



Partie I. Introduction

■ Arcelor Auto	5
■ Définition des produits	8
■ Guide de choix des produits	19
■ Tableaux indicatifs d'équivalences de normes	28

Arcelor Auto

Arcelor

Arcelor, un des premiers opérateurs sidérurgiques mondiaux, est né d'un rapprochement et d'une volonté. Le rapprochement d'**Aceralia**, **Arbed** et **Usinor**. La volonté de trois groupes européens de mobiliser leurs synergies techniques, industrielles, commerciales, autour d'un projet commun, pour créer un leader mondial qui a pour ambition de s'affirmer comme une valeur de référence dans l'industrie de l'acier, et de contribuer à sa consolidation.

Son objectif : répondre encore mieux aux besoins de ses clients devenus mondiaux, optimiser ses capacités industrielles, créer des solutions acier toujours plus innovantes, gagner du temps sur les développements.

Le groupe **Arcelor** développe ses activités dans 4 domaines :

- les aciers plats au carbone,
- les aciers longs au carbone,

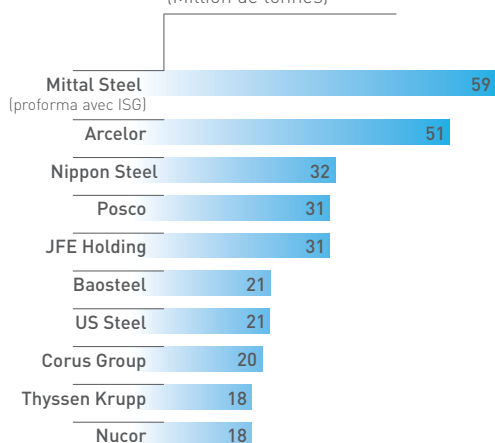
- les aciers inoxydables plats et longs,
- la distribution, la transformation et le trading.

Il est l'un des premiers producteurs mondiaux dans ces deux premiers domaines, l'un des leaders pour la production d'acier inoxydable, et parmi les premiers en Europe pour la transformation-distribution-trading.

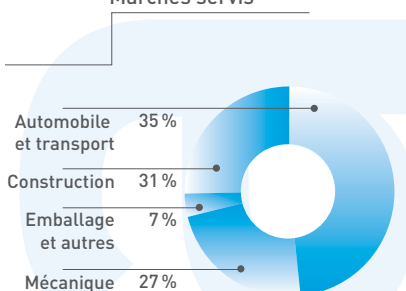
Employant près de 96 000 personnes dans plus de 60 pays, **Arcelor** est le deuxième producteur sidérurgique mondial avec une production annuelle de près de 46,7 millions de tonnes d'acier brut en 2005 et un chiffre d'affaires d'environ 32,6 milliards d'euros.

Il constitue un opérateur de premier plan sur tous ses grands marchés : l'automobile, premier marché du Groupe (35 % des livraisons en tonnes), la construction, l'électroménager et l'emballage, l'industrie générale.

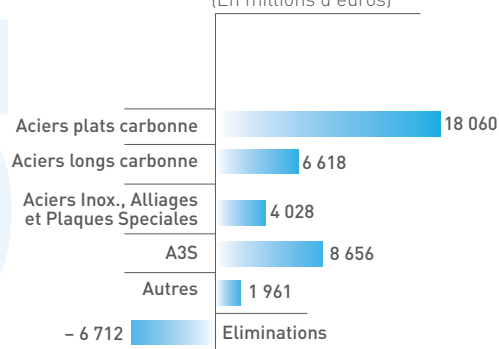
Classement mondial
des sidérurgistes en 2005
(Million de tonnes)



Marchés servis



Répartition du chiffre
d'affaires par secteur
(En millions d'euros)



Arcelor Auto : le premier fournisseur de l'industrie européenne, un acteur majeur sur le marché mondial

Au sein du groupe **Arcelor**, les aciers plats au carbone intègrent **Aceralia**, **Cockerill Sambre**, **Sollac Atlantique**, **Sollac Lorraine**, **Sollac Méditerranée**, **Sidmar**, **Stahlwerke Bremen**, **EkoStahl** et **Vega do Sul**, ce qui place Arcelor au premier rang dans le monde. Au sein de ce groupe d'envergure mondiale, les relations avec le secteur automobile ont été regroupées en une seule entité, **Arcelor Auto**.

Fort de l'expertise des trois grands groupes qui ont fusionné au sein d'**Arcelor**, **Arcelor Auto** est de loin le premier fournisseur d'acier plat aux industries automobiles en Europe - constructeurs, équipementiers, co-traitants -, et un leader mondial avec 15 % de part de marché.

L'automobile, qui représente pour **Arcelor** 35 % des livraisons en tonnes de produits plats est le premier marché du Groupe.

Pour servir ce marché stratégique, **Arcelor Auto** ne cesse d'améliorer son offre de produits et services et d'étendre sa présence pour accompagner la mondialisation de l'industrie automobile et lui fournir sur les quatre marchés, Europe, Nafta, Asie, Amérique du Sud, la même qualité de produits et de services auxquels elle est habituée en Europe de l'Ouest. En deux ans, le périmètre d'**Arcelor Auto** s'est ainsi renforcé de façon significative, avec le développement des activités aval en Europe (flan multi-épaisseurs en propre, emboutissage en partenariat), l'ouverture de nouveaux Centres de Services en partenariat, la création d'**Arcelor Auto Processing** et de nouvelles implantations hors d'Europe (bureaux techniques à Détroit et Tokyo, nouvelles lignes de galvanisation en Turquie, en Russie et en Chine, alliance stratégique avec Nippon Steel Corporation).

■ Les chiffres clés (Arcelor Auto)

■ Chiffres clés 2005

- Livraisons aciers plats : 9,5 millions de tonnes, dont 66 % de produits revêtus.
- Chiffre d'affaires consolidé : 5 milliards d'euros.
- Ventes flans soudés : 27 millions d'unités.
- 22 lignes de revêtements en Europe de l'Ouest, + 64 en dehors d'Europe, en joint venture (Canada, Brésil, Turquie, Russie, Chine).
- 23 Centres de Services en Europe dédiés à l'automobile (en propre ou en partenariat).

Avec un chiffre d'affaires de 5 milliards d'euros réalisé dans l'automobile, **Arcelor Auto** s'affirme comme un acteur majeur au plan mondial, tout particulièrement dans le secteur des aciers revêtus pour pièces de peau où il domine largement le marché européen avec son produit breveté **Extragal™**, livrant tous les acteurs de la chaîne automobile (constructeurs, équipementiers, co-traitants), directement ou par l'intermédiaire de centres de services dédiés, filiales ou associés.

■ Globalisation et externalisation

■ La réponse d'Arcelor Auto aux nouveaux enjeux de l'automobile

L'industrie automobile connaît aujourd'hui des évolutions d'une envergure sans précédent : globalisation du marché, avec le développement de plates-formes mondiales ; concentration croissante des acteurs, les 6 premiers groupes automobiles représentant désormais 73 % de la production mondiale de voitures particulières ; progression de l'externalisation, avec la croissance en valeur et en volume des activités sous-traitées, en particulier dans l'emboutissage et l'assemblage.

Face au double challenge de la réduction des coûts et de l'augmentation de la valeur produite exprimée en performance, les rapports entre les industriels de la filière automobile se modifient en profondeur. L'externalisation a pour corollaire une imbrication de plus en plus forte des constructeurs et de leurs fournisseurs, une intégration de plus en plus poussée des processus au sein d'une "entreprise étendue".

C'est dans cette perspective que s'inscrit la stratégie d'**Arcelor Auto** depuis sa création. En réponse à ces nouveaux enjeux, **Arcelor Auto** développe son offre selon trois axes, pour accompagner ses clients hors de l'Europe de l'Ouest en leur proposant, partout dans le monde, les mêmes produits et services :

Une gamme de produits complète et innovante, complétée par une offre de solutions acier qui lui permet de développer avec ses clients un partenariat étroit.

Un développement des activités aval, qui lui permet d'offrir une réponse complète aux besoins des constructeurs en matière d'externalisation, en Europe et dans le monde. A travers **Arcelor Auto Processing** (AAP) et ses lignes de flans soudés regroupées dans **Tailored Blank Arcelor** (TBA), **Arcelor Auto** offre désormais une couverture européenne. Par ailleurs, ses partenaires **Gestamp** et **Magnetto** lui confèrent une capacité d'intervention sur l'ensemble de la gamme d'emboutissage et d'hydroformage non seulement en Europe de l'Ouest, mais aussi en Amérique du Sud et en Europe de l'Est.

Un renforcement de sa présence mondiale, à proximité des centres de conception et de décision hors d'Europe, comme en témoignent le Centre Technique de Détroit, et celui de Tokyo, la multiplication du nombre des ingénieurs résidents chez les constructeurs et équipementiers, et l'ouverture de nouvelles lignes de galvanisation en joint-venture, au Brésil, en Russie, en Turquie et en Chine.

■ Arcelor et Nippon Steel Corporation : une alliance historique

■ **Nippon Steel Corporation** et **Arcelor** ont signé en 2001 le "Global Strategic Alliance Agreement".

Cette alliance a pour objectif, une meilleure satisfaction des besoins à l'échelle mondiale des clients dans l'utilisation de toutes les ressources de l'acier. Cet accord concerne les aciers pour construction et bâtiment, les inox, le management de la **R&D**, l'environnement et l'automobile. Pour ce dernier secteur, un accord spécifique, l'"**Automotive Steel Alliance Implementation Agreement**" vient compléter l'accord général.

Cette alliance est axée autour d'une coopération technique à l'échelle mondiale, les deux groupes restant commercialement concurrents. Son objectif : offrir des solutions aciers encore plus performantes à l'industrie automobile et disponibles de façon mondiale. Cette industrie est confrontée à des enjeux majeurs : globalisation, réglementations environnementales, sécurité et réduction des coûts.

Arcelor et **Nippon Steel Corporation** veulent partager la même stratégie pour répondre à ces besoins. Les engagements pris par **Usinor** à l'époque dans le cadre de cette alliance sont aujourd'hui assumés par **Arcelor**.

Conséquence : les réponses des deux partenaires à leurs clients ont été étendues à d'autres produits que les aciers plats auto et les produits inox, objets initiaux de l'alliance, tels que les aciers pour la construction et le bâtiment.

Nos deux groupes, qui sont déjà séparément leader mondiaux dans leur domaine, apportent, en s'alliant à l'industrie automobile, une capacité nouvelle à offrir des solutions aciers de très haut niveau disponibles partout dans le monde. Cette capacité se traduira par des solutions techniques et logistiques nouvelles et globales ainsi que par une rapidité de mise sur le marché des nouveaux produits grandement accrue et en phase avec l'accélération de l'évolution des besoins de l'industrie automobile.

En terme d'assistance technique, nous sommes en mesure d'impliquer des groupes techniques, des équipes mixtes **Arcelor-Nippon Steel** pour rechercher avec eux les meilleures solutions acier au moindre coût, leur permettant ainsi d'utiliser partout dans le monde les mêmes spécifications.

En partageant leur budget de **R&D Arcelor** et **Nippon Steel Corporation** seront en mesure de développer des solutions aciers encore plus performantes en des temps de développement réduits.

■ Pour nos clients cela signifie :

→ Une liste de produits équivalents aux deux sociétés construite grâce à des programmes exhaustifs de comparaison et d'ajustement de nos offres actuelles, des cessions mutuelles de licences et le partage de nos développements.

→ Le même produit partout dans le monde, "Global supply network".

→ Une approche technique commune dans la conception des véhicules mondiaux.

→ Une gamme de produits et de solutions aciers élargie.

→ Des temps de développement réduits.

En janvier 2006, **Arcelor** et **Nippon Steel Corporation** fêtent leur cinq ans d'alliance avec un bilan déjà très positif. Durant ces cinq ans **Arcelor** et **Nippon Steel** ont ainsi implémenté avec le groupe Tata Steel en Inde un accord tripartite de coopération technique dans le domaine de l'automobile.

Définition des produits

■ Grande famille Métallurgique et caractérisations

La gamme des aciers Arcelor Auto inclut toutes les principales familles métallurgiques :

- Aciers pour emboutissage : calmé aluminium ou acier IF.
- Aciers à haute résistance : aciers à haute limite d'élasticité, aciers rephosphorés, IFHR, Isotropes ou à bake hardening.
- Aciers multiphasés à très haute résistance : Dual Phase, Trip steels, Ferrite-Bainite, phases complexes.

Les propriétés mécaniques de ces aciers résultent d'une combinaison de plusieurs paramètres définis tout au long de la filière de fabrication de l'acier, dont deux paramètres majeurs :

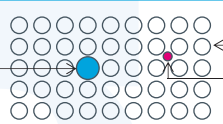
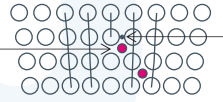
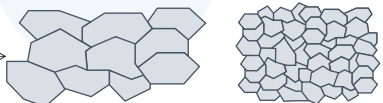


- La composition chimique.
- Le processus thermo-mécanique

L'obtention des caractéristiques mécaniques

Pour l'obtention des caractéristiques mécaniques souhaitées, l'objectif du sidérurgiste est de trouver différents compromis résistance/formabilité de l'acier suivant son utilisation dans l'automobile.

Il dispose de divers mécanismes de durcissement qui seront employés seuls ou en combinaison :

MÉCANISME DE DURCISSEMENT DE L'ACIER

Type de durcissement	Schéma de principe	
Solide	Atome de substitution	 <p>Atome de fer Atome interstitiel</p>
Effet Bake-hardening	Atome interstitiel	 <p>Dislocation en coin</p>
Taille de grain	Gros grain	 <p>Grain fin</p>
Précipitation	Précipitation grossière	 <p>Dispersion fine</p>
Structure Multiphasée	Phase Ferrite Dislocation	 <p>Phase dure (Martensite, Bainite, Austénite)</p>

Pour activer et contrôler ces mécanismes, le sidérurgiste contrôle :

a) La composition chimique

La composition de l'alliage confère à l'acier son niveau de résistance mécanique. La fonte brute, première étape de fabrication de l'acier, est uniforme pour tous les produits. C'est au stade suivant, celui où sont ajoutés ou supprimés à la fonte brute les éléments d'alliage, que seront déterminées les grandes familles d'acier, des plus raides aux plus emboutissables. La proportion de carbone joue un rôle primordial dans cette répartition car le carbone est le principal élément durcissant vis-à-vis du fer. D'autres

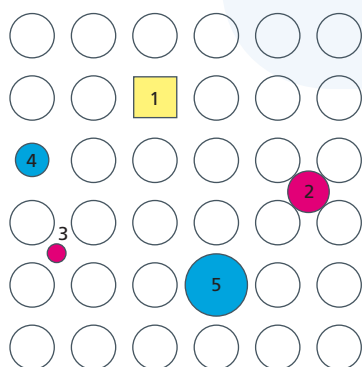
éléments tels que le manganèse, le silicium ou le phosphore participent aussi à l'ajustement du niveau de résistance de l'acier. De façon plus sélective, on peut aussi ajouter d'autres éléments d'alliage comme le titane, le niobium ou le vanadium qui confèrent des propriétés spécifiques de dureté. On parle dans ce cas, d'aciers micro-alliés car l'effet de ces éléments se manifeste même quand ils sont ajoutés en très petite quantité par rapport aux autres éléments d'alliage.

Pour les aciers multiphasés, l'obtention des phases dures peut nécessiter des ajouts de chrome et molybdène.

L'azote, tout comme le carbone, sont des éléments chimiques de faible taille atomique par rapport à celle du fer. Ils sont appelés éléments interstitiels car ils se positionnent aisément à l'intérieur de la matrice cristalline du fer (positions 2 ou 3 de la figure ci-dessus, les positions 4 et 5 étant occupées par des éléments de substitution, tels le Mn, Si... et la position 1 étant une lacune). Placés aux interstices du réseau cristallin, ils durcissent ainsi l'ensemble du cristal par un verrouillage des possibilités de glissement des plans atomiques entre eux. Leur quantité dans l'alliage d'acier est déterminante pour ses propriétés mécaniques ultérieures. La teneur en carbone est ajustée principalement par soufflage d'oxygène dans la fonte

liquide et peut être complétée par une opération sous vide. Deux voies sont possibles pour procéder à la décarburation et la dénitruration c'est-à-dire pour provoquer la précipitation des atomes de carbone et d'azote résiduels en composés trop volumineux pour occuper des positions interstitielles, réduisant ainsi considérablement leur influence durcissante: soit l'adjonction d'aluminium (on parle d'aciers "calmés" à l'aluminium). C'est la voie choisie pour les aciers courants et à résistance élevée • soit l'adjonction de titane (on parle d'aciers "calmés" au titane). Cette deuxième voie est la plus efficace pour réduire au minimum la présence d'azote et de carbone interstitiels. Elle conduit aux aciers doux de type "Interstitial Free" (IF).

DIFFÉRENTES POSITIONS QUE PEUVENT OCCUPER LES ÉLÉMENTS D'ALLIAGE DANS LA MATRICE CRISTALLINE DU FER



b) Le processus thermo-mécanique

L'acier possède une structure granulaire qui influence le comportement mécanique des aciers à deux niveaux :

→ A l'échelle microscopique, par les irrégularités d'alignement (les dislocations) et les éléments d'alliage en insertion ou en substitution que comporte chaque grain, qui est lui-même un mono-cristal de fer.

→ A une échelle plus macroscopique, par la forme des grains (allongés ou équiaxes) ainsi que par leur taille.

Pour une composition chimique donnée, ces caractéristiques de l'acier sont en relation avec les cycles thermo-mécaniques subis tout au long de la filière de fabrication :

→ La solidification sous forme de brame

→ Le laminage à chaud

→ Le laminage à froid

→ Le recuit

→ Le skin-pass.

Les températures de laminage, les vitesses de refroidissement, les températures de bobinage, les taux de réduction d'épaisseur au laminoir à froid, les cycles de recuit, les taux de skin-pass sont autant de paramètres permettant d'ajuster la structure de l'acier et donc les propriétés finales du produit.

STRUCTURE GRANULAIRE DE L'ACIER



Caractérisation par l'essai de traction

L'acier est avant tout caractérisé par ses propriétés mécaniques, qu'il soit commercialisé au stade du laminage à froid (épaisseurs inférieures à 3,0 mm), ou bien à celui du laminage à chaud (pour des épaisseurs supérieures à 1,8 mm actuellement). Ces propriétés reflètent l'aptitude de l'acier à la transformation et à la mise en forme par emboutissage, pliage, hydroformage...

L'essai de traction est la méthode la plus couramment utilisée pour déterminer les propriétés mécaniques des matériaux.

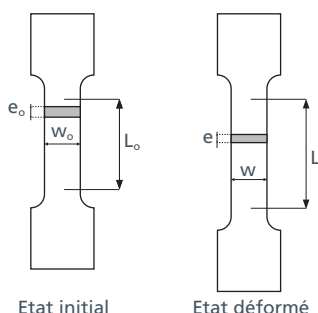
Il possède deux avantages :

1. Il est simple à mettre en œuvre, rapide et standardisé.
2. La courbe de traction, qui en résulte, fournit des informations précises et nombreuses.

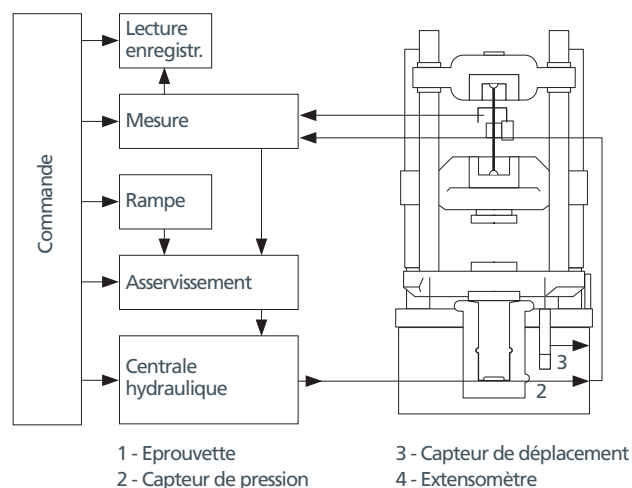
Le principe du test consiste à exercer un allongement graduel sur une éprouvette de la nuance à caractériser. La déformation est appliquée dans une seule direction, le sens long de l'éprouvette. Sont enregistrés simultanément, la charge nécessaire pour déformer l'éprouvette jusqu'à sa rupture et la déformation de celle-ci, ce qui permet de tracer la courbe de l'effort (la charge rapportée à la section initiale de l'éprouvette) en fonction de la déformation (exprimée en pourcentage d'allongement par rapport à la longueur initiale de l'éprouvette, schéma b. de la figure ci-dessous).

C'est la courbe de traction dont l'allure est donnée dans la figure ci-contre. Ce test uniaxial est décrit précisément dans la norme EN 10002, par exemple.

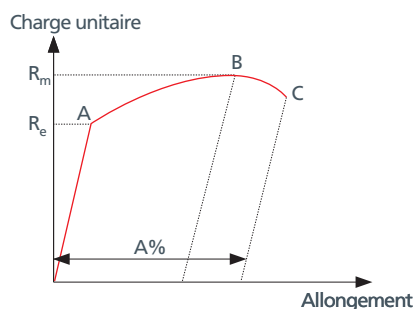
FORME DE L'ÉPROUVETTE DE TRACTION



SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE DE TRACTION



ALLURE DE LA COURBE DE TRACTION



Remarque

Les dimensions des éprouvettes :

1. La dimension des éprouvettes de traction diffère selon l'épaisseur du produit testé :

- a. : ép. \leftarrow 3 mm : largeur 20 mm et longueur 80 mm
- b. : ép. \rightarrow 3 mm : largeur 30 mm et longueur $5,65\sqrt{S_0}$, avec S_0 = largeur x épaisseur.

Dimensions normées en Europe (normes EN).

2. La dimension des éprouvettes varie aussi selon les pays :

- a. : Japon (norme JIS) : largeur 25 mm et longueur 50 mm
- b. : USA (norme ASTM) : largeur 12,5 mm et longueur 50 mm.

Ces variations de taille d'éprouvettes se traduisent par des valeurs de caractéristiques mécaniques non comparables, mais qui peuvent cependant être converties d'une norme à l'autre sur la base de corrélations largement vérifiées.

CORRELATIONS JIS - ISO FOR ELONGATION VALUES

EN-ISO	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
JIS - COLD ROLLED	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46	47	48	49	50
JIS - HOT ROLLED						13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46	47	49	50	51	52	53

le sens de traction

Tous les paramètres qui sont déduits de l'essai de traction traduisent les propriétés de l'acier dans une direction donnée : celle de l'essai de traction. Ces valeurs dépendent donc de la direction de prélèvement de l'éprouvette par rapport à la direction de laminage de la tôle mince.

La direction de prélèvement, en donnant les caractéristiques mécaniques de l'acier, doit donc toujours être précisée par rapport au sens de laminage :

- Sens long SL (repéré par l'indice 0°).
- Sens travers ST (repéré par l'indice 90°).
- Sens "oblique" (repéré par l'indice 45°).

■ Les principales caractéristiques mécaniques

Par l'essai de traction, on mesure les grandeurs suivantes, caractéristiques du matériau :

a) La limite d'élasticité : R_e

Point A de la courbe de traction. C'est la charge qui délimite le domaine élastique, où les déformations sont réversibles, du domaine plastique où commencent les déformations irréversibles.

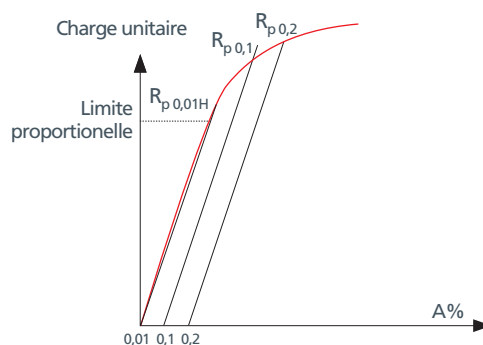
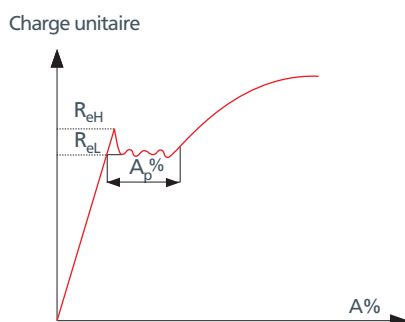
Deux cas peuvent se présenter :

→ 1. La transition entre les domaines élastique et plastique fait apparaître un maximum suivi d'un palier, c'est-à-dire un décrochement brusque de la limite d'élasticité : on distingue la limite élastique supérieure R_{eH} qui correspond à ce

maximum et la limite d'élasticité inférieure R_{eL} qui correspond au palier. La longueur du palier est définie par la grandeur A_p .

→ 2. La transition se fait de manière progressive: la limite d'élasticité reçoit une définition conventionnelle : elle est mesurée pour une valeur de 0,2 % d'allongement et notée $R_{p0,2}$. Quel que soit le cas, l'appellation R_e sera utilisée dans la suite du document.

DÉFINITION DE LA LIMITE D'ÉLASTICITÉ ET DU PALIER



b) La résistance à la traction (ou résistance à la rupture ou encore résistance mécanique) : R_m

Point B de la courbe de traction. C'est la charge maximale atteinte durant l'essai de traction.

A partir de ce point, la déformation commence à se localiser sous forme de striction, ce qui explique la décroissance de l'effort nécessaire aux déformations au delà du point B.

Un processus de mise en forme qui conduirait à franchir ce point se traduirait par des déformations localisées inhomogènes avec pour conséquence une non conformité géométrique ou une rupture localisée de la pièce.

c) L'allongement à la rupture : $A\%$

C'est la valeur rémanente de l'allongement après rupture de l'éprouvette, au point C de la courbe de traction.

d) Le coefficient d'écrouissage : n

Dans l'essai de traction, on mesure les efforts rapportés à la section initiale de l'éprouvette. Si l'on calcule les efforts rapportés à la section instantanée de l'éprouvette, en utilisant les lois de conservation de la matière, on détermine alors les contraintes vraies σ et les déformations vraies ϵ . La courbe que l'on obtient alors en traçant $\sigma = f(\epsilon)$ s'appelle

la courbe rationnelle de traction. Cette courbe peut-être modélisée selon la loi d'Hollomon : $\sigma = k \cdot \epsilon^n$, où n s'appelle le coefficient d'écrouissage. Il caractérise la propension de l'acier à se durcir au cours de la déformation dans le domaine plastique (plus n est élevé, plus l'acier se consolide vite) et à subir une déformation en expansion.

e) Le coefficient d'anisotropie : r

Ce coefficient mesure la tendance de l'acier à s'amincir au cours de l'essai de traction. Il exprime le rapport entre la déformation en largeur et la déformation en épaisseur de l'éprouvette. Il reflète ainsi l'aptitude de l'acier à s'emboutir

profondément en accommodant la déformation en rétreint. Les valeurs usuelles de r, de l'ordre de 1 pour les tôles à chaud peuvent atteindre près de 3 pour les tôles minces pour emboutissage de qualité supérieure.

f) Bake-hardening

Capacité de durcissement par vieillissement des aciers lors de la cuisson de la peinture, cette capacité étant mise à profit pour provoquer une augmentation de la limite d'élasticité sur pièce finie.

Ainsi, ces aciers permettent de concilier une bonne aptitude à l'emboutissage et, après cuisson de la peinture, une bonne résistance à l'indentation (valeur de R_e plus élevée que sur

métal à plat) et une bonne résistance à la déformation plastique de la pièce..

Il est déterminé par la mesure de l'augmentation de R_e lors d'un traitement thermique de 170 °C pendant 20 min simulant les conditions de cuisson de la peinture après prédéformation en traction uniaxiale de 2 % usage le plus représentatif : paramètre appelé BH2.

g) Work-hardening

Augmentation de la limite d'élasticité, par rapport au niveau de référence, après une déformation plastique.

■ Les familles d'aciers plats bas C

Les aciers plats carbone peuvent-être regroupés par famille selon leurs caractéristiques mécaniques, le compromis résistance/ductilité et les principes métallurgiques employés

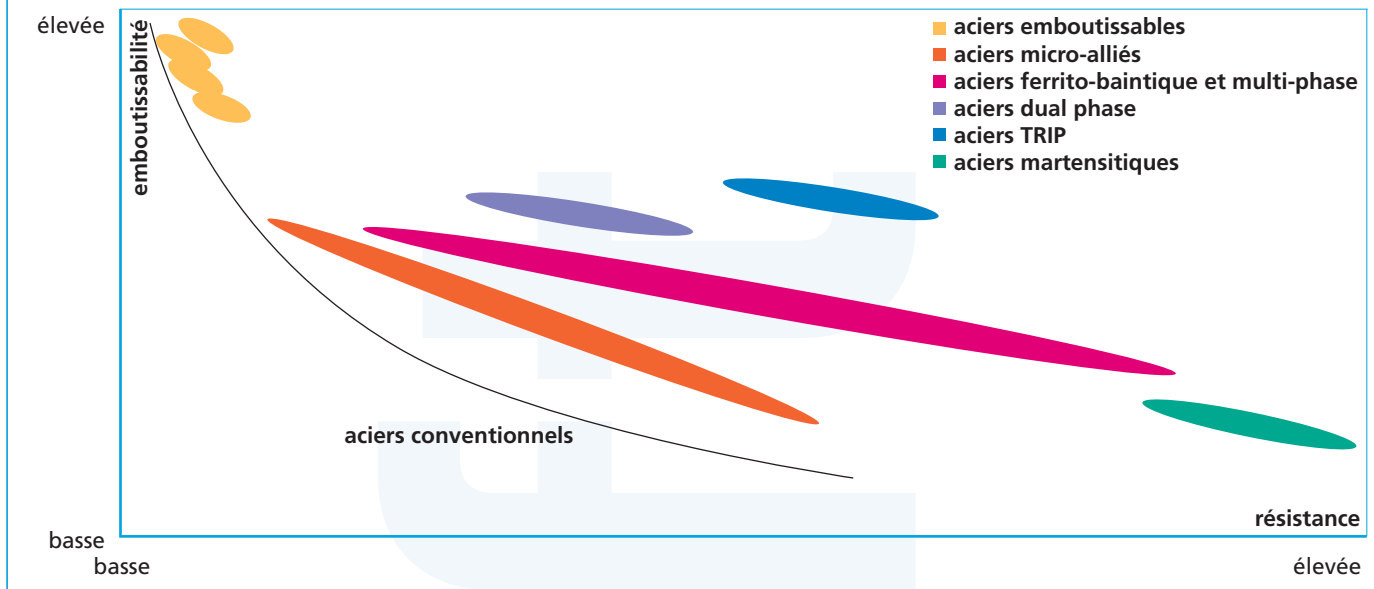
(chimie et procédés thermomécaniques). A l'intérieur des familles métallurgiques, des classifications par plages de R_e ou de R_m définissent des grades.

■ Les Familles métallurgiques

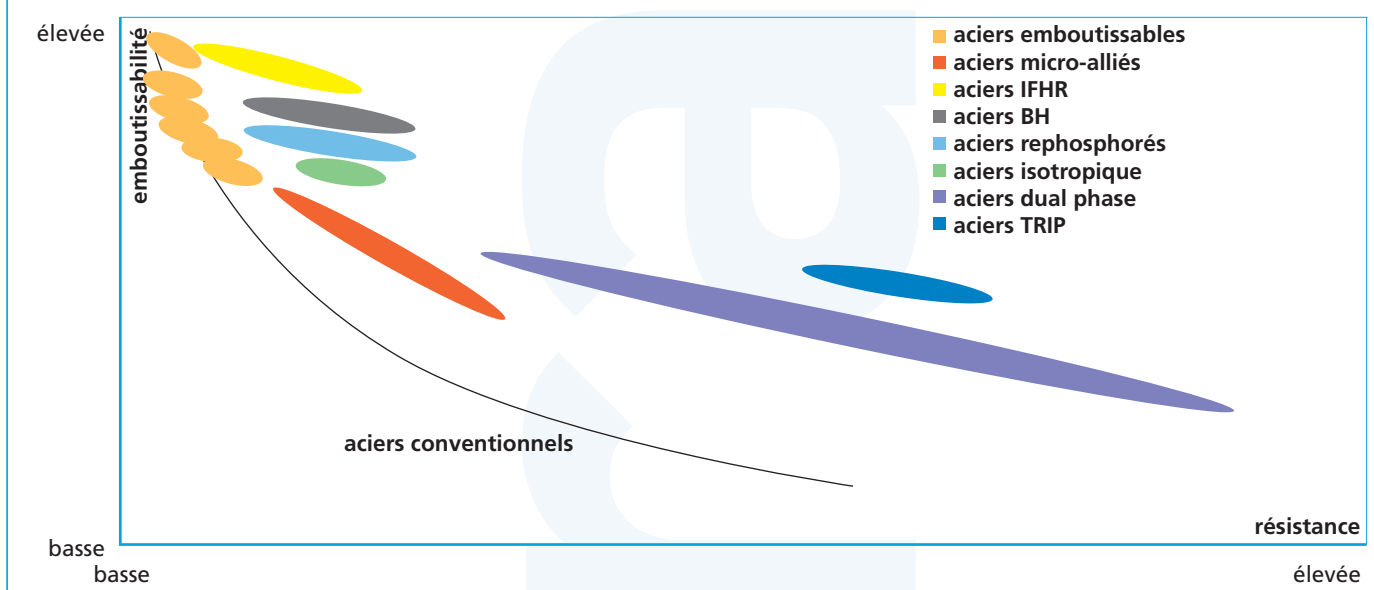
FAMILLE	OFFRE	PRINCIPE MÉTALLURGIQUE	COMPROMIS RÉSISTANCE/DUCTILITÉ (INDICATIF, TOUS GRADES COMPRIS)
ACIERS POUR EMBOUTISSAGE		Aciers ferritiques calmés Al. Aciers ferritiques Interstitial free	R_m ~270-340 MPa A% ~28-42%
ACIERS ISOTROPES		Aciers ferritiques calmés Al à structure équiaxe contrôlée	R_m ~300-400 MPa A% ~32-35%
ACIERS À HAUTE RÉSISTANCE REPHOSPHORÉS		Aciers ferritiques calmés Al, durcissement par éléments de substitution : Mn, Si, P.	R_m ~340-460 MPa A% ~26-40%
ACIERS À HAUTE RÉSISTANCE IF		Aciers ferritiques IF, durcissement par éléments de substitution : Mn, Si, P	R_m : ~340-460 MPa A% : ~28-40%
ACIERS À BAKE HARDENING		Aciers ferritiques calmés aluminium ou Ultra Low C contrôlés en éléments interstitiels C, N après recuit.	R_m : ~300-480 MPa A% : ~28-38%
ACIERS À DISPERSOÏDES MICROALLIÉS (HSLA)		Aciers ferritiques, durcissement par précipitation fine et répartition de carbonitrures de Ti ou Nb	R_m : ~330-590 (LAF) A% : ~21-33% (LAF) R_m : ~370-900 (LAC) A% : ~14-30% (LAC)
ACIERS DUAL PHASE		Aciers ferrite+martensite	R_m : ~450-1200 MPa A% : ~6-30%
ACIERS FERRITE-BAINITE		Aciers ferrite+ bainite	R_m : ~450-670 MPa A% : ~20-33%
ACIERS MULTIPHASE		Aciers ferrite (ou ferrite durcie), bainite, martensite	R_m : ~750-1300 MPa A% : ~5-14%
ACIERS TRIP		Aciers ferrite, bainite, austénite résiduelle (transformation progressive de l'austénite en martensite lors de la déformation à froid)	R_m : ~590-900 MPa A% : ~21-30%
ACIERS POUR EMBOUTISSAGE À CHAUD		Aciers trempant au Bore, martensitique après trempe	R_m : >1500 Mpa A% : >5% (après emboutissage et trempe)
ACIERS X-IP		Aciers austénitiques en développement	R_m : >1000 Mpa A% : >50%

LAMINÉ À FROID LAMINÉ À CHAUD

GAMME D'ACIERS LAMINÉS À CHAUD D'ARCELOR AUTO



GAMME D'ACIERS LAMINÉS À FROID D'ARCELOR AUTO



Les aciers **Usibor** destinés à la mise en forme à chaud ne sont pas représentés dans ces diagrammes. Ils offrent en service des résistances mécaniques de l'ordre de 1500 Mpa après trempe.

■ Revêtements

La protection anti-corrosion des carrosseries est devenue pour l'industrie automobile un argument important exprimé sous forme de garantie anti-corrosion.

Plusieurs solutions de protection ont été développées. Les plus courantes peuvent être classées en 3 groupes :

- Les revêtements métalliques déposés au trempé dans un bain de métal liquide (température jusqu'à 700° C).
- Les revêtements métalliques électrodéposés (à température légèrement supérieure à l'ambiante).

→ Les revêtements organiques en couches minces (0,5 à 6 µm), appliqués sur substrat préalablement protégé par revêtement métallique, électrodéposés ou au trempé, et ayant subi un prétraitement afin d'augmenter la tenue à la corrosion et l'adhérence du revêtement organique.

Par combinaison du procédé de déposition, de la composition chimique, de l'épaisseur (ou du grammage selon l'unité utilisée), du caractère mono ou biface et de l'aptitude à répondre aux exigences d'aspect de surface, différentes familles sont créées.

■ Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques principales.

	REVÊTEMENTS MÉTALLIQUES AU TREMPÉ				REVÊTEMENT MÉTALLIQUE ÉLECTRODÉPOSÉ	REVÊTEMENT ORGANIQUE MINCE SUR REVÊTEMENT MÉTALLIQUE
	EXTRAGAL	GALFAN	GALVANNEALED	ALUSI®	EZ	ROM
COMPOSITION	Zn	Zn + 5 % Al	Zn + 10 % Fe	Al + 10 % Si	Zn	Résine époxy
QUANTITÉ USUELLE PAR FACE	7.5 à 20 µm, soit 54 à 144 g/m²	7 à 23 µm, soit 50 à 160 g/m²	5.5 à 8.5 µm, soit 40 à 60 g/m²	6 à 30 µm, soit 20 à 100 g/m²	7.5 à 10 µm, soit 54 à 70 g/m²	~1 à 6 µm
MONO/BIFACE	Biface	Biface	Biface	Biface	Mono ou Biface	Mono ou Biface

L'épaisseur des revêtements est mesurée en continu sur les lignes de revêtement à l'aide de jauges à rayons X qui balaient la largeur de la bande en défilement. D'autres types de mesures peuvent être réalisés, mais qui ne donnent qu'une valeur ponctuelle :

→ Avec un permascopie, qui mesure la différence d'épaisseur entre le produit revêtu et le produit nu.

→ Par mesure chimique où l'on détermine sur un échantillon la différence de poids entre l'état revêtu et l'état dévêtu, cette mesure étant la plus précise.

→ Au microscope optique, qui donne des valeurs très locales de l'épaisseur de revêtement.

La précision de la mesure de l'épaisseur de revêtement dépend du procédé :

→ Environ +/- 1 µm, en revêtement au trempé.

→ De l'ordre de +/- 0,1 µm en l'électrodéposition.

■ Surfaces

L'état de surface des aciers joue un rôle important sur leurs propriétés d'utilisation, en particulier pendant le processus de formage et de mise en peinture.

La qualité de surface est principalement caractérisée par :

→ La topographie de surface.

→ La lubrification.

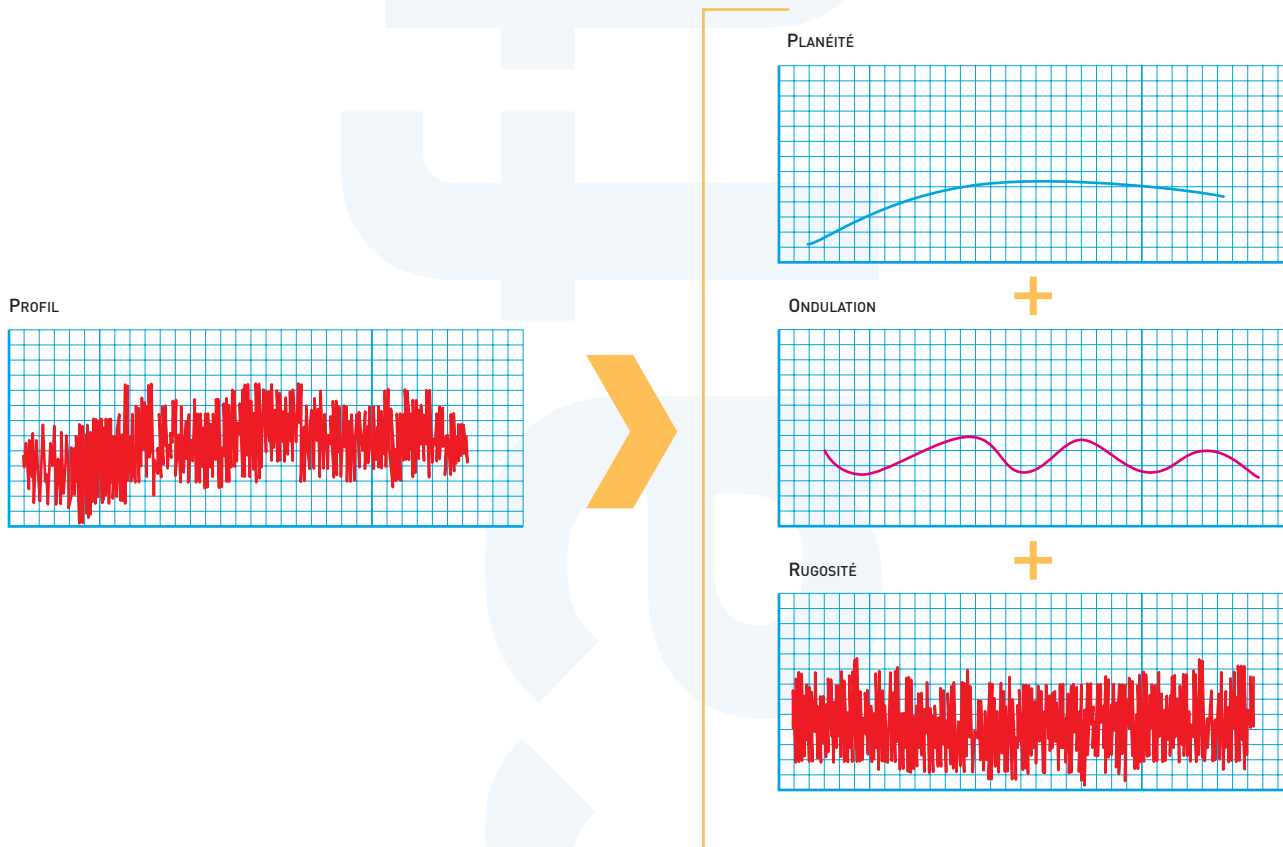
→ Les traitements de surface.

Topographie de surface

La topographie de surface décrit la micro géométrie de la surface de la feuille. C'est essentiellement une grandeur bi-dimensionnelle mais elle est usuellement caractérisée par une série de profils (sections transversales). Un profil est mesuré à l'aide d'un instrument de mesure de rugosité, en général mécanique, avec enregistrement du profil via

les mouvements verticaux d'un stylet qui est déplacé sur la surface. Le signal peut être décomposé en différents signaux sinusoïdaux caractérisés par leurs longueurs d'ondes et leurs amplitudes. Les plus petites longueurs d'ondes correspondent à la rugosité, les plus longues à l'ondulation :

DÉCOMPOSITION D'UN PROFIL DE SURFACE : LE PROFIL EST LA SUPERPOSITION DE LA RUGOSITÉ, DE L'ONDULATION ET ÉVENTUELLEMENT DU DÉFAUT DE PLANÉITÉ



La rugosité

Deux facteurs sont principalement mesurés :

→ La rugosité R_a : profondeur moyenne du profil de rugosité, généralement comprise entre 0.5 et 3 μm .

→ Le nombre de pics et RP_c : nombre de pics dépassant consécutivement les lignes définies par le profil moyen par rapport à un seuil de coupe (habituellement à -0.5 et $+0.5$ micron) exprimés en nombre par unité de longueur (n/cm).

L'augmentation de la rugosité peut constituer une solution, à lubrification constante, pour éviter le grippage lors de l'emboutissage, notamment pour les produits non revêtus. Cependant, toute augmentation de la rugosité doit être évaluée sur l'ensemble du process, en particulier en référence à l'aspect de surface après peinture.

Remarque

Les calculs des paramètres de rugosité sont établis sur une base de longueur spécifique pour une évaluation précise (au moins cinq fois la longueur de cut-off). En fonction de l'instrument de mesure, la longueur totale est généralement 12.5 mm. Le cut-off est le seuil de filtrage des grandes longueurs d'ondes, nécessaire pour obtenir des mesures représentatives de la microgéométrie locale.

L'ondulation

Le palpé du profil permet également la mesure de l'ondulation qui est une valeur moyenne des amplitudes à l'intérieur des limites de longueurs d'ondes fixées. L'ondulation est un facteur prépondérant pour l'aspect de

surface après mise en peinture (avec, bien entendu, les paramètres du processus de peinture lui-même). Deux mesures de l'ondulation sont disponibles au sein du groupe Arcelor : Wa 0.8 et FFT 0.5-5.

Pour plus d'informations, contacter notre service Relations Techniques Clientèle.

Maîtrise de la texture de surface

La topographie de surface est générée par l'impression de la rugosité des cylindres de travail sur la bande. Le transfert de la rugosité est effectué sur la dernière cage du laminoir à froid et pendant l'opération de skin pass après recuit. Le skin pass est en général l'élément prépondérant dans le transfert de la rugosité. Arcelor a su développer dans ce domaine un savoir-faire particulier pour atteindre les meilleurs compromis possibles entre

l'emboutissage et l'aspect peinture. Deux procédés de texturation sont principalement utilisés :

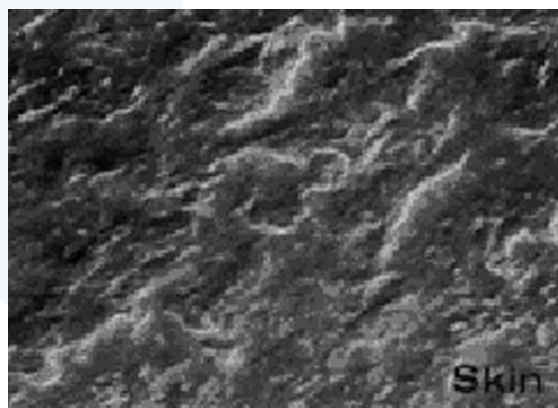
→ L'EDT (Electro Discharge Texturing) conduit à une texture de surface stochastique,

→ L'EBT (Electron Beam Texturing) produit un déplacement complètement déterministe d'impact du faisceau d'électrons, également espacés dans les directions axiales et circonférencielles des cylindres.

EXEMPLE DE PROFILS DE RUGOSITÉ (PALPAGES PARALLÈLES POUR OBTENIR UNE IMAGE EN 3 DIMENSIONS)



EXEMPLE D'ASPECT DE SURFACE APRÈS PASSAGE AU SKIN-PASS AVEC TEXTURE EDT



La lubrification

Elle remplit 2 fonctions :

→ Assurer la protection contre l'oxydation des surfaces pendant le stockage et la manutention qu'elles soient nues (oxydation rouge) ou revêtues (oxydation blanche).

→ Agir sur les conditions de frottement et réduire la tendance au grippage lors de l'emboutissage.

La lubrification est assurée par le dépôt d'huiles en quantité définie (quantité d'huile comprise entre 0.5 et 2.5 g/m²/face). Les fournisseurs de lubrifiants proposent une variété de produits, parmi lesquels **Arcelor Auto** a sélectionné une gamme correspondant aux diverses attentes de ses clients ; en particulier, certaines huiles appelées "Prelub" permettent d'améliorer spectaculairement les performances tribologiques d'un acier donné, à texture constante.

Arcelor Auto propose également une gamme de films secs (drylubs) applicables sur la plupart des revêtements comme sur les aciers non revêtus. Ces lubrifiants confèrent à l'acier de très hauts niveaux de performances en frottement qui permettent le plus souvent d'éviter tout rehuilage même dans les situations les plus délicates. Ils présentent aussi l'avantage de contribuer à la propreté des ateliers grâce à leur aspect sec.

Pour mettre au point une lubrification appropriée à une application, il convient d'effectuer des essais, afin de valider en vraie grandeur non seulement la mise en forme, mais aussi les incidences éventuelles sur d'autres process en aval (collage, dégraissage et traitements de surface notamment).

Les traitements de surface

Arcelor Auto dispose d'une offre exhaustive de post-traitements chimiques destinés à améliorer les performances en emboutissage des aciers revêtus :

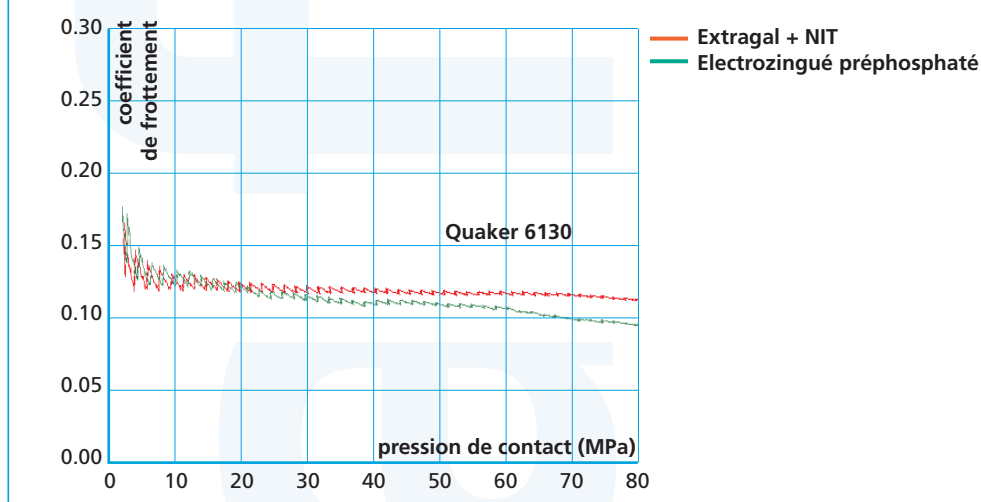
→ Des traitements chimiques spécifiques (comme le **S250**...) permettent d'améliorer le comportement tribologique des produits électrozingués.

→ La **préphosphatation** sur électrozingué permet d'améliorer ses propriétés tribologiques, de contrôler la présence de particules pendant l'emboutissage, d'augmenter la protection corrosion et de faciliter l'adhérence de la peinture.

→ Le **traitement NIT** permet d'atteindre les performances tribologiques de la préphosphatation. Il est disponible sur supports électrozingués et galvanisés Zn pur. Il est particulièrement utile pour les emboutissages difficiles, pour garantir l'homogénéité du frottement dans les cas de huilage léger et pour contrôler la présence de particules pendant l'emboutissage.

→ Le **L-Treatment** répond à des besoins comparables sur support Galvannealed.

LE COMPORTEMENT EN FROTTEMENT DU NIT SUR GALVANISÉ EST COMPARABLE À CELUI DE L'ÉLECTROZINGUÉ PRÉPHOSPHATÉ







Ces post-traitements contribuent tous à rendre le processus d'emboutissage plus robuste. Ils offrent des solutions potentielles pour diminuer les taux de rebut et les taux de retouches.

Ils ne sauraient être considérés comme des solutions universelles ; leur utilisation doit être analysée au cas par cas et faire l'objet d'une discussion avec nos équipes d'assistance technique.

Aspect de surface après peinture

Avec l'amélioration permanente des supports acier et des techniques de peinture, il est maintenant possible d'obtenir de très grandes qualités de peintures. Néanmoins un film de peinture n'est jamais complètement plat et ne reflète jamais totalement la lumière comme le ferait un miroir parfait. Ces écarts par rapport à la situation idéale peuvent

être exprimés en termes de netteté et en terme de tension. La netteté est la capacité de la tôle peinte à refléter une image de façon nette. Elle est mesurée par exemple par le facteur DOI (Distinctness of Image). Le tendu est la capacité de la tôle à éviter les distorsions de l'objet réfléchi ce que l'on nomme parfois l'effet peau d'orange.

EVALUATION DE L'ASPECT PEINT : MESURES TYPIQUES				
Image parfaitement réfléchie	Image réellement réfléchie		Facteurs	Paramètres
			Netteté	DOI
			Peau d'orange	Tendu

La qualité de l'aspect peint d'une tôle pour pièces de robe est d'abord liée à la maîtrise du process peinture : épaisseurs des différentes couches, conditions d'applications et conditions de cuisson. Lorsque le process peinture est optimisé, la recherche des meilleurs résultats passe par une excellente maîtrise des paramètres topographiques de la tôle. Plus encore que la rugosité, c'est le paramètre

ondulation (exprimé en termes de $Wa_{0,8}$ ou de FFT 0,5-5) qui est fondamental.

Arcelor Auto a développé une maîtrise de son process de fabrication d'aciers revêtus pour pièces de peau. Cela lui permet de dominer ce paramètre ondulation sur métal à plat mais aussi de limiter la reprise d'ondulation après emboutissage.

Guide de choix des produits

■ Construction du catalogue et logique de l'offre Arcelor Auto

Arcelor Auto offre une grande variété de nuances d'acier et de revêtements pour aider ses clients du secteur automobile à concevoir et à produire des carrosseries et des équipements répondant aux attentes d'un marché toujours plus exigeant.

Plusieurs composantes sont nécessaires pour définir un produit sidérurgique :

→ la nuance métallurgique, souvent déclinée en plusieurs grades, qui détermine le niveau de résistance mécanique et de formabilité attendus pour la pièce ;

→ le revêtement qui répond au cahier des charges de tenue à la corrosion et d'aspect ;

→ l'état de surface qui détermine le comportement en frottement lors de la mise en forme ainsi que les propriétés d'adhérence et d'aspect après peinture.

L'offre présentée dans ce catalogue s'articule donc autour de fiches techniques dédiées :

→ aux nuances métallurgiques. On distingue les produits selon leur métallurgie et leur niveau de résistance mécanique, s'agissant en général d'applications spécifiques ;

→ aux revêtements où l'on retrouve les revêtements métalliques déposés au trempé ou électro-déposés ainsi que les revêtements organiques ;

→ aux aciers aluminisés : ces produits étant spécifiques aux applications pour échappement, réservoirs et écrans thermiques, ils font l'objet d'un chapitre particulier ;

→ aux produits composites que sont les tôles pour amortissement acoustique et les tôles à âme polymère épaisse.

Cet ouvrage, qui a été conçu pour être un outil de travail, est le reflet de l'offre produits et services d'**Arcelor Auto** à un instant donné. Cette offre, en perpétuelle évolution, sera amenée à évoluer dans les années qui viennent, que ce soit vers des grades ayant un compromis résistance/formabilité plus favorable ou vers des disponibilités de revêtements sur des supports plus variés. L'extension de la gamme et le renouvellement des produits seront à tout moment directement accessibles auprès des interlocuteurs techniques, des commerciaux habituels de chaque client ou sur le site internet du catalogue **Arcelor Auto** (www.arcelorauto.com).

La section qui suit présente la démarche qui permettra au lecteur d'identifier à l'aide du présent catalogue le produit **Arcelor Auto** le mieux adapté pour servir l'application, la fonction ou la pièce visée. **Arcelor Auto** offre ainsi aux lecteurs un résumé de l'expérience acquise avec ses clients en matière de choix des matériaux pour les principales fonctions de l'automobile.

■ Choix des nuances

Le choix d'une nuance d'acier procède en général d'un compromis entre deux objectifs plus ou moins contradictoires :

→ la performance des pièces en service.

Les calculs effectués en Bureau d'Etudes conduisent à fixer des niveaux minimum de résistance (limite élastique R_e et/ou résistance à la rupture R_m). Ceux-ci doivent être garantis pour chaque pièce afin d'assurer les résultats fonctionnels visés, notamment en termes de résistance au choc (indéformabilité ou absorption d'énergie pour les grands chocs, réversibilité des déformations pour les petits chocs) ainsi qu'en terme de longévité (tenue mécanique en fatigue).

Il convient de souligner que le souci général d'allègement (résultant des impératifs de réduction des émissions de gaz carbonique) tend à faire réduire autant que possible les épaisseurs, c'est-à-dire à augmenter les niveaux de résistance requis.

→ le souci d'assurer la faisabilité industrielle dans des conditions économiques satisfaisantes, en général à grande cadence. Cet objectif se traduit par le besoin d'une bonne ductilité du matériau, généralement exprimé par la recherche d'un niveau élevé d'allongement à rupture.

C'est pourquoi, dans les tableaux indicatifs suivants, les aciers de la gamme **Arcelor Auto** sont positionnés les uns par rapport aux autres en fonction de leur résistance.

■ Choix des nuances

Propriétés

			Absorption d'énergie	Rigidité	Résistance aux efforts maxi	Résistance aux efforts exceptionnels	Fatigue	Indentation / Cloquage	Acoustique	Résistance à la corrosion	Résistance à la température	Reflectivité	Résistance à une pression maximale
Caisse en blanc	Soubassement	Longeron Bloc AV	x	x	x	x	x		x	x			
		Longeron sous plancher AV		x	x	x	x		x	x			
		Longeron sous plancher AR		x	x	x	x		x	x			
		Longeronnet AR	x	x	x	x	x		x	x			
		Plancher AV/AR		x	x	x	x	x	x	x			
		Cuvette de roue de secours		x	x	x	x	x	x	x			
		Tablier - Trav. Inf. de baie		x	x	x	x	x	x	x			
		Passages de roue AV/AR	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Supports de suspension AV/AR		x	x	x	x		x	x			
		Doublure d'aile	x	x	x	x	x		x	x			
		Traverses extrêmes AV/AR	x	x	x	x			x	x			
		Absorbeurs	x	x	x	x			x	x			
		Longeron de bas de caisse	x	x	x	x	x		x	x			
		Traverses (tablier, plancher)		x	x	x	x		x	x			
		Renforts		x	x	x	x		x	x			
	Superstructure	Côté de caisse	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Pavillon		x			x	x	x	x			
		Aile AV		x				x	x	x			
		Traverse de pavillon	x	x	x	x	x		x				
		Traverse de planche de bord		x	x	x	x		x				
		Montant de baie / Arc de pavillon	x	x	x	x			x	x			
		Pilier A	x	x	x	x	x		x	x			
		Pilier B	x	x	x	x	x		x	x			
		Pilier C		x	x	x	x		x	x			
		Tablette AR - Appui de dossier		x	x	x	x	x	x	x			
		Panneaux divers utilitaires		x	x	x	x	x	x	x			
		Renforts		x	x	x	x		x	x			

			Absorption d'énergie	Rigidité	Résistance aux efforts maxi	Résistance aux efforts exceptionnels	Fatigue	Indentation / Cloquage	Acoustique	Résistance à la corrosion	Résistance à la température	Réflexivité	Résistance à une pression maximale
Ouvrants	Ouvrants latéraux	Peau		x			x	x	x	x			
		Doublure	x	x	x	x	x		x	x			
		Renforts de frise, anti-intrusion	x	x		x				x			
		Renforts de gâche, de serrure		x	x	x	x		x	x			
	Hayon/Coffre	Peau		x			x	x	x	x			
		Doublure		x	x	x	x		x	x			
		Renforts divers		x	x				x	x			
		Renforts de gâche, de serrure		x	x	x	x		x	x			
	Capot	Peau	x	x			x	x	x	x			
		Doublure	x	x	x	x	x		x	x			
		Renforts de gâche, de serrure		x	x				x	x			
		Renforts divers		x	x	x	x		x	x			
Liaisons au sol	AV	Berceau moteur	x	x	x	x	x		x	x			
		Renforts berceau		x	x	x	x		x	x			
		Triangle de suspension		x	x	x	x		x	x			
		Bras de suspension		x	x	x	x		x	x			
	AR	Berceau		x	x	x	x		x	x			
		Bras de suspension		x	x	x	x		x	x			
		Traverse AR		x	x	x	x		x	x			
Roues		Disque		x	x	x	x		x				
		Jante		x	x	x	x		x				
Sièges		Coques		x	x	x	x	x					
		Structure		x	x	x	x		x				
		Dossier de banquette AR											
		Glissières		x	x	x	x		x				
GMP		Carter d'huile		x	x	x	x		x	x			
		Carter de distribution		x	x	x	x		x	x	x		
		Couvre-culasse		x	x	x	x		x	x	x		
Fuel tank		Essence / Gazole			x	x				x			
		GPL			x	x	x						x
Echappement		Ecrans thermiques moteurs								x	x	x	
		Ecrans thermiques échappement								x	x	x	
		Tube primaire		x	x		x		x	x	x	x	
		Tube intermédiaire		x	x		x		x	x	x	x	
		Silencieux, catalyseur		x	x		x		x	x	x	x	

Produit couramment utilisé pour cette application

Produit best-in-class pour cette application

Opportunité technologique pour cette application

* DP600HHE pour pièces à forte expansion de trou.

■ Choix des nuances (suite)

	Ferrite-Bainite*			TRIP			Multiphases			Isotropes			Rephosphoré			Usiconfort Quiet-Steel®	Usilight	Usibor
	450	540/560	590	590	690	780	980	800	800	1000	1200	220	260	220	260	300		1500
Caisse en blanc																		
Sous-sélement																		
Longeron Bloc AV	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		
Longeron sous plancher AV	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Longeron sous plancher AR	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Longeronnet AR	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		
Plancher AV/AR													■	■	■	■		
Cuvette de roue de secours													■	■	■	■		
Tablier - Trav. Inf. de baie													■	■	■	■		
Passages de roue AV/AR													■	■	■	■		
Supports de suspension AV/AR	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		
Doubleur d'aile													■	■	■	■		
Traverses extrêmes AV/AR	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Absorbeurs	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		
Longeron de bas de caisse	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Traverses (tablier, plancher...)	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Superstructure																		
Renforts	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		
Côté de caisse													■	■	■	■		
Pavillon													■	■	■	■		
Aile AV													■	■	■	■		
Traverse de pavillon	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Traverse de planche de bord	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		
Montant de baie / Arc de pavillon	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Pilier A	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Pilier B	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Pilier C	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		■
Tablette AR - Appui de dossier													■	■	■	■		
Panneaux divers utilitaires													■	■	■	■		
Renforts	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■		

* FB590HHE pour pièces à forte expansion de trou.

Guide de choix des produits

■ Choix des nuances (suite)

* DP600HHE pour pièces à forte expansion de trou.

[illegible]

		Ferrite-Bainite*		TRIP		Multiphases		Isotropes		Rephosphoré		Usiconfort Quiet-Steel®		Usilight		Usibor	
		450 540/ 590 560	590 690 780 980	800 800 1000 1200 HY	220 260	220 260	220 260 300	220 260	220 260	220 260 300	Usiconfort Quiet-Steel®	Usilight	Usibor				
Ouvrants	Ouvrants latéraux																
	Peau																
	Doublure																
	Renforts de frise, anti-intrusion																
Hayon/Coffre	Renforts de gâche, de serrure																
	Peau																
	Doublure																
	Renforts divers																
Capot	Renforts de gâche, de serrure																
	Peau																
	Doublure																
	Renforts divers																
AV	Renforts de gâche, de serrure																
	Berceau moteur																
	Renforts berceau																
	Triangle de suspension																
Liaisons au sol	Bras de suspension																
	Berceau																
	Bras de suspension																
	Traverse AR																
Roues	Disque																
	Jante																
Sièges	Coques																
	Structure																
	Dossier de banquette AR																
	Glissière																
GMP	Carter d'huile																
	Carter de distribution																
	Couvre-culasse																
Fuel tank	Essence / Gazole																
	GPL																
Echappement	Ecrans thermiques moteurs																
	Ecrans thermiques échappement																
	Tube primaire																
	Tube intermédiaire																
	Silencieux, catalyseur																

* FB590HHE pour pièces à forte expansion de trou.

■ Choix des revêtements

Possibilité Produits/Revêtements

Les caractéristiques mécaniques finales d'un acier sont déterminées par tous les traitements mécaniques (laminage à chaud, laminage à froid, skin pass, traction de bande...) et thermiques (laminage à chaud, recuit continu ou recuit base, galvanisation...) subis par la bande durant tout le process de fabrication.

Au cours des procédés de revêtements au trempé à chaud (galvanisation, aluminage), la bande passe dans des bains de revêtement à l'état liquide, soit environ 460°C pour le bain de galvanisation et 680°C pour le bain d'aluminage. De plus, pour les revêtements de type Galvannealed ou les revêtements organiques, une étape de cuisson est nécessaire afin de :

- réaliser l'alliage Fe-Zn entre 500 et 550 °C dans le cas du Galvannealed
- réticuler les résines et évaporer les solvants entre 150 et 200°C selon les types de revêtement organiques.

On voit donc que le schéma thermo-mécanique qui conduit aux propriétés mécaniques désirées pour le produit final doit inclure la phase de revêtement. Dans ces conditions, on ne peut dissocier totalement le choix de la nuance et le choix du revêtement. Les fiches produits détaillées dans la suite de cette brochure montrent les associations actuelles possibles entre nuances et revêtements.

En ce qui concerne les revêtements organiques minces (ROM), les combinaisons nuances / revêtements métalliques / ROM sont trop complexes pour être synthétisées simplement. Nous invitons donc nos clients à nous consulter pour ce type d'associations.

Propriétés d'emploi des revêtements

Le choix d'un revêtement, outre le fait qu'il peut être conditionné par la disponibilité dans la nuance choisie (pour les pièces extérieures de carrosserie essentiellement), résulte d'un compromis entre :

1 sa compatibilité avec les process de mise en œuvre :

- comportement en emboutissage
- influence sur le soudage
- aptitude à la phosphatation

2 ses caractéristiques sur pièce en service :

- aspect après peinture
- tenue à la corrosion

Le tableau suivant récapitule une évaluation synthétique des revêtements usuels vis-à-vis des critères ci-dessus :

	Electrozingué	Extragal	Galvannealed	Galfan	Electrozingué traité
Tenue corrosion	5	5	4	5	5
Aspect peinture	5	4/5	3****	1	4
Aptitude phosphatation	5	3*	4	2	4
Soudage	4	3	5	1	5**
Emboutissage	4	5	3***	5	5

De 5 à 1 : du meilleur au moins bon
- : non pertinent

*: compatibilité à vérifier notamment pour les versions de cataphorèses sans Ni.
**: sur substrat électro-revêtu
***: risque de poudrage selon le taux d'alliage FeZn
****: sensibilité à la cratérisation.

	Electrozingué	Extragal	Galvannealed	Galfan	Alusi	ROM
Pièces visibles	•	•	•			•*
Pièces de structure	•	•	•			•
Pièces de liaison au sol	•	•	•		•	
Echappement					•	
Ecrans thermiques					•	
Pièces sous capot				•	•	
Réservoirs					•	

*: la résine est placée sur la face intérieure des corps creux.

Comme on vient de l'illustrer, le choix d'un revêtement concerne tous les métiers de la construction automobile ; il est impossible d'identifier une solution optimale dans l'absolu, car les options retenues par chaque constructeur résultent de ses contraintes spécifiques ainsi que du savoir accumulé dans chaque métier et d'arbitrages qui lui sont propres.

Actuellement, les options habituelles se trouvent remises en cause, sous l'effet de trois évolutions significatives :

1 l'augmentation permanente des garanties anti-corrosion conduit les constructeurs et les équipementiers à rechercher des aciers offrant les meilleures performances en corrosion ; en particulier l'emploi de produits revêtus sur les deux faces tend à se généraliser.

2 les contraintes liées à la protection de l'environnement s'accroissent ; parmi de multiples conséquences, on peut citer certaines réticences à l'emploi des métaux lourds

(notamment Nickel et Chrome) dans les revêtements (particulièrement dans les zones susceptibles de subir des ponçages) et dans les traitements de surface.

3 l'amélioration de la qualité d'aspect offerte par la maîtrise de procédés de revêtement au trempé "dédiés automobile" permet d'envisager l'emploi de tels revêtements pour la plupart des pièces visibles ; ceci constitue une opportunité de réduction des coûts.

Que ce soit avec des revêtements métalliques déposés au trempé ou électro-déposés, alliés ou non-alliés, dans une épaisseur de l'ordre du micron ou supérieure à 10 microns, associés ou non à des résines organiques minces ou des peintures, il existe, pour chaque fonction, un revêtement optimal dans l'offre **Arcelor Auto**.

Mobiliser des experts pour vous aider à faire le meilleur choix fait partie du service d'assistance technique offert par **Arcelor Auto** à ses clients.

Tableaux indicatifs d'équivalences de normes

Tableau indicatif d'équivalence les plus courantes. L'offre Arcelor est plus étendue que les correspondances citées ici (voir détails dans les fiches produits).

EUROPE (EN)	USA (ASTM)	JAPON (JFS/JIS)	ACIERS DE MARQUE ARCELOR
PRODUITS PLATS LAMINÉS À CHAUD			
ACIERS POUR EMBOUTISSAGE ET FORMAGE À FROID			
EN 10111	ASTM A1001-1a	JIS G3131	ARCELOR
DD11	CS TYPE B	SPHD	ARCELOR 11 A 14
DD12			
DD13	DS TYPE B	SPHE	
DD14			
ACIERS À HAUTE LIMITE D'ÉLASTICITÉ POUR FORMAGE À FROID			
EN 10149/2	ASTM A1011-1a	JIS G3134	ARCELOR
S315MC	HSLAS-F GRADE 45 CLASS 2	SPFH 490	ARCELOR HSLA320 À HSLA500
S355MC	HSLAS-F GRADE 50 CLASS 2	SPFH 540	
S420MC	HSLAS-F GRADE 60 CLASS 2	SPFH 590	
S460MC	HSLAS-F GRADE 65 CLASS 2		
S500MC	HSLAS-F GRADE 70 CLASS 2		
ACIERS TREMPANTS AU BORE			
EN 10083-3	ASTM A1011-1a	JIS G4051	ARCELOR USIBOR 1500 P (REVÊTU)
ACIERS MULTIPHASÉS À HAUTE RÉSISTANCE			
PR EN 10336*	SAE J2745*		ARCELOR
HDT - F (FERRITE-BAINITE)			ARCELOR FB 450 À FB 590
HDT - X (DUAL PHASE)	DP - T/ - Y		ARCELOR DP 600
HDT - C/M (MULTIPHASES)			ARCELOR M 800 À M 1200
* Norme en cours d'élaboration pour les aciers revêtus. Une autre norme sera prochainement initiée pour les aciers non revêtus.			
PRODUITS PLATS LAMINÉS À FROID ET REVÊTUS			
ACIERS DOUX NON REVÊTUS POUR EMBOUTISSAGE			
EN 10130	ASTM A 1008-01	JIS G3141	ARCELOR
DC01	CS	SPCC	ARCELOR 01 À 07
DC03	DS	SPCD	
DC04	DDS	SPCE	
DC05			
DC06	EDDS	SSPDX	
DC07			

Tableaux indicatifs d'équivalences de normes

Equivalence de normes

EUROPE (EN)	USA (ASTM/SAE)	JAPON (JFS/JIS)	ACIERS DE MARQUE ARCELOR
PRODUITS PLATS LAMINÉS À FROID ET REVÊTUS (SUITE)			
ACIERS DOUX GALVANISÉS À CHAUD EN CONTINU			
EN 10327	ASTM A653-01	JIS G3302	ARCELOR ETRAGAL - GALVANNEAL
DX51D+Z/+ZF	CS	SGCC	ARCELOR 01+ Z/ZF À ARCELOR 07+ Z/ZF
DX52D+Z/+ZF	FS	SGCD1	
DX53D+Z/+ZF	DDS	SGCD2	
DX54D+Z/+ZF		SGCD3	
DX56D+Z/+ZF			
DX57D+Z/+ZF			
ACIERS DOUX REVÊTUS À CHAUD EN CONTINU D'ALLIAGE ZINC-ALUMINIUM			
EN 10327	ASTM A875-01	JIS G3317	ARCELOR GALFAN
DX51D+ZA	CS	SZACC	ARCELOR 01 À 06 + ZA
DX52D+ZA	FS	SZACD1	
DX53D+ZA	DDS	SZACD2	
DX54D+ZA	EDDS	SZACD3	
DX56D+ZA			
ACIERS DOUX REVÊTUS À CHAUD EN CONTINU D'ALLIAGE ALUMINIUM-SILICIUM			
EN 10327	ASTM A463-01	JIS G3314	ARCELOR ALUSI®
DX51D+AS	CS		ARCELOR 01 À 07 + AS
DX52D+AS	FS	SA 1 C	
DX53D+AS	DDS	SA 1 D	
DX54D+AS		SA 1 E	
DX55D+AS			
DX56D+AS	EDDS		
DX57D+AS			
ACIERS DOUX REVÊTUS DE ZINC PAR VOIE ELECTROLYTIQUE			
EN 10152	ASTM A879-00	JIS G3313	ARCELOR ELECTROZINGUÉ
DC01+ZE	CS	SECC	ARCELOR 01 À 06 + ZE
DC03+ZE	DS	SECD	
DC04+ZE	DDS	SECE	
DC05+ZE			
DC06+ZE	EDDS		
ACIERS MICRO-ALLIÉS À HAUTE LIMITE ÉLASTIQUE NON REVÊTUS			
PR EN 10268*	ASTM A1008-01	JIS G3135	ARCELOR
HC260LA			ARCELOR HSLA 240 À HSLA 420
HC300LA	GRADE 45		
HC340LA	GRADE 50	SPFC 340 À SPFC 590	
HC380LA	GRADE 55		
HC420LA	GRADE 60		
* Norme en cours de révision pour ces aciers			
ACIERS MICRO-ALLIÉS À HAUTE LIMITE ÉLASTIQUE REVÊTUS À CHAUD EN CONTINU			
PR EN 10292	SAE J2340*		ARCELOR EXTRAGAL - GALFAN - ALUSI®
H260LAD			ARCELOR HSLA 240 À HSLA 400 + Z/ + ZA/ + AS
H300LAD	300X		
H340LAD	340X		
H380LAD	380X		
H420LAD	420X		

* Norme en cours de révision pour ces aciers

* Norme en cours d'élaboration

Tableaux indicatifs d'équivalences de normes

Equivalence de normes

EUROPE (EN)	USA (ASTM/SAE)	JAPON (JFS/JIS)	ACIERS DE MARQUE ARCELOR
PRODUITS PLATS LAMINÉS À FROID ET REVÊTUS (SUITE)			
ACIERS À EFFET BAKE HARDENING NON REVÊTUS			
PR EN 10268*	SAE J2340*		ARCELOR
HC180B	180B		ARCELOR 180 BH A 300 BH
HC220B	210B		
HC260B	250B		
HC300B	280B		
* Norme en cours d'élaboration pour ces aciers			
ACIERS À EFFET BAKE HARDENING REVÊTUS À CHAUD EN CONTINU			
PR EN 10292	SAE J2340*		ARCELOR +Z
HX180BD	180B		ARCELOR 180 BH A 300 BH
HX220BD	210B		
HX260BD	250B		
HX300BD	280B		
* Norme en cours d'élaboration pour ces aciers			
ACIERS SANS ÉLÉMENTS INTERSTITIELS DE HAUTE RÉSIDENCE NON REVÊTUS			
PR EN 10268*	SAE J2340*		ARCELOR
HC180Y	180A		ARCELOR IF 180 A IF 300
HC220Y	210A		
HC260Y	250A		
HC300Y	280A		
* Norme en cours d'élaboration pour ces aciers			
ACIERS SANS ÉLÉMENTS INTERSTITIELS DE HAUTE RÉSIDENCE REVÊTUS À CHAUD EN CONTINU (IF)			
PR EN 10292	SAE J2340*		ARCELOR EXTRAGAL - GALFAN - ALUSI®
HX180YD	180A		ARCELOR IF 180 A IF 300 + Z/ + ZA/ + AS
HX220YD	210A		
HX260YD	250A		
HX300YD	280A		
* Norme en cours d'élaboration pour ces aciers			
ACIERS REPHOSPHORÉS NON REVÊTUS			
PR EN 10268*			ARCELOR
HC220P			ARCELOR H 220 A H 300
HC260P			
HC300P			
* Norme en cours d'élaboration pour ces aciers			
ACIERS ISOTROPES NON REVÊTUS			
PR EN 10268*			ARCELOR
HC220I			ARCELOR E 220 I A E 260 I
HC260I			
* Norme en cours d'élaboration pour ces aciers			
ACIERS MULTIPHASÉS DE HAUTE ET TRÈS HAUTE RÉSIDENCE			
PR EN 10336*	SAE J2745*		ARCELOR
HCT - X (DUAL PHASE)	DP - T/ - Y		ARCELOR DP 450 A DP 1180
HCT - T (TRIP)	TRIP - T/ - Y		ARCELOR TRIP 590 A 980
HCT - C (MULTIPHASES)	M - T/ - Y (VOIR AUSSI ASTM A980)		ARCELOR DPHY/DPHHE 600 A 1180
* Norme en cours d'élaboration pour les aciers revêtus. Une autre norme sera prochainement initiée pour les aciers non revêtus.			