

Norme

NF EN ISO 9013

Mars 2003

AFNOR
Association Française
de Normalisation

1er tirage

A87-000

www.afnor.fr

Coupage thermique

Classification des coupes thermiques

Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées. La violation de ces dispositions impératives soumet le contrevenant et toutes personnes responsables aux poursuites pénales et civiles prévues par la loi.

avec l'autorisation de l'Editeur

norme européenne

norme française

NF EN ISO 9013
Mars 2003

Indice de classement : A 87-000

ICS : 25.160.10

Coupage thermique

Classification des coupes thermiques

Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité

E : Thermal cutting — Classification of thermal cuts — Geometrical product specification and quality tolerances

D : Thermisches Schneiden — Einteilung thermischer Schnitte — Geometrische Produktspezifikation und Qualität

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 février 2003 pour prendre effet le 20 mars 2003.

Remplace la norme homologuée NF EN ISO 9013 (indice de classement : A 87-000), de juin 1995.

Correspondance

La Norme européenne EN ISO 9013:2002 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la norme internationale ISO 9013:2002.

Analyse

Le présent document définit les spécifications géométriques des produits et des tolérances relatives à la qualité.

Il s'applique aux matériaux aptes au coupage à la flamme, au coupage plasma et au coupage laser.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : coupage thermique, laser, plasma : physique, coupage aux gaz, tôle métallique, pièce mécanique, état de surface, défaut de surface, qualité, dimension, tolérance de dimension, définition, symbole, désignation, dessin technique, document technique, classification, classe de qualité.

Modifications

Par rapport au document remplacé, prise en compte du coupage plasma et laser.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr

Diffusée par le Comité de Normalisation de la Soudure (CNS), Z.I. Paris Nord II, 90, rue des Vanesses, 93420 Villepinte —
Tél. : 01 49 90 36 00 — Tél. international : + 33 1 49 90 36 00 — bp 50362 — 95942 Roissy CdG Cedex



Membres de la commission de normalisation

Président : M ROUSSEAU

Secrétariat : MLLE SOUVILLE — CNS

| | | |
|---|--------------|---------------------------|
| M | BOTHOREL | CHAMBRE SYNDICALE DES GAZ |
| M | BOUVARD | INSTITUT DE SOUDURE |
| M | CHAPELAIN | AFNOR |
| M | CHAUSSAT | CAHOUE |
| M | COLLEY | TRELLEBORG INDUSTRIE S.A. |
| M | DE ZELICOURT | LRCCP |
| M | DESVIGNES | SNCF |
| M | GRAULIER | TOUTE LA SOUDURE |
| M | HANTZEN | STÉ HUTCHINSON |
| M | JACQUOT | STAUBLI |
| M | JARRIJON | BNC |
| M | JUDE | CASTOLIN |
| M | MOUROT | ETS HAMPIAUX ET FILS S.A. |
| M | NAIGEON | SMT — GROUPE ROTAREX |
| M | PENISSON | SNCF |
| M | POUX | UNM |
| M | RICHARD | SPS — AIR LIQUIDE WELDING |
| M | ROGUIN | INSTITUT DE SOUDURE |
| M | ROUSSEAU | SYMAP |
| M | TABUTEAU | NEVAX |

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

| | |
|----------|---|
| ISO 1101 | : NF ISO 1101 (indice de classement : E 04-552) ¹⁾ |
| ISO 1302 | : NF EN ISO 1302 (indice de classement : E 05-016) |
| ISO 2553 | : NF EN 22553 (indice de classement : A 80-020) |
| ISO 3274 | : NF EN ISO 3274 (indice de classement : E 05-052) |
| ISO 4287 | : NF EN ISO 4287 (indice de classement : E 05-015) |
| ISO 4288 | : NF EN ISO 4288 (indice de classement : E 05-054) |
| ISO 8015 | : NF E 04-561 (indice de classement : E 04-561) |

1) En préparation.

Version française

Coupage thermique — Classification
des coupes thermiques — Spécification géométrique
des produits et tolérances relatives à la qualité
(ISO 9013:2002)

Thermisches Schneiden — Einteilung
thermischer Schnitte — Geometrische
Produktspezifikation und Qualität
(ISO 9013:2002)

Thermal cutting — Classification
of thermal cuts — Geometrical product
specification and quality tolerances
(ISO 9013:2002)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 19 août 2002.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Avant-propos

Le présent document (EN ISO 9013:2002) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 44 «Soudage et techniques connexes» en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 121 «Soudage» dont le secrétariat est tenu par le DS.

Le présent document remplace l'EN ISO 9013:1995.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mars 2003, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 2003.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

Notice d'entérinement

Le texte de la Norme internationale ISO 9013:2002 a été approuvé par le CEN comme Norme européenne sans aucune modification.

NOTE Les références normatives aux Normes internationales sont mentionnées en Annexe ZA (normative).

Annexe ZA

(normative)

Références normatives aux publications internationales avec leurs publications européennes correspondantes

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod.), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

| Publication | Année | Titre | EN/HD | Année |
|-------------|-------|---|-------------|-------|
| ISO 1302 | 2002 | Spécification géométrique des produits (GPS) — Indication des états de surface dans la documentation technique de produits | EN ISO 1302 | 2002 |
| ISO 2553 | 1992 | Jointes soudés et brasés — Représentations symboliques sur les dessins | EN 22553 | 1994 |
| ISO 3274 | 1996 | Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface : Méthode du profil — Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur) | EN ISO 3274 | 1997 |
| ISO 4287 | 1997 | Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface : Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d' état de surface | EN ISO 4287 | 1998 |
| ISO 4288 | 1996 | Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface : Méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface | EN ISO 4288 | 1997 |

Sommaire

Page

| | |
|--|----|
| Avant-propos | V |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Termes et définitions | 2 |
| 3.1 Généralités | 2 |
| 3.2 Termes et définitions illustrés | 2 |
| 3.2.1 Termes relatifs au processus de coupage de la pièce | 2 |
| 3.2.2 Termes relatifs à la pièce finie | 3 |
| 3.2.3 Types de coupe | 3 |
| 4 Symboles | 7 |
| 5 Tolérances de forme et de position | 8 |
| 6 Détermination de la qualité des faces de coupe | 9 |
| 6.1 Généralités | 9 |
| 6.2 Mesurage | 10 |
| 6.2.1 Conditions de mesurage | 10 |
| 6.2.2 Points de mesurage | 10 |
| 6.2.3 Méthode | 11 |
| 7 Qualité de la face de coupe | 12 |
| 7.1 Valeurs caractéristiques | 12 |
| 7.2 Champs de mesurage | 12 |
| 7.2.1 Généralités | 12 |
| 7.2.2 Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, α | 12 |
| 7.2.3 Hauteur moyenne du profil $Rz5$ | 13 |
| 8 Tolérances dimensionnelles | 16 |
| 8.1 Généralités | 16 |
| 8.2 Tolérances dimensionnelles pour des parties non usinées après coupage | 17 |
| 8.3 Tolérances dimensionnelles pour des parties usinées après coupage | 18 |
| 8.3.1 Généralités | 18 |
| 8.3.2 Tolérances d'usinage | 19 |
| 9 Désignation | 19 |
| 10 Informations dans les documents techniques | 19 |
| 10.1 Indication des dimensions | 19 |
| 10.2 Indication de la qualité de la face de coupe et de la classe de tolérance | 19 |
| 10.2.1 Sur les dessins techniques | 19 |
| 10.2.2 Dans les cartouches de documents techniques | 20 |
| Annexe A (informative) Qualités de coupe pouvant être obtenues avec différents procédés de coupage | 21 |
| Annexe B (informative) Principes des procédés | 24 |
| B.1 Généralités | 24 |
| B.2 Classification selon la physique des procédés de coupage | 24 |
| B.2.1 Coupage à la flamme | 24 |
| B.2.2 Coupage par fusion | 24 |
| B.2.3 Coupage par sublimation | 24 |
| B.3 Procédés | 24 |
| B.3.1 Coupage à la flamme | 24 |
| B.3.2 Coupage plasma | 25 |

B.3.3 Coupage laser 25

B.4 Matériaux 25

B.4.1 Coupage à la flamme 25

B.4.2 Coupage plasma 25

B.4.3 Coupage laser 25

Bibliographie 26

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 9013 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 8, *Matériel pour le soudage au gaz, le coupage et les techniques connexes*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9013:1992), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

Cette version corrigée a pris en compte les commentaires éditoriaux émis par le comité membre français (AFNOR).

Coupage thermique — Classification des coupes thermiques — Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux matériaux aptes au coupage à la flamme, au coupage plasma et au coupage laser. Elle est applicable aux coupes à la flamme de 3 mm à 300 mm d'épaisseur, aux coupes au plasma de 1 mm à 150 mm d'épaisseur et aux coupes au laser de 0,5 mm à 40 mm d'épaisseur. La présente Norme internationale traite des spécifications géométriques des produits et des tolérances relatives à la qualité.

Les spécifications géométriques des produits sont applicables lorsqu'il est fait référence à la présente Norme internationale sur les dessins ou autres documents, par exemple les conditions de livraison.

Si la présente Norme internationale s'applique exceptionnellement à des pièces découpées par d'autres procédés (par exemple coupage au jet d'eau à haute pression), cela fait l'objet d'un accord particulier.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 1101:1983, *Dessins techniques — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement — Généralités, définitions, symboles, indications sur les dessins*

ISO 1302:2002, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Indication des états de surface dans la documentation technique de produits*

ISO 2553, *Joints soudés et brasés — Représentations symboliques sur les dessins*

ISO 3274, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur)*

ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4288:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface*

ISO 8015, *Dessins techniques — Principe de tolérancement de base*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

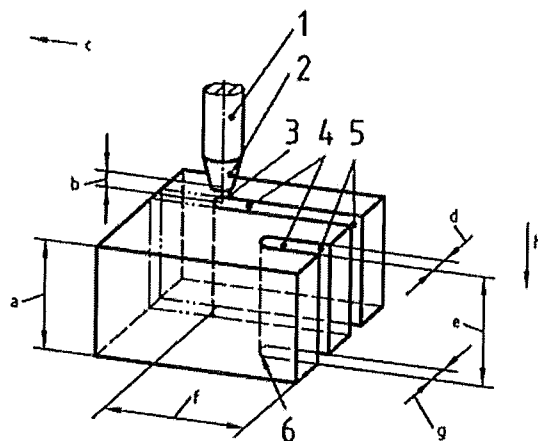
3.1 Généralités

Les substantifs relatifs à l'opération de coupage sont formés en utilisant le terme «coupage» (par exemple sens du coupage); les substantifs relatifs à la coupe effectuée sont formés en utilisant le terme «coupe» (par exemple face de coupe).

3.2 Termes et définitions illustrés

NOTE La Figure 1 illustre les termes relatifs au procédé de coupage de la pièce après que le processus de coupage a été amorcé; la Figure 2 illustre les termes relatifs à la pièce finie. La Figure 3 illustre une coupe rectiligne et la Figure 4 une coupe curviligne.

3.2.1 Termes relatifs au processus de coupage de la pièce

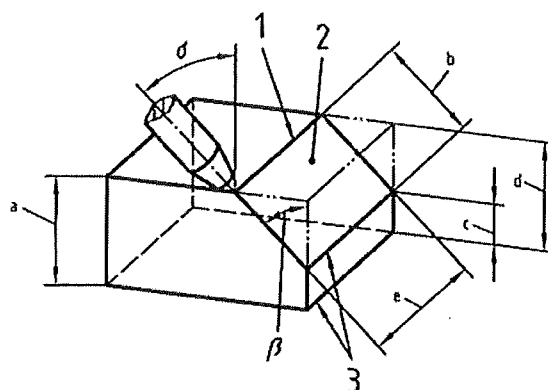


Légende

- 1 Chalumeau/torche/tête laser
- 2 Buse ou tuyère
- 3 Faisceau/flammé/arc
- 4 Saignée
- 5 Point d'amorçage de la coupe
- 6 Fin de la coupe
- a Épaisseur de la pièce
- b Distance buse ou tuyère/pièce
- c Sens du coupage
- d Largeur de la saignée côté face d'attaque
- e Épaisseur de la coupe
- f Longueur de la coupe
- g Largeur de la saignée côté dégagement
- h Direction de coupage

Figure 1 — Termes relatifs à la pièce en cours de coupage

3.2.2 Termes relatifs à la pièce finie

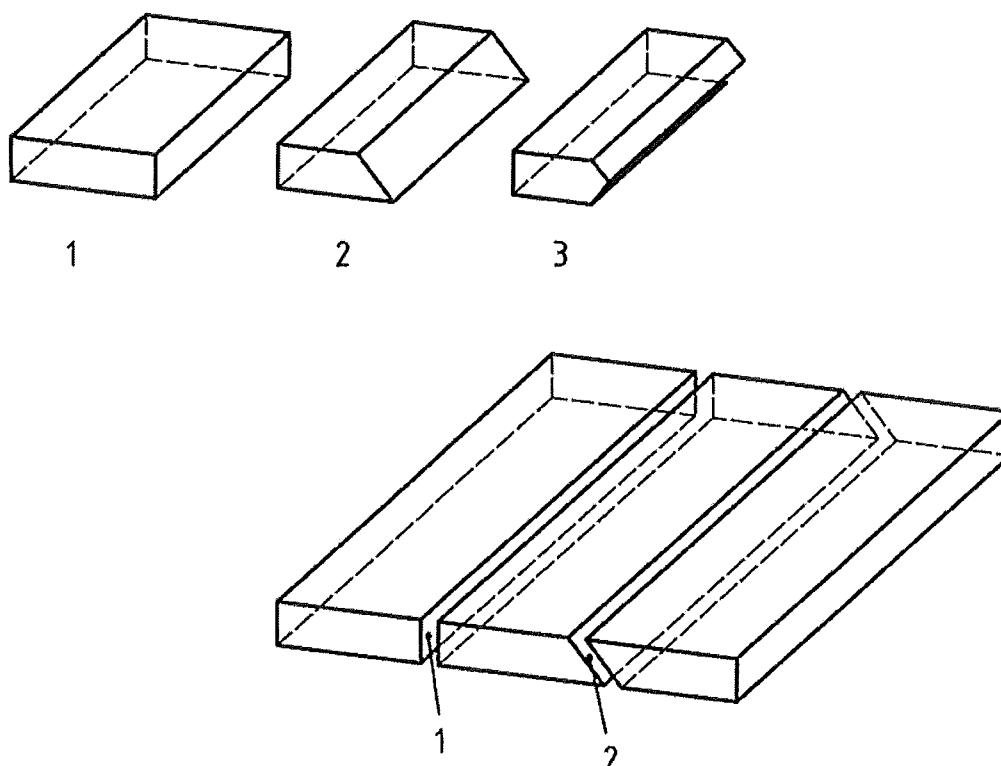


Légende

- | | | | |
|---|------------------------------|---|---|
| 1 | Arête supérieure de la coupe | a | Épaisseur de la pièce |
| 2 | Face de coupe | b | Épaisseur de la coupe (première possibilité) |
| 3 | Arête inférieure de la coupe | c | Hauteur du méplat (ou talon)/épaisseur de la coupe (première possibilité) |
| | | d | Épaisseur de la coupe (deuxième possibilité) |
| | | e | Longueur de la coupe |

Figure 2 — Termes relatifs à la pièce finie

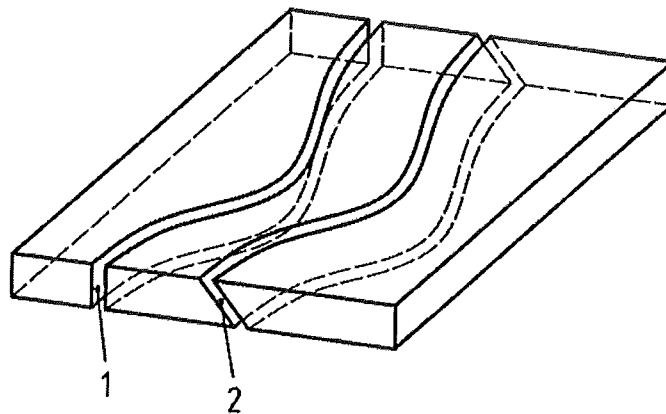
3.2.3 Types de coupe



Légende

- | | | | |
|---|-----------------|---|--------------------------|
| 1 | Coupe d'équerre | 3 | Coupe en biseau (double) |
| 2 | Coupe en biseau | | |

Figure 3 — Coupes rectilignes



Légende

- 1 Coupe d'équerre
- 2 Coupe en biseau

Figure 4 — Coupes curvilignes

3.3

vitesse de coupage

vitesse relative entre l'outil, par exemple le chalumeau, et la pièce

3.4

largeur de la saignée

distance entre les faces de coupe à l'arête supérieure de coupe ou, en présence d'une fusion de l'arête supérieure, distance mesurée immédiatement au-dessous, telle qu'elle résulte du jet de coupe

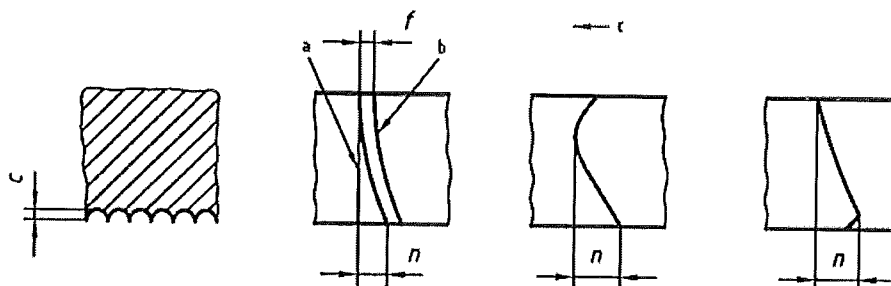
3.5

retard

„

distance projetée entre les deux points d'une strie dans le sens du coupage

Voir Figure 5.



- a Ligne de référence
- b Strie
- c Sens du coupage

Figure 5 — Strie

3.6

tolérance de perpendicularité ou d'angularité

"

distance entre deux droites parallèles (tangentes) entre lesquelles le profil de la face de coupe s'inscrit, et dans l'angle de coupe théorique (par exemple 90° si coupe d'équerre)

NOTE La tolérance de perpendicularité ou la tolérance d'angularité comprend non seulement les écarts de perpendicularité, mais aussi de planéité. Les Figures 6 et 7 présentent les écarts maximums effectifs dans la classe de tolérance.

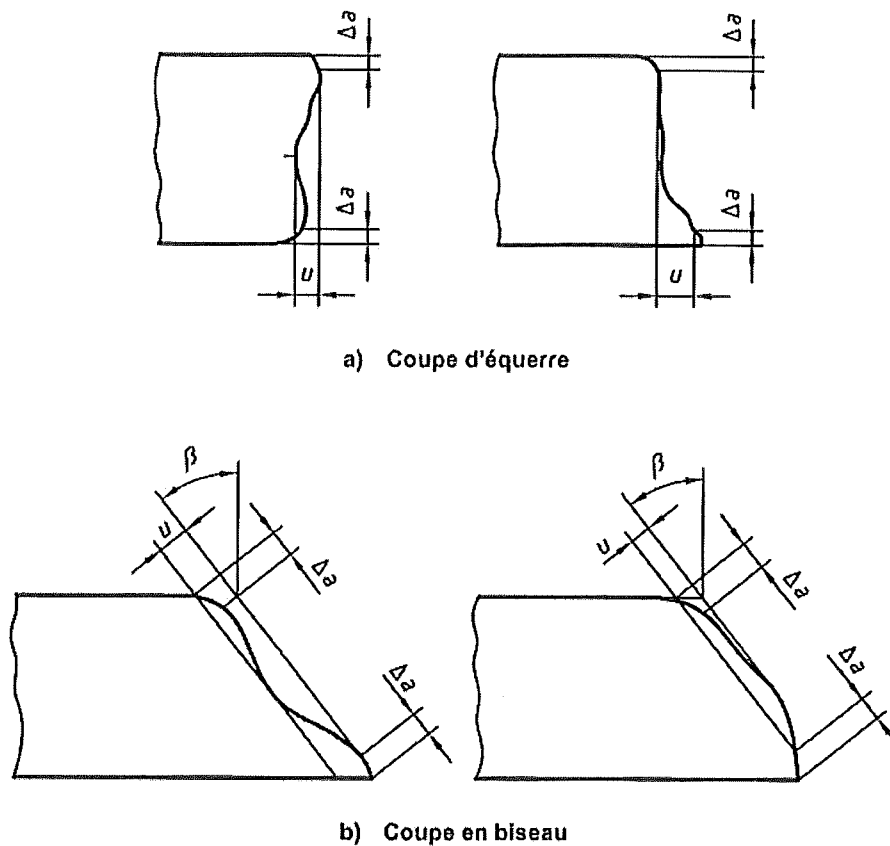


Figure 6 — Tolérances de perpendicularité et d'angularité

3.7

hauteur d'un élément du profil

 Z_t

somme de la hauteur de la saillie et de la profondeur du creux de l'élément du profil

[ISO 4287:1997]

3.8

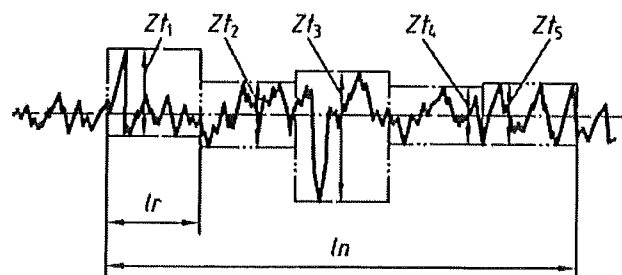
hauteur moyenne du profil

 R_{z5}

moyenne arithmétique des éléments de profil isolés de cinq distances de mesure contiguës

Voir Figure 7.

NOTE Le chiffre 5 pour R_{z5} a été ajouté pour distinguer entre la moyenne arithmétique et la hauteur maximale de profil des cinq éléments de profil isolés.



où

Zt_1 à Zt_5 représentent les éléments de profil isolés;

ln est la longueur d'évaluation;

lr est la longueur de base isolée ($1/5$ de ln).

Figure 7 — Hauteur moyenne des profils

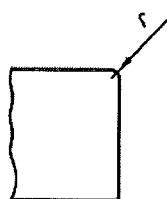
3.9

fusion de l'arête supérieure

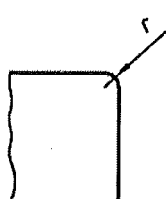
r
dimension caractérisant la forme de l'arête supérieure d'une coupe

NOTE Il peut s'agir d'une arête vive, d'une fusion d'arête et d'une arête en saillie.

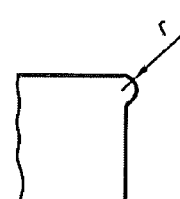
Voir Figure 8.



a) Arête vive



b) Fusion d'arête



c) Arête en saillie

Figure 8 — Fusion

3.10

affouillements

encoches ou saignées de largeur, de profondeur et de forme irrégulières, généralement dans le sens de l'épaisseur de la coupe, qui affectent une face de coupe qui est normalement uniforme

Voir Figure 9.



a Sens de l'épaisseur de la coupe

b Sens du coupage

Figure 9 — Affouillements

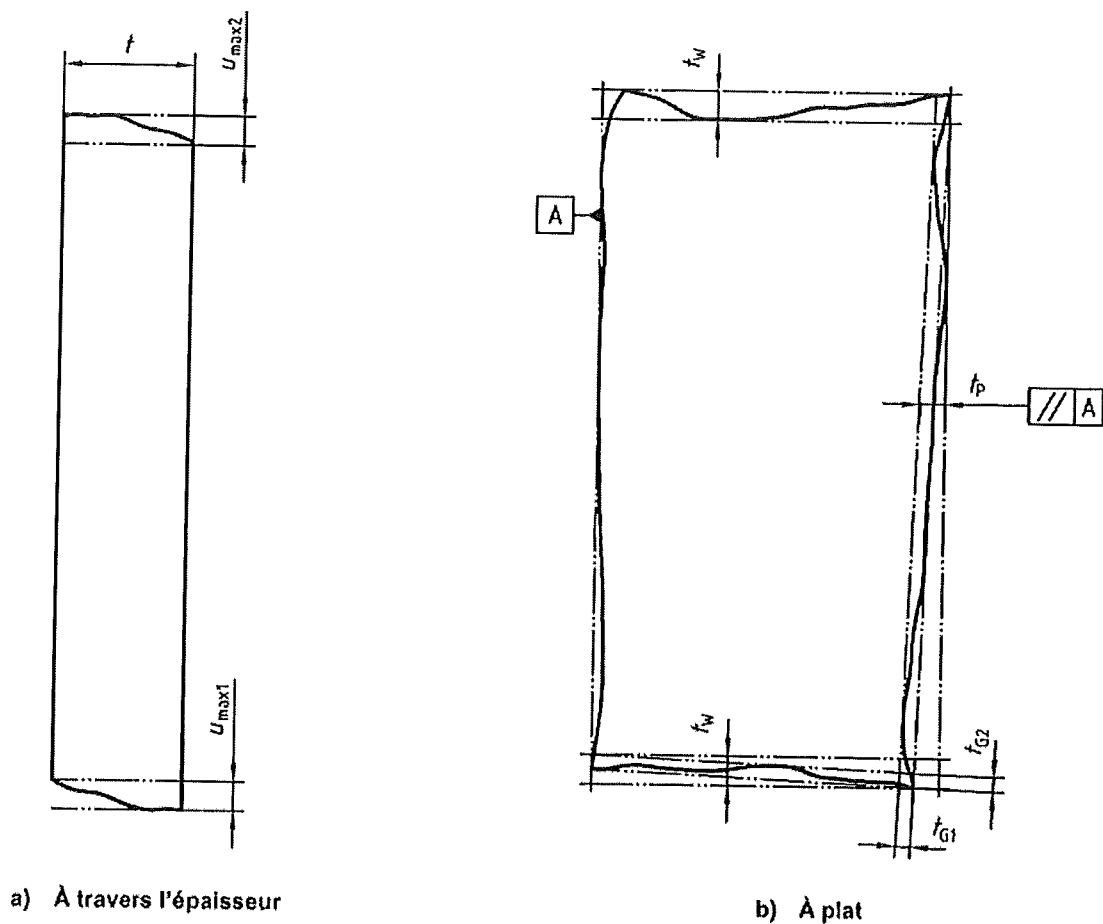
4 Symboles

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les symboles suivants relatifs aux indications dimensionnelles s'appliquent.

| Symbole | Terme |
|------------|---|
| a | Épaisseur de coupe |
| Δa | Réduction d'épaisseur |
| B_z | Tolérance d'usinage |
| c | Profondeur de la rainure |
| f | Pas des stries |
| G_o | Écart limite supérieur |
| G_u | Écart limite inférieur |
| l_n | Longueur d'évaluation |
| l_r | Longueur de base isolée |
| n | Retard |
| r | Fusion de l'arête supérieure |
| $Rz5$ | Hauteur moyenne du profil |
| t | Épaisseur de la pièce |
| t_G | Tolérance de rectitude |
| t_P | Tolérance de parallélisme |
| t_W | Tolérance de perpendicularité |
| u | Tolérance de perpendicularité ou d'angularité |
| Z_t | Hauteur d'un élément du profil |
| β | Angle du biseau de la coupe |
| σ | Angle (de réglage) de la buse |

5 Tolérances de forme et de position

La Figure 10 illustre les écarts maximums dans le champ de tolérance.



où

- u est la tolérance de perpendicularité (voir 14.8 de l'ISO 1101:1983) dans le sens de coupe;
- t_w est la tolérance de perpendicularité (voir 14.8 de l'ISO 1101:1983) pour la largeur de coupe par rapport à A_i ;
- t_p est la tolérance de parallélisme (voir 14.7 de l'ISO 1101:1983) pour la largeur de coupe par rapport à A au niveau de la tôle;
- t_{G1} est la tolérance de rectitude (voir 14.1 de l'ISO 1101:1983) pour la longueur de coupe;
- t_{G2} est la tolérance de rectitude (voir 14.1 de l'ISO 1101:1983) pour la largeur de coupe.

Figure 10 — Tolérances de forme et de position de la saignée, illustrées par l'exemple d'une tôle

6 Détermination de la qualité des faces de coupe

6.1 Généralités

Ces exigences ont pour but d'indiquer les méthodes et instruments de mesure permettant de déterminer et d'évaluer les caractéristiques des faces de coupe.

Lors du choix des instruments de mesure, il convient de veiller à ce que les limites d'erreurs ne dépassent pas 20 % des valeurs des caractéristiques à mesurer. Les Tableaux 1 et 2 indiquent les instruments pour le mesurage de précision ou approximatif des valeurs caractéristiques.

Tableau 1 — Instruments de mesure de précision

| Symbole | Limites d'erreurs | Instruments de mesure de précision |
|-----------|-------------------|---|
| | | Exemples |
| " | 0,02 mm | Dispositif de guidage dans le sens de l'épaisseur de coupe et de l'angle nominal avec comparateur Angle de l'aiguille du palpeur $\leq 90^\circ$ Rayon de l'aiguille du palpeur $\leq 0,1$ mm |
| Rz5 | 0,002 mm | Instrument de mesure de précision, par exemple instrument électrique à palpeur-aiguille pour une exploration continue dans le sens du coupage |
| " | 0,05 mm | Microscope de mesurage à réticule et platine avec de bonnes possibilités de réglage |
| r | 0,05 mm | Dispositif spécial pour explorer le profil de l'arête de coupe supérieure avec un comparateur |
| Reclitude | 0,2 mm | Fil en acier de diamètre maximum 0,5 mm, jauge d'épaisseur |

Tableau 2 — Instruments de mesure approximative

| Symbole | Limites d'erreurs | Instruments de mesure approximative |
|-----------|-------------------|---|
| | | Exemples |
| " | 0,1 mm | Équerre butée (équerre d'atelier ayant un degré de précision 1 ou 2), pour les coupes en biseau: jauge à biseaux ou triangle réglé à l'angle nominal du biseau de la coupe ou à l'angle d'inclinaison; pour cette application: jauge de profondeur à pointe, fil de mesure, jauge d'épaisseur |
| Rz5 | — | — |
| " | 0,2 mm | Équerre butée (équerre d'atelier), pour les coupes en biseau: fausse équerre ou triangle; pour cette application: pied à coulisse à vernier ou règle graduée à vernier. Jauge à biseaux avec table de conversion de l'angle de retard en longueur de retard |
| r | 0,1 mm | Jauge convexe (jauge de rayons) |
| Reclitude | 0,2 mm | Fil en acier de diamètre maximum 0,5 mm, jauge d'épaisseur |

6.2 Mesurage

6.2.1 Conditions de mesurage

Les mesures doivent être effectuées sur des faces de coupe brossées, débarrassées d'oxydes, en dehors des zones comportant des défauts.

Les côtés supérieur et inférieur de la pièce découpée sont pris comme éléments de référence. Ces côtés doivent être réguliers et propres.

Pour définir la rectitude, l'élément de référence et la droite de mesurage doivent être alignés l'un par rapport à l'autre de telle sorte que la distance maximale entre les droites de mesurage et la surface réelle soit minimale. La condition minimale est expliquée en détail en 3.7 de l'ISO 1101:1983.

6.2.2 Points de mesurage

6.2.2.1 Généralités

Le nombre et les emplacements des points de mesurage dépendent de la forme et des dimensions de la pièce, parfois également de l'utilisation envisagée. Les indications suivantes peuvent servir de lignes directrices.

Les faces de coupe sont classées dans les champs de tolérance en fonction des valeurs maximales mesurées. Les points de mesurage doivent donc être situés dans les zones où les valeurs mesurées maximales sont prévues. Lors du choix des points de mesurage, une attention particulière doit être accordée au fait que les valeurs maximales de la hauteur moyenne du profil et des tolérances de perpendicularité ou d'angularité peuvent être trouvées en différents points de la coupe. Si des valeurs mesurées se trouvent à la limite inférieure d'un champ de tolérance, il convient d'effectuer des mesures complémentaires, compte tenu de l'incertitude liée au choix visuel du point pour lequel la valeur mesurée maximale est prévue. Si les valeurs mesurées se trouvent à la limite supérieure du champ de tolérance, ou si des doutes existent quant à certaines mesures, des mesures supplémentaires doivent être effectuées en utilisant le même nombre de points que pour les mesures complémentaires.

6.2.2.2 Nombre de points de mesurage

Le nombre et l'emplacement des points de mesurage doivent être définis par le fabricant.

Si aucune exigence n'est spécifiée, effectuer:

„ deux fois trois mesures à une distance de 20 mm chacune sur chaque mètre de coupe;

Rz5 une fois une mesure sur chaque mètre de coupe.

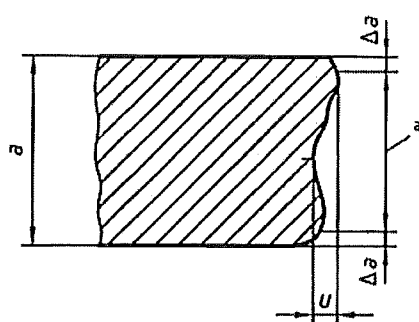
6.2.2.3 Emplacements des points de mesurage

Seule la valeur caractéristique des tolérances de perpendicularité ou d'angularité „ sera déterminée dans une zone limitée de la face de coupe. La zone doit être diminuée, dans les parties supérieure et inférieure de la face de coupe, d'une dimension Δa conformément au Tableau 3 (voir Figure 11).

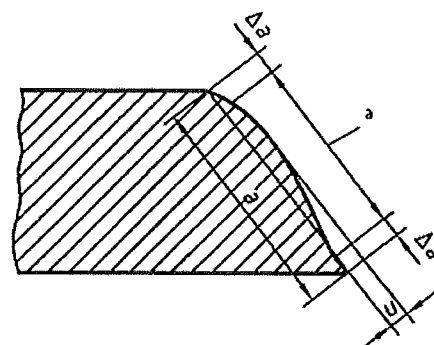
La réduction du profil de la face de coupe est justifiée par le fait que l'on tient compte de la fusion de l'arête supérieure.

Tableau 3 — Dimensions de Δa

| Épaisseur de coupe, a mm | Δa mm |
|-------------------------------|------------------|
| ≤ 3 | $0,1a$ |
| $> 3 \leq 6$ | 0,3 |
| $> 6 \leq 10$ | 0,6 |
| $> 10 \leq 20$ | 1 |
| $> 20 \leq 40$ | 1,5 |
| $> 40 \leq 100$ | 2 |
| $> 100 \leq 150$ | 3 |
| $> 150 \leq 200$ | 5 |
| $> 200 \leq 250$ | 8 |
| $> 250 \leq 300$ | 10 |



a) Coupe d'équerre



b) Coupe en biseau

^a Zone de détermination des tolérances de perpendicularité et d'angularité

Figure 11 — Définition de la zone de mesurage pour les tolérances de perpendicularité et d'angularité

Pour des épaisseurs de coupe inférieures à 2 mm, la méthode de mesurage à utiliser pour déterminer les tolérances de perpendicularité et d'angularité doit faire l'objet d'un accord particulier.

Seule la valeur caractéristique de la hauteur moyenne du profil $Rz5$ sera déterminée dans une zone limitée de la face de coupe. Le mesurage sera effectué conformément à l'ISO 4288 au point de rugosité maximale de l'épaisseur coupée. Pour le coupage à la flamme et le coupage plasma, le mesurage est effectué par convention à une distance de $2/3$ de l'épaisseur de coupe en partant de l'arête supérieure; pour le coupage laser, dans le tiers supérieur en partant de l'arête de coupe supérieure. Pour des épaisseurs de coupe inférieures à 2 mm, le mesurage sera effectué à la moitié de l'épaisseur en partant de l'arête supérieure.

6.2.3 Méthode

Les valeurs caractéristiques relatives aux faces de coupe seront déterminées, selon le type de mesurage, à l'aide des instruments correspondants donnés dans les Tableaux 1 et 2.

La hauteur moyenne du profil $Rz5$ doit être mesurée à 15 mm de la longueur de coupe dans le sens du coupage. Le mesurage sera effectué conformément à l'ISO 4288 avec un appareil conforme à l'ISO 3274.

Si un fil de mesure ou un capteur pour mesure approximatif des tolérances de perpendicularité ou d'angularité ne peuvent pas être introduits dans l'interstice entre la fausse équerre et la face de coupe, une jauge de profondeur à pointe doit être utilisée. Dans le cas d'une fusion d'arêtes avec projection laissée en l'état, cette dernière sera prise en considération dans les tolérances de perpendicularité ou d'angularité.

7 Qualité de la face de coupe

7.1 Valeurs caractéristiques

La qualité des faces de coupe de matériaux découpés par un procédé thermique est décrite par les valeurs caractéristiques suivantes:

- a) tolérance de perpendicularité ou tolérance d'angularité, μ ;
- b) hauteur moyenne du profil $Rz5$.

Les valeurs caractéristiques suivantes peuvent être utilisées en complément:

- c) retard, μ ;
- d) fusion de l'arête supérieure, r ;
- e) présence éventuelle de scories ou de gouttes fondues à l'arête inférieure.

7.2 Champs de mesure

7.2.1 Généralités

Pour la qualité, les champs des tolérances de perpendicularité ou d'angularité, μ , ainsi que de la hauteur moyenne du profil $Rz5$, doivent être indiqués dans l'ordre μ , $Rz5$. Si aucune valeur n'est fixée, «0» (zéro) doit être indiqué.

En ce qui concerne le coupage laser, la classification de la qualité est basée sur les résultats obtenus avec les aciers non alliés.

Les défauts isolés, tels que les affouillements, la formation inévitable de gouttes fondues à l'arête inférieure, au point d'amorçage de la coupe ou bien des restes d'oxydes sur la face de coupe, n'ont pas été pris en considération pour définir les valeurs de qualité de la présente Norme internationale.

Dans le cas de coupes à chanfreins multiples destinées, par exemple, à des joints en Y, en X ou en K (voir l'ISO 2553), chaque face de coupe doit être évaluée séparément.

7.2.2 Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, μ

Les champs des tolérances de perpendicularité ou d'angularité, μ , sont présentés dans le Tableau 4 et à la Figure 12.

Tableau 4 — Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, μ

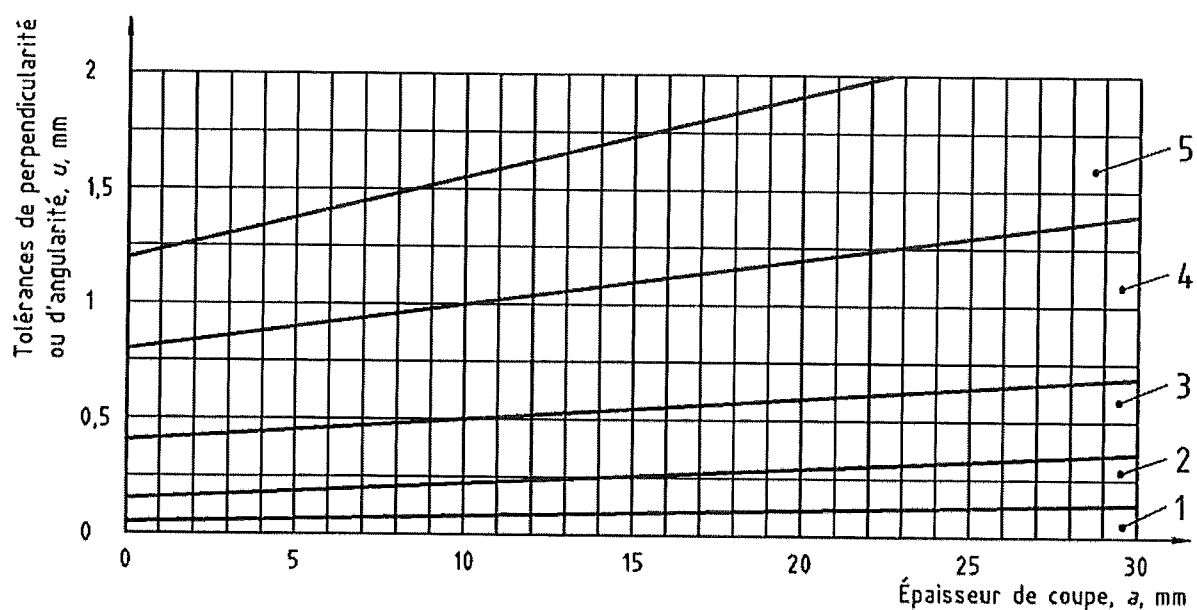
| Champ | Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, μ mm |
|-------|---|
| 1 | $0,05 + 0,003a$ |
| 2 | $0,15 + 0,007a$ |
| 3 | $0,4 + 0,01a$ |
| 4 | $0,8 + 0,02a$ |
| 5 | $1,2 + 0,035a$ |

7.2.3 Hauteur moyenne du profil $Rz5$

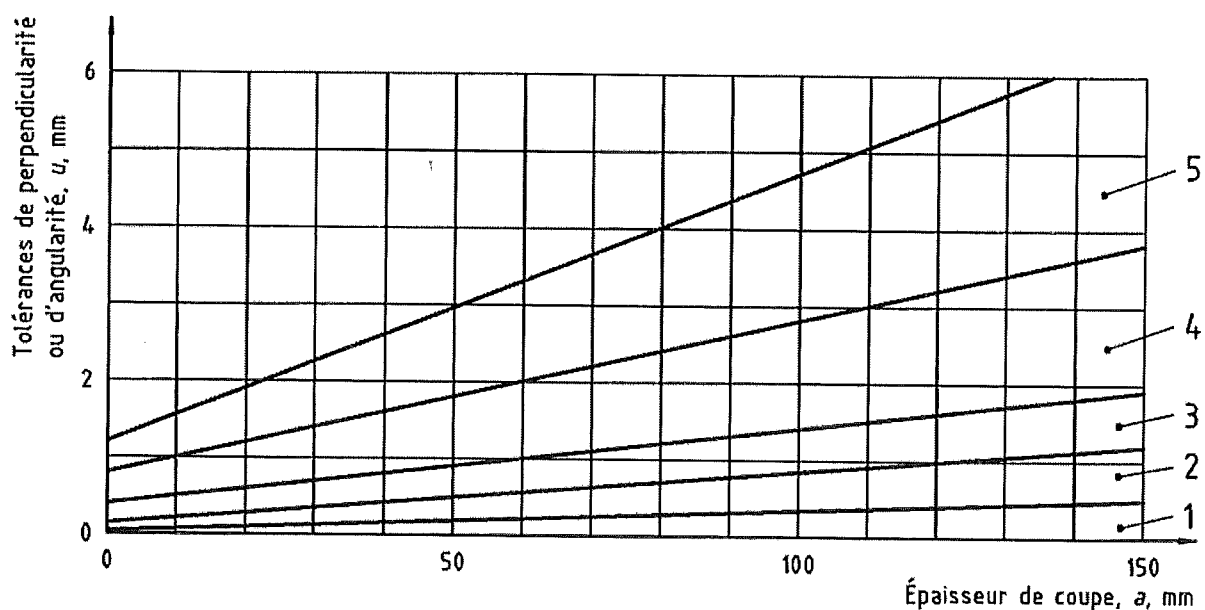
Les champs de la hauteur moyenne du profil $Rz5$ sont indiqués dans le Tableau 5 et à la Figure 13.

Tableau 5 — Hauteur moyenne du profil $Rz5$

| Champ | Hauteur moyenne du profil $Rz5$ μ m |
|-------|--|
| 1 | $10 + (0,6a: \text{mm})$ |
| 2 | $40 + (0,8a: \text{mm})$ |
| 3 | $70 + (1,2a: \text{mm})$ |
| 4 | $110 + (1,8a: \text{mm})$ |



a) Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u — Pièces jusqu'à 30 mm d'épaisseur

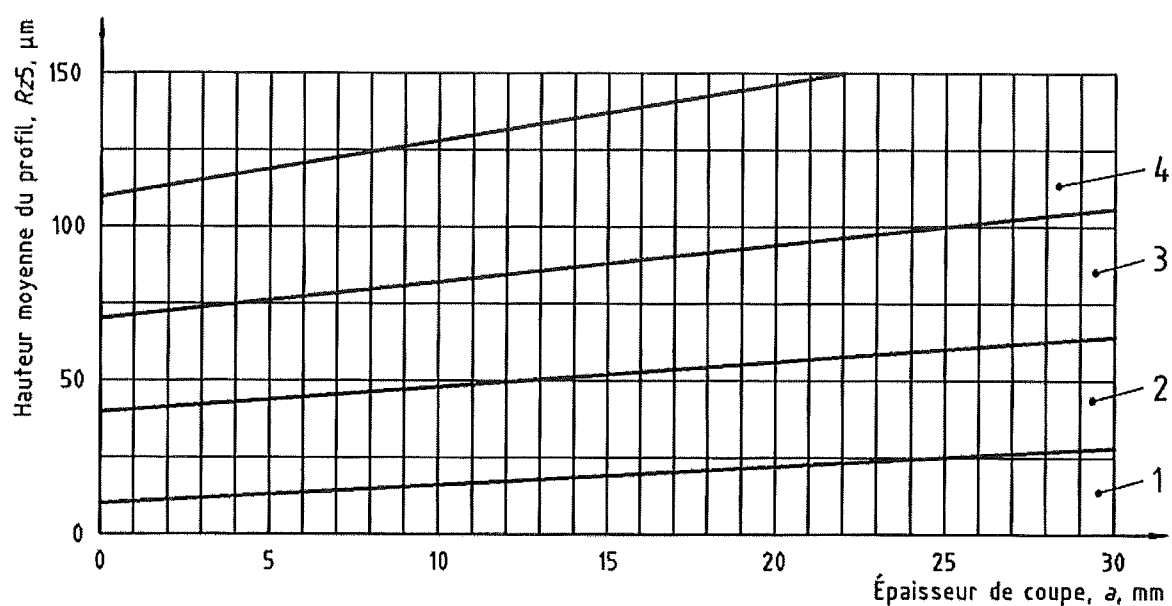
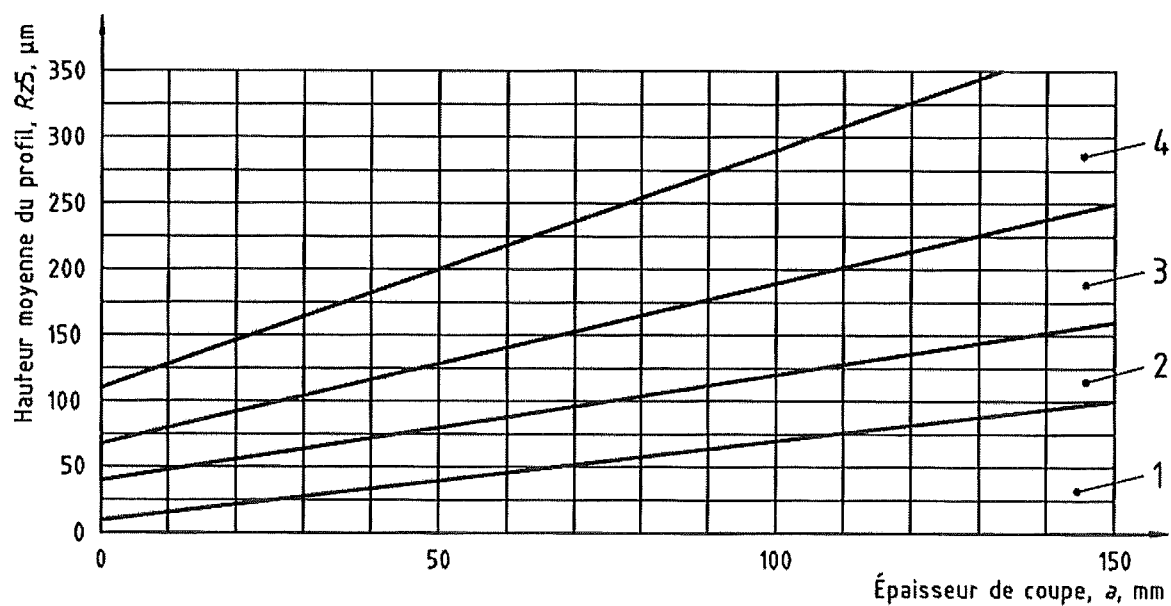


b) Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u — Pièces jusqu'à 150 mm d'épaisseur

Légende

1 à 5 Champ (voir Tableau 4)

Figure 12 — Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u

a) Hauteur moyenne du profil, $Rz5$ — Pièces jusqu'à 30 mm d'épaisseurb) Hauteur moyenne du profil, $Rz5$ — Pièces jusqu'à 150 mm d'épaisseur**Légende**

1 à 4 Champ (voir Tableau 5)

Figure 13 — Hauteur moyenne du profil, $Rz5$

8 Tolérances dimensionnelles

8.1 Généralités

Les dimensions indiquées sur les dessins doivent être considérées comme des dimensions nominales, les dimensions réelles étant déterminées sur les surfaces propres de la coupe. Les écarts limites spécifiés dans les Tableaux 6 et 7 doivent s'appliquer aux dimensions sans indication de tolérances, lorsqu'il est fait référence à la présente Norme internationale sur les dessins ou dans d'autres documents (par exemple conditions de livraison).

Ils ne sont applicables qu'à des coupes exécutées à la flamme ou au plasma sur des pièces dont le rapport longueur/largeur ne dépasse pas 4:1 et dont les longueurs de coupe (circonférence) sont d'au moins 350 mm.

Pour les pièces découpées à la flamme ou au plasma, ayant un rapport longueur/largeur supérieur à 4:1, les écarts limites doivent être spécifiés par le fabricant conformément aux principes énoncés dans la présente Norme internationale.

En coupage laser, les tolérances dimensionnelles pouvant être respectées dépendent essentiellement de la géométrie et des conditions de traitement préalable de la pièce.

Si nécessaire, les écarts limites doivent faire l'objet d'un accord particulier.

Les écarts limites relatifs à la qualité de la face de coupe (tolérances de perpendicularité ou d'angularité) sont traités séparément des écarts limites concernant les dimensions de la pièce afin de mettre l'accent sur les différentes influences exercées sur la pièce.

Les définitions relatives aux écarts limites sont basées sur le principe d'indépendance décrit dans l'ISO 8015, selon lequel les tolérances de dimensions, de forme et de géométrie s'appliquent indépendamment les unes des autres. Les écarts limites n'incluent pas les écarts de perpendicularité ou d'angularité.

Étant donné que les définitions des écarts limites sont basées sur le principe d'indépendance, il a été jugé superflu de rappeler ce fait par une indication supplémentaire de la tolérance selon l'ISO 8015 sur les dessins. Cela évite tout malentendu quant à une possible élimination du principe d'indépendance en l'absence de référence à l'ISO 8015.

Si d'autres tolérances de forme et de position doivent être respectées, par exemple des tolérances de rectitude, des tolérances de perpendicularité dans le sens de la longueur de coupe et de la largeur de coupe, elles doivent faire l'objet d'un accord particulier.

Tableau 6 — Écart limites pour les dimensions nominales de classe de tolérance 1

Dimensions en millimètres

| Épaisseur de la pièce | Dimensions nominales | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------|------------|-------------|---------------|-----------------|-----------------|
| | > 0 < 3 | ≥ 3 < 10 | ≥ 10 < 35 | ≥ 35 < 125 | ≥ 125 < 315 | ≥ 315 < 1 000 | ≥ 1 000 < 2 000 | ≥ 2 000 < 4 000 |
| | Écart limites | | | | | | | |
| > 0 ≤ 1 | ± 0,04 | ± 0,1 | ± 0,1 | ± 0,2 | ± 0,2 | ± 0,3 | ± 0,3 | ± 0,3 |
| > 1 ≤ 3,15 | ± 0,1 | ± 0,2 | ± 0,2 | ± 0,3 | ± 0,3 | ± 0,4 | ± 0,4 | ± 0,4 |
| > 3,15 ≤ 6,3 | ± 0,3 | ± 0,3 | ± 0,4 | ± 0,4 | ± 0,5 | ± 0,5 | ± 0,5 | ± 0,6 |
| > 6,3 ≤ 10 | — | ± 0,5 | ± 0,6 | ± 0,6 | ± 0,7 | ± 0,7 | ± 0,7 | ± 0,8 |
| > 10 ≤ 50 | — | ± 0,6 | ± 0,7 | ± 0,7 | ± 0,8 | ± 1 | ± 1,6 | ± 2,5 |
| > 50 ≤ 100 | — | — | ± 1,3 | ± 1,3 | ± 1,4 | ± 1,7 | ± 2,2 | ± 3,1 |
| > 100 ≤ 150 | — | — | ± 1,9 | ± 2 | ± 2,1 | ± 2,3 | ± 2,9 | ± 3,8 |
| > 150 ≤ 200 | — | — | ± 2,6 | ± 2,7 | ± 2,7 | ± 3 | ± 3,6 | ± 4,5 |
| > 200 ≤ 250 | — | — | — | — | — | ± 3,7 | ± 4,2 | ± 5,2 |
| > 250 ≤ 300 | — | — | — | — | — | ± 4,4 | ± 4,9 | ± 5,9 |

Tableau 7 — Écart limites pour les dimensions nominales de classe de tolérance 2

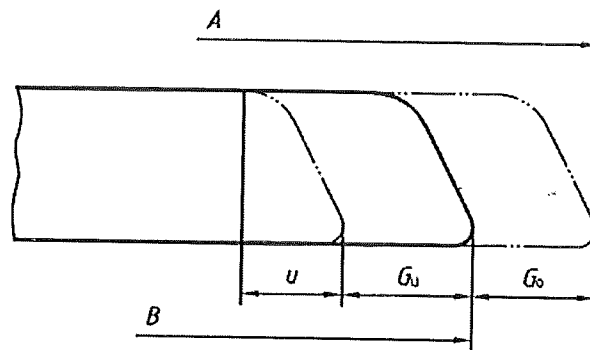
Dimensions en millimètres

| Épaisseur de la pièce | Dimensions nominales | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|----------|-----------|------------|-------------|---------------|-----------------|-----------------|
| | > 0 < 3 | ≥ 3 < 10 | ≥ 10 < 35 | ≥ 35 < 125 | ≥ 125 < 315 | ≥ 315 < 1 000 | ≥ 1 000 < 2 000 | ≥ 2 000 < 4 000 |
| | Écart limites | | | | | | | |
| > 0 ≤ 1 | ± 0,1 | ± 0,3 | ± 0,4 | ± 0,5 | ± 0,7 | ± 0,8 | ± 0,9 | ± 0,9 |
| > 1 ≤ 3,15 | ± 0,2 | ± 0,4 | ± 0,5 | ± 0,7 | ± 0,8 | ± 0,9 | ± 1 | ± 1,1 |
| > 3,15 ≤ 6,3 | ± 0,5 | ± 0,7 | ± 0,8 | ± 0,9 | ± 1,1 | ± 1,2 | ± 1,3 | ± 1,3 |
| > 6,3 ≤ 10 | — | ± 1 | ± 1,1 | ± 1,3 | ± 1,4 | ± 1,5 | ± 1,6 | ± 1,7 |
| > 10 ≤ 50 | — | ± 1,8 | ± 1,8 | ± 1,8 | ± 1,9 | ± 2,3 | ± 3 | ± 4,2 |
| > 50 ≤ 100 | — | — | ± 2,5 | ± 2,5 | ± 2,6 | ± 3 | ± 3,7 | ± 4,9 |
| > 100 ≤ 150 | — | — | ± 3,2 | ± 3,3 | ± 3,4 | ± 3,7 | ± 4,4 | ± 5,7 |
| > 150 ≤ 200 | — | — | ± 4 | ± 4 | ± 4,1 | ± 4,5 | ± 5,2 | ± 6,4 |
| > 200 ≤ 250 | — | — | — | — | — | ± 5,2 | ± 5,9 | ± 7,2 |
| > 250 ≤ 300 | — | — | — | — | — | ± 6 | ± 6,7 | ± 7,9 |

8.2 Tolérances dimensionnelles pour des parties non usinées après coupage

8.2.1 La pièce doit s'intégrer dans un assemblage. Les dimensions nominales de la partie à couper résultent des dimensions nominales de la partie terminée (= dimensions sur les dessins) réduites de l'écart limite (voir Figure 14). Les dimensions réelles d'une pièce produite par coupage thermique correspondent toujours à la plus grande cote pour les dimensions extérieures et à la plus petite cote pour les dimensions intérieures.

NOTE Ce type de tolérance est normalement exigé lors de la préparation de joints soudés, car la pièce doit s'intégrer dans un assemblage.



où

- A est la dimension nominale de la partie terminée;
- B est la dimension nominale de la partie découpée;
- G_o est l'écart limite supérieur;
- G_u est l'écart limite inférieur.

Figure 14 — Tolérances dimensionnelles pour des parties non usinées après coupage

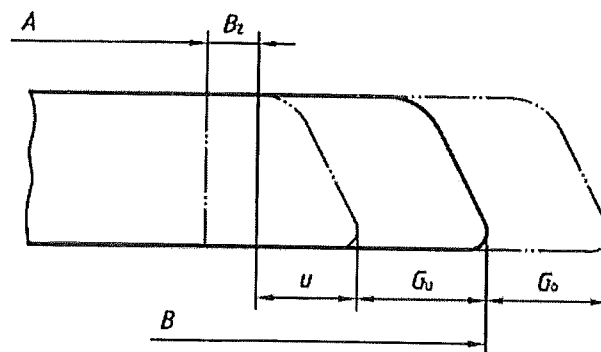
8.2.2 La pièce ne doit pas s'intégrer dans un assemblage. Les dimensions nominales de la partie à couper résultent des dimensions nominales de la partie terminée (= dimensions sur les dessins).

8.3 Tolérances dimensionnelles pour des parties usinées après coupage

8.3.1 Généralités

Pour pouvoir respecter les dimensions nominales de la partie terminée, il est nécessaire d'ajouter aux dimensions extérieures des pièces devant être usinées après coupage, une tolérance d'usinage B_z , les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, ainsi que l'écart limite inférieur et, pour les dimensions intérieures des pièces devant être usinées après coupage, de soustraire une tolérance d'usinage B_z , les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, ainsi que l'écart limite inférieur (voir Figure 15).

La quantité de matière à enlever dépend de la tolérance d'usinage, des tolérances de perpendicularité ou d'angularité et de la hauteur moyenne du profil pour le procédé de coupage correspondant.



où

- A est la dimension nominale de la partie terminée;
- B est la dimension nominale de la partie découpée;
- B_z est la tolérance d'usinage;
- G_o est l'écart limite supérieur;
- G_u est l'écart limite inférieur.

Figure 15 — Tolérances dimensionnelles pour des parties usinées après coupage

8.3.2 Tolérances d'usinage

Si le dessin ne comporte aucune indication de tolérance d'usinage, dans la pratique, une tolérance conforme au Tableau 8 sera appliquée en fonction de l'épaisseur de la tôle.

Tableau 8 — Tolérance d'usinage, B_z

Dimensions en millimètres

| Épaisseur de coupe, a | Tolérance d'usinage pour chaque face de coupe, B_z |
|-------------------------|--|
| $\geq 2 \leq 20$ | 2 |
| $> 20 \leq 50$ | 3 |
| $> 50 \leq 80$ | 5 |
| > 80 | 7 |

9 Désignation

Une coupe thermique, de champ 1 pour les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, de champ 3 pour la hauteur moyenne du profil, et de classe 2 pour les écarts limites de tolérances sur les dimensions nominales (voir Tableau 7) est désignée comme suit:

Coupe thermique ISO 9013-132

10 Informations dans les documents techniques

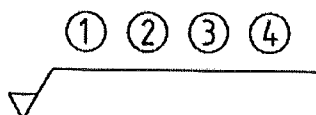
10.1 Indication des dimensions

Les indications des dimensions sur les dessins se rapportent à la pièce coupée. Sur les documents techniques, normes, etc., les symboles dimensionnels selon la présente Norme internationale doivent être utilisés.

10.2 Indication de la qualité de la face de coupe et de la classe de tolérance

10.2.1 Sur les dessins techniques

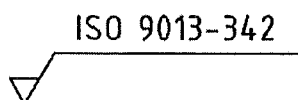
Les classes de qualité et de tolérance exigées en coupage thermique doivent être indiquées en utilisant les symboles suivants conformément à l'ISO 1302 comme suit:



Légende

- 1 Indication de l'indice principal de la présente Norme internationale
- 2 Indication des tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u , conformément à 7.2.2
- 3 Indication de la hauteur moyenne du profil $Rz5$, conformément à 7.2.3
- 4 Indication de la classe de tolérance conformément à l'article 8

EXEMPLE La qualité avec le symbole 34 (champ 3 pour μ , champ 4 pour $Rz5$) et la classe 2 pour les écarts limites de tolérances sur les dimensions nominales (voir Tableau 7) sont exigées.



10.2.2 Dans les cartouches de documents techniques

La qualité de coupe et la classe de tolérance exigées doivent être indiquées de la manière suivante, en mentionnant l'indice principal de la présente Norme internationale.

EXEMPLE La qualité avec le symbole 34 (champ 3 pour μ , champ 4 pour $Rz5$) et la classe 2 pour les écarts limites de tolérances sur les dimensions nominales (voir Tableau 7) sont exigées.

ISO 9013-342

Annexe A (informative)

Qualités de coupe pouvant être obtenues avec différents procédés de coupage

La présente Norme internationale définit le principe permettant de décrire la qualité de coupe thermique indépendamment du procédé, par exemple coupage à la flamme, coupage plasma, coupage laser.

Il n'est pas possible d'obtenir n'importe quelle tolérance de qualité ou n'importe quelle spécification géométrique du produit avec n'importe quel procédé et n'importe quel matériau.

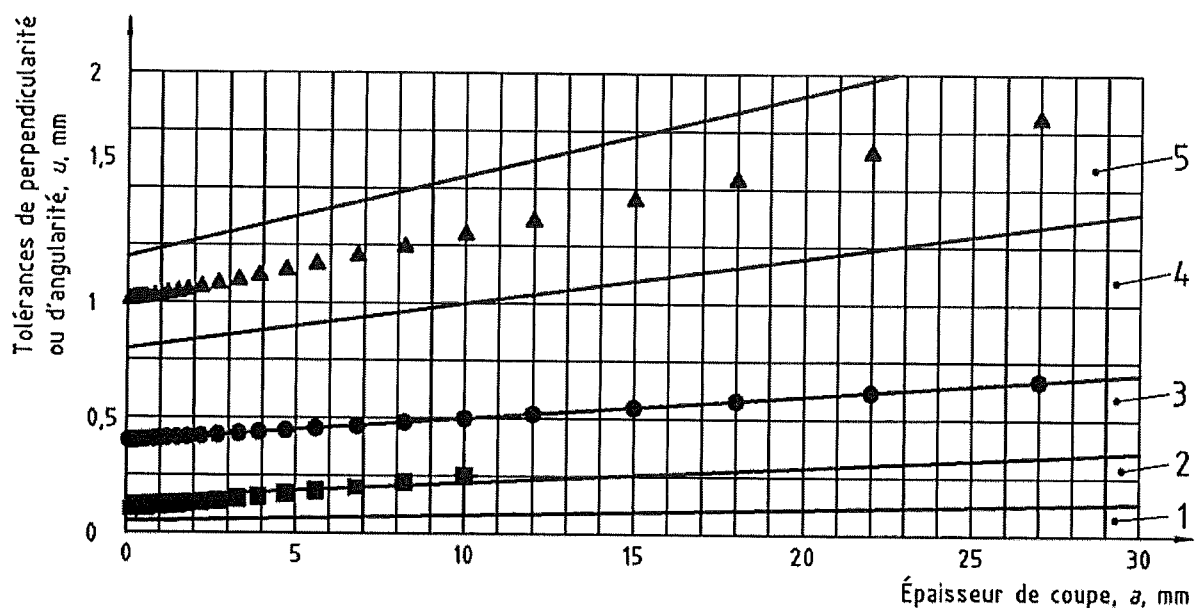
Sur les faces de coupe de pièces en aluminium, en titane, en magnésium et leurs alliages ou en laiton, selon l'alliage, des surfaces granulaires et ondulées sont obtenues sur lesquelles il n'est pas possible de déterminer la hauteur moyenne du profil et de l'évaluer conformément à la présente Norme internationale. Pour l'aluminium et ses alliages, des valeurs environ quatre fois plus élevées que celles mentionnées dans la présente Norme internationale peuvent être atteintes.

Écarts limites sur dimensions nominales

| | ancienne classe | nouvelle classe |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Coupage à la flamme | Classe A | Classe 1 |
| Coupage à la flamme | Classe B | Classe 2 |

En ce qui concerne le coupage à la flamme et le coupage plasma, les tolérances de perpendicularité ou d'angularité ne s'appliquent pas au point d'amorçage de la coupe, à l'extrémité de la coupe, aux faibles rayons et aux angles aigus.

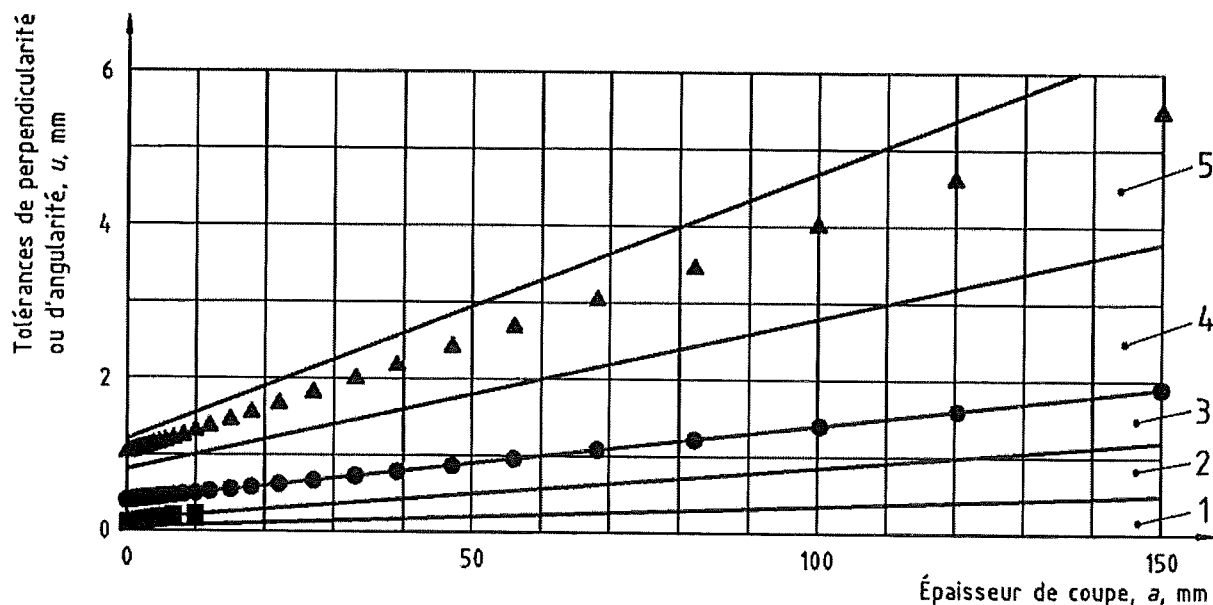
Les Figures A.1 à A.4 présentent les qualités moyennes pouvant être obtenues avec les différents procédés de coupage mentionnés. Néanmoins, des qualités sensiblement différentes peuvent être obtenues en fonction des conditions de service et de la technologie utilisée.



Légende

- Coupage à la flamme
- ▲ Coupage plasma
- Coupage laser
- 1 à 5 Champ (voir Tableau 4)

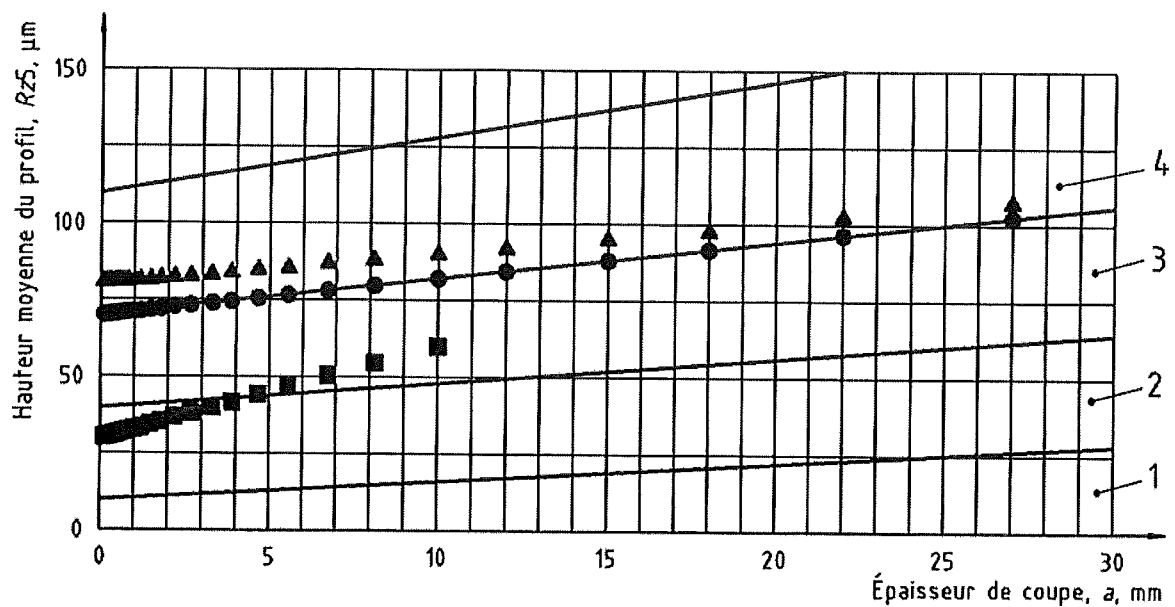
Figure A.1 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u — Pièce jusqu'à 30 mm d'épaisseur



Légende

- Coupage à la flamme
- ▲ Coupage plasma
- Coupage laser
- 1 à 5 Champ (voir Tableau 4)

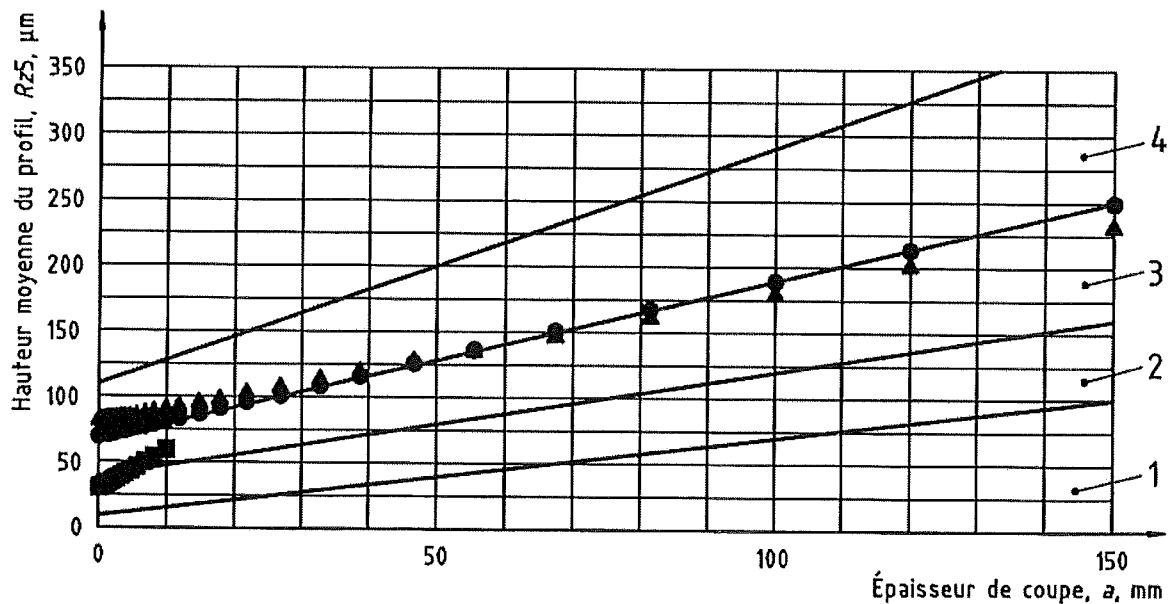
Figure A.2 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u — Pièce jusqu'à 150 mm d'épaisseur



Légende

- Coupage à la flamme
- ▲ Coupage plasma
- Coupage laser
- 1 à 4 Champ (voir Tableau 5)

Figure A.3 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec la hauteur moyenne du profil, $Ra5$ — Pièce jusqu'à 30 mm d'épaisseur



Légende

- Coupage à la flamme
- ▲ Coupage plasma
- Coupage laser
- 1 à 4 Champ (voir Tableau 5)

Figure A.4 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec la hauteur moyenne du profil, $Ra5$ — Pièce jusqu'à 150 mm d'épaisseur

Annexe B (informative)

Principes des procédés

B.1 Généralités

La présente annexe décrit les principes des procédés.

Les procédés de coupage thermique peuvent être classés d'après la physique des procédés de coupage et d'après la source d'énergie agissant sur la pièce depuis l'extérieur. Tous les procédés utilisés dans la pratique combinent plusieurs principes. Ils sont classés d'après les processus prédominants de combustion, de fusion ou de sublimation. La réaction se poursuit toujours en profondeur et en mouvement dans le sens d'exécution.

B.2 Classification selon la physique des procédés de coupage

B.2.1 Coupage à la flamme

Le coupage à la flamme est un procédé de coupage thermique dans lequel la saignée est produite par une importante oxydation du matériau, les produits résultants étant expulsés de la saignée par un jet d'oxygène à grande vitesse.

B.2.2 Coupage par fusion

Le coupage par fusion est un procédé de coupage thermique dans lequel la saignée est produite par une importante fusion du matériau dans cette zone, les produits résultants étant expulsés de la saignée par un jet de gaz à grande vitesse.

B.2.3 Coupage par sublimation

Le coupage par sublimation est un procédé de coupage thermique dans lequel la saignée est produite par une importante évaporation du matériau dans cette zone, les produits résultants étant expulsés de la saignée par leur dilatation ou par un jet de gaz à grande vitesse.

B.3 Procédés

B.3.1 Coupage à la flamme

Le coupage à la flamme est un procédé de coupage thermique utilisant une flamme de gaz combustible/oxygène et de l'oxygène de coupe. La chaleur dégagée par la flamme de chauffe et la chaleur produite lors de la combustion permettent une combustion continue par l'oxygène de coupe. Les oxydes produits, mélangés à du métal en fusion, sont expulsés par l'énergie cinétique du jet d'oxygène de coupe. La saignée est obtenue par cette action.

Le coupage à la flamme est possible lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- la température d'ignition du matériau à couper est inférieure à sa température de fusion;
- la température de fusion des produits de la combustion et des oxydes métalliques est inférieure à la température de fusion du matériau à découper;

- le procédé produit une quantité de chaleur suffisante pour que les surfaces du matériau, dans le sens de la coupe, atteignent au moins la température d'ignition;
- l'apport de chaleur par la flamme de chauffe et la combustion du matériau dans la saignée sont supérieurs à la déperdition de chaleur due à la dissipation dans le matériau et dans le milieu environnant;
- les scories sont assez liquides pour pouvoir être expulsées de la saignée par le jet d'oxygène de coupe.

B.3.2 Coupage plasma

Le coupage plasma est un procédé de coupage thermique dans lequel un arc constricté est utilisé. Les gaz polyatomiques se dissocient dans l'arc et s'ionisent partiellement. Les gaz monoatomiques s'ionisent partiellement. Le jet de plasma ainsi produit a une température et une énergie cinétique élevées. Il fond ou vaporise partiellement le matériau, et l'expulse, créant ainsi une saignée.

L'épaisseur de tôle pouvant être découpée est limitée, car en coupage plasma toute la chaleur nécessaire pour liquéfier le matériau est fournie par le processus de coupage. En coupage plasma, une distinction est faite entre l'arc transféré et l'arc non transféré. Pour le coupage plasma, le matériau à découper doit être conducteur de l'électricité car il fait partie du circuit électrique. Ce procédé convient au coupage de tôles métalliques minces et fortes. Le gaz plasmagène qui est utilisé en fonction de la nature et de l'épaisseur du matériau à découper est un facteur déterminant pour le transfert d'énergie. En coupage plasma avec arc non transféré, le matériau ne fait pas partie du circuit électrique. Cette méthode permet donc de découper également des matériaux non conducteurs. Le coupage plasma avec arc non transféré n'est applicable qu'aux faibles épaisseurs car la tête de coupe est utilisée comme anode.

B.3.3 Coupage laser

Le coupage laser est un procédé de coupage thermique dans lequel un faisceau laser focalisé fournit l'énergie nécessaire au coupage, cette énergie étant ensuite convertie en chaleur. Le procédé de coupage est complété par l'utilisation d'un jet de gaz. Le coupage laser comporte trois variantes: coupage laser avec flamme, coupage laser avec fusion et coupage laser avec sublimation.

B.4 Matériaux

B.4.1 Coupage à la flamme

Les conditions préalables indiquées en B.3.1 sont remplies dans le cas du fer, des aciers non alliés, de plusieurs aciers alliés, ainsi que du titane et certains alliages de titane. Le processus de coupage est rendu plus difficile par certains éléments d'alliage et éléments d'accompagnement, à l'exception du manganèse, et ce, à mesure que la teneur augmente, par exemple celle du chrome, du carbone, du molybdène et du silicium. C'est ainsi que les aciers à forte teneur en chrome-nickel ou les aciers au silicium et la fonte ne peuvent pas être oxycoupés sans précautions spéciales. Ces matériaux peuvent être coupés par d'autres procédés de coupage thermique, par exemple oxycoupage à la poudre métallique, coupage plasma.

B.4.2 Coupage plasma

Presque tous les métaux fusibles, conducteurs de l'électricité, tels que les aciers non alliés et faiblement alliés, les alliages de nickel, de cuivre, de titane, d'aluminium, etc., peuvent être découpés au plasma.

B.4.3 Coupage laser

Tout matériau peut être découpé au laser à condition que ses propriétés ne soient pas trop affectées par le coupage, afin que la pièce conserve au moins les propriétés nécessaires à l'application envisagée. Le coupage laser peut être utilisé notamment pour les aciers non alliés, les aciers alliés, les alliages de nickel, de titane et d'aluminium.

Bibliographie

- [1] ISO 17658, *Soudage — Défauts des coupes exécutées par oxycoupage, coupage laser et coupage plasma — Terminologie*