correspondant, l'État membre concerné ou la Commission saisit, après consultation du comité permanent de la construction, le comité institué par l'article 5 de la directive 98/34/CE, en exposant ses raisons. Ledit comité, après consultation des organismes européens de normalisation concernés, rend son avis sans tarder.

2. En fonction de l'avis du comité institué par l'article 5 de la directive 98/34/CE, la Commission décide de publier, de ne pas publier, de publier partiellement, de conserver, de conserver partiellement les références à la norme harmoni-

sée concernée dans le Journal officiel de l'Union européenne ou de les retirer de celui-ci.

3. La Commission informe l'organisme européen de normalisation concerné de sa décision et, si nécessaire, demande la révision de la norme harmonisée concernée.

## Article 19

### Document d'évaluation européen

1. À la suite d'une demande d'évaluation technique européenne présentée par un fabricant, un document d'évaluation européen est rédigé et adopté par l'organisation des OET pour tout produit de construction qui n'est pas couvert ou qui n'est pas totalement couvert par une norme harmonisée, pour lequel les performances correspondant à ses caractéristiques essentielles ne peuvent être entièrement évaluées conformément à une norme harmonisée existante, notamment pour les motifs suivants:

- a) le produit n'entre dans le champ d'application d'aucune norme harmonisée existante;
- b) pour au moins une caractéristique essentielle de ce produit, la méthode d'évaluation prévue dans la norme harmonisée n'est pas appropriée; ou
- c) la norme harmonisée ne prévoit aucune méthode d'évaluation pour au moins une caractéristique essentielle de ce produit.

2. La procédure pour l'adoption du document d'évaluation européen respecte les principes énoncés à l'article 20 et est conforme à l'article 21 et à l'annexe II.

3. La Commission peut adopter des actes délégués, en conformité avec l'article 60, aux fins de modifier l'annexe II et d'établir des règles de procédure supplémentaires pour l'élaboration et l'adoption d'un document d'évaluation européen.

4. Le cas échéant, après consultation du comité permanent de la construction, la Commission prend les documents d'évaluation européens existants comme base pour les mandats qu'elle émet en vertu de l'article 17, paragraphe 1, afin de développer des normes harmonisées pour les produits visés au paragraphe 1 du présent article.

## Article 20

Principes pour l'élaboration et l'adoption des documents d'évaluation européens.

1. La procédure pour l'élaboration et l'adoption des documents d'évaluation européens:

- a) est transparente à l'égard du fabricant concerné;
- b) fixe des délais obligatoires appropriés afin d'éviter tout retard injustifié;
- c) tient dûment compte de la protection du secret commercial et de la confidentialité;
- d) permet une participation appropriée de la Commission;
- e) est efficace au regard des coûts pour les fabricants; et
- f) assure une collégialité et une coordination suffisantes entre les OET désignés pour le produit en question.

2. Les OET, en collaboration avec l'organisation des OET, prennent en charge l'intégralité des coûts d'élaboration et d'adoption des documents d'évaluation européens.

## Article 21

**Obligations de l'OET qui reçoit une demande d'évaluation technique européenne**

1. L'OET qui reçoit une demande d'évaluation technique européenne fournit au fabricant, au cas où le produit de construction est couvert, totalement ou partiellement, par une spécification technique harmonisée, les informations suivantes :

- a) lorsque le produit est totalement couvert par une norme harmonisée, l'OET informe le fabricant que, conformément à l'article 19, paragraphe 1, une évaluation technique européenne ne peut être délivrée;
- b) lorsque le produit est totalement couvert par un document d'évaluation européen, l'OET informe le fabricant que ce document servira de base pour l'évaluation technique européenne qui sera délivrée;
- c) lorsque le produit n'est pas couvert ou n'est pas totalement couvert par une spécification technique harmonisée, l'OET applique les procédures prévues à l'annexe II ou établies en application de l'article 19, paragraphe 3.

2. Dans les cas visés au paragraphe 1, points b) et c), l'OET informe l'organisation des OET et la Commission du contenu de la demande et de la référence de la

décision pertinente de la Commission concernant l'évaluation et la vérification de la constance des performances qu'il a l'intention d'appliquer pour le produit en question, ou de l'absence d'une telle décision de la Commission.

3. Si la Commission estime qu'il n'existe pas, pour le produit de construction concerné, de décision appropriée concernant l'évaluation et la vérification de la constance des performances, l'article 28 s'applique.

## Article 22

### Publication

Les documents d'évaluation européens adoptés par l'organisation des OET sont transmis à la Commission, laquelle publie au Journal officiel de l'Union européenne une liste des références des documents d'évaluation européens définitifs.

La Commission publie toute mise à jour de cette liste.

## Article 23

### Règlement des différends en cas de désaccord entre OET

Si les OET ne parviennent pas à un accord sur le document d'évaluation européen dans les délais prévus, l'organisation des OET saisit la Commission pour régler le différend.

## Article 24

### Contenu du document d'évaluation européen

1. Dans un document d'évaluation européen figurent au moins une description générale du produit de construction, la liste des caractéristiques essentielles, pertinentes pour l'usage prévu du produit par le fabricant et convenues entre le fabricant et l'organisation des OET, ainsi que les méthodes et critères utilisés pour évaluer les performances du produit correspondant à ces caractéristiques essentielles.

2. Le document d'évaluation européen contient les principes du contrôle de la production en usine applicables, compte tenu des conditions du processus de fabrication du produit de construction concerné.

3. Lorsque les performances de certaines des caractéristiques essentielles du produit de construction peuvent être évaluées au moyen de méthodes et critères

déjà établis dans d'autres spécifications techniques harmonisées ou dans les guides d'agrément technique européen visés à l'article 66, paragraphe 3, ou utilisés en application de l'article 9 de la directive 89/106/CEE avant le 1<sup>er</sup> juillet 2013 dans le cadre de la délivrance d'agréments techniques européens, ces méthodes et critères existants sont intégrés au document d'évaluation européen.

## Article 25

### Objection formelle à l'encontre de documents d'évaluation européens

1. Lorsqu'un État membre ou la Commission estime qu'un document d'évaluation européen ne satisfait pas entièrement aux exigences en ce qui concerne les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction énoncées à l'annexe I, l'État membre concerné ou la Commission saisit le comité permanent de la construction, en exposant ses raisons. Ledit comité, après consultation de l'organisation des OET, rend son avis sans tarder.
2. En fonction de l'avis du comité permanent de la construction, la Commission décide de publier, de ne pas publier, de publier partiellement, de conserver, de conserver partiellement la référence aux documents d'évaluation européens concernés dans le Journal officiel de l'Union européenne ou de la retirer de celui-ci.
3. La Commission informe l'organisation des OET et, si cela est nécessaire, demande la révision du document d'évaluation européen concerné.

## Article 26

### Évaluation technique européenne

1. L'évaluation technique européenne est délivrée par un OET, à la demande d'un fabricant, sur la base d'un document d'évaluation européen élaboré conformément aux procédures fixées à l'article 21 et à l'annexe II.

Pour autant qu'il existe un document d'évaluation européen, une évaluation technique européenne peut être délivrée, même au cas où un mandat en vue d'une norme harmonisée a été délivré. Cette délivrance peut intervenir jusqu'au début de la période de coexistence fixée par la Commission conformément à l'article 17, paragraphe 5.

2. L'évaluation technique européenne comprend les performances à déclarer, exprimées par niveau ou classe ou au moyen d'une description, correspondant aux caractéristiques essentielles convenues entre le fabricant et l'OET qui

reçoit la demande d'évaluation technique européenne pour l'usage prévu déclaré, ainsi que les détails techniques nécessaires pour la mise en œuvre du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances.

3. Pour garantir la mise en œuvre uniforme du présent article, la Commission arrête des mesures d'exécution aux fins d'établir la forme de l'évaluation technique européenne en conformité avec la procédure visée à l'article 64, paragraphe 2.

## Article 27

### Niveaux ou classes de performance

1. La Commission peut adopter des actes délégués, en conformité avec l'article 60, aux fins d'établir des classes de performance pour les caractéristiques essentielles des produits de construction.
2. Lorsque la Commission a établi des classes de performance pour les caractéristiques essentielles des produits de construction, les organismes européens de normalisation les utilisent dans les normes harmonisées. L'organisation des OET utilise, le cas échéant, ces classes dans les documents d'évaluation européens.
3. Lorsque des classes de performance pour les caractéristiques essentielles des produits de construction ne sont pas établies par la Commission, elles peuvent l'être par les organismes européens de normalisation dans les normes harmonisées, sur la base d'un mandat révisé.
4. Lorsque les mandats correspondants le prévoient, les organismes européens de normalisation établissent, dans les normes harmonisées, des niveaux seuils pour les caractéristiques essentielles et, le cas échéant, pour les usages prévus, auxquels les produits de construction doivent satisfaire dans les États membres.
5. Lorsque les organismes européens de normalisation ont établi des classes de performance dans une norme harmonisée, l'organisation des OET utilise ces classes dans les documents d'évaluation européens si elles sont pertinentes pour le produit de construction concerné.

Lorsque c'est approprié, l'organisation des OET peut, avec l'accord de la Commission et après consultation du comité permanent de la construction, établir, dans les documents d'évaluation européens, des classes de performance et des niveaux seuils pour les caractéristiques essentielles d'un produit de construction dans le cadre de son usage prévu par le fabricant.

**5.** La Commission peut adopter des actes délégués, en conformité avec l'article 60, aux fins de définir les conditions dans lesquelles un produit est réputé atteindre un certain niveau ou une certaine classe de performance sans essais ou sans essais complémentaires.

Lorsque de telles conditions ne sont pas définies par la Commission, elles peuvent l'être par les organismes européens de normalisation, dans les normes harmonisées, sur la base d'un mandat révisé.

**6.** Lorsque la Commission a établi des systèmes de classification conformément au paragraphe 1, les États membres peuvent déterminer les niveaux ou les classes de performance que doivent respecter les produits de construction en ce qui concerne leurs caractéristiques essentielles uniquement sur la base de ces systèmes de classification.

**7.** Les organismes européens de normalisation et l'organisation des OET respectent les besoins réglementaires des États membres lorsqu'ils établissent des niveaux seuils ou des classes de performance.

## Article 28

### Évaluation et vérification de la constance des performances

**1.** L'évaluation et la vérification de la constance des performances des produits de construction correspondant à leurs caractéristiques essentielles sont effectuées conformément à l'un des systèmes décrits à l'annexe V.

**2.** La Commission détermine et peut revoir, par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 60 et compte tenu notamment des effets sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement, quel(s) système(s) est (sont) applicable(s) à un produit de construction ou à une famille de produits de construction ou à une caractéristique essentielle donnée. À cette occasion, la Commission tient également compte des expériences documentées en matière de surveillance du marché transmises par les autorités nationales.

La Commission choisit le ou les systèmes les moins onéreux compatibles avec le respect de toutes les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction.

**3.** Le ou les systèmes ainsi déterminés sont indiqués dans les mandats visant à établir les normes harmonisées et dans les spécifications techniques harmonisées.

## Chapitre 5 Organismes d'évaluation technique

### Article 29

#### Désignation, contrôle et évaluation des OET

**1.** Les États membres peuvent désigner, sur leur territoire, des OET, notamment pour un ou plusieurs domaines de produits figurant dans le tableau 1 de l'annexe IV.

Les États membres qui ont désigné un OET communiquent aux autres États membres et à la Commission son nom, son adresse et les domaines de produits pour lesquels il est désigné.

**2.** La Commission rend publique, par voie électronique, la liste des OET, en précisant les domaines de produits pour lesquels ils sont désignés, en s'efforçant d'atteindre le niveau de transparence le plus élevé possible.

La Commission rend publique toute mise à jour de cette liste.

**3.** Les États membres contrôlent les activités et la compétence des OET qu'ils ont désignés et les évaluent par rapport aux exigences respectives figurant dans le tableau 2 de l'annexe IV.

Les États membres informent la Commission de leurs procédures nationales de désignation des OET, du contrôle des activités et de la compétence des OET, et de tout changement à cet égard.

**4.** La Commission adopte des orientations pour l'évaluation des OET, après consultation du comité permanent de la construction.

### Article 30

#### Exigences applicables aux OET

**1.** Un OET réalise l'évaluation et délivre l'évaluation technique européenne dans un domaine de produits pour lequel il a été désigné.

L'OET satisfait aux exigences figurant dans le tableau 2 de l'annexe IV dans les limites de sa désignation.

**2.** Un OET rend publics son organigramme et les noms des membres de ses organes de décision internes.

3. Lorsqu'un OET ne respecte plus les exigences visées au paragraphe 1, l'État membre retire sa désignation pour le domaine de produits concerné et en informe la Commission et les autres États membres.

## **Article 31**

### **Coordination des OET**

1. Les OET mettent en place une organisation pour l'évaluation technique.

2. L'organisation des OET est un organisme poursuivant un but d'intérêt général européen au sens de l'article 162 du règlement (CE, Euratom) n° 2342/2002 de la Commission du 23 décembre 2002 établissant les modalités d'exécution du règlement (CE, Euratom) n° 1605/2002 du Conseil portant règlement financier applicable au budget général des Communautés européennes (15).

3. Les objectifs communs en matière de coopération et les conditions administratives et financières relatives aux subventions attribuées à l'organisation des OET peuvent être définis dans une convention-cadre de partenariat conclue entre la Commission et cette organisation, conformément au règlement (CE, Euratom) n° 1605/2002 du Conseil du 25 juin 2002 portant règlement financier applicable au budget général des Communautés européennes (16) (ci-après dénommé le «règlement financier») et au règlement (CE, Euratom) n° 2342/2002. Le Parlement européen et le Conseil sont informés de la conclusion d'une telle convention.

4. L'organisation des OET remplit au moins les fonctions suivantes:

a) organiser la coordination des OET et, si nécessaire, veiller à la coopération et à la concertation avec les autres parties prenantes;

b) veiller à ce que des exemples de meilleures pratiques soient partagés entre les OET pour promouvoir une plus grande efficacité et offrir un meilleur service à l'industrie;

c) coordonner l'application des procédures définies à l'article 21 et à l'annexe II, et apporter l'aide nécessaire à cet effet;

d) élaborer et adopter des documents d'évaluation européens;

e) informer la Commission de toute question relative à l'élaboration des documents d'évaluation européens et de tout aspect lié à l'interprétation des procédures définies à l'article 21 et à l'annexe II et lui suggérer des améliorations à la lumière de l'expérience acquise;

f) communiquer à l'État membre qui a désigné l'OET et à la Commission toute observation concernant un OET qui ne remplit pas ses fonctions conformément

aux procédures définies à l'article 21 et à l'annexe II;

g) veiller à ce que les documents d'évaluation européens adoptés et les références des évaluations techniques européennes soient accessibles au public.

Pour remplir ces fonctions, l'organisation des OET dispose d'un secrétariat.

5. Les États membres veillent à ce que les OET apportent des ressources financières et humaines à l'organisation des OET.

## **Article 32**

### **Financement de l'Union**

1. Un financement de l'Union peut être accordé à l'organisation des OET pour la réalisation des fonctions visées à l'article 31, paragraphe 4.

2. Les crédits alloués aux fonctions visées à l'article 31, paragraphe 4, sont arrêtés annuellement par l'autorité budgétaire dans les limites du cadre financier en vigueur.

## **Article 33**

### **Modalités de financement**

1. Le financement de l'Union est accordé sans appel de propositions à l'organisation des OET pour réaliser les fonctions visées à l'article 31, paragraphe 4, qui peuvent bénéficier de subventions conformément au règlement financier.

2. Le financement des activités du secrétariat de l'organisation des OET visé à l'article 31, paragraphe 4, peut se faire sur la base de subventions de fonctionnement. Celles-ci ne sont pas automatiquement réduites en cas de renouvellement.

3. Les conventions de subventions peuvent permettre une couverture forfaitaire des frais généraux du bénéficiaire à concurrence de 10 % du total des frais directs admissibles pour les actions, sauf si les coûts indirects du bénéficiaire sont couverts par une subvention de fonctionnement financée par le budget général de l'Union.

## **Article 34**

### **Gestion et suivi**

1. Les crédits arrêtés par l'autorité budgétaire pour le financement des fonctions visées à l'article 31, paragraphe 4, peuvent également couvrir les dépenses

administratives afférentes à la préparation, au suivi, au contrôle, à l'audit et à l'évaluation qui sont directement nécessaires à la réalisation des objectifs du présent règlement, et notamment des études, des réunions, des actions d'information et de publication, des dépenses liées aux réseaux informatiques visant à l'échange d'informations, ainsi que toute autre dépense d'assistance administrative et technique à laquelle peut recourir la Commission pour les activités liées à l'élaboration et l'adoption de documents d'évaluation européens et à la délivrance d'évaluations techniques européennes.

2. La Commission apprécie la pertinence des fonctions visées à l'article 31, paragraphe 4, bénéficiant d'un financement de l'Union au regard des besoins des politiques et de la législation de l'Union, et informe le Parlement européen et le Conseil du résultat de cette évaluation au plus tard le 1<sup>er</sup> janvier 2017, puis tous les quatre ans.

## Article 35

### Protection des intérêts financiers de l'Union

1. La Commission veille à ce que, lorsque des activités financées dans le cadre du présent règlement sont mises en œuvre, les intérêts financiers de l'Union soient protégés par l'application de mesures préventives contre la fraude, la corruption et d'autres activités illégales, par des contrôles effectifs et par le recouvrement des montants indûment versés et, si des irrégularités sont constatées, par l'application de sanctions effectives, proportionnées et dissuasives, conformément au règlement (CE, Euratom) n° 2988/95 du Conseil du 18 décembre 1995 relatif à la protection des intérêts financiers des Communautés européennes (17), au règlement (Euratom, CE) n° 2185/96 du Conseil du 11 novembre 1996 relatif aux contrôles et vérifications sur place effectués par la Commission pour la protection des intérêts financiers des Communautés européennes contre les fraudes et autres irrégularités (18) et au règlement (CE) no 1073/1999 du Parlement européen et du Conseil du 25 mai 1999 relatif aux enquêtes effectuées par l'Office européen de lutte antifraude (OLAF) (19).

2. Pour les activités financées dans le cadre du présent règlement, la notion d'irrégularité visée à l'article 1<sup>er</sup>, paragraphe 2, du règlement (CE, Euratom) no 2988/95 s'entend comme toute violation d'une disposition de droit de l'Union ou tout manquement à une obligation contractuelle résultant d'un acte ou d'une omission commis par un opérateur économique, qui a ou aurait pour effet, par un poste de dépense indu, de porter préjudice au budget général de l'Union ou à des budgets gérés par celle-ci.

3. Les conventions et contrats qui découlent du présent règlement prévoient un

suivi et un contrôle financier assuré par la Commission ou tout représentant habilité par celle-ci, ainsi que des audits de la Cour des comptes, qui peuvent être réalisés, si nécessaire, sur place.

## Chapitre 6 Procédures simplifiées

### Article 36

#### Utilisation de la documentation technique appropriée

1. Lorsque le fabricant détermine le produit type, il peut remplacer l'essai de type ou les calculs relatifs au type par une documentation technique appropriée qui démontre que:

a) pour une ou plusieurs de ses caractéristiques essentielles, le produit de construction que le fabricant met sur le marché est réputé atteindre un certain niveau ou une certaine classe de performance sans essais ou calculs, ou sans essais ou calculs complémentaires, conformément aux conditions fixées dans la spécification technique harmonisée ou la décision de la Commission pertinente;

b) le produit de construction, couvert par une norme harmonisée, que le fabricant met sur le marché, correspond au produit type d'un autre produit de construction qui a été fabriqué par un autre fabricant et a déjà fait l'objet d'essais conformément à la norme harmonisée applicable. Lorsque ces conditions sont remplies, le fabricant est en droit de déclarer les performances qui correspondent à l'ensemble ou à une partie des résultats d'essais de cet autre produit. Le fabricant ne peut utiliser les résultats d'essais obtenus par un autre fabricant qu'avec l'autorisation de celui-ci, qui reste responsable de l'exactitude, de la fiabilité et de la stabilité des résultats;

c) le produit de construction, couvert par une spécification technique harmonisée, que le fabricant met sur le marché, est un système constitué de composants que le fabricant a assemblés en suivant rigoureusement les instructions précises du fournisseur dudit système ou d'un de ses composants, ledit fournisseur ayant déjà soumis à des essais ce système ou ce composant en ce qui concerne une ou plusieurs de ses caractéristiques essentielles, conformément à la spécification technique harmonisée applicable. Lorsque ces conditions sont remplies, le fabricant est en droit de déclarer les performances qui correspondent à l'ensemble ou à une partie des résultats d'essais du système

ou du composant qui lui a été fourni. Le fabricant ne peut utiliser les résultats d'essais obtenus par un autre fabricant ou un fournisseur de système qu'après avoir obtenu l'autorisation de cet autre fabricant ou fournisseur, qui reste responsable de l'exactitude, de la fiabilité et de la stabilité des résultats.

2. Si le produit de construction visé au paragraphe 1 appartient à une famille de produits de construction pour laquelle le système applicable pour l'évaluation et la vérification de la constance des performances est le système 1 + ou 1 visé à l'annexe V, la documentation technique appropriée visée au paragraphe 1 est vérifiée par un organisme notifié de certification des produits, tel que visé à l'annexe V.

## Article 37

### Recours aux procédures simplifiées par les microentreprises

Les microentreprises qui fabriquent des produits de construction couverts par une norme harmonisée peuvent remplacer la détermination du produit type sur la base d'essais de type dans le cadre des systèmes 3 et 4 visés à l'annexe V qui sont applicables, par des méthodes différentes de celles contenues dans la norme harmonisée applicable. Ces fabricants peuvent aussi traiter les produits de construction auxquels le système 3 s'applique conformément aux dispositions du système 4. Lorsqu'un fabricant fait usage de ces procédures simplifiées, il démontre la conformité du produit de construction aux exigences applicables au moyen d'une documentation technique spécifique ainsi que l'équivalence des procédures employées avec celles prévues dans les normes harmonisées.

## Article 38

### Autres procédures simplifiées

1. Dans le cas de produits de construction couverts par une norme harmonisée et fabriqués individuellement ou sur mesure selon un procédé autre que la production en série, en réponse à une commande spéciale, et qui sont installés dans un ouvrage de construction unique identifié, le fabricant peut remplacer l'évaluation des performances prévue par le système applicable, comme indiqué à l'annexe V, par une documentation technique spécifique démontrant la conformité de ces produits aux exigences applicables ainsi que l'équivalence des procédures employées avec celles prévues dans les normes harmonisées.

2. Si le produit de construction visé au paragraphe 1 appartient à une famille de produits de construction pour laquelle le système applicable pour l'évaluation

et la vérification de la constance des performances est le système 1 + ou 1 visé à l'annexe V, la documentation technique spécifique est vérifiée par un organisme notifié de certification des produits, tel que visé à l'annexe V.

## Chapitre 7

### Autorités notifiantes et organismes notifiés

#### Article 39

##### Notification

Les États membres notifient à la Commission et aux autres États membres les organismes autorisés à exécuter, en tant que tierce partie, des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances au titre du présent règlement (ci-après dénommés «organismes notifiés»).

#### Article 40

##### Autorités notifiantes

1. Les États membres désignent une autorité notifiante responsable de la mise en place et de l'application des procédures nécessaires à l'évaluation et à la notification des organismes devant être autorisés à exécuter, en tant que tierce partie, des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances aux fins du présent règlement, ainsi que du contrôle des organismes notifiés, y compris leur respect de l'article 43.

2. Les États membres peuvent décider que l'évaluation et le contrôle visés au paragraphe 1 sont effectués par leurs organismes nationaux d'accréditation au sens du règlement (CE) n° 765/2008 et en conformité avec celui-ci.

3. Lorsque l'autorité notifiante délègue ou confie de toute autre manière l'évaluation, la notification ou le contrôle visés au paragraphe 1 à un organisme qui n'appartient pas au secteur public, cet organisme est une personne morale et se conforme mutatis mutandis aux exigences visées à l'article 41. En outre, cet organisme prend des dispositions pour couvrir les responsabilités découlant de ses activités.

4. L'autorité notifiante assume la pleine responsabilité des tâches accomplies par l'organisme visé au paragraphe 3.

## **Article 41**

### **Exigences applicables aux autorités notifiantes**

1. L'autorité notifiante est établie de manière à éviter tout conflit d'intérêts avec les organismes notifiés.
2. L'autorité notifiante est organisée et fonctionne de façon à garantir l'objectivité et l'impartialité de ses activités.
3. L'autorité notifiante est organisée de telle sorte que chaque décision concernant la notification d'un organisme devant être autorisé à exécuter, en tant que tierce partie, des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances est prise par des personnes compétentes différentes de celles qui ont réalisé l'évaluation.
4. L'autorité notifiante ne propose ni ne fournit aucune des prestations effectuées par les organismes notifiés, ni aucun service de conseil sur une base commerciale ou concurrentielle.
5. L'autorité notifiante garantit la confidentialité des informations obtenues.
6. L'autorité notifiante dispose d'un personnel compétent en nombre suffisant pour la bonne exécution de ses tâches.

## **Article 42**

### **Obligation d'information incombant aux États membres**

Les États membres informent la Commission de leurs procédures nationales concernant l'évaluation et la notification des organismes devant être autorisés à exécuter, en tant que tierces parties, des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances, ainsi que le contrôle des organismes notifiés, et de toute modification en la matière.

**La Commission rend publiques ces informations.**

## **Article 43**

### **Exigences applicables aux organismes notifiés**

1. Aux fins de la notification, un organisme notifié répond aux exigences énoncées aux paragraphes 2 à 11.
2. Un organisme notifié est constitué en vertu du droit national et a la personnalité juridique.

3. Un organisme notifié est un organisme tiers indépendant de l'organisation ou du produit de construction qu'il évalue.

Un organisme appartenant à une association d'entreprises ou à une fédération professionnelle qui représente des entreprises participant à la conception, à la fabrication, à la fourniture, à l'assemblage, à l'utilisation ou à l'entretien des produits de construction qu'il évalue, peut, pour autant que son indépendance et l'absence de tout conflit d'intérêts soient démontrées, être considéré comme satisfaisant à cette condition.

4. Un organisme notifié, ses cadres supérieurs et son personnel, chargés d'exécuter, en tant que tierces parties, les tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances ne peuvent être le concepteur, le fabricant, le fournisseur, l'installateur, l'acheteur, le propriétaire, l'utilisateur ou le responsable de l'entretien des produits de construction qu'il évalue, ni le mandataire d'aucune de ces parties. Cela n'exclut pas l'usage de produits évalués qui sont nécessaires au fonctionnement de l'organisme notifié ni l'usage de produits à des fins personnelles.

Un organisme notifié, ses cadres supérieurs et son personnel, chargés d'exécuter, en tant que tierces parties, les tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances s'abstiennent d'intervenir, ni directement ni comme mandataires, dans la conception, la fabrication ou la construction, la commercialisation, l'installation, l'utilisation ou l'entretien de ces produits de construction. Ils ne participent à aucune activité susceptible d'entrer en conflit avec l'indépendance de leur jugement et l'intégrité des activités pour lesquelles ils ont été notifiés. Cela vaut en particulier pour les services de conseil.

Un organisme notifié veille à ce que les activités de ses filiales ou sous-traitants ne compromettent pas la confidentialité, l'objectivité et l'impartialité de ses activités d'évaluation et/ou de vérification.

5. Un organisme notifié et son personnel exécutent, en tant que tierces parties, les tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances avec la plus haute intégrité professionnelle et la compétence technique requise dans le domaine concerné, et doivent être à l'abri de toute pression et incitation, notamment d'ordre financier, susceptibles d'influencer leur jugement ou les résultats de leurs travaux d'évaluation et/ou de vérification, en particulier de la part de personnes ou de groupes de personnes intéressés par ces résultats.

6. Un organisme notifié est capable d'exécuter, en tant que tierce partie, toutes les tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances qui lui ont été assignées conformément à l'annexe

V et pour lesquelles il a été notifié, que ces tâches soient exécutées par lui-même ou en son nom et sous sa responsabilité.

En toutes circonstances et pour chaque système d'évaluation et de vérification de la constance des performances, tout type ou toute catégorie de produits de construction, toute caractéristique essentielle et toute tâche pour lesquels il a été notifié, l'organisme notifié dispose de ce qui suit:

- a) du personnel nécessaire ayant les connaissances techniques et l'expérience suffisante et appropriée pour exécuter, en tant que tierce partie, les tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances;
- b) de descriptions nécessaires des procédures utilisées pour évaluer les performances, garantissant la transparence et la reproductibilité de ces procédures; l'organisme dispose de politiques et de procédures appropriées faisant la distinction entre les tâches qu'il exécute en tant qu'organisme notifié et d'autres activités;
- c) de procédures nécessaires pour accomplir ses activités qui tiennent dûment compte de la taille des entreprises, du secteur dans lequel elles exercent leurs activités, de leur structure, du degré de complexité de la technologie du produit en question et de la nature — fabrication en masse ou en série — du processus de production.

Un organisme notifié se dote des moyens nécessaires à la bonne exécution des tâches techniques et administratives liées aux activités pour lesquelles il est notifié et a accès à tous les équipements ou installations nécessaires.

7. Le personnel chargé de l'exécution des activités pour lesquelles l'organisme a été notifié possède:

- a) une solide formation technique et professionnelle couvrant toutes les tâches à exécuter, en tant que tierce partie, au titre de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances dans le domaine pour lequel l'organisme a été notifié;
- b) une connaissance satisfaisante des exigences applicables aux évaluations et aux vérifications qu'il effectue, ainsi que l'autorité nécessaire pour exécuter ces tâches;
- c) une connaissance et une compréhension adéquates des normes harmonisées applicables et des dispositions pertinentes du présent règlement;
- d) l'aptitude requise pour rédiger les attestations, procès-verbaux et rapports qui constituent la matérialisation des évaluations et vérifications effectuées.

8. L'impartialité de l'organisme notifié, de ses cadres supérieurs et du personnel effectuant l'évaluation est garantie.

La rémunération des cadres supérieurs et du personnel effectuant l'évaluation au sein de l'organisme notifié ne peut dépendre du nombre d'évaluations effectuées ni de leurs résultats.

9. Un organisme notifié souscrit une assurance de responsabilité civile, à moins que cette responsabilité ne soit couverte par l'État membre conformément au droit national ou que l'évaluation et/ou la vérification ne soit effectuée sous la responsabilité directe de l'État membre.

10. Le personnel de l'organisme notifié est lié par le secret professionnel pour toutes les informations dont il a connaissance dans l'exercice de ses fonctions au titre de l'annexe V, sauf à l'égard des autorités administratives compétentes de l'État membre où il exerce ses activités. Les droits de propriété sont protégés.

11. Un organisme notifié participe aux activités de normalisation pertinentes et aux activités du groupe de coordination des organismes notifiés établi conformément au présent règlement, ou veille à ce que son personnel effectuant l'évaluation en soit informé, et applique comme lignes directrices les décisions et les documents administratifs résultant des travaux de ce groupe.

## Article 44

### Présomption de conformité

Un organisme notifié devant être autorisé à exécuter, en tant que tierce partie, des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances qui démontre qu'il satisfait aux critères figurant dans les normes harmonisées pertinentes ou dans des parties de ces normes, dont les références ont été publiées au Journal officiel de l'Union européenne, est présumé répondre aux exigences définies à l'article 43 dans la mesure où les normes harmonisées applicables couvrent ces exigences.

## Article 45

### Filiales et sous-traitants des organismes notifiés

1. Lorsqu'un organisme notifié sous-traite certaines opérations spécifiques liées aux tâches à exécuter, en tant que tierce partie, au titre de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances, ou lorsqu'il a recours à une filiale, il s'assure que le sous-traitant ou la filiale répond aux exigences définies à l'article 43 et informe l'autorité notifiant en conséquence.

2. L'organisme notifié assume l'entièvre responsabilité des tâches exécutées par des sous-traitants ou des filiales, quel que soit leur lieu d'établissement.
3. Des activités ne peuvent être sous-traitées ou réalisées par une filiale qu'avec l'accord du client.
4. L'organisme notifié tient à la disposition de l'autorité notifiante les documents pertinents concernant l'évaluation des qualifications de tout sous-traitant ou de la filiale et les tâches exécutées par ces parties au titre de l'annexe V.

## Article 46

### Recours à des installations extérieures au laboratoire d'essais de l'organisme notifié

1. À la demande du fabricant et lorsque des raisons techniques, économiques ou logistiques le justifient, les organismes notifiés peuvent décider d'effectuer les essais visés à l'annexe V pour les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances 1+, 1 et 3, ou de les faire effectuer sous leur supervision, soit dans les établissements de fabrication à l'aide des équipements d'essai du laboratoire interne du fabricant, soit, avec l'accord préalable du fabricant, dans un laboratoire externe, à l'aide des équipements d'essai de celui-ci.

Les organismes notifiés qui effectuent ces essais sont expressément désignés comme étant compétents pour travailler en dehors de leurs propres installations d'essais accréditées.

2. Avant de réaliser ces essais, l'organisme notifié vérifie s'il est satisfait aux exigences de la méthode d'essai et évalue si :

- a) l'équipement d'essai est doté d'un système de calibrage approprié et si la traçabilité des mesures est garantie;
- b) la qualité des résultats d'essai est garantie.

## Article 47

### Demande de notification

1. Aux fins d'être autorisé à exécuter, en tant que tierce partie, des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances, un organisme soumet une demande de notification à l'autorité notifiante de l'État membre dans lequel il est établi.

2. La demande est accompagnée d'une description des activités à exécuter, des procédures d'évaluation et/ou de vérification pour lesquelles l'organisme se déclare compétent et d'un certificat d'accréditation, lorsqu'il en existe un, délivré par l'organisme national d'accréditation au sens du règlement (CE) no 765/2008, qui atteste que l'organisme remplit les exigences définies à l'article 43.

3. Lorsque l'organisme concerné ne peut produire de certificat d'accréditation, il présente à l'autorité notifiante toutes les pièces justificatives nécessaires à la vérification, à la reconnaissance et au contrôle régulier du respect des exigences définies à l'article 43.

## Article 48

### Procédure de notification

1. Les autorités notifiantes ne peuvent notifier que les organismes qui ont satisfait aux exigences définies à l'article 43.

2. Elles les notifient à la Commission et aux autres États membres, notamment à l'aide de l'outil de notification électronique mis au point et géré par la Commission.

Exceptionnellement, dans les cas visés à l'annexe V, point 3, pour lesquels l'outil électronique approprié n'est pas disponible, une copie papier de la notification est acceptée.

3. La notification contient des informations complètes sur les fonctions à remplir, la référence de la spécification technique harmonisée applicable et, aux fins du système décrit à l'annexe V, les caractéristiques essentielles pour lesquelles l'organisme est compétent.

La référence de la spécification technique harmonisée applicable n'est toutefois pas requise dans les cas visés à l'annexe V, point 3.

4. Lorsqu'une notification n'est pas fondée sur le certificat d'accréditation visé à l'article 47, paragraphe 2, l'autorité notifiante fournit à la Commission et aux autres États membres toutes les pièces justificatives qui attestent la compétence de l'organisme notifié et les dispositions en place pour garantir que cet organisme sera régulièrement contrôlé et continuera à satisfaire aux exigences définies à l'article 43.

5. L'organisme concerné ne peut exercer les activités propres à un organisme notifié que si aucune objection n'est émise par la Commission ou les autres États membres dans les deux semaines qui suivent la notification lorsqu'un certificat d'accréditation est utilisé ou dans les deux mois qui suivent la notification

en l'absence de recours à un certificat d'accréditation.

Seul un tel organisme est considéré comme un organisme notifié aux fins du présent règlement.

**6.** La Commission et les autres États membres sont avertis de toute modification pertinente qui est apportée ultérieurement à la notification.

## Article 49

### Numéros d'identification et listes d'organismes notifiés

1. La Commission attribue un numéro d'identification à chaque organisme notifié.

Elle attribue un seul numéro, même si l'organisme est notifié au titre de plusieurs actes de l'Union.

2. La Commission rend publique la liste des organismes notifiés au titre du présent règlement, avec les numéros d'identification qui leur ont été attribués et les activités pour lesquelles ils ont été notifiés, notamment à l'aide de l'outil de notification électronique mis au point et géré par la Commission.

La Commission s'assure que cette liste est tenue à jour.

## Article 50

### Modifications apportées à la notification

1. Lorsqu'une autorité notifiante a établi ou a été informée qu'un organisme notifié ne répond plus aux exigences définies à l'article 43, ou qu'il ne s'acquitte pas de ses obligations, elle soumet la notification à des restrictions, la suspend ou la retire, selon la gravité du manquement à ces exigences ou ces obligations. Elle informe immédiatement la Commission et les autres États membres en conséquence, notamment à l'aide de l'outil de notification électronique mis au point et géré par la Commission.

2. En cas de retrait, de restriction ou de suspension d'une notification, ou lorsque l'organisme notifié a cessé ses activités, l'État membre notifiant concerné prend les mesures qui s'imposent pour que les dossiers dudit organisme soient traités par un autre organisme notifié ou tenus à la disposition des autorités notifiantes et des autorités de surveillance du marché compétentes qui en font la demande.

## Article 51

### Contestation de la compétence des organismes notifiés

1. La Commission enquête sur tous les cas dans lesquels elle conçoit des doutes ou est avertie de doutes quant à la compétence d'un organisme notifié ou quant au fait qu'il continue à remplir les exigences qui lui sont applicables et à s'acquitter des responsabilités qui lui incombent.

2. L'État membre notifiant communique à la Commission, sur demande, toutes les informations relatives au fondement de la notification ou au maintien de la compétence de l'organisme concerné.

3. La Commission veille à ce que toutes les informations sensibles obtenues au cours de ses enquêtes soient traitées de manière confidentielle.

4. Lorsque la Commission établit qu'un organisme notifié ne répond pas ou ne répond plus aux exigences relatives à sa notification, elle informe l'État membre notifiant en conséquence et l'invite à prendre les mesures correctives nécessaires, y compris, le cas échéant, le retrait de la notification.

## Article 52

### Obligations opérationnelles des organismes notifiés

1. Les organismes notifiés exécutent des tâches en tant que tierces parties dans le respect des systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances définis à l'annexe V.

2. Les évaluations et les vérifications de la constance des performances sont effectuées en toute transparence vis-à-vis du fabricant, et de manière proportionnée, en évitant d'imposer une charge inutile aux opérateurs économiques. Les organismes notifiés réalisent leurs activités en tenant dûment compte de la taille de l'entreprise, du secteur dans lequel elle exerce son activité, de sa structure, du degré de complexité de la technologie du produit en question et de la nature - fabrication en masse ou en série - du processus de production.

Ce faisant, les organismes notifiés respectent cependant le degré de rigueur requis pour le produit par le présent règlement et tiennent compte du rôle du produit pour ce qui est du respect de toutes les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction.

3. Lorsque, au cours de l'inspection initiale de l'établissement de fabrication et du contrôle de la production en usine, un organisme notifié constate que le fabricant n'a pas assuré la constance des performances du produit fabriqué, il

invite le fabricant à prendre les mesures correctives qui s'imposent et ne délivre pas de certificat.

4. Lorsque, au cours de l'activité de contrôle visant à vérifier la constance des performances du produit fabriqué, un organisme notifié constate qu'un produit de construction n'a plus la même performance que le produit type, il invite le fabricant à prendre les mesures correctives qui s'imposent et suspend ou retire le certificat si nécessaire.

5. Lorsque les mesures correctives ne sont pas prises ou n'ont pas l'effet requis, l'organisme notifié soumet le certificat à des restrictions, le suspend ou le retire, selon le cas.

### **Article 53**

#### **Obligation d'information incombant aux organismes notifiés**

1. Les organismes notifiés communiquent à l'autorité notifiantiante les éléments suivants :

- a) tout refus, restriction, suspension ou retrait de certificats;
- b) toute circonstance influant sur la portée et les conditions de la notification;
- c) toute demande d'information reçue des autorités de surveillance du marché concernant des activités d'évaluation et/ou de vérification de la constance des performances;
- d) sur demande, les tâches exécutées en tant que tierces parties au titre des systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances dans le cadre de leur notification et toute autre activité réalisée, y compris les activités transfrontalières et la sous-traitance.

2. Les organismes notifiés fournissent aux autres organismes notifiés au titre du présent règlement qui exécutent, en tant que tierces parties, des tâches similaires au titre des systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances et pour les produits de construction couverts par la même spécification technique harmonisée, des informations pertinentes sur les questions relatives aux résultats négatifs de ces évaluations et/ou vérifications et, sur demande, aux résultats positifs.

### **Article 54**

#### **Partage d'expérience**

La Commission veille à l'organisation du partage d'expérience entre les autorités nationales des États membres responsables de la politique de notification.

### **Article 55**

#### **Coordination des organismes notifiés**

La Commission veille à la mise en place et au bon fonctionnement d'une coordination et d'une coopération appropriées des organismes notifiés au titre de l'article 39, sous la forme d'un groupe d'organismes notifiés.

Les États membres veillent à ce que les organismes qu'ils ont notifiés participent aux travaux de ce groupe, directement ou par l'intermédiaire de représentants désignés, ou ils veillent à ce que les représentants des organismes notifiés en soient informés.

## **Chapitre 8**

### **Surveillance du marché et procédures de sauvegarde**

### **Article 56**

#### **Procédure applicable au niveau national aux produits de construction qui présentent un risque**

1. Lorsque les autorités de surveillance du marché d'un État membre ont pris des mesures conformément à l'article 20 du règlement (CE) no 765/2008 ou qu'elles ont des raisons suffisantes de croire qu'un produit de construction couvert par une norme harmonisée ou ayant fait l'objet d'une évaluation technique européenne, n'atteint pas les performances déclarées et présente un risque sur le plan du respect des exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction couverts par le présent règlement, elles effectuent une évaluation du produit en cause en tenant compte des exigences correspondantes définies par le présent règlement. Les opérateurs économiques concernés apportent la coopération nécessaire aux autorités de surveillance du marché.

Si, au cours de cette évaluation, les autorités de surveillance du marché constatent que le produit de construction ne respecte pas les exigences définies par le présent règlement, elles invitent sans retard l'opérateur économique en cause à prendre toutes les mesures correctives qui s'imposent pour mettre le produit en conformité avec ces exigences, notamment avec les performances déclarées, ou à le retirer du marché ou le rappeler dans un délai raisonnable, proportionné à la nature du risque, qu'elles peuvent prescrire.

Les autorités de surveillance du marché informent l'organisme notifié en conséquence, si un organisme notifié est concerné.

L'article 21 du règlement (CE) no 765/2008 s'applique aux mesures visées au deuxième alinéa du présent paragraphe.

**2.** Lorsque les autorités de surveillance du marché considèrent que la non-conformité n'est pas limitée au territoire national, elles informent la Commission et les autres États membres des résultats de l'évaluation et des mesures qu'elles ont prescrites à l'opérateur économique.

**3.** L'opérateur économique s'assure que toutes les mesures correctives appropriées sont prises pour tous les produits de construction en cause qu'il a mis à disposition sur le marché dans toute l'Union.

**4.** Lorsque l'opérateur économique en cause ne prend pas de mesure corrective adéquate dans le délai visé au paragraphe 1, deuxième alinéa, les autorités de surveillance du marché adoptent toutes les mesures provisoires appropriées pour interdire ou restreindre la mise à disposition du produit de construction sur le marché national, pour le retirer de ce marché ou pour le rappeler.

Les autorités de surveillance du marché informent sans retard la Commission et les autres États membres de ces mesures.

**5.** Les informations visées au paragraphe 4 contiennent toutes les précisions disponibles, notamment les données nécessaires pour identifier le produit de construction non conforme, son origine, la nature de la non-conformité alléguée et du risque encouru, ainsi que la nature et la durée des mesures nationales adoptées et les arguments avancés par l'opérateur économique concerné. En particulier, les autorités de surveillance du marché indiquent si la non-conformité découle d'une des causes suivantes:

- a) la non-conformité du produit aux performances déclarées et/ou au respect des exigences correspondant aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction définies par le présent règlement;
- b) des lacunes dans les spécifications techniques harmonisées ou dans la documentation technique spécifique.

**6.** Les États membres autres que celui qui entame la procédure informent sans retard la Commission et les autres États membres de toute mesure adoptée et de toute information supplémentaire dont ils disposent à propos de la non-conformité du produit de construction concerné et, dans l'éventualité où ils s'opposent à la mesure nationale notifiée, de leurs objections.

**7.** Lorsque, dans un délai de quinze jours ouvrables à compter de la réception des informations visées au paragraphe 4, aucune objection n'a été émise par un État membre ou par la Commission à l'encontre de la mesure provisoire prise par un État membre à l'égard du produit de construction concerné, cette mesure est réputée justifiée.

**8.** Les États membres veillent à ce que les mesures restrictives appropriées soient prises sans retard à l'égard du produit de construction concerné, par exemple le retrait du produit de leur marché.

## Article 57

### Procédure de sauvegarde de l'Union

**1.** Lorsque, au terme de la procédure visée à l'article 56, paragraphes 3 et 4, des objections sont émises à l'encontre d'une mesure prise par un État membre ou lorsque la Commission considère qu'une mesure nationale est contraire à la législation de l'Union, la Commission entame sans retard des consultations avec les États membres et le ou les opérateurs économiques en cause et procède à l'évaluation de la mesure nationale. En fonction des résultats de cette évaluation, la Commission décide si la mesure est justifiée ou non.

La Commission adresse sa décision à tous les États membres et la communique immédiatement à ceux-ci ainsi qu'à l'opérateur ou aux opérateurs économiques concernés.

**2.** Si la mesure nationale est jugée justifiée, tous les États membres prennent les mesures nécessaires pour s'assurer du retrait du produit de construction non conforme de leur marché et informent la Commission en conséquence. Si la mesure nationale est jugée non justifiée, l'Etat membre concerné la retire.

**3.** Lorsque la mesure nationale est jugée justifiée et que la non-conformité du produit de construction est attribuée à des lacunes dans les normes harmonisées comme indiqué à l'article 56, paragraphe 5, point b), la Commission informe l'organisme ou les organismes européens de normalisation concernés et saisit le comité institué au titre de l'article 5 de la directive 98/34/CE. Ledit comité consulte l'organisme ou les organismes européens de normalisation concernés et rend son avis dans les meilleurs délais.

Lorsque la mesure nationale est jugée justifiée et que la non-conformité du produit de construction est attribuée à des lacunes dans le document d'évaluation européen ou la documentation technique spécifique comme indiqué à l'article 56, paragraphe 5, point b), la Commission saisit le comité permanent de la construction et adopte ensuite les mesures appropriées.

## Article 58

### Produits de construction conformes qui présentent néanmoins un risque pour la santé et la sécurité

1. Lorsque, après avoir réalisé l'évaluation visée à l'article 56, paragraphe 1, un État membre constate qu'un produit de construction, quoique conforme au présent règlement, présente un risque en matière de respect des exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction, pour la santé ou la sécurité des personnes ou pour d'autres motifs relatifs à la protection de l'intérêt public, il invite l'opérateur économique en cause à prendre toutes les mesures appropriées pour faire en sorte que le produit de construction concerné, une fois mis sur le marché, ne présente plus ce risque, pour retirer le produit de construction du marché ou le rappeler dans un délai raisonnable, proportionné à la nature du risque, qu'il peut prescrire.

2. L'opérateur économique s'assure que toute mesure corrective s'applique à tous les produits de construction concernés que l'opérateur économique a mis à disposition sur le marché dans toute l'Union.

3. L'État membre informe immédiatement la Commission et les autres États membres. Ces informations comprennent toutes les précisions disponibles, notamment les données nécessaires pour identifier le produit de construction concerné, son origine et sa chaîne d'approvisionnement, la nature du risque encouru, ainsi que la nature et la durée des mesures nationales adoptées.

4. La Commission entame sans retard des consultations avec les États membres et le ou les opérateurs économiques en cause et évalue les mesures nationales prises. En fonction des résultats de cette évaluation, la Commission décide si la mesure est justifiée ou non et, si nécessaire, propose des mesures appropriées.

5. La Commission adresse sa décision à tous les États membres et la communique immédiatement à ceux-ci ainsi qu'à l'opérateur ou aux opérateurs économiques concernés.

## Article 59

### Non-conformité formelle

1. Sans préjudice de l'article 56, lorsqu'un État membre fait l'une des constatations suivantes, il invite l'opérateur économique en cause à mettre un terme à la non-conformité en question:

- a) le marquage CE a été apposé en violation de l'article 8 ou de l'article 9;
- b) le marquage CE n'a pas été apposé, alors qu'il était requis conformément à l'article 8, paragraphe 2;
- c) sans préjudice de l'article 5, la déclaration des performances n'a pas été établie, alors qu'elle était requise conformément à l'article 4;
- d) la déclaration des performances n'a pas été établie conformément aux articles 4, 6 et 7;
- e) la documentation technique n'est pas disponible ou n'est pas complète.

2. Si la non-conformité visée au paragraphe 1 persiste, l'État membre prend toutes les mesures appropriées pour restreindre ou interdire la mise à disposition du produit de construction sur le marché ou pour assurer son rappel ou son retrait du marché.

## Chapitre 9

### Dispositions finales

## Article 60

### Actes délégués

Aux fins de la réalisation des objectifs du présent règlement, et notamment dans le but de lever et d'éviter des restrictions à la mise à disposition de produits de construction sur le marché, les points suivants sont délégués à la Commission, en conformité avec l'article 61 et dans le respect des conditions fixées par les articles 62 et 63 :

- a) la détermination, le cas échéant, des caractéristiques essentielles ou des niveaux seuils à l'intérieur de familles spécifiques de produits de construction, au vu desquels, conformément aux articles 3 à 6, le fabricant déclare les performances de son produit lors de sa mise sur le marché en fonction de son usage prévu, par niveau ou par classe ou au moyen d'une description;

- b) les conditions selon lesquelles une déclaration des performances peut faire l'objet d'un traitement électronique afin de la mettre à disposition sur un site Internet, conformément à l'article 7;
- c) la modification de la durée pendant laquelle le fabricant conserve la documentation technique et la déclaration des performances après la mise sur le marché du produit de construction, conformément à l'article 11, en fonction de la durée de vie escomptée ou du rôle du produit de construction dans les ouvrages de construction;
- d) la modification de l'annexe II et, si nécessaire, l'adoption de règles de procédures supplémentaires, conformément à l'article 19, paragraphe 3, afin de garantir le respect des principes visés à l'article 20, ou l'application dans la pratique des procédures définies à l'article 21;
- e) l'adaptation de l'annexe III, de l'annexe IV, tableau 1, et de l'annexe V, pour répondre au progrès technique;
- f) l'établissement et l'adaptation de classes de performances pour répondre au progrès technique, conformément à l'article 27, paragraphe 1;
- g) les conditions dans lesquelles un produit de construction est réputé satisfaire à un certain niveau ou une certaine classe de performance sans que des essais ou des essais complémentaires ne soient réalisés, conformément à l'article 27, paragraphe 5, pour autant que le respect des exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction ne s'en trouve pas compromis;
- h) l'adaptation, la mise en place et la révision des systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances, conformément à l'article 28, concernant un produit, une famille de produits ou une caractéristique essentielle donnée, et en fonction de:

  - I) l'importance du rôle du produit ou de ladite caractéristique essentielle par rapport aux exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction;
  - II) la nature du produit;
  - III) l'incidence de la variabilité des caractéristiques essentielles du produit de construction au cours de sa durée de vie escomptée; et

- IV) les probabilités de défauts de fabrication du produit.

## Article 61

### Exercice de la délégation

1. Le pouvoir d'adopter les actes délégués visés à l'article 60 est conféré à la Commission pour une période de cinq ans à compter du 24 avril 2011. La Commission présente un rapport relatif aux pouvoirs délégués au plus tard six mois avant la fin de la période de cinq ans. La délégation de pouvoir est automatiquement renouvelée pour des périodes d'une durée identique, sauf si le Parlement européen ou le Conseil la révoque conformément à l'article 62.
2. Aussitôt qu'elle adopte un acte délégué, la Commission le notifie simultanément au Parlement européen et au Conseil.
3. Le pouvoir d'adopter des actes délégués conféré à la Commission est soumis aux conditions fixées par les articles 62 et 63.

## Article 62

### Révocation de délégation

1. La délégation de pouvoir visée à l'article 60 peut être révoquée à tout moment par le Parlement européen ou le Conseil.
2. L'institution qui a entamé une procédure interne afin de décider si elle entend révoquer la délégation de pouvoir s'efforce d'informer l'autre institution et la Commission, dans un délai raisonnable avant de prendre une décision finale, en indiquant les pouvoirs délégués qui pourraient faire l'objet d'une révocation ainsi que les motifs éventuels de celle-ci.
3. La décision de révocation met un terme à la délégation des pouvoirs spécifiés dans ladite décision. Elle prend effet immédiatement ou à une date ultérieure qu'elle précise. Elle n'affecte pas la validité des actes délégués déjà en vigueur. Elle est publiée au Journal officiel de l'Union européenne.

## Article 63

### Objections aux actes délégués

1. Le Parlement européen ou le Conseil peuvent formuler des objections à l'égard d'un acte délégué dans un délai de trois mois à compter de la date de notification. Sur l'initiative du Parlement européen ou du Conseil, ce délai est prolongé de trois mois.

**2.** Si, à l'expiration du délai visé au paragraphe 1, ni le Parlement européen ni le Conseil n'ont formulé d'objections à l'égard de l'acte délégué, celui-ci est publié au Journal officiel de l'Union européenne et entre en vigueur à la date qu'il indique.

L'acte délégué peut être publié au Journal officiel de l'Union européenne et entrer en vigueur avant l'expiration de ce délai si le Parlement européen et le Conseil ont tous les deux informé la Commission de leur intention de ne pas formuler d'objections.

**3.** Si le Parlement européen ou le Conseil formulent des objections à l'égard d'un acte délégué dans le délai visé au paragraphe 1, celui-ci n'entre pas en vigueur. L'institution qui formule des objections à l'égard de l'acte délégué en expose les motifs.

## Article 64

### Comité

**1.** La Commission est assistée par un comité permanent de la construction.

**2.** Dans le cas où il est fait référence au présent paragraphe, les articles 3 et 7 de la décision 1999/468/CE s'appliquent.

**3.** Les États membres s'assurent que les membres du comité permanent de la construction peuvent exercer leurs fonctions de manière à éviter les conflits d'intérêt, en particulier en ce qui concerne les procédures d'obtention du marquage CE.

## Article 65

### Abrogation

**1.** La directive 89/106/CEE est abrogée.

**2.** Les références faites à la directive abrogée s'entendent comme faites au présent règlement.

## Article 66

### Dispositions transitoires

**1.** Les produits de construction mis sur le marché conformément à la directive 89/106/CEE avant le 1<sup>er</sup> juillet 2013 sont réputés conformes au présent règlement.

**2.** Les fabricants peuvent établir une déclaration des performances sur la base d'un certificat de conformité ou d'une déclaration de conformité délivrés avant le 1<sup>er</sup> juillet 2013 conformément à la directive 89/106/CEE.

**3.** Les guides d'agrément technique européen publiés avant le 1<sup>er</sup> juillet 2013 conformément à l'article 11 de la directive 89/106/CEE peuvent servir de documents d'évaluation européens.

**4.** Les fabricants et les importateurs peuvent utiliser, en tant qu'évaluations techniques européennes, les agréments techniques européens délivrés conformément à l'article 9 de la directive 89/106/CEE avant le 1<sup>er</sup> juillet 2013, pendant toute la durée de validité desdits agréments.

## Article 67

### Rapport de la Commission

**1.** Au plus tard le 25 avril 2014, la Commission évalue les besoins spécifiques d'informations sur le contenu en substances dangereuses des produits de construction et envisage d'étendre éventuellement les obligations d'informations visées à l'article 6, paragraphe 5, à d'autres substances, et fait rapport au Parlement européen et au Conseil. Dans son évaluation, la Commission tient compte notamment de la nécessité d'assurer un niveau élevé de protection de la santé et de la sécurité des travailleurs utilisant des produits de construction et des utilisateurs d'ouvrages de construction, notamment en matière de recyclage et/ou d'obligation de réutilisation des pièces ou des matériaux.

S'il y a lieu, le rapport est suivi des propositions législatives appropriées dans un délai de deux ans à partir de sa soumission au Parlement européen et au Conseil.

**2.** Au plus tard le 25 avril 2016, la Commission soumet au Parlement européen et au Conseil un rapport sur la mise en œuvre du présent règlement, y compris sur les articles 19, 20, 21, 23, 24 et 37 sur la base des rapports fournis par les États membres, ainsi que par d'autres parties concernées, accompagné, le cas échéant, de propositions appropriées.

## Article 68

### Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au Journal officiel de l'Union européenne.

Toutefois, les articles 3 à 28, les articles 36 à 38, les articles 56 à 63, les articles 65 et 66 ainsi que les annexes I, II, III et V s'appliquent à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2013.

Le présent règlement est obligatoire dans tous ses éléments et directement applicable dans tout État membre.

Fait à Strasbourg, le 9 mars 2011.

Par le Parlement européen

Le président

J. BUZEK

Par le Conseil

La présidente

GYÓRI E.

## 6 Décret du 27 décembre 2012

Décret n° 2012-1489 du 27 décembre 2012 pris pour l'exécution du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil

**Publics concernés :** opérateurs économiques impliqués dans la commercialisation des produits de construction, notamment fabricants, importateurs et distributeurs; organismes tierces parties intervenant dans la procédure de marquage CE de ces produits.

**Objet :** mise en œuvre du marquage CE des produits de construction en application du règlement (UE) n° 305/2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil.

**Entrée en vigueur :** le décret entre en vigueur le lendemain de sa publication. Toutefois, entrent en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2013 ses dispositions relatives :

- au dispositif de sanctions applicables en cas de méconnaissance des obligations prévues par le règlement;
- à l'harmonisation de la terminologie utilisée dans le code de l'environnement et le décret n° 2000-810 du 24 août 2000 relatif à la mise sur le marché des ascenseurs;
- à l'abrogation du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, transposant la directive 89/106/CEE du Conseil.

**Notice :** le règlement (UE) n° 305/2011, qui abroge la directive 89/106/CEE, fixe de nouvelles exigences concernant la commercialisation et le marquage CE des produits de construction.

Dans ce nouveau cadre, le marquage CE des produits de construction dits "standards", c'est-à-dire faisant l'objet d'une norme harmonisée, fait appel à des organismes, dénommés "organismes notifiés", agissant en tant que tiers pour l'évaluation des performances de ces produits. De même, le marquage CE des produits de construction plus innovants, c'est-à-dire non couverts par une norme

harmonisée, implique des organismes tierces parties, appelés organismes d'évaluation technique. Ces deux types d'organismes doivent être désignés par une autorité, l'autorité notifiante, dans chacun des pays de l'Union européenne.

Le décret comporte les mesures nationales nécessaires à l'application du règlement (UE) n° 305/2011. Ces mesures concernent :

- le dispositif de sanctions, inséré dans le code de la consommation, en cas de méconnaissance des obligations prévues par le règlement;
- les modalités de désignation de l'autorité notifiante;
- les conditions de désignation, de contrôle et d'évaluation des organismes notifiés;
- les conditions de désignation, de contrôle et d'évaluation des organismes d'évaluation technique;
- l'harmonisation de la terminologie utilisée dans le code de l'environnement et le décret n° 2000-810 du 24 août 2000 relatif à la mise sur le marché des ascenseurs;
- l'abrogation du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, transposant la directive 89/106/CEE du Conseil.

**Références :** les textes modifiés par le présent décret peuvent être consultés, dans leur rédaction issue de cette modification, sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

Le Premier ministre,

Sur le rapport de la ministre de l'égalité des territoires et du logement.

Vu le règlement [CE] n° 765/2008 du Parlement européen et du Conseil du 9 juillet 2008 fixant les prescriptions relatives à l'accréditation et à la surveillance du marché pour la commercialisation des produits et abrogeant le règlement (CEE) n° 339/93 du Conseil :

Vu le règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil ;

Vu le code de la consommation, notamment ses articles L. 214-1 à L. 214-3 et R. 214-1 à R. 214-23; Vu le code de l'environnement, notamment son article R. 221-22;

Vu la loi n° 2000-321 du 12 avril 2000 relative aux droits des citoyens dans leurs relations avec les administrations, notamment ses articles 21 e 24 ;

Vu le décret n° 97-1198 du 19 décembre 1997 modifié pris pour l'application au ministre de l'équipement, des transports et du logement du 1<sup>er</sup> de l'article 2 du décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles ;

Vu le décret n° 2000-810 du 24 août 2000 relatif à la mise sur le marché des ascenseurs ;

Vu le décret n° 2008-1401 du 19 décembre 2008 relatif à l'accréditation et l'évaluation de conformité pris en application de l'article 137 de la loi n° 2008-776 du 4 août 2008 de modernisation de l'économie;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décrète :

**Art. 1<sup>er</sup>** - Il est inséré, après la section 23 du chapitre IV du titre 1<sup>er</sup> du livre II du code de la consommation (partie réglementaire), une section 24 ainsi rédigée :

## Section 24

### Produits de construction

**Art. R. 214-24.** - Constituent les mesures d'exécution prévues à l'article L. 214-1 les dispositions des articles 1 et 2, des paragraphes 1 et 2 de l'article 4, des articles 6 et 7, des paragraphes 1 et 2 de l'article 8, de l'article 9 et des articles 11 à 16 du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil.»

**Art. 2.** - L'Etat est l'autorité notifiante prévue à l'article 40 du règlement (UE) n° 305/2011 susvisé. Les organismes notifiés, autorisés à ce titre à exécuter en tant que tierce partie des tâches relevant de la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances des produits de construction, sont désignés par arrêté conjoint des ministres chargés de la construction, des transports et de l'équipement. Cet arrêté précise les modalités de suivi de ces organismes, qui comprennent notamment la remise d'un rapport annuel d'activité.

### Art. 3.

**I.** - Les organismes qui souhaitent obtenir la qualité d'organisme notifié au sens de l'article 39 du règlement (UE) n° 305/2011 susvisé adressent à l'un des ministres mentionnés à l'article 2 une demande écrite dans les conditions prévues à l'article 47 du même règlement.

A réception de la demande, les ministres disposent d'un délai de trois mois pour notifier l'organisme ou pour lui signifier le refus motivé de notification. L'absence de réponse ou de notification dans ce délai vaut rejet implicite de la demande.

**II.** - Peuvent seuls être notifiés les organismes accrédités par le Comité français d'accréditation (COFRAC) pour la réalisation des tâches relevant de la tierce

partie selon le système d'évaluation et de vérification de la constance des performances, tel que défini à l'annexe V du règlement (UE) n° 305/2011 susmentionné, pour lesquelles l'organisme souhaite se voir notifier.

Toutefois, un organisme qui n'est pas encore accrédité pour la réalisation des tâches considérées peut être notifié si son dossier de demande d'accréditation pour ces tâches a été déclaré recevable par le Comité français d'accréditation (COFRAC). S'il n'obtient pas l'accréditation dans un délai d'un an suivant la décision de recevabilité, la notification est retirée; ce délai peut, sur demande motivée présentée par l'organisme au plus tard un mois avant son expiration, être prorogé de six mois.

**III. - Les ministres notifient les organismes qui satisfont aux exigences prévues à l'article 43 du règlement (UE) n° 305/2011 susmentionné.**

**IV. - Les modifications de la notification d'un organisme prévues à l'article 50 du règlement (UE) n° 305/2011 susmentionné sont apportées par arrêté conjoint des ministres chargés de la construction, des transports et de l'équipement. La décision ne peut intervenir qu'après expiration d'un délai de trois mois après que l'organisme a été informé des griefs qui lui sont reprochés et invité à présenter ses observations.**

La notification d'un organisme ne peut être suspendue pour une durée supérieure à un an.

#### **Art. 4.**

**I. - Les organismes d'évaluation technique mentionnés à l'article 29 du règlement (UE) n° 305/2011 susvisé sont désignés par arrêté conjoint des ministres chargés de la construction, des transports et de l'équipement. Cet arrêté précise les domaines de produits, figurant au tableau 1 de l'annexe IV dudit règlement, pour lesquels l'organisme est désigné.**

**II. - En application du paragraphe 3 de l'article 29 du règlement (OE) n° 305/2011 susmentionné, les ministres chargés de la construction, des transports et de l'équipement sont chargés, chacun en ce qui le concerne, du contrôle et de l'évaluation des organismes d'évaluation technique.**

La décision qui retire à un organisme d'évaluation technique sa désignation en cette qualité est motivée; elle ne peut intervenir qu'après expiration d'un délai de trois mois après que l'organisme a été appelé à présenter ses observations.

**Art. 5. - Au titre II de l'annexe du décret du 19 décembre 1997 susvisé, le A intitulé : « Décisions prises conjointement avec un ou plusieurs ministres » est**

complété par les dispositions suivantes :

«Mesures prises par les ministres chargés de la construction, des transports et de l'équipement :

«Décret n° 2012-1489 du 27 décembre 2012 pris pour l'exécution du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil.

1	Désignation des organismes notifiés, autorisés à effectuer les tâches d'évaluation et de vérification de la constance des performances des produits de construction.	Article 2
2	Désignation des organismes d'évaluation technique européenne des produits de construction	Article 4

#### **Art. 6.**

**I. - Le deuxième alinéa de l'article R. 221-22 du code de l'environnement est remplacé par les dispositions suivantes :**

- produits de construction: les produits définis à l'article 2 du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil ;

**II. - Le décret du 24 aout 2000 susvisé relatif à la mise sur le marché des ascenseurs est modifié comme suit :**

**1º Le troisième alinéa de l'article 3 est remplacé par les dispositions suivantes :**

«En outre, pour ce qui concerne les aspects liés à l'installation de l'ascenseur, les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction, définies à l'annexe I du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil, complètent les exigences essentielles de sécurité et de santé mentionnées à l'annexe I du présent décret.»;

**2º A l'annexe 1, le point 4 des remarques préliminaires est remplacé par les dispositions suivantes :**

« 4. Les exigences fondamentales applicables aux ouvrages de construction, définies

à l'annexe I du règlement (UE) n° 305/2011 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil, non reprises dans le présent décret s'appliquent aux ascenseurs.»

**Art. 7.** - Le décret no 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction est abrogé.

**Art. 8.** - Les dispositions des articles 1<sup>o</sup>, 6 et 7 entrent en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2013.

**Art. 9.** - La ministre de l'égalité des territoires et du logement et la ministre de l'environnement, du développement durable et de l'énergie sont chargées, chacune en ce qui la concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 27 décembre 2012.

Par le Premier ministre

Jean-Marc AYRAULT

La ministre de l'égalité des territoires et du logement

Cécile DUFLOT

La ministre de l'environnement, du développement durable et de l'énergie

Delphine BATHO

# 7 Eurocode 3 : calcul des assemblages

NF EN 1993-1-8 : 2005

## Historique

En 1975, la Commission des Communautés européennes arrêta un programme d'actions dans le domaine de la construction, sur la base de l'article 95 du traité. L'objectif de ce programme était la levée des obstacles aux échanges commerciaux et l'harmonisation des spécifications techniques.

Dans le cadre de ce programme d'actions, la Commission prit l'initiative d'établir un ensemble de règles techniques harmonisées pour le calcul des ouvrages de construction.

Pendant quinze ans, la Commission, avec l'aide d'un Comité Directeur comportant des représentants des Etats Membres, pilota le développement du programme des Eurocodes, ce qui conduisit au cours des années 80 à la première génération des codes européens.

En 1989, la Commission et les Etats membres de l'Union Européenne et de l'Association Européenne de Libre Echange décidèrent, sur la base d'un accord entre la Commission et le CEN, de transférer au CEN par une série de Mandats l'élaboration et la publication des Eurocodes, afin de leur conférer par la suite un statut de Normes Européennes (EN). Ceci établit de facto un lien entre les Eurocodes et les dispositions de toutes les Directives du Conseil et/ou Décisions de la Commission concernant les normes européennes (par exemple la Directive du Conseil 89/106//CEE sur les produits de construction).

## Décomposition de l'Eurocode 3 «Calcul des structures en acier»

7-1

NF EN 1993-1-1 de octobre 2005	Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
NF EN 1993-1-1/NA de mai 2007	Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments - annexe nationale à la NF EN 1993-1-1
NF EN 1993-1-2 de novembre 2005	Partie 1-2 : règles générales - calcul du comportement au feu
NF EN 1993-1-2/NA de octubre 2007	Partie 1-2 : règles générales - calcul du comportement au feu - annexe nationale à la NF EN 1993-1-2
NF EN 1993-1-3 de mars 2007	Partie 1-3 : règles générales - règles supplémentaires pour les profilés et plaques formés à froid
NF EN 1993-1-3 / NA de octubre 2007	Partie 1-3 : règles générales - règles supplémentaires pour les profilés et plaques formés à froid - annexe nationale à la NF EN 1993-1-3
NF EN 1993-1-4 de février 2007	Partie 1-4 : règles générales - règles supplémentaires pour les aciers inoxydables
NF EN 1993-1-4 / NA de mars 2008	Partie 1-4 : règles générales - règles supplémentaires pour les aciers inoxydables - annexe nationale à la NF EN 1993-1-4
NF EN 1993-1-5 de mars 2007	Partie 1-5 : plaques planes
NF EN 1993-1-5 / NA de octubre 2007	Partie 1-5 : plaques planes - annexe nationale à la NF EN 1993-1-5
NF EN 1993-1-6 de juillet 2007	Partie 1-6 : résistance et stabilité des structures en coque
NF EN 1993-1-7 de septembre 2007	Partie 1-7 : structures en plaques chargées hors de leur plan
NF EN 1993-1-7 / NA de août 2008	Partie 1-7 : structures en plaques chargées hors de leur plan - annexe nationale à la NF EN 1993-1-7
NF EN 1993-1-8 de décembre 2005	Partie 1-8 : calcul des assemblages
NF EN 1993-1-8 / NA de juillet 2007	Partie 1-8 : calcul des assemblages - annexe nationale à la NF EN 1993-1-8
NF EN 1993-1-9 de décembre 2005	Partie 1-9 : fatigue
NF EN 1993-1-9 / NA de avril 2007	Partie 1-9 : fatigue - annexe nationale à la NF EN 1993-1-9
NF EN 1993-1-10 de décembre 2005	Partie 1-10 : choix des qualités d'acier
NF EN 1993-1-10/NA de avril 2007	Partie 1-10 : choix des qualités d'acier - annexe nationale à la NF EN 1993-1-10
NF EN 1993-1-11 de avril 2007	Partie 1-11 : calcul des structures à câbles ou éléments tendus
NF EN 1993-1-11 / NA de décembre 2007	Partie 1-11 : calcul des structures à câbles ou éléments tendus - annexe nationale à la NF EN 1993-1-11
NF EN 1993-1-12 de août 2007	Partie 1-12 : règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S700
NF EN 1993-1-12 / NA de août 2008	Partie 1-12 : règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S700 - annexe nationale à la NF EN 1993-1-12
NF EN 1993-2 de mars 2007	Partie 2 : ponts métalliques
NF EN 1993-2 / NA de décembre 2007	Partie 2 : ponts métalliques - annexe nationale à la NF EN 1993-2
NF EN 1993-3-1 de mars 2007	Partie 3-1 : tours, mâts et cheminées - pylônes et mâts haubanés
NF EN 1993-3-1 / NA de juillet 2008	Partie 3-1 : tours, mâts et cheminées - pylônes et mâts haubanés - annexe nationale à la NF EN 1993-3-1
NF EN 1993-3-2 de avril 2007	Partie 3-2 : tours, mâts et cheminées - cheminées
NF EN 1993-3-2 / NA de juillet 2008	Partie 3-2 : tours, mâts et cheminées - cheminées - annexe nationale à la NF EN 1993-3-2
NF EN 1993-4-1 de novembre 2007	Partie 4-1 : silos
NF EN 1993-4-2 de juillet 2007	Partie 4-2 : réservoirs
NF EN 1993-4-3 de juillet 2007	Partie 4-3 : canalisations
NF EN 1993-5 de août 2007	Partie 5 : pieux et palplanches
NF EN 1993-5 / NA de août 2008	Partie 5 : pieux et palplanches - annexe nationale à la NF EN 1993-5
NF EN 1993-6 de septembre 2007	Partie 6 : chemins et roulements

## Norme d'exécution EN 1090-2

L'EN 1090-2 énonce des exigences pour assurer un niveau approprié de résistance et de stabilité mécaniques, d'aptitude à l'utilisation et de durabilité de la structure.

Il s'agit non pas d'un optimum à atteindre mais d'un minimum à respecter.

La norme s'articule autour de règles qui sont applicables à tout type de structure (bâtiment simple, structure mixte acier-béton, ouvrage d'art ou ouvrage fonctionnel tel que pylône, cheminée, silo ou réservoir) réalisée à partir de différents types de produits (éléments en acier laminé d'usage courant ou à haute limite d'élasticité ou en acier inoxydable, éléments formés à froid, profils creux).

Certaines règles donnent des critères de performance mesurables spécifiques ou traitent de problèmes d'interface avec d'autres corps d'état.

La norme passe en revue tous les aspects relatifs à l'exécution, depuis la commande des produits jusqu'à la réception de l'ouvrage suivant l'articulation d'un plan qualité avec les approvisionnements et leur réception avec les documents d'accompagnement, la fabrication (débit, assemblage), le soudage, le boulonnage, le traitement de surface, le montage, les tolérances de fabrication et de montage, les vérifications à effectuer à tous ces stades, les contrôles et, essentiel, les critères d'acceptation. Pour ces derniers, il a été aussi retenu comme principe de les mentionner dans les clauses traitant des exigences relatives aux opérations à effectuer, par exemple les tolérances sur le diamètre de perçage sont traitées en même temps que les exigences sur le perçage lui-même.

## Les 12 chapitres

7-2

1	Domaine d'application	7	Soudage
2	Références normatives	8	Fixations mécaniques
3	Termes et définitions	9	Montage
4	Cahiers des charges et dossier	10	Traitement de surface
5	Produits constitutifs	11	Tolérances géométriques
6	Préparation et assemblage	12	Contrôles, essais et réparations

## Les 12 annexes

7-3

A	Liste des informations supplémentaires, options et exigences liées aux classes d'exécution (normative)
B	Guide pour le choix des classes d'exécution (informative)
C	Liste de contrôle pour le contenu d'un plan qualité (informative)
D	Tolérances géométriques (normative)
E	Assemblages soudés de profils creux (informative)
F	Protection contre la corrosion (normative)
G	Essai pour la détermination du coefficient de frottement
H	Essai pour la détermination en situation de chantier du couple de serrage de boulons précontraints (normative)
J	Utilisation d'indicateurs directs de précontrainte de type rondelles compressibles (normative)
K	Boulons hexagonaux injectés (informative)
L	Guide pour le développement et l'utilisation d'un DMOS (informative)
M	Méthode séquentielle de contrôle des fixations (normative)

Rappel sur les règles de la normalisation concernant les annexes :

- une annexe normative fait partie intégrante de la norme,
- une annexe informative donne des informations supplémentaires destinées à faciliter la compréhension ou l'utilisation de la norme.

## Les documents associés

La norme s'appuie sur plus de 200 normes européennes et/ou internationales référencées dans les différents chapitres et annexes, dont :

- 123 normes «produits» couvrant les aciers (57), les consommables pour le soudage (16) et les fixations mécaniques (35), etc,
- 33 normes «organisation du soudage : qualité, mode opératoire, personnel»,
- 11 normes «qualité et contrôles en soudage : méthodes, niveaux d'acceptation»,
- 12 normes «protection anticorrosion».

# 8 Eurocode 5 : calcul des assemblages

## NF EN 1995-1 & 2 : 2005

### Historique

En 1975, la Commission des Communautés européennes arrêta un programme d'actions dans le domaine de la construction, sur la base de l'article 95 du traité. L'objectif de ce programme était la levée des obstacles aux échanges commerciaux et l'harmonisation des spécifications techniques.

Dans le cadre de ce programme d'actions, la Commission prit l'initiative d'établir un ensemble de règles techniques harmonisées pour le calcul des ouvrages de construction.

Pendant quinze ans, la Commission, avec l'aide d'un Comité Directeur comportant des représentants des Etats Membres, pilota le développement du programme des Eurocodes, ce qui conduisit au cours des années 80 à la première génération des codes européens.

En 1989, la Commission et les Etats membres de l'Union Européenne et de l'Association Européenne de Libre Echange décidèrent, sur la base d'un accord entre la Commission et le CEN, de transférer au CEN par une série de Mandats l'élaboration et la publication des Eurocodes, afin de leur conférer par la suite un statut de Normes Européennes (EN) . Ceci établit de facto un lien entre les Eurocodes et les dispositions de toutes les Directives du Conseil et/ou Décisions de la Commission concernant les normes européennes (par exemple la Directive du Conseil 89/106//CEE sur les produits de construction).

### Décomposition de l'Eurocode 5 "Calcul des structures en bois"

8-1

NF EN 1995-1-1 de novembre 2005	Partie 1-1 : généralités - règles communes et règles pour les bâtiments
NF EN 1995-1-2 de septembre 2005	Partie 1-2 : calcul des structures au feu
NF EN 1995-2 de mars 2005	Partie 2 : ponts

### Résumés (extrait de [www.eurocode1.com/fr/eurocode5.html](http://www.eurocode1.com/fr/eurocode5.html))

#### NF EN 1995 Partie 1.1

L'EN 1995 s'applique au calcul des bâtiments et ouvrages de génie civil en bois (bois massif, scié, raboté ou sous forme de poteau, bois lamellé-collé ou produits structuraux à base de bois) ou panneaux à base de bois assemblés avec des adhésifs ou des organes mécaniques. Il est conforme aux principes et exigences relatives à la sécurité et l'aptitude au service des structures, ainsi qu'aux bases de calcul et vérification données dans EN 1990 : 2002.

EN 1995 traite uniquement des exigences relatives à la résistance mécanique, l'aptitude au service, la durabilité et la résistance au feu des structures en bois. D'autres exigences, par exemple l'isolation thermique ou acoustique, ne sont pas considérées.

EN 1995 est destiné à être utilisé conjointement avec EN 1990 : 2002 Eurocode – « bases de calcul des structures », EN 1991 « Actions sur les structures », EN 1998 « calcul des structures pour la résistance aux tremblements de terre » lorsque les structures en bois sont construites dans des régions sismiques.

Documents associés : ISO 2081 – ISO 2631-2 – EN 636-1 – EN 632-2 – EN 632-3 – EN 1382 – EN 14544

#### NF EN 1995 Partie 1.2

L'EN 1995-1-2 traite du calcul des structures en bois pour une situation accidentelle d'exposition au feu et doit être utilisée conjointement avec EN 1995-1-1 et EN 1991-2 : 2002. EN 1995-1-2 identifie seulement les différences ou les compléments à apporter à une conception en température normale. EN 1995-1-2 ne traite que des méthodes passives de protection au feu. Les méthodes actives ne sont pas couvertes. EN 1995-1-2 s'applique aux structures de bâtiment pour lesquelles certaines fonctions à remplir sont exigées dans le cas d'une exposition au feu en terme de prévention d'effondrement prématûre de la structure (fonction porteuse), limitation de propagation du feu (flammes, gaz chauds, chaleur excessive) au-delà des zones désignées (fonction coupe-feu). EN 1995-1-2 donne des principes et des règles d'application pour le calcul des structures vis-à-vis d'exigences spécifiques en respect des fonctions mentionnées ci-dessus et des niveaux de performance. EN 1995-1-2 s'applique aux structures ou aux parties de celles-ci qui sont comprises dans le domaine d'application d'EN 1995-1-2 et sont calculées en conséquence. Les méthodes données dans

EN 1995-1-2 sont applicables pour tous les produits couverts par les normes produis couverts par les normes produits qui sont référencés dans cette partie  
Documents associés : NF EN 300 – NF EN 301 – NF EN 309 – NF EN 313-1 – NF EN 314-2 – NF EN 316 – NF EN 520 – NF EN 1363-1 – NF EN 1365-1 – NF EN 1365-2 – NF EN 1990 – NF EN 1991-1-1 – NF EN 1991-1-2 – NF EN 1993-1-2 – NF EN 1995-1-1 – NF EN 12369-1 – NF EN 13162 – NF ENV 13881-7 – NF EN 13986 – NF EN 14081-1 – NF EN 14080 – NF EN 14374

## NF EN 1995 Partie 2

L'EN 1995-2 donne les règles générales pour la conception des éléments structuraux des ponts, par exemple les éléments porteurs conditionnant la fiabilité du pont ou de ses parties principales, qu'ils soient en bois ou autres matériaux dérivés du bois, utilisés isolément ou en association avec du béton, du métal ou tout autres matériaux. Elle définit également en sections 1 et 2 des clauses additionnelles à celles données dans la norme EN 1990 : 2002  
Documents associés : NF EN 1990 – NF EN 1990/A1 – NF EN 1991-1-4 – NF EN 1991-2 – NF EN 1992-1-1 – NF EN 1992-2 – NF EN 1993-2 – NF EN 1995-1-1 – NF EN 10138-1 – NF EN 10138-4

## Documents complémentaires

D'autres références normatives peuvent être pertinentes pour les constructions en bois :

- NF EN 409 : décembre 1993 : structures en bois – méthodes d'essais – détermination du moment plastique des éléments de fixation à chevilles – pointes
- NF EN 1382 : décembre 1999 : structures en bois – méthodes d'essai – résistance à l'arrachement dans le bois d'éléments de fixation
- NF EN 1383 : décembre 1999 ; structures en bois – méthodes d'essai – résistance à la traversée de la tête d'éléments de fixation à travers le bois
- NF EN 14358 : avril 2007 : structures en bois – détermination des valeurs correspondant au fractile à 5% d'exclusion inférieure et critères d'acceptation pour un échantillon

# **9 Directive 2000/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage**

Modifiée par décisions de la commission 2002/525/CE du 27 juin 2002, 2005/63/CE du 24 janvier 2005, 2005/438/CE du 10 juin 2005 et par décision du conseil 2005/673/CE du 20 septembre 2005

Extraits du Journal Officiel des Communautés européennes du 21/10/2000

## **Le parlement européen et le conseil de l'union européenne**

Vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 175, paragraphe 1,

Vu la proposition de la Commission,

Vu l'avis du Comité économique et social,

Après consultation du Comité des régions,

Statuant conformément à la procédure prévue à l'article 251 du traité, au vu du projet commun approuvé le 23 mai 2000 par le comité de conciliation,

Considérant ce qui suit : (...)

(11) Il importe d'appliquer des mesures préventives dès la phase de conception des véhicules, en particulier sous forme de réduction et de contrôle des substances dangereuses contenues dans les véhicules, afin de prévenir le rejet de ces substances dans l'environnement, de faciliter le recyclage et d'éviter la mise en décharge de déchets dangereux. En particulier, l'utilisation du plomb, du cadmium et du chrome hexavalent devrait être interdite ; ces métaux lourds ne devraient être utilisés que pour certaines applications conformément à une liste régulièrement révisée. On pourra ainsi veiller à ce que certains matériaux ne se retrouvent pas dans les résidus de broyage et à ce qu'ils ne soient ni incinérés, ni mis en décharge. (...)

## **Ont arrêté la présente directive**

### **Article premier. Objectifs**

La présente directive fixe des mesures visant en priorité la prévention des déchets provenant des véhicules et, en outre, la réutilisation, le recyclage et d'autres formes de valorisation des véhicules hors d'usage et de leurs composants afin de réduire la quantité de déchets à éliminer, ainsi qu'à améliorer l'efficacité, au regard de la protection de l'environnement, de tous les opérateurs économiques intervenant dans le cycle de vie des véhicules, et en particulier de ceux intervenant dans le traitement des véhicules hors d'usage. (...)

### **Article 3. Champ d'application**

1. La présente directive s'applique aux véhicules et aux véhicules hors d'usage, y compris leurs composants et matériaux. Cette disposition s'applique, sans préjudice de l'article 5, paragraphe 4, troisième alinéa, indépendamment de

la manière dont le véhicule a été entretenu ou réparé pendant son utilisation et indépendamment de la question de savoir si le véhicule est équipé de composants fournis par le producteur ou bien d'autres composants dont le montage en tant que pièces de rechange ou équipements supplémentaires répond aux dispositions communautaires ou nationales applicables en la matière.

2. La présente directive s'applique sans préjudice de la législation communautaire en vigueur et des législations nationales pertinentes, en particulier en ce qui concerne les normes de sécurité, les émissions atmosphériques, la lutte contre le bruit ainsi que la protection des sols et des eaux.

3. Lorsque des producteurs ne fabriquent ou n'importent que des véhicules dispensés de l'application de la directive 70/156/CEE en vertu de son article 8, paragraphe 2, point a), les Etats membres peuvent dispenser ces producteurs et ces véhicules de l'application de l'article 7, paragraphe 4, et des articles 8 et 9 de la présente directive.

4. Les véhicules à usages spéciaux visés à l'article 4, paragraphe 1, point a), deuxième tiret, de la directive 70/156/CEE sont exclus de l'application de l'article 7 de la présente directive.

5. En ce qui concerne les véhicules à moteur à trois roues, seuls l'article 5, paragraphes 1 et 2, et l'article 6 de la présente directive sont d'application. (...)

### **Article 4. Prévention (...)**

2.a) Les Etats membres veillent à ce que les matériaux et les composants des véhicules mis sur le marché après le 1er juillet 2003 ne contiennent pas de plomb, de mercure, de cadmium ou de chrome hexavalent dans les autres cas que ceux énumérés à l'annexe 2 et dans les conditions qui y sont précisées. (...)

### **Article 12. Entrée en vigueur**

1. La présente directive entre en vigueur le jour de sa publication au Journal Officiel des Communautés européennes. (...)

### **Article 13. Destinataires**

Les Etats membres sont destinataires de la présente directive

Fait à Bruxelles, le 18 septembre 2000. (...)

### **Annexe 2. Matériaux et composants exemptés des mesures visées à l'article 4, paragraphe 2, point a) (...)**

13. a) Revêtements anticorrosion – Portée et date d'expiration de l'exemption : 1<sup>er</sup> Juillet 2007.

13. b) Revêtements anticorrosion des ensembles boulons-écrous dans les châssis – Portée et date d'expiration de l'exemption : 1<sup>er</sup> Juillet 2008. (...)

# 10 Directive 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

Extraits du Journal Officiel des Communautés européennes du 13/02/2000

## Le parlement européen et le conseil de l'union européenne

Vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 95,

Vu la proposition de la Commission,

Vu l'avis du Comité économique et social,

Vu l'avis du Comité des régions,

Statuant conformément à la procédure prévue à l'article 251 du traité, au vu du projet commun approuvé par le comité de conciliation le 8 novembre 2002,

Considérant ce qui suit :

(1) Les disparités entre les dispositions législatives et administratives adoptées par les Etats membres concernant la limitation de l'utilisation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques peuvent créer des entraves aux échanges et fausser la concurrence dans la Communauté et peuvent donc avoir une incidence directe sur l'établissement et le fonctionnement du marché intérieur. Il apparait donc nécessaire de rapprocher les législations des Etats membres dans ce secteur et de contribuer à la santé humaine et à la valorisation et à l'élimination non polluantes des déchets d'équipements électriques et électroniques.

(2) Le Conseil européen, réuni à Nice les 7, 8 et 9 décembre 2000, a approuvé la résolution du Conseil du 4 décembre 2000 sur le principe de précaution.

(3) La communication de la Commission du 30 juillet 1996 concernant le réexamen de la stratégie communautaire pour la gestion des déchets souligne la nécessité de réduire le contenu de substances dangereuses dans les déchets et met l'accent sur les avantages potentiels de règles communautaires limitant la présence de ces substances dans les produits et processus de production.

(4) La résolution du Conseil du 25 janvier 1988 concernant un programme d'action communautaire contre la pollution de l'environnement par le cadmium invite la Commission à poursuivre sans délai le développement de mesures spécifiques pour un tel programme. Il est nécessaire de protéger également la santé humaine et donc de mettre en œuvre une stratégie globale qui, en particulier, limite l'utilisation du cadmium et stimule la recherche de substituts. La résolution souligne qu'il importe de limiter l'utilisation du cadmium au cas où des solutions de remplacement appropriées et plus sûres font défaut. (...)

Ont adopté la présente directive

## Article premier. Objectifs

La présente directive a pour objet de rapprocher les dispositions législatives des Etats membres relatives à la limitation de l'utilisation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques et de contribuer à la protection de la santé humaine, à la valorisation et à l'élimination non polluantes des déchets d'équipements électriques et électroniques.

## Article 2. Champ d'application

(1) Sans préjudice de l'article 6, la présente directive s'applique aux équipements électriques et électroniques relevant des catégories 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 10 énumérées à l'annexe 1A de la directive 2002/96/CE (DEE) ainsi qu'aux ampoules électriques et aux luminaires domestiques.

(2) La présente directive s'applique sans préjudice des dispositions communautaires relatives aux exigences en matière de sécurité et de santé et de celles spécifiques en matière de gestion des déchets.

(3) La présente directive ne s'applique pas aux pièces détachées destinées à la réparation des équipements électriques mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> juillet 2006 ni à la réutilisation de ces équipements.

## Article 3. Définitions

Aux fins de la présente directive, on entend par :

a) «équipements électriques ou électroniques, ou EEE» : les équipements fonctionnant grâce à des courants électriques ou à des champs électromagnétiques, et les équipements de production, de transfert et de mesure de ces courants et champs, relevant des catégories mentionnées à l'annexe 1A de la directive 2002/96/CE (DEE) et conçus pour être utilisés à une tension ne dépassant pas 1000 volts en courant alternatif et 1500 volts en courant continu ; (...)

## Article 4. Prévention

(1) Les Etats membres veillent à ce que, à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2006, les nouveaux équipements électriques et électroniques mis sur le marché ne contiennent pas de plomb, de mercure, de cadmium, de chrome hexavalent, de polybromobiphényles (PBB) ni de polybromodiphénylêthers (PBDE). Les mesures nationales limitant ou interdisant l'utilisation de ces substances dans les équipements électriques et électroniques qui ont été adoptées conformément à la législation communautaire avant l'adoption de la présente directive peuvent être maintenus jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 2006. (...)



#### **Article 10. Entrée en vigueur**

(1) La présente directive entre en vigueur le jour de sa publication au Journal Officiel de l'Union européenne.

#### **Article 11. Destinataires**

Les Etats membres sont destinataires de la présente directive.

Fait à Bruxelles, le 27 janvier 2003. (...)

#### **Annexe. Applications du plomb, du mercure, du cadmium et du chrome hexavalent exemptées des dispositions de l'article 4, paragraphe 1 (...)**

(8) Le traitement de surface au cadmium, sauf les applications interdites par la directive 91/228/CEE portant modification de la directive 76/769/CEE relative à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses.

(9) Le chrome hexavalent comme anticorrosif pour les systèmes de refroidissement en acier au carbone dans les réfrigérateurs à absorption. (...)

# 11 Directive 2011/65/UE du Parlement européen et du Conseil du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

Extraits du Journal Officiel des Communautés européennes du 01/07/2011

## **Le parlement européen et le conseil de l'union européenne**

Vu le traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne et notamment son article 114,

Vu la proposition de la Commission Européenne,

Vu l'avis du Comité économique et social européen,

Vu l'avis du Comité des régions,

Statuant conformément à la procédure législative ordinaire,

Considérant ce qui suit :

(1) La directive 2002/95/CE du Parlement Européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques doit faire l'objet de plusieurs modifications substantielles. Dans un souci de clarté, il convient de procéder à la refonte de ladite directive.

(2) Les disparités entre les dispositions législatives et administratives adoptées par les Etats membres concernant la limitation de l'utilisation dangereuse dans les équipements électriques et électroniques (EEE) peuvent créer des entraves aux échanges et fausser la concurrence dans l'Union et peuvent donc avoir une incidence directe sur l'établissement et le fonctionnement du marché intérieur. Il apparaît donc nécessaire d'établir des règles dans ce secteur et de contribuer à la protection de la santé humaine et à la valorisation et à l'élimination écologiquement rationnelles des déchets d'EEE.

(3) La directive 2002/95/CE prévoit que la Commission réexamine les dispositions de ladite directive, dans le but, notamment d'inclure dans son champ d'application des équipements relevant de certaines catégories et d'évaluer s'il est nécessaire d'adapter la liste des substances soumises à limitations sur la base du progrès scientifique, en prenant en considération le principe de précaution, tel qu'il a été approuvé par la résolution du Conseil du 4 décembre 2000.

(4) La directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008, relative aux déchets consacre la prévention des déchets comme priorité première au sein de la législation relative aux déchets. Par «prévention», on entend notamment les mesures visant à réduire la teneur en substances nocives des matières et produits.

[...]

(10) Les mesures prévues par la présente directive devraient tenir compte des

lignes directrices et des recommandations internationales existantes et devraient être basées sur une évaluation des informations scientifiques et techniques disponibles. Ces mesures sont nécessaires pour atteindre le niveau choisi de protection de la santé humaine ainsi que l'environnement dans le plein respect du principe de précaution, compte tenu des risques que l'absence de telles mesures pourrait créer dans l'Union. Il y a lieu de réexaminer les mesures et si nécessaire, de les adapter pour tenir compte de l'information technique et scientifique disponible. Il convient de réexaminer périodiquement les annexes de la présente directive afin de tenir compte, notamment, des annexes XIV et XVII du règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH) et instituant une agence européenne des produits chimiques. En particulier, il y a lieu d'examiner en priorité les risques pour la santé humaine et pour l'environnement présentés par l'utilisation de l'hexabromocyclodécane (HBCDD), du phthalate de bis (2-éthylhexyle) (DEHP), du phthalate de benzylbutyle (BBP) et du phthalate de dibutyle (DBP). Dans la perspective de limitations supplémentaires concernant les substances, il convient que la Commission réexamine les substances qui ont été soumises à une précédente évaluation, conformément aux nouveaux critères fixés par la présente directive dans le cadre du premier réexamen.

(11) La présente directive complète la législation générale de l'Union en matière de gestion des déchets, telle que la directive 2008/98/CE, ainsi que le règlement (CE) n° 1907/2006.

(12) Il convient d'inclure un certain nombre de définitions dans la présente directive afin de préciser son champ d'application. En outre, il importe de compléter la définition des «équipements électriques et électroniques» par une définition du terme «fonctionnant grâce à», afin de couvrir la nature polyvalente de certains produits, lorsque les fonctions prévues d'un EEE doivent être déterminées sur la base de caractéristiques objectives telles que la conception du produit et sa commercialisation.

(13) La directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie permet de fixer des exigences spécifiques en matière d'écoconception applicables aux produits

liés à l'énergie qui peuvent également être couverts par la présente directive. La directive 2009/125/CE et les mesures d'exécution adoptées en vertu de celle-ci s'appliquent sans préjudice de la législation de l'Union en matière de gestion des déchets.

(...)

[25] Aux fins de la réalisation des objectifs de la présente directive, il convient d'habiliter la Commission à adopter des actes délégués conformément à l'article 290 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne en ce qui concerne les modifications à apporter à l'annexe II, les modalités encadrant la conformité avec les valeurs de concentration maximales, et l'adaptation des annexes III et IV au progrès technique et scientifique. Il est particulièrement important que la Commission procède aux consultations appropriées tout au long de son travail préparatoire, y compris au niveau des experts.

[26] L'obligation de transposer la présente directive en droit national doit être limitée aux dispositions qui constituent une modification de fond par rapport à la directive précédente. L'obligation de transposer les dispositions inchangées résulte de la directive précédente.

## ONT ADOPTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE

### Article premier. **Objet**

La présente directive établit les règles relatives à la limitation de l'utilisation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (EEE) afin de contribuer à la protection de la santé humaine et de l'environnement, y compris la valorisation et l'élimination écologiquement rationnelles des déchets d'EEE.

### Article 2. **Champ d'application**

[1] Sous réserve du paragraphe 2, la présente directive s'applique aux EEE relevant des catégories énumérées à l'annexe I.

[2] Sans préjudice de l'article 4, paragraphes 3 et 4, les Etats membres prévoient qu'un EEE qui ne relevait pas du champ d'application de la directive 2002/95/CE mais qui ne respecterait pas la présente directive peut toutefois continuer à être mise à disposition sur le marché jusqu'au 22 juillet 2019.

[3] La présente directive s'applique sans préjudice des exigences de la législation de l'Union en matière de sécurité et de santé, ainsi que de produits chimiques, en particulier du règlement (CE) n° 1907/2006, et des exigences de la législation spécifique de l'Union en matière de gestion des déchets.

[4] La présente directive ne s'applique pas :

- a/ aux équipements nécessaires à la protection des intérêts essentiels de sécurité des Etats membres, y compris les armes, les munitions et le matériel de guerre destinés à des fins spécifiquement militaires ;
- b/ aux équipements destinés à être envoyés dans l'espace ;
- c/ aux équipements qui sont spécifiquement conçus pour être installés en tant

que partie d'un autre type d'équipement, qui ne relève pas du champ d'application de la présente directive ou en est exclu, qui ne peuvent remplir leur fonction que s'ils font partie de cet autre équipement et qui ne peuvent être remplacés que par le même équipement spécifiquement conçu ;

d/ aux gros outils industriels fixes ;

e/ aux grosses installations fixes ;

f/ aux moyens de transport de personnes ou de marchandises à l'exception des véhicules électriques à deux roues qui ne sont pas réceptionnés par type ;

g/ aux engins mobiles non routiniers destinés exclusivement à un usage professionnel ;

h/ aux dispositifs médicaux implantables actifs ;

i/ aux panneaux photovoltaïques destinés à être utilisés dans un système conçu, monté et installé par des professionnels pour une utilisation permanente en un lieu donné, en vue de la production d'énergie à partir de la lumière du soleil, pour des applications publiques, commerciales, industrielles et résidentielles ;

j/ aux équipements spécifiquement conçus aux seules fins de recherche et de développement, et disponibles uniquement dans un contexte interentreprises.

### Article 3. **Définitions**

Aux fins de la présente directive, on entend par :

[1] «**Equipements électriques et électroniques**» ou «**EEE**» : les équipements fonctionnant grâce à des courants électriques ou à des champs électromagnétiques, et les équipements de production, de transfert et de mesure de ces courants et champs, conçus pour être utilisés à une tension ne dépassant pas 1000 volts en courant alternatif et 1500 volts en courant continu.

[2] Aux fins du point 1., «fonctionnant grâce à» : nécessitant, en ce qui concerne les EEE, des courants électriques ou des champs électromagnétiques pour l'exécution d'au moins une fonction prévue

[3] «**Gros outils industriels fixes**» : ensemble de grande ampleur de machines, d'équipements et/ou de composants, qui fonctionnent ensemble pour une application spécifique, installés de façon permanente et démontés par des professionnels dans un lieu donné, et utilisés et entretenus par des professionnels dans un centre de fabrication industrielle ou dans une établissement de recherche et développement ;

[4] «**Grosse installation fixe**» : combinaison de grande ampleur de plusieurs types d'appareils et, le cas échéant, d'autres dispositifs, qui sont assemblés et installés par des professionnels pour être utilisés de façon permanente à un endroit prédéfini et dédié et démontés par des professionnels.

(...)

### Article 4. **Prévention**

[1] Les Etats membres veillent à ce que les EEE mis sur le marché, y compris

les câbles et les pièces détachées destinées à leur réparation, à leur réemploi, à la mise à jour de leurs fonctionnalités ou au renforcement de leur capacité, ne contiennent aucune des substances énumérées à l'annexe II.

(2) Aux fins de la présente directive, il n'est pas toléré que la valeur de la concentration maximale en poids dans les matériaux homogènes excède celle précisée à l'annexe II. La commission adopte, par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 20 et dans le respect des conditions fixées par les articles 21 et 22, des modalités encadrant la conformité avec ces valeurs de concentration maximales, en tenant compte notamment des revêtements de surface.

(...)

#### Article 5. Adaptation des annexes au progrès scientifique et technique

(1) Aux fins de l'adaptation des annexes III et IV au progrès scientifique et technique, et afin de réaliser les objectifs fixés à l'article 1er, la Commission adopte, par voies d'actes délégués individuels, en conformité avec l'article 20 et dans le respect des conditions fixées par les articles 21 et 22, les mesures suivantes :

a/ l'inclusion des matériaux et composants d'EEE destinés à des applications spécifiques dans les listes figurant aux annexes III et IV, à condition que ladite inclusion ne diminue pas la protection de l'environnement et de la santé confédérée par le règlement (CE) n° 1907/2006 et lorsque l'une des conditions suivantes est remplie :

- leur élimination ou leur remplacement sur la base de modifications de la conception, ou par des matériaux ou composants ne nécessitant aucun des matériaux ou substances énumérés à l'annexe II, est scientifiquement ou techniquement impraticable.

(...)

b/ la suppression des matériaux et composants d'EEE des listes figurant aux annexes III et IV lorsque les conditions visées au point a/ ne sont plus remplies.

(2) Les mesures adoptées conformément au paragraphe 1, point a/, ont une durée de validité maximale de cinq ans pour les catégories 1 à 7, 10 et 11 de l'annexe I, et une durée de validité maximale de sept ans pour les catégories 8 et 9 de l'annexe I. Les durées de validité sont à décider au cas par cas et peuvent être renouvelées.

En ce qui concerne les exemptions énumérées à l'annexe III telles qu'elles existent le 21 juillet 2011, la durée de validité maximale, qui peut être renouvelée est de cinq ans pour les catégories 1 à 7 et 10 de l'annexe I, à compter du 21 juillet 2011, et de sept ans pour les catégories 8 et 9 de l'annexe I, à compter des dates pertinentes prévues à l'article 4 paragraphe 3, sauf si une durée plus courte est spécifiée.

Pour les exemptions énumérées à l'annexe IV telles qu'elles existent le 21 juillet 2011, la durée de validité maximale, qui peut être renouvelée, est

de sept ans à compter des dates pertinentes prévues à l'article 4, paragraphe 3, sauf si une durée plus courte est spécifiée.

#### Article 6. Réexamen et modification de la liste des substances soumises à limitations figurant à l'annexe II

(1) Afin d'atteindre les objectifs fixés à l'article 1<sup>er</sup> et de prendre en considération le principe de précaution, la Commission considère le réexamen, fondé sur une évaluation détaillée, et la modification de la liste des substances soumises à limitations figurant à l'annexe II avant le 22 juillet 2014, et de façon périodique par la suite, de sa propre initiative ou à la suite de la proposition d'un Etat membre contenant les informations visées au paragraphe 2.

(...)

#### Article 7. Obligations des fabricants

Les Etats membres veillent à ce que :

a/ les fabricants s'assurent, lorsqu'ils mettent un EEE sur le marché, que celui-ci a été conçu et fabriqué conformément aux exigences visées à l'article 4 ;  
 b/ les fabricants établissent la documentation technique requise et mettent ou font mettre en œuvre la procédure de contrôle interne de la fabrication conformément à l'annexe II, module A, de la décision n° 768/2008/CE ;  
 c/ lorsqu'il a été démontré, à l'aide de la procédure visée au point b/, que l'EEE respecte les exigences applicables, les fabricants établissent une déclaration UE de conformité et apposent le marquage CE sur le produit fini. Lorsqu'un autre acte législatif applicable de l'Union requiert l'application d'une procédure d'évaluation de la conformité qui est au moins aussi stricte, la conformité avec les exigences fixées à l'article 4, paragraphe 1, de la présente directive peut être démontrée dans le contexte de cette procédure. Une documentation technique unique peut être élaborée ;

d/ les fabricants conservent la documentation technique et la déclaration UE de conformité pendant une durée de dix ans à partir de la mise sur le marché de l'EEE ;

e/ les fabricants s'assurent que des procédures sont en place pour que la production en série reste conforme. Il est dûment tenu compte des modifications de la conception ou des caractéristiques du produit ainsi que des modifications des normes harmonisées ou des spécifications techniques par rapport auxquelles la conformité d'un EEE est déclarée.

(...)

#### Article 24. Réexamen

(1) Au plus tard le 22 juillet 2014, la Commission examine la nécessité de modifier le champ d'application de la présente directive en ce qui concerne les EEE visés à l'article 2, et elle présente un rapport à ce sujet au Parlement européen et au Conseil, accompagné d'une proposition législative, le cas échéant, relative à toute exclusion supplémentaire liées à ces EEE.

(2) Au plus tard le 22 juillet 2021, la Commission effectue un réexamen général de la présente directive et présente un rapport au Parlement européen et au Conseil, accompagné, le cas échéant, d'une proposition législative.

#### **Article 25. Transposition**

(1) Les Etats membres adoptent et publient, au plus tard le 2 janvier 2013, les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la présente directive. Ils communiquent immédiatement à la Commission le texte de ces dispositions.

Lorsque les Etats membres adoptent ces dispositions, celles-ci contiennent une référence à la présente directive ou sont accompagnées d'une telle référence lors de leur publication officielle. Les modalités de cette référence sont arrêtées par les Etats membres.

(2) Les Etats membres communiquent à la Commission le texte des principales dispositions de droit interne qu'ils adoptent dans le domaine régi par la présente.

#### **Article 26. Abrogation**

La directive 2002/95/CE, telle que modifiée par les actes visés à l'annexe VII, partie A, est abrogée avec effet à compter du 3 janvier 2013, sans préjudice des obligations des Etats membres en ce qui concerne les délais de transposition en droit international et d'application de la directive indiqués à l'annexe VII, partie B.

Les références faites aux actes abrogés s'entendent comme faites à la présente directive et sont à lire selon le tableau de correspondance figurant à l'annexe VIII.

#### **Article 27. Entrée en vigueur**

La présente directive entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au Journal Officiel de l'Union européenne.

#### **Article 28. Destinataires**

Les Etats membres sont destinataires de la présente directive.

Fait à Strasbourg, le 8 juin 2011.

# 12 Usages de la profession et préconisations générales

## Conditionnement

- Sauf stipulation contraire du cahier des charges ou de la commande :
- les vis, boulons, goujons et écrous sont livrés emballés en boîtes, en sacs ou en paquets ne contenant que des articles de même désignation,
  - les boulons peuvent être livrés avec leur écrou monté ou non,
  - les tiges filetées sont livrées en paquets,
  - les conditionnements par quantité standard n'existant pas dans la profession, et le fournisseur étant libre, sauf stipulation contraire, de sélectionner le fabricant de son choix, le fournisseur livrera la quantité demandée au plus proche d'un boîtier (ou multiple de boîtes) du fabricant sélectionné.

## Tolérances sur quantités (NF E 25-007)

- Les tolérances admises sur quantités livrées sont, par rapport aux quantités commandées, sauf accord différent à la commande :
- jusqu'à 199 pièces : 0 +10% (avec un minimum de 3 pièces en plus),
- de 200 à 499 pièces : 0 +8%,
- de 500 à 9 999 pièces : 0 +5%
- de 10 000 pièces et plus : 0 +2%.

## Réerves sur les risques de fragilisation par l'hydrogène

Les procédés de nettoyage et de zingage par électrolyse créent une absorption d'hydrogène par l'acier, particulièrement pour les pièces d'une dureté de 320 HV et plus (vis de classe 10.9 et plus, écrous classe 12, rondelles ressort).

Cet hydrogène crée une fragilisation et donc doit être éliminé, le procédé est un traitement de dégazage décrit dans la norme ISO 4042. Il est réalisé par un passage au four à une température de l'ordre de 200°C, pendant un temps défini en fonction de la nature des pièces.

**Attention : le risque de fragilisation est fortement réduit par le dégazage mais l'élimination de ce risque ne peut être garantie. Quelles que soient les précautions prises, la présence d'hydrogène, qui ne peut être totalement éliminée, entraîne toujours un risque de rupture différée.**

Il appartient au client de déterminer si l'utilisation du produit nécessite une élimination totale du risque. Dans l'hypothèse où cette élimination est requise, il faut alors utiliser un mode de revêtement et de préparation adapté.

## Mesure de la performance chez le client

Il existe différents systèmes de mesure de la performance des fournisseurs par les clients (démérite, ppm, nombre d'incidents, indices composites). Néanmoins ces éléments de mesure ne doivent être considérés que comme des indicateurs et ne sauraient en aucune manière constituer une base contractuelle ayant des conséquences péquénaires ou autres.

## Traitement des défaillances

Si aujourd'hui la quantité de produits non conformes est devenue très faible, la présence de ces produits dans les livraisons reste fréquente compte tenu des quantités livrées quotidiennement.

Néanmoins, les principaux incidents dans les usines clients sont liés à des problèmes de montabilité ou d'aspect. De par leur nature, ces produits non-conformes n'impactent pas la qualité de l'assemblage mais ils perturbent les lignes de fabrication des clients, d'autant plus si celles-ci sont automatisées.

Toute demande du client liée à une non-conformité supposée est accompagnée des éléments établissant l'existence de la non-conformité et permettant la recherche des causes (ex : traçabilité, photos, pièces considérées non-conformes, conditions d'assemblage...).

Quelles que soient les exigences ppm définies par le client, le fournisseur analyse la défaillance invoquée.

S'il confirme la réalité et la responsabilité de la non-conformité et sur simple demande, le fournisseur communique au client les actions correctives et préventives qu'il met en œuvre sur son processus.

Dans ce cas, le fournisseur peut prendre en charge le remplacement des produits non-conformes et sur sa décision le retour ou la reprise des produits non-conformes, le tri des lots non conformes.

Par contre il n'est pas tenu d'indemniser :

- les frais administratifs, les coûts de manutention,
- les conséquences de la non-conformité sur des produits déjà montés,
- les dommages indirects ou immatériels tels que : perte d'exploitation, de profit, d'une chance, préjudice commercial, manque à gagner.

De plus, la responsabilité du fournisseur est exclue :

- pour les défauts provenant de matières fournies par le client,
- pour les défauts provenant d'une conception réalisée par le client,

- pour les défauts qui résultent en tout ou partie de l'usure normale de la pièce, des détériorations ou accidents imputables au client ou à un tiers,
- en cas d'utilisation anormale, atypique, ou non conforme à la destination du produit, aux règles de l'art ou aux préconisations ou recommandations du fournisseur,
- en cas de perte de traçabilité du produit par le client ou ses prestataires,
- en cas de modification du processus du client sans information préalable au fournisseur.

## Exigences contractuelles et documentation

On constate la multiplication des exigences formulées par différents services des clients : «conventions qualité», «conventions logistiques», les cahiers des charges produits...

Ces démarches se veulent contractuelles et sont souvent redondantes entre elles ou avec les contrats commerciaux.

Seules les demandes négociées dans le cadre des contrats commerciaux doivent être considérées.

La multiplication des demandes clients pour l'utilisation de formulaires ou portails spécifiques conduit à des tâches administratives sans valeur ajoutée alors que ces informations sont souvent la recopie de documents génériques du fournisseur.

De plus, certains de ces documents sont demandés, parfois en décalage par rapport aux jalons de développement, uniquement pour justifier du bon déroulement des procédures clients.

Afin de limiter ces activités redondantes, il est judicieux de réduire la diversité des documents sur le même sujet en :

- acceptant l'utilisation de documents spécifiques du fournisseur ou de documents génériques reconnus dans la profession s'ils couvrent bien des demandes des différents clients,
- permettant le téléchargement de documents sur les portails clients plutôt que d'avoir à remplir des cases prédéfinies.

Dans le cas où le client maintiendrait son exigence pour l'emploi de ses documents, il est possible de tarifer cette demande ou d'inclure un supplément dans la facturation des commandes ou commandes d'échantillons initiaux (EI).

Les activités suivantes peuvent faire l'objet d'une tarification spécifique :

- diffusion de rapports de contrôle et de dossiers EI sur documents imposés,
- abonnement à des portails spécifiques et/ou pour la gestion de données,
- traduction dans une langue autre que nationale,
- demande d'analyse technique et diffusion de rapports,

- préparation et diffusion de rapports de contrôle,
- fourniture de certificats de conformité, copie de CCPU, déclaration de conformité aux règles ROHS,
- mise à jour base IMDS,
- mise en œuvre d'une traçabilité spécifique,
- traitement des incidents non reconnus (déplacements sur site client, analyses...),
- mise en place d'une organisation spécifique pour répondre à des exigences particulières.

## Préconisations générales

Ces préconisations rappellent les règles de l'art pour l'utilisation des produits et sont établies pour orienter le client dans la bonne mise en œuvre de ces produits. Elles ne sont pas exhaustives et n'accroissent pas la responsabilité du vendeur.

### Transport

12-1

Préconisation		Produits forgés / décollétés	Pièces plastique
Ne pas gerber les palettes	Ne pas détériorer emballages et pièces	●	●
Ne pas exposer à la pluie, à l'eau	Éviter la corrosion Éviter la reprise d'humidité	●	●
Ne pas exposer au soleil, à la chaleur	Ne pas détériorer les enductions Éviter les déformations et/ou un vieillissement accéléré	●	●
	Éviter la condensation et l'apparition de corrosion	●	●
Ne pas exposer aux variations de température	Éviter les déformations et/ou un vieillissement accéléré Ne pas détériorer les enductions		●
	Ne pas détériorer les performances des revêtements de surface	●	●
Préserver des agressions physiques	Éviter la destruction par les rongeurs		●

## Réception, stockage, reconditionnement

12-2

Préconisation		Produits forgés / décolletés	découpés	Pièces plastique
Ne pas exposer à l'eau	Eviter la corrosion	●	●	
	Eviter la reprise d'humidité			●
Ne pas exposer à la chaleur	Ne pas détériorer les enductions	●		
	Eviter les déformations et/ou un vieillissement accéléré			●
Ne pas exposer aux variations de température (température régulée au dessus du point de rosée)	Eviter la condensation et l'apparition de corrosion	●	●	
	Eviter les déformations et/ou un vieillissement accéléré			●
	Ne pas détériorer les enductions	●		
	Ne pas détériorer les performances des revêtements de surface	●	●	
Préserver des agressions physiques	Eviter la destruction par les rongeurs			●
Limiter la durée de stockage à 2 mois pour les pièces non protégées (protection temporaire, phosphatation...)	Eviter la corrosion	●	●	
Limiter la durée de stockage à 6 mois pour les pièces protégées	Eviter le vieillissement des revêtements	●	●	
Limiter la durée de stockage à 6 mois	Eviter le vieillissement			●
Respect du FIFO	Garantir la traçabilité	●	●	●
Ne stocker que dans des conditionnements fermés	Garantir la propreté	●	●	●
	Eviter les mélanges	●	●	●
Ne pas reconstituer un conditionnement détérioré	Garantir la propreté	●	●	●
En cas de ré-étiquetage ou de changement de conditionnement, conserver les éléments de traçabilité du lot d'origine	Eviter les mélanges, les pièces détériorées	●	●	●
	Garantir la traçabilité	●	●	●

## Utilisation, assemblage

12-3

Préconisation		Produits forgés / décolletés	découpés	Pièces plastique
Ne pas dépasser la limite élastique lors de la mise en œuvre	Eviter les ruptures et les déformations permanentes	●	●	
Ne pas dépasser l'effort d'introduction lors de la mise en œuvre	Eviter les détériorations et les déformations		●	●
Respecter les conditions de vissage prévues	Garantir l'assemblage	●	●	
Eviter les assemblages manuels «en aveugle»	Eviter un mauvais positionnement	●	●	●
Ne pas huiler les filetages / taraudages	Garantir l'assemblage	●	●	
Ne pas laver / dégraisser	Ne pas détériorer les revêtements (enduction, traitement de surface...)	●	●	
	Garantir l'assemblage	●	●	
Eviter les protections électrolytiques ou les contacts avec un acide (pour les produits en acier trempé)	Eviter les ruptures différées	●	●	
Ne pas mélanger les lots dans les alimentations et les bols / trémies	Conserver la traçabilité	●	●	●
Nettoyer régulièrement les alimentations et les bols / trémies	Garantir la propreté	●	●	●
Créer les alimentations et les bols / trémies	Garantir la propreté	●	●	●
Limiter le temps de séjour dans les alimentations les bols / trémies	Eviter les mélanges	●	●	●
Limiter les hauteurs de chute	Minimiser les abrasions mécaniques	●	●	●
Limiter l'accumulation dans les trémies	Eviter la détérioration des filetages, les chocs	●	●	
Ne pas utiliser les pièces tombées à terre ou non identifiées	Eviter les mélanges, les pièces détériorées	●	●	●
Ne pas réutiliser les pièces démontées	Garantir l'assemblage	●	●	●
Utiliser les gants pour les assemblages / manipulations manuels	Préserver la sécurité des personnes	●	●	●
	Garantir la propreté	●	●	●
	Eviter la corrosion	●	●	●

Extraits de «Eléments mécaniques de fixation - Qualité des caractéristiques techniques - EIFI» - Editions avril 2009 et septembre 2010 et de «Guide de référence des pratiques et règles de l'art pour la fourniture de produits de fixation - AFFIX» - Edition mars 2011.

# 13 PPM et SPC

En général, un élément de fixation mécanique normalisé est défini par 10 à 15 caractéristiques géométriques, et autant de caractéristiques mécaniques, issues des normes nationales et internationales.

Les produits de fixation doivent satisfaire à la norme ISO 3269 - Contrôle de réception. Cette norme comprend des plans d'échantillonnage et des niveaux de qualité acceptable (NQA) fondés sur des statistiques pour la réception d'un lot de fabrication.

Les éléments de fixation pour des applications ou marchés spécifiques (par ex. l'industrie automobile, l'électronique) et définis sur plan pour des applications très sophistiquées ou déterminantes pour la sécurité peuvent avoir des exigences additionnelles et un niveau de qualité beaucoup plus exigeant. Ce niveau est exprimé en pièces par millions (ppm).

Cette valeur est parfois mal interprétée. Certaines exigences n'ont pas de fondement technique ou économique.

Afin de respecter ces exigences, il est nécessaire d'installer des procédés de tri automatique. Là encore, surgissent de nombreux malentendus et de longues discussions.

Comme mentionné ci-dessus, la qualité élevée et stable des produits implique des procédés maîtrisés. Dans certaines conditions, ceci peut être vérifié par des analyses Cpk ou Cmk, quand les règles de statistique peuvent être appliquées.

Beaucoup de clients reprennent des valeurs ppm dans les aspects logistiques ou commerciaux. Ceci ne correspond pas à la définition technique des valeurs ppm et n'est pas l'objet de ce document.

## Généralités

- la stratégie zéro Défaut est un objectif commun, en l'état de l'art non atteignable.
- Des accords communs concernant la définition technique et la qualité des éléments mécaniques de fixation devraient être élaborés en étroite coopération dès la phase de conception du produit final. Cette coopération doit comprendre l'échange des informations nécessaires concernant la fonction et l'assemblage des éléments de fixation.
- Ainsi, en cas d'écart détectés, il doit y avoir une étroite coopération afin de limiter la durée et le coût des actions préventives et correctives.
- En l'état de l'art, les technologies et machines de tri ne sont pas en mesure de trier toutes les tailles de diamètres, de longueurs ou d'autres caractéristiques particulières des produits.

## Exigences liées au ppm

- Les niveaux de ppm doivent concerter une ou plusieurs caractéristiques qui ont une influence sur la fonction ou l'assemblage du produit final. [...] L'accord avec le client devrait comprendre la méthode appropriée de détection. Celui-ci doit être finalisé au moment de la commande.
- Les exigences générales de niveau ppm concernant des lots de fabrication sont généralement sans relation directe avec la fonctionnalité du produit ou le processus de son montage.
- L'évaluation des niveaux de ppm est la plus appropriée pour le suivi des procédés ou d'événements aléatoires.
- Dans la plupart des cas, des exigences sur les ppm nécessiteront la mise en œuvre de procédés plus chers avec tri automatique. C'est la raison pour laquelle il devrait y avoir une évaluation détaillée des coûts, généralement les niveaux de ppm sont calculés sur une année glissante ou une année calendaire.
- Les exigences de ppm devraient être fondées sur une période de temps spécifiée, elles ne devraient pas s'appliquer pour l'acceptation d'un lot particulier.
- Les exigences des ppm ne sont pas appropriées pour des caractéristiques pour lesquelles des essais destructifs sont utilisés, par exemple :
  - . la résistance à la traction,
  - . la dureté,
  - . les discontinuités de revêtement de surface,
  - . la décarburation,
  - . la résistance aux chocs,
  - . la structure métallographique...
- Il y a certaines caractéristiques qui affectent la qualité du lot entier quand une opération concerne une quantité globale de produits. Ces caractéristiques ne doivent pas être incluses dans l'évaluation ppm. Quelques exemples sont:
  - . la résistance à la corrosion,
  - . l'apparence,
  - . le coefficient de frottement,
  - . l'épaisseur du revêtement.
- Pour approfondir le sujet, il est conseillé de se reporter à la norme NF EN ISO 16426 de Janvier 2003 « Eléments de fixation - système d'assurance qualité » et plus particulièrement à son annexe A « Considérations pour obtenir les valeurs de ppm ».

- Dans l'état de l'art actuel des processus d'élaboration utilisés par les fabricants de fixation en frappe , le niveau de qualité obtenu est usuellement de :

- non trié : 400 ppm (vis à bois, vis à tête...)
- non trié : 200 ppm (vis à tête hexagonale...),
- trié manuellement : 100 ppm,
- trié automatiquement : 10 à 50 ppm selon la technologie de tri employée.

- Caractéristiques appropriées pour le tri automatique :

13-1

Dimension	Forme	Autres
Longueur	Présence du filetage	Pièces étrangères
Longueur filetée	Présence de l'entrainement interne	Criques dans la tête de vis
Diamètre de filetage	Présence de l'entrainement externe	Criques dans l'embase
Diamètre d'embase	Existence de l'autofreinage sur un écrou	
Diamètre de la tête	Présence de l'appointage	
Diamètre de la tige	Présence d'une rondelle pré-assemblée	
Hauteur de tête de vis	Présence de l'enduction	
Hauteur de l'écrou	Empreintes bouchées	
Diamètre intérieur du filetage d'un écrou		
Profondeur de l'entrainement interne		
Pas de filetage		
Hauteur de l'entrainement externe		
Largeur sur plats		
Diamètre interne/externe et épaisseur pour rondelle		

- En vue du rapport coût-efficacité, le client doit ne sélectionner pour le tri que des caractéristiques indispensables pour l'assemblage ou le fonctionnement du produit final.
- L'expérience montre également que le procédé de tri peut parfois porter atteinte à la résistance à la corrosion des produits.

## Maitrise statistique des procédés (SPC)

- Le SPC est uniquement approprié pour les caractéristiques qui peuvent être influencées par l'opérateur et/ou l'équipement pendant le processus de production.
- Alors que les non-conformités aléatoires ne peuvent être identifiées par la maitrise statistique des procédés (SPC), les non-conformités systématiques peuvent en général être limitées en appliquant le SPC (voir ISO 16426).
- De plus, pour une caractéristique particulière, si le procédé est parfaitement centré et stable ( $C_{pk} = C_p$ ) et si une valeur de  $C_{pk}$  de 1,33 est relevée, cela signifie qu'au moins 63 ppm des éléments de fixation dépassent les limites de tolérance (voir ISO 16426). Ce niveau de ppm diminue si les valeurs  $C_{pk}$  et/ou  $C_p$  sont plus élevées.
- Certains paramètres ou procédés spécifiques ne sont pas appropriés pour être maîtrisés par le SPC, voir exemples dans tableau ci-après :

13-2

Catégorie	Caractéristiques
Non contrôlable, dépendant du comportement de l'outilage	Rayons Angles Dimension du filetage Diamètre de la tige obtenue par forgeage Largeur sur pans pour certains procédés Tolérance de formes et positions
Caractéristiques obtenues par un procédé complet, séparé et fermé	Poids de la couche superficielle Résistance à la corrosion Dureté (traitement thermique dans four à charges) Résistance mécanique (traitement thermique dans four à charges) Composition chimique de la matière Coefficient de frottement Caractérisation des filetages Couple de taraudage par déformation
Caractéristiques spécialement non centrées par rapport aux tolérances	Résistance mécanique (four à passage) Dureté (four à passage) Diamètre filetage
Caractéristiques à faible tolérance où la précision des moyens de contrôle est peu fiable	Diamètre d'engagement pour les vis revêtues Epaisseur des revêtements
Caractéristiques fabriquées avec un ajustement automatique ou une dérive lente	
Procédés d'assemblage multi-pièces	
Procédés avec différents matériaux non homogènes	

Extraits de «Eléments mécaniques de fixation - Qualité des caractéristiques techniques - EIFI» - Edition avril 2009

# 14 Index

<b>A</b>	<b>Aluminium</b> 72, 93, 345, 359	<b>Bronze</b> 126, 202, 224, 226	<b>Chrome</b> 226, 227, 239	<b>Corrosion caverneuse</b> 86, 223	<b>Déformée</b> 19, 126, 270
<b>A2</b> 86, 186, 188, 355	<b>Anode</b> 68, 225, 239, 242	<b>Brouillard salin</b> 370, 385, 387	<b>Chrome hexavalent</b> 229, 235, 437	<b>Dégazage</b> 225, 345	<b>Dégazage</b> 207, 229, 232, 240
<b>A2-70</b> 87, 359, 360	<b>Arbre</b> 309, 311, 365, 366	<b>Bruissage</b> 35, 243, 370, 381	<b>Chrome trivalent</b> 230, 371, 389	<b>Corrosion généralisée</b> 86	<b>Dérogation</b> 393, 394, 396, 397
<b>A4</b> 86, 186, 188, 355	<b>Argent</b> 223, 301, 345	<b>BS</b> 216, 300, 317	<b>Chromisation</b> 73, 74, 227	<b>Corrosion par piqûres</b> 86, 222	<b>Desserrage</b> 205
<b>A4-70</b> 359, 360	<b>Assemblage</b> 114, 116, 206, 246	<b>C</b>	<b>Circlops</b> 293, 386	<b>Corrosion sous contrainte</b> 356	<b>Diffusion thermique</b> 227, 377, 389
<b>A4-80</b> 254, 359, 360	<b>ASTM</b> 357, 358, 359, 360	<b>Carbone</b> 66, 70, 74, 357	<b>Cisaillement</b> 30, 114, 194, 246	<b>Corroyé</b> 91, 92	<b>DIN</b> 293, 363, 364
<b>Abrasion</b> 74, 224, 239, 240	<b>Attache</b> 229, 230, 270	<b>Carbonitration</b> 33, 72, 74, 201	<b>Classe de qualité</b> 116, 140, 174, 186	<b>Couche de conversion</b> 229	<b>DIN EN</b> 39, 117, 203
<b>Acier</b> 66, 70, 78, 324	<b>Austénite</b> 32, 70, 84, 186	<b>Cathode</b> 68, 225, 239, 345	<b>Clavetage</b> 365	<b>Coulée</b> 67, 71, 93	<b>DIN EN ISO</b> 39, 203
<b>Acier allié</b> 85, 357	<b>Austénitique</b> 186, 188, 355, 356	<b>Cavitation</b> 222	<b>Clavette</b> 107, 365, 366	<b>Couple de serrage</b> 114, 204, 247	<b>DIN ISO</b> 203
<b>Acier austénitique</b> 87, 186, 187, 188	<b>Austénitisation</b> 34, 71, 72	<b>CE</b> 258, 261, 290, 394	<b>Clinchage</b> 10	<b>Couple/tension</b> 204	<b>Domaine élastique</b> 192
<b>Acier doux</b> 124, 197, 266	<b>Austénô-ferritique</b> 356	<b>Cémantion</b> 72, 227, 242	<b>Clip</b> 270	<b>Cout complet</b> 114	<b>Ductilité</b> 192
<b>Acier ferritique</b> 87	<b>Autofreinage</b> 248, 250, 254, 256	<b>CEN</b> 39, 433, 435	<b>Coefficient de frottement</b> 36, 38, 204, 343	<b>Crique</b> 33, 104	<b>Duplex</b> 86, 239, 356
<b>Acier inoxydable</b> 87, 186, 209, 253	<b>B</b>	<b>CETIM</b> 100, 207, 247, 254	<b>Collage</b> 11, 267, 273	<b>Cuirrage</b> 227, 232	<b>Durcissement par trempe</b> 71, 72, 73
<b>Adhérence</b> 29, 236, 237	<b>Bainite</b> 71	<b>Chanfrein</b> 103, 290, 127	<b>Compression</b> 30, 191, 194	<b>Cuivre</b> 90	<b>Dureté</b> 200, 346
<b>Adouci</b> 72	<b>Bore</b> 72, 30	<b>Charge d'épreuve</b> 159, 174, 178	<b>Conductibilité</b> 243, 255	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>AFFIX</b> 1, 446	<b>Boruration</b> 72, 74	<b>Charge de rupture</b> 84, 145, 370,	<b>Conductivité thermique</b> 358, 360	<b>Décarburation</b> 201, 447	<b>Ecart</b> 303, 307, 308, 309
<b>AFNOR</b> 39, 90	<b>Boulon</b> 119, 250, 336	<b>Charpy</b> 193, 198, 199, 297	<b>Contrainte</b> 114, 192, 206, 246, 367	<b>Décolletage</b> 226, 345, 356, 357	<b>Echelle</b> 203
<b>Ajustement</b> 10, 310, 311, 448	<b>Brasage</b> 11	<b>Choc thermique</b> 38, 45, 230	<b>Contrainte admissible</b> 247	<b>Découpage</b> 101, 102, 107	<b>Ecrou</b> 123, 173
<b>Alésage</b> 106, 309, 311, 313	<b>Brinell</b> 200, 346	<b>Chromage</b> 239, 240, 241	<b>Contrôle</b> 168, 178, 252, 367	<b>Déformation élastique</b> 30, 193, 270	<b>Ecrouissage</b> 92, 93
<b>Alliage</b> 78, 84, 86, 354	<b>Brochage</b> 107	<b>Chromatation</b> 229, 230, 244	<b>Corrosion</b> 35, 86, 222, 225, 227	<b>Déformation plastique</b> 30, 193	<b>EI</b> 307, 308, 309, 445
<b>Allongement</b> 192, 206, 250, 357					

<b>EIFI</b> 446, 448	<b>Fil machine</b> 98	<b>Fraissée</b> 117, 120	<b>Homogénéisation</b> 32, 33, 71	<b>L</b>	<b>Métastable</b> 70
<b>Elasticité</b> 193	<b>Filage</b> 99, 373, 383	<b>Fraisure</b> 117	<b>Huilage</b> 134	<b>Lamellaire</b> 40, 70, 343, 344	<b>Micro-grippage</b> 254, 255
<b>Electrolyse</b> 227	<b>Filetage</b> 110, 112, 209, 315	<b>Frappe à chaud</b> 100, 110	<b>Hydrogène</b> 206, 207, 231	<b>Laminage</b> 71, 72, 227	<b>Micromètre</b> 239, 297
<b>Electrolytique</b> 343, 344	<b>Filetage à gauche</b> 188	<b>Frappe à froid</b> 98	<b>Hypertrempe</b> 33	<b>Lanthane</b> 302	<b>Minerai</b> 66, 68, 375, 385
<b>Embout</b> 323	<b>Filetage partiel</b> 297	<b>Freinage</b> 256		<b>Limite d'élasticité</b> 192, 357, 434	<b>Module d'élasticité</b> 192
<b>Embuttage</b> 19, 92, 101, 102	<b>Filetage total</b> 297	<b>Frittage</b> 103		<b>Limite d'endurance</b> 73	<b>Montage</b> 114
<b>Endurance</b> 73, 240	<b>Filière</b> 66, 98, 99	<b>Frottement</b> 115, 204, 247, 250		<b>Limite de fatigue</b> 75	<b>Moulage</b> 66, 71, 104, 108
<b>Essai de traction</b> 192	<b>Filmogène</b> 36, 343, 344	<b>Fusion</b> 66, 236		<b>Limite inférieure d'écoulement</b> 186, 357, 359	
<b>Estampage</b> 100, 104, 373, 388	<b>Flambage</b> 114, 194			<b>Longueur filetée</b> 292, 293, 295, 296	<b>N</b>
<b>Etain</b> 35, 226, 302, 345	<b>Flèche</b> 131, 132, 188, 195	<b>Galvanisation à chaud</b> 236, 237		<b>Lot de fabrication</b> 375, 392, 447	<b>Nettoyage</b> 35, 321, 322, 444
<b>Etamage</b> 226	<b>Flexion</b> 195, 198	<b>Geométrie</b> 134, 233, 244		<b>Lubrifiant</b> 126, 255	<b>Newton</b> 297, 299, 375, 385
<b>Etiquetage</b> 41	<b>Fluage</b> 23, 84, 85, 356	<b>Glissement</b> 29, 239, 240			<b>Nickel</b> 86, 90
<b>Eurocode</b> 433, 435	<b>Fonderie</b> 90, 91, 226, 345	<b>Goujon</b> 121, 138, 186			<b>Nickelage</b> 227, 232, 239, 242
<b>Extrusion</b> 99, 108	<b>Fonte</b> 66, 70	<b>Goupillage</b> 365			<b>Nitruration</b> 73, 74
	<b>Forgeage</b> 71, 104, 448	<b>Grain</b> 71, 87, 92, 206			<b>Nomenclature</b> 28
<b>F</b>	<b>Formulateur</b> 35, 233, 244	<b>Grenailage</b> 240, 374, 387			<b>Non ferreux</b> 90, 104
<b>Fatigue</b> 196	<b>Four</b> 66, 103, 242	<b>Grippage</b> 246, 254			<b>Norme</b> 280, 290, 291, 293, 296
<b>Ferrite</b> 32, 70, 71, 84	<b>Fragilisation par l'hydrogène</b> 206, 207, 231, 232				<b>NQA</b> 447
<b>Ferritique</b> 87, 88, 186	<b>Fragilité de revenu</b> 72				<b>Nuance d'acier</b> 85, 86, 87, 188
<b>Fiabilité</b> 251, 436					<b>Numéro de lot</b> 375, 380, 385
<b>Fibrage</b> 104, 193	<b>Fraisage</b> 106, 132	<b>HBS</b> 134, 201, 297			
		<b>Hexavalent</b> 229, 230, 244			
				<b>Kesternich</b> Page 36	

<b>O</b>	<b>Précontrainte</b> 333, 335, 337, 339, 393	<b>Résine</b> 256, 273, 274	<b>Rupture brutale</b> 114, 206, 207, 208	<b>Taraudage</b> 125, 210, 315	<b>U</b>
<b>Oxydation</b> Pages 227		<b>Résistance à la fatigue</b> 74, 207	<b>Rupture différée</b> 34, 35, 231, 444	<b>Ténacité</b> 71, 193, 198, 240	<b>UNC</b> 212
<b>P</b>		<b>Résistance à la traction</b> 152, 193, 346	<b>Rupture ductile</b> 206	<b>Tension</b> 204, 216, 217	<b>UNEF</b> 212, 215
<b>Pas d'écrou</b> 357, 358, 376, 385		<b>Résistance au brouillard salin</b> 230	<b>Rupture fragile</b> 206	<b>Test de dureté</b> 201	<b>UNF</b> 212
<b>Pas du filetage</b> 112		<b>Résistance au cisaillement</b> 12, 13	<b>Rupture par fatigue</b> 196, 207, 208	<b>Thermoplastique</b> 15, 41, 189, 190	<b>UNI</b> 39
<b>Pas fin</b> 316		<b>Résistance élastique</b> 297, 359	<b>Rupture semi-fragile</b> 206	<b>Titan</b> 301	<b>UNI EN</b> 39
<b>Pas gros</b> 315		<b>Résultante</b> 222, 250		<b>Tolérance</b> 211, 309, 312	<b>UNI EN ISO</b> 39
<b>Passivation</b> 35, 134, 228, 343		<b>Retrait</b> 109, 237		<b>Tonneau</b> 35, 229, 230, 231	<b>Usinabilité</b> 89, 90
<b>Pénétrateur</b> 200, 201, 202, 203		<b>Revenu</b> 72, 76		<b>Top coat</b> 36, 374, 378, 389	<b>Usinage</b> 106
<b>Perçage</b> 341, 361		<b>Revêtement</b> 229, 233, 242, 244		<b>Torsion</b> 30, 114, 167, 250	
<b>Perlite</b> 70, 71		<b>Revêtement de surface</b> 114, 225, 447		<b>Tournage</b> 106	
<b>Perpendicularité</b> 127		<b>Revêtement de zinc lamellaire</b> 40		<b>Traçabilité</b> 367, 368	
<b>Phillips</b> 297		<b>Rigidité</b> 92, 195, 246		<b>Traction</b> 30, 191	
<b>Phosphatation</b> 227		<b>Rivet</b> 264		<b>Traitement électrolytique</b> 37, 232, 383	
<b>Phosphate</b> 35, 227		<b>Rivetage</b> 264		<b>Traitement thermique</b> 70	
<b>Pliage</b> 101		<b>Rockwell</b> 31, 163, 200, 346		<b>Traitement thermochimique</b> 33, 34	
<b>Poids de couche</b> 376, 389		<b>Rouille blanche</b> 230, 343, 344		<b>Trapézoïdal</b> 219, 317	
<b>Polymère</b> 11, 34		<b>Rouille rouge</b> 230, 343, 344		<b>Tremabilité</b> 32, 72	
<b>Polymérisation</b> 242		<b>Roulage</b> 110, 111, 112		<b>Trempe</b> 32	
<b>Pouce</b> 304		<b>Rugosité</b> 298		<b>Trivalent</b> 230	
<b>PPM</b> 447					
	<b>REACH</b> 440				
	<b>Recristallisation</b> 71				
	<b>Rectification</b> 106, 107				
	<b>Recuit</b> 71				
	<b>Recuit de détente</b> 33, 71				
	<b>Réfractaire</b> 84				
	<b>Relaxation</b> 93				
	<b>Résilience</b> 167, 193, 198				



LA QUALITÉ INDUSTRIELLE

### Les lignes de produits

#### MAURIN FIXATION



0 825 007 333 Service 0,15 € / min  
\* prix appel

#### EMILE MAURIN

##### ELEMENTS STANDARD MECANIQUES



0 825 007 888 Service 0,15 € / min  
\* prix appel

### Les catalogues



### DVD 3D



210 000 références répertoriées par **lignes de produits** dans des **catalogues** spécialisés, sur un **DVD CAO 3D** et sur le **site internet** [www.maurin.fr](http://www.maurin.fr)

## EMILE MAURIN

PRODUITS  
METALLURGIQUES



Tél. 33 (0)4 78 79 34 34

## MICHAUD CHAILLY

ELEMENTS  
DE TRANSMISSION

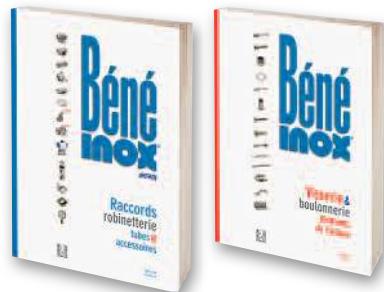


0 825 002 555 Service 0,15 € / min  
+ prix appel

Béné  
inox RACCORDS, ROBINETTERIE  
VISSEUR INOXIDABLE

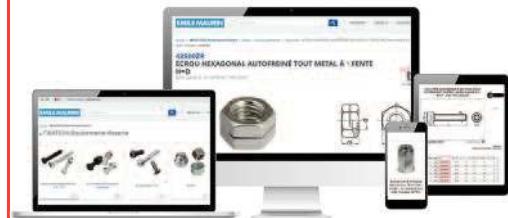


Tél. 33 (0)4 78 90 48 22



## Le site internet

Consultez nos produits  
et téléchargez les vues 3D  
sur notre site internet.



[fixation.emile-maurin.fr](http://fixation.emile-maurin.fr)

## La solution BIM

### Building Information Modeling

La modélisation 3D intelligente  
aide tous les corps de métier,  
de la conception  
à la construction  
de bâtiments  
ou infrastructures :

- > concevoir,
- > réaliser,
- > exploiter.



# Conditions générales de préconisation

## 1. Préambule

Les préconisations de produits que nous pouvons faire à la demande spécifique du client, pour une application donnée, et les commandes qui en découlent sont soumises sans exception, par ordre de priorité, aux conditions générales de préconisation ci-après et à nos conditions générales de vente. Elles prévalent sur toutes conditions d'achat.

## 2. Demande du client

Le client rédige sa demande sous forme d'un cahier des charges dont il lui appartient de vérifier l'exhaustivité et la justesse. Il précise notamment l'environnement dans lequel va être monté le produit commandé ainsi que l'utilisation à laquelle il est destiné.

Pour faciliter la transmission des informations, nous pouvons soumettre au client un relevé type d'informations techniques qu'il complètera et au vu duquel nous pourrons établir une préconisation de produits qu'il lui appartiendra de valider. Dans la même mesure, ce cahier des charges peut être complété, ou modifié, par des données issues de calculs intermédiaires, ou par des compléments d'information, que nous pouvons échanger avec le client et dont il lui appartient au final de vérifier et d'assurer la cohérence avec les données du cahier des charges.

A la demande du client, nous pouvons établir des préconisations de produits sur la base d'informations orales ou non définies de façon exhaustives dans un cahier des charges. A défaut de validation précise et écrite de sa demande par le client, l'adéquation entre la préconisation de produit que nous établirons et l'utilisation de ce produit est de la seule responsabilité du client.

## 3. Préconisation de produits

C'est sur la base des contraintes et des données définies dans le cahier des charges, dans le relevé d'informations techniques et/ou dans les documents complémentaires éventuellement transmis, qu'est établie notre préconisation de produit. Le client reconnaît le caractère déterminant des informations qu'il nous transmet.

### CLAUSES DE MISE EN GARDE

Ce catalogue et toutes les photographies, textes, dessins ou schémas figurant dans ce catalogue constituent des œuvres originales protégées au titre du droit d'auteur, et sont la propriété pleine et entière de la société EMILE MAURIN, qui bénéficie des droits exclusifs qui s'y rapportent conformément aux dispositions du livre 1<sup>er</sup> du Code de la propriété intellectuelle. **Toute reproduction ou représentation, totale ou partielle, de ce catalogue, de ses pages, ou de ces photographies, textes, dessins ou schémas est INTERDITE, sauf autorisation préalable écrite et expresse d'EMILE MAURIN.**

Toutes les marques et autres signes distinctifs figurant dans ce catalogue sont la propriété pleine et entière de la société EMILE MAURIN, qui bénéficie des droits exclusifs qui s'y rapportent conformément aux dispositions du livre VII du Code de la propriété intellectuelle. **Toute reproduction, usage, apposition, imitation, modification ou altération de ces marques ou autres signes distinctifs pour des produits ou services identiques ou similaires est INTERDITE, sauf autorisation préalable écrite et expresse d'EMILE MAURIN.**

La société EMILE MAURIN se réserve le droit de poursuivre devant les juridictions françaises, et en application du droit français, tout acte de contrefaçon de ses droits de propriété intellectuelle ou tout acte de concurrence déloyale ou parasitaire qui s'appuierait sur le présent catalogue ou son contenu.

Tous les produits figurant dans ce catalogue peuvent être modifiés, substitués ou abandonnés sans préavis et sans engagement de la responsabilité d'EMILE MAURIN.

Toutes les informations afférentes aux caractéristiques générales, résistances, utilisations ou réalisations des produits, toutes les informations normatives,

Il est rappelé par ailleurs que le client ou toute autre personne physique ou morale utilisant nos documents, est notamment responsable :

- du choix du produit,
- de la transmission à nos services de sa définition précise,
- de la recherche, de la prise en compte et du respect de l'ensemble des caractéristiques techniques du produit dans le cadre de l'utilisation qui en est faite par le client en fonction de ses besoins,
- de l'adéquation du produit avec les conditions d'utilisation et l'environnement de montage,
- de l'usage et des interprétations qu'il fait des documents qu'il consulte, des résultats qu'il obtient, des conseils et actes qu'il en déduit.

En conséquence notre responsabilité ne pourra en aucun cas être mise en cause au titre de l'un de ces motifs que ce soit dans le cadre de l'utilisation de nos documents d'information ou d'une consultation, d'une offre ou d'une commande.

## 4. Garantie

Nous nous efforçons de délivrer la préconisation la plus adaptée mais ne sommes en aucun cas tenus à une obligation de résultat. Dans l'hypothèse où la préconisation de produit se révélerait de notre seul fait, après examen contradictoire, inadaptée, nous nous engageons à proposer, dans la mesure où cela est possible techniquement et où nos approvisionnements le permettent, le remplacement des produits livrés par d'autres produits techniquement plus adaptés et ce dans les plus courts délais. Cet engagement constitue une limitation contractuelle de responsabilité : il n'y aura pas lieu à autre indemnité ou dédommagement pour frais de main d'œuvre, retard, préjudice causé ou tout autre motif qui pourrait être invoqué. Pour pouvoir bénéficier de ces dispositions, le client nous avisera sans retard et par écrit et fournira tous les justificatifs nécessaires.

## 5. Limites d'engagement

Il ne nous appartient pas de vérifier la cohérence des assemblages, le respect des contraintes, le bon montage et la bonne utilisation des produits.

Il ne pourra nous être tenu rigoureux (aucune pénalité, aucune action de droit, etc.) de ne pouvoir remplir correctement notre mission de préconisation de produits si les informations qui nous sont communiquées sont insuffisantes, incomplètes, fausses ou incohérentes, notamment :

- si l's'avère a posteriori que l'ambiance de montage, ou de fonctionnement est polluante, oxydante, irradiante ou ionisante,
- si sont révélées a posteriori des contraintes d'accélération, de vitesse, de température, d'effort dont nous n'aurions pas été informés.

Nous sommes dégagés de toute responsabilité et tout remplacement est exclu :

- si le client ou son client dévoile ou ne respecte pas les informations sur la base desquelles sont établies nos préconisations ;
- pour des incidents tenant à des cas fortuits ou de force majeure ainsi que pour ceux qui resulteront de l'usure normale des produits, de détérioration, de défaut de lubrification, de l'utilisation de lubrifiants non adaptés, ou d'accidents provenant de négligence, défaut de surveillance ou d'entretien ;
- en cas d'utilisation défectueuse ou inappropriée des produits et notamment s'il est révélé :

a. une vitesse, une accélération de fonctionnement ou une température de fonctionnement ne respectant pas les valeurs que nous aurions préconisées à la demande du client,

- b. des efforts non quantifiés dans le cahier des charges, tels que ceux engendrés par les déformations des pièces autres que le produit livré :
- les défauts de forme et de dimension des surfaces d'appui du produit,
- les dilatations différentes des pièces autres que le produit,
- des masses en accélération, des chocs, des vibrations, etc. non quantifiées.

Le client ne doit en aucun cas procéder à une modification des produits livrés sauf à renoncer à la possibilité de remplacement.

Edition CGP-10.2 janvier 2017

(annule et remplace la précédente édition des conditions générales de préconisation).

le cadre de l'utilisation de ce catalogue ou d'une consultation, d'une offre ou d'une commande.

Si un client ou toute autre personne physique ou morale souhaite conférer un caractère contractuel à des informations spécifiques, il doit en faire la demande écrite auprès d'EMILE MAURIN. Dans cette hypothèse seule l'acceptation écrite d'EMILE MAURIN vaut ce que de droit.

Toute transformation ou modification du produit livré de quelque nature qu'elle soit (traitement, revêtement, usinage, ...) effectuée par le client, par ses propres clients, par ses sous traitants, ou par toute autre personne, nous dégage de toute responsabilité concernant ce produit et concernant l'utilisation qui en est faite. S'il est démontré, après examen contradictoire, par le client, par ses propres clients, par ses sous traitants, ou par toute autre personne, que les anomalies ou les vices rendant le produit livré impropre à l'emploi ne sont pas consécutifs aux opérations de transformation ou de modification qu'il a subies, la garantie de remplacement de notre société telle qu'elle est définie dans nos conditions générales de vente, jouera, étant rappelé qu'il s'agit alors d'une limitation contractuelle de responsabilité.

Les conditions générales de vente d'EMILE MAURIN figurent page suivante.

Edition CMG-10.2 janvier 2017 (annule et remplace la précédente édition des clauses de mise en garde).

**Etablissements Métallurgiques Emile Maurin, S.A.S. au capital de 5 634 784 € - 344 067 663 RCS LYON - APE 4674A - TVA FR59 344 087 663 - 60 rue du Bourbonnais - BP 9271 - 69264 LYON Cedex 09 - France / www.emile-maurin.fr**

# Conditions générales de vente

**1 - APPLICATION :** Sauf stipulation contraire spécifiée par nos soins et par écrit, les commandes qui nous sont passées sont soumises sans exception aux conditions générales de vente ci-après qui prévalent sur toutes autres conditions ou document, notamment les conditions générales d'achat de l'acheteur. En conséquence, les présentes conditions générales constituent, conformément à l'article L 441-6 du Code de commerce, le socle unique de la relation commerciale entre les parties. Pour la passation des commandes, un bon de commande est communiqué à l'acheteur et comporte au recto l'intégralité des présentes conditions générales. Ainsi, l'envoi du bon de commande par l'acheteur implique l'adhésion pleine et entière de ce dernier aux présentes conditions générales. La commande est ferme et définitive une fois acceptée par nos soins, par écrit ou par courriel. Conformément à la réglementation en vigueur, nous nous réservons le droit de déroger à certaines clauses des présentes conditions générales de vente, en fonction des négociations menées le cas échéant avec l'acheteur, par l'établissement de conditions de vente particulières.

**2 - PRIX :** Nos prix sont établis en fonction des conditions économiques en vigueur au jour de notre offre et sont confirmés au moment de l'acceptation de la commande définitive. Nos prix sont des prix nets, hors taxes et hors tous frais accessoires (port, frais de livraison, frais fixes de facturation, contrôles spéciaux, etc.).

**3 - CLAUSE D'IMPREVISION :** Les parties s'engagent à tenter, en cas d'imprévision telle que définie par l'article 1195 du Code civil, une renégociation du contrat de bonne foi. Les parties s'interdisent tout refus de renégociation. Sont notamment visés les événements suivants : variation du cours des matières premières, modification des droits de douanes, modification du cours des changes, évolution des législations. Par dérogation aux dispositions de l'article 1195 du Code civil, en cas d'échec de la renégociation, les parties s'accorderont pour résoudre amiablement le contrat. A défaut d'accord, et un mois après un courrier recommandé adressé par la partie la plus diligente à l'autre partie en faisant état, la partie lésée par le changement de circonstances pourra mettre fin au contrat.

**4 - POIDS ET QUANTITÉS :** Les poids et les quantités indiqués sur nos tarifs ou catalogues sont donnés à titre indicatif et ne peuvent être invoqués pour refuser ou contester la livraison des produits. Les poids et les quantités livrés peuvent varier par rapport aux poids et quantités commandés en fonction des tolérances admises dans la profession.

**5 - DELAIS DE LIVRAISON : Les délais d'exécution des commandes sont donnés à titre de simple indication et sans garantie.** En cas de dépassement, nous n'acceptons en aucun cas l'annulation de tout ou partie d'une commande en cours d'exécution ou de consentir un rabais sur le montant de la facture. Les dépassements ne peuvent en aucun cas justifier la résolution de tout ou partie de la vente et donner lieu à retenues, pénalités, compensation ou dommages et intérêts. Si nous étions amenés, à titre exceptionnel, à accepter un délai de livraison impératif, le retard dans la livraison ne pourrait donner lieu à pénalité que si le principe en a été expressément accepté au préalable.

**6 - APPROVISIONNEMENT :** Une fois la commande ferme et définitive, l'acheteur est engagé pour la totalité des produits qu'il a commandés, y compris si des cadences de livraison ont été convenues. Les produits spécifiques sont définis comme les produits dont la commercialisation est spécifique (produits sur plan,

produits consommés par l'acheteur uniquement, produits avec revêtement, etc.) aux besoins de l'acheteur. En cas de non rotation du stock de ces produits alors même que des programmes d'approvisionnement, de commande ou de livraison auraient été mis en place en accord avec l'acheteur, ce dernier s'engage à accepter la livraison du reliquat de stock de produits concernés qu'il réglera aux conditions habituelles.

**7 - DOCUMENTS :** Toutes les informations afférentes aux caractéristiques générales, résistances, utilisations ou réalisations des produits, toutes les informations normatives, qualitatives, dimensionnelles, tarifaires ou de toute autre nature, tous les dessins, tout renseignement en général figurant dans nos catalogues, CD ROM, sites Internet, bons de livraison, confirmation de commandes ou tout autre support sont donnés à titre indicatif, non exhaustif et sans garantie de notre part, ceci sauf clause expresse de réception. De surcroît ces informations sont données sous réserve d'éventuelles erreurs typographiques, d'impression ou de toute autre nature. L'intégration des informations figurant dans nos documents, dans les propres documents de nos clients ou de toute autre personne physique ou morale, est de la responsabilité de ces derniers. Si un acheteur ou toute autre personne physique ou morale souhaite conférer un caractère contractuel à des informations spécifiques il doit nous en faire la demande écrite et seule vaut alors notre acceptation écrite et préalable à toute utilisation. Toutes les informations que nous diffusions et tous les produits que nous vendons sont susceptibles de modification, de substitution ou d'abandon sans préavis et sans engagement de notre responsabilité.

**8 - UTILISATION DES PRODUITS :** Nous ne sommes pas tenus d'une obligation de conseil à l'égard de l'acheteur quant à l'adaptation du produit à ses besoins. L'acheteur ou toute autre personne physique ou morale nous consultant et/ou nous commandant des produits, est notamment responsable du choix du produit, de la transmission à nos services de sa définition précise, de la recherche, de la prise en compte et du respect de l'ensemble des caractéristiques techniques du produit dans le cadre de l'utilisation qui en est faite par l'acheteur en fonction de ses besoins, de l'aéquation du produit avec les conditions d'utilisation et l'environnement de montage et de l'usage et des interprétations qu'il fait des documents qu'il consulte, des résultats qu'il obtient, des conseils et actes qu'il en déduit. En conséquence notre responsabilité ne pourra en aucun cas être mise en cause au titre de l'un de ces motifs, entre autres, que ce soit dans le cadre de l'utilisation de nos documents d'information ou d'une consultation, d'une offre ou d'une commande.

**9 - LIVRAISON - TRANSFERT DES RISQUES :** Sauf stipulation contraire, la livraison des produits est réalisée par leur remise directe soit à l'acheteur, soit au transporteur ou au prestataire désigné par lui ou à défaut choisi par nous et ce au départ de nos magasins ou de ceux de nos prestataires, sous-traitants ou fournisseurs. En cas d'impossibilité de livrer ou en l'absence d'instructions sur la destination, la livraison est considérée comme effectuée par un simple avis de mise à disposition, les produits étant alors facturés et entreposés, aux frais, risques et périls de l'acheteur. Le transfert des risques à l'acheteur est réalisé au moment de la livraison telle que définie ci-dessus, nonobstant le droit de réserve de propriété. Quel que soit le mode de transport employé, terrestre, maritime, fluvial, aérien ou de toute autre nature, alors même que les prix auraient été établis et les produits expédiés franco destination, ces derniers voyagent aux risques et périls du destinataire auquel il appartient, en

cas de manquants, de retards ou d'avaries survenues au cours du transport, de stipuler des réserves motivées sur le bordereau de transport et d'exercer tous les recours contre les transporteurs conformément aux articles L 133-3 et L 133-4 du Code de commerce. Les produits ne sont assurés que sur instructions expresses de l'acheteur et à ses frais.

**10 - RETOURS :** Tout retour de marchandises ne sera accepté qu'après réclamation préalable de l'acheteur et accord écrit de notre part. L'acheteur est informé du fait que nous n'accepterons les retours de produits qu'à titre exceptionnel. Nous nous réservons le droit d'opposer notre refus, sans avoir à motiver notre décision. En cas d'acceptation de notre part, les marchandises devront être retournées dans leur emballage d'origine ou dans un emballage identique à celui de l'expédition en port payé. L'emballage devra comporter l'étiquette d'origine des produits. Décote : ces retours donneront lieu à une décote de 20% minimum pour remise en stock lorsque les marchandises peuvent être revendues en l'état. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de procéder à un examen des marchandises afin d'établir le montant de la décote supplémentaire pour reconditionnement et remise en état du produit.

**11 - FRAGILISATION PAR L'HYDROGÈNE - OXYDATION - RESERVES :** Les traitements électrolytiques pour tous les matériaux de durété supérieure à 320 Hv peuvent entraîner une fragilisation du produit due à la présence d'hydrogène. Attention : quelles que soient les précautions prises, la présence d'hydrogène, qui ne peut être totalement éliminée, entraîne toujours un risque de rupture différée dû à cette fragilisation et l'élimination complète de ce risque ne peut être garantie. Il appartient à l'acheteur de déterminer si l'utilisation du produit nécessite une élimination totale du risque. Dans l'hypothèse où cette élimination est requise, l'acheteur doit utiliser ou recommander à l'utilisateur final un mode de revêtement et de préparation adapté. Pour tous les produits qui pourront être soumis par leur environnement à des phénomènes d'oxydation accélérée, l'acheteur est responsable de la détermination et du choix du produit et des conséquences de ce choix. En toute hypothèse, nous ne pourrons être tenus responsables en cas d'oxydation des produits sauf s'il est démontré le vice caché du produit.

**12 - GARANTIE - CLAUSE LIMITATIVE DE RESPONSABILITE :** Dans tous les cas ou, après examen contradictoire, il serait reconnu que les produits livrés ne sont pas conformes à la commande ou comportent un vice de matière ou de fabrication les rendant impropre à l'emploi, notre garantie se limite à la simple fourniture de produits de remplacement ceci dans la limite de nos approvisionnements et sans aucune indemnité ou dédommagement d'aucune sorte pour frais de main d'œuvre, retard, préjudice causé, notamment préjudice immatériel, ou tout autre motif qui pourrait être invoqué. Tout remplacement est exclu en cas d'usure normale des produits, de détérioration ou d'accidents provenant de négligence, de défaut de surveillance ou d'entretien et d'utilisation défectueuse ou inappropriée des produits. Il appartient à l'acheteur de fournir toute justification quant à la traçabilité des produits mis en cause et quant à la réalité des vices ou non conformités constatés. Aucun retour de produit n'est accepté sans notre accord préalable et écrit, notamment en ce qui concerne le mode de livraison. Les produits faisant l'objet d'un remplacement devront nous être retournés franco nos magasins et les produits éventuels de remplacement seront mis à la disposition de l'acheteur au départ de nos magasins. Sous peine de déchéance du droit à la garantie tel que précédemment défini, les réclamations relatives à nos produits devront être formulées par lettre

recommandée avec accusé de réception adressée à notre siège social. **Aucune réclamation ne sera admise après l'emploi des produits livrés ou passé le délai de 8 jours calendaires après leur réception, pour les non-conformités ou vices apparents.** A ce titre il appartient au réceptionnaire de vérifier immédiatement, à réception des produits, qu'ils ne présentent aucun de ces défauts. Dans les autres cas de défectuosité du produit livré le délai de réclamation est de 8 jours calendaires à compter de la découverte de la défectuosité. Toute transformation ou modification de quelque nature qu'elle soit (traitement, revêtement, usinage,...) sans que cette liste présente un caractère exhaustif du produit livré, effectuée par l'acheteur, par ses propres clients, par ses sous-traitants, ou par toute autre personne, nous dégage de toute responsabilité concernant ce produit et l'utilisation qui en est faite. S'il est démontré, après examen contradictoire, par l'acheteur, par ses propres clients, par ses sous-traitants, ou par toute autre personne, que les vices ou non-conformités rendant le produit livré impropre à l'emploi ne sont pas consécutifs aux opérations de transformation ou de modification qui l'a subies, notre garantie de remplacement jouera dans les termes et conditions ci-dessus rappelés. Nos produits n'ont pas vocation à être utilisés pour des applications aéronautiques, aérospatiales ou nucléaires. Seule une demande écrite spécifique de l'acheteur ayant fait l'objet d'un engagement écrit de notre part sera susceptible d'engager notre responsabilité.

**13 - PAIEMENT :** Sauf stipulation contraire, nos factures sont payables comptant au siège social le jour de la date d'expédition de la marchandise. Tout changement dans la situation financière ou économique de l'acheteur peut entraîner à tout moment une réduction du plafond d'encours et une adaptation des conditions de paiement. Aucun escompte n'est pratiqué pour paiement anticipé. En cas d'ordre d'un délai de paiement, le paiement sera fait par lettre de change relevé non soumise à acceptation. En cas de paiement par billet à ordre, s'il ne nous est pas parvenu dans les 30 jours qui suivent l'envoi de la facture, nous pouvons émettre une lettre de change relevé non soumise à acceptation que l'acheteur est tenu d'accepter selon les conditions prévues à l'article L 511-15 du Code de commerce.

**14 - DEFAUT DE PAIEMENT :** Tout retard de paiement nous autorise à suspendre les expéditions et entraînera l'exigibilité immédiate de la totalité des sommes dues par l'acheteur à quelque titre que ce soit, de plein droit et sans accompagnement d'aucune formalité judiciaire. Sous réserve de toute action de droit concernant les sommes dues, tout retard de paiement ou tout report d'échéance est passible de plein droit sans qu'un rappel soit nécessaire

d'intérêts de retard calculés à compter de l'échéance initiale au taux de 16%, taux qui ne pourra jamais être inférieur à 3 (trois) fois le taux d'intérêt légal. L'acheteur ne peut jamais, sous quelque prétexte que ce soit, retenir tout ou partie des sommes dues, ni opérer une compensation et s'interdit donc toute pratique illicite de débit ou d'avoir d'office. En conséquence, toute déduction du règlement des factures que nous n'avons pas expressément acceptée, constituera un incident de paiement justifiant la suspension des livraisons et la déchéance du terme de toutes les créances. Par ailleurs, en cas de retard de paiement, l'acheteur sera de plein droit débiteur à notre égard, outre des pénalités de retard déjà prévue ci-dessus, d'une indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement de 40 €. Des frais complémentaires pourront être réclamés sur justification.

**15 - RESILIATION - MANQUEMENT AUX CONDITIONS GENERALES :** En cas de manquement par l'acheteur aux obligations des présentes conditions générales ou du contrat et notamment en cas de retard de paiement, nous pourrons notamment :

- suspendre toutes les commandes en cours, sans préjudice de toute autre voie de droit ;
- résilier de plein droit la commande en cause et tout ou partie des commandes en cours, qu'elles soient livrées ou en cours de livraison, et que leur paiement soit échu ou non, sans accomplissement d'aucune formalité judiciaire, sans préjudice des dommages et intérêts auxquels nous pourrions prétendre. La décision de résiliation sera notifiée par lettre recommandée avec accusé de réception. Tout acompte versé par l'acheteur nous restera acquis, sans préjudice de toutes autres actions que nous serions en droit d'intenter de ce fait à l'encontre de l'acheteur. L'acheteur devra restituer par retour les produits objets des contrats résiliés. A défaut, il pourra y être contraint en référé.

**16 - CLAUSE D'EXONERATION - FORCE MAJEURE :** En cas de survenance d'un événement hors de notre contrôle empêchant ou retardant l'exécution de la livraison et notamment en cas de force majeure, de manque de matières premières, de difficultés imprévues dans la production, de limitation ou d'arrêt de la production, de difficultés avec les sous-traitants ou fournisseurs, de grèves, de perturbations économiques ou politiques par un événement tel que la guerre, la guerre civile, l'embargo ou encore de difficultés de transport, notre responsabilité ne pourra pas être engagée. Les délais de livraison seront allongés en conséquence. Si l'empêchement est définitif ou perdure au-delà d'un mois, nous serons en droit de résilier de plein droit le contrat, sans

accomplissement d'aucune formalité judiciaire, par simple lettre recommandée avec accusé de réception.

**17 - CLAUSE DE RESERVE DE PROPRIETE :** Le transfert de propriété des produits livrés à l'acheteur n'interviendra qu'après le paiement intégral du prix, en principal, intérêts et accessoires et tant que toute autre créance que nous détenons sur l'acheteur à quelque titre que ce soit n'aura pas été réglée. L'inexécution par l'acheteur de ses obligations de paiement ou plus généralement tout événement de nature à créer un doute sérieux sur la bonne solvabilité de l'acheteur, nous permettra d'exiger de plein droit la restitution des produits détenus par l'acheteur. Nous avons le droit de reprendre les produits à tout moment chez l'acheteur, et à cet effet, nous sommes d'ores et déjà autorisés, ainsi que nos employés et agents, à pénétrer dans les locaux de l'acheteur. Ne constitue pas un paiement, au sens de la présente clause, la remise de traite ou autre titre créant une obligation de payer. Nos produits pourront être revendus, transformés ou montés avant le règlement définitif dans le cadre normal de l'activité de notre clientèle, à condition que les créances nées de la vente ou de la transformation par l'acheteur nous soient directement cédées et ceci tant que nos factures demeurent impayées à l'échéance. Le droit de revente, de transformation ou de montage prendra automatiquement fin dans le cas où l'acheteur serait en défaut de paiement ou ferait l'objet d'une procédure de redressement ou de liquidation judiciaire. Cette dernière disposition est définie comme une obligation de ne pas faire.

**18 - CLAUSE ATTRIBUTIVE DE JURIDICTION ET DROIT APPLICABLE : EN CAS DE CONTESTATION QUANT A L'INTERPRETATION OU L'EXECUTION DES PRESENTES CONDITIONS GENERALES DE VENTE (ET CECI QUELS QUE SOIENT LE LIEU DU MARCHE, LE LIEU DE LA LIVRAISON ET LE LIEU DE PAIEMENT), IL EST CONVENU QUE LES TRIBUNAUX DE LYON SERONT, DANS TOUS LES CAS, SEULS COMPETENTS POUR EN CONNAITRE, A L'EXCLUSION DE TOUT AUTRE, ET MEME S'IL Y A PLURALITE DE DEFENDEURS OU APPEL EN GARANTIE, LE DROIT APPLICABLE AUX PRESENTES CONDITIONS GENERALES ET A TOUTES NOS OPERATIONS DE VENTE EST LE DROIT FRANCAIS.**

Edition CGV-10.2 janvier 2017

(annule et remplace la précédente édition des conditions générales de vente).

**Etablissements Métallurgiques Emile Maurin, S.A.S. au capital de 5 634 784 € 344 087 663 RCS LYON - APE 4674A - TVA FR59 344 087 663 - 60 rue du Bourbonnais - BP 9271 - 69264 LYON Cedex 09 - France / www.emile-maurin.fr**

Les informations techniques, illustrations et photographies sont données à titre indicatif sans caractère contractuel. Certaines peuvent varier en fonction des tolérances admises dans la profession et des normes applicables. Les instructions d'utilisation, de montage et de maintenance constituent de simples recommandations. Elles peuvent également varier en fonction des conditions d'utilisation du produit, de l'environnement de montage et des besoins de l'acheteur dont ce dernier est seul responsable de la définition.

Edition 3.1 - Mars 2018

Achevé d'imprimer par Meilleures-Impressions – T. 02 96 76 51 20