

METALLURGIE

LTI M. DELAFOSSE	CHAPITRE 9 :	Classe :
Année scolaire : 20...-20...	DESIGNATION DES METAUX ET ALLIAGES	EFFECTIF : Elèves

Désignation des Métaux et alliages

NB: Il est à noter qu'à la période actuelle est caractérisée comme période transitoire, deux systèmes de désignation sont pratiquement utilisés: Le nouveau système CEN et l'ancien système de l'AFNOR qu'il faut le voir dans la documentation technique.

I. SYMBOLES CHIMIQUES ET AFNOR DES METAUX PURS :

Elément	Symbole Chimique	Symbole AFNOR	Elément	Symbole chimique	Symbole AFNOR
Aluminium	Al	A	Molybdène	Mo	D
Antimoine	Sb	R	Nickel	Ni	N
Azote	N	Az	Niobium	Nb	Nb
Béryllium	Be	Be	Phosphore	P	P
Bismuth	Bi	Bi	Plomb	Pb	Pb
Bore	B	B	Sélénium	Se	Se
Cadmium	Cd	Cd	Silicium	Si	S
Chrome	Cr	C	Soufre	S	F
Cobalt	Co	K	Tantale	Ta	Ta
Cuivre	Cu	U	Titane	Ti	T
Etain	Sn	E	Tungstène	W	W
Fer	Fe	Fe	Vanadium	V	V
Magnésium	Mg	G	Zinc	Zn	Z
Manganèse	Mn	M	Zirconium	Zr	Zr

METALLURGIE

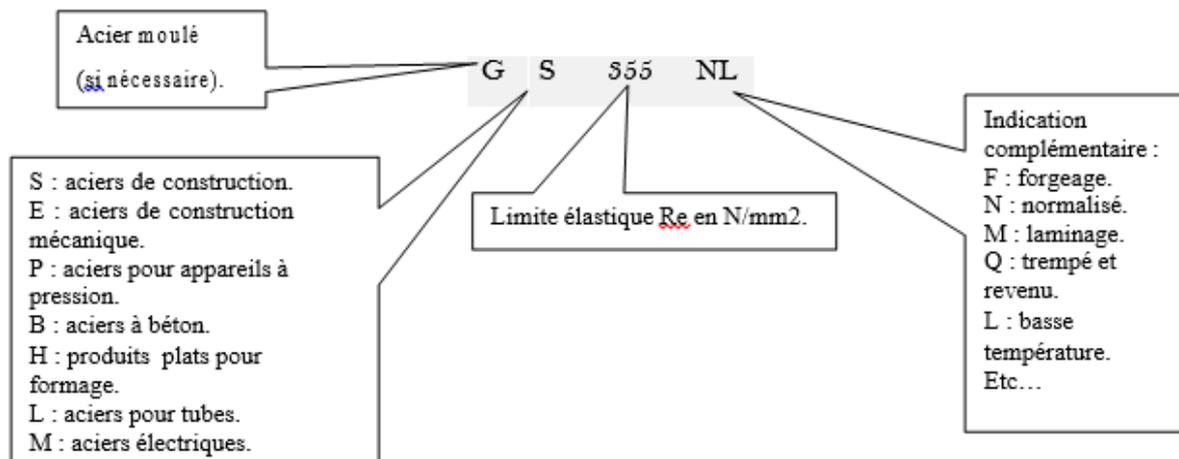
II. ACIERS NON ALLIES (ACIERS AU CARBONNE) :

1. Aciers non alliés d'usage général (S, E, etc.) :

Caractérisés par une faible teneur en carbone, ce sont les plus utilisés. Ils existent dans des qualités diverses et des variantes réservées à des usages particuliers (moulage, soudage...). La plupart sont disponibles sous forme de laminés marchands (Profilés, poutrelles, barres, tôles...) aux dimensions normalisées. Certains sont proposés en semi – fini : pré laqués, galvanisés, nervurés, ondulés etc...

Applications : (Construction soudée, formage à froid ou à chaud, emboutissage, étirage, laminage, pliage...) : carrosseries, fers, et profilés pour le bâtiment, construction navale, plate-forme pétrolière, trains chaudronnerie, ameublement, électroménager.

Désignation: la désignation comprend une lettre (S, E, etc.) suivie de la limite élastique à la traction R_e en MPa ou N/mm². S'il s'agit d'un acier moulé la désignation est précédée de la lettre G.



Exemple : GE 335, GS 235.

Remarques : les valeurs de R_r , R_e , A% et K_v indiquées varient d'une qualité à l'autre, dépendent des procédés de fabrication, des traitements, des épaisseurs d'un produit à l'autre.

2. Aciers spéciaux, non alliés, de type C :

Applications : Destinés aux traitements thermiques (trempé, cémentation) des pièces petites ou moyennes, ils sont caractérisés par un ajustement précis de leur composition chimique, une plus grande pureté et des éléments d'addition en très faible quantité ($Mn < 1\%$; $Cr+Ni+Mo < 0,63\%$).

Désignation: La désignation comprend la lettre C suivi du pourcentage de carbone multiplié par 100 plus au besoin des indications complémentaires (E : teneur en soufre, C :

METALLURGIE

formage à froid, S : ressort, D : tréfilage...)

Exemple : GC35 E : 0,35 % de carbone, G = acier moulé, E = teneur maxi en soufre.

Principales nuances normalisées : Les caractéristiques mécaniques varient selon les traitements et les dimensions.

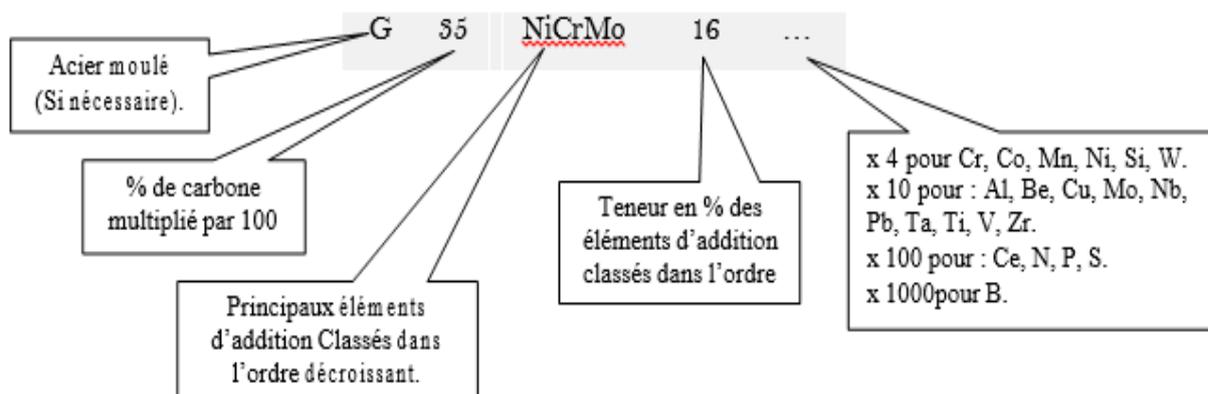
- ❖ *Aciers à faible teneur en carbone (<0,3%)* : Ils sont réservés à la cémentation (voir traitement thermique) et aux traitements de surface (catégorie des aciers doux).
- ❖ *Aciers à teneur moyenne en carbone (0,3 à 0,5%)* : Ils sont utilisés pour les trempes et les revenus, dans le cas d'applications exigeant une plus grande résistance et une certaine tenue à l'usure (catégorie des aciers mi-durs). Ils sont utilisés pour les pièces moulées et forgées, les arbres les axes, les engrenages, la visserie...
- ❖ *Aciers à haute teneur en carbone (>0,5 %)* : Ils sont employés pour des applications exigeant : grandes duretés, haute résistance, tenue à l'usure. Ils ont tendance aux déformations après trempe. Ils perdent leurs propriétés aux hautes températures. Ne durcissant pas en profondeur ils sont surtout utilisés pour des pièces petites en volume ou minces : (Pièces forgées, ressorts, lames, rasoirs, forets, matrices...).

Exemple : C55 (XC55) ; C60 ; C65 ; C70 ; C80 (XC 80).

III. ACIERS FAIBLEMENT ALLIÉS POUR HAUTE RESISTANCE :

Pour ces aciers, aucun élément d'addition ne dépasse 5 % en masse ($Mn \geq 1 \%$). Ils sont choisis chaque fois qu'une haute résistance est exigée. Ils sont utilisés en l'état ou avec traitement.

Désignation : La désignation comprend le pourcentage en carbone multiplié par 100, suivi des symboles chimiques des principaux éléments d'addition classés en ordre décroissant. Puis, dans le même ordre, les pourcentages de ces mêmes éléments multipliés par 4, 10, 100 ou 1000 plus au besoin des indications complémentaires.



METALLURGIE

Exemple : G 35 NiCrMo 16 (0,35 % de carbone, 4 % de nickel et des traces < 1 % de chrome et de molybdène, G = acier moulé).

1. Aciers de cémentation (% en carbone < 0,2 %) :

En plus de la cémentation, ils peuvent recevoir une trempe dans la masse : trempabilité fonction de la composition.

2. Aciers pour trempe dans la masse :

Ils permettent la trempe en profondeur des pièces massives, et sont beaucoup plus performant que les aciers de type C.

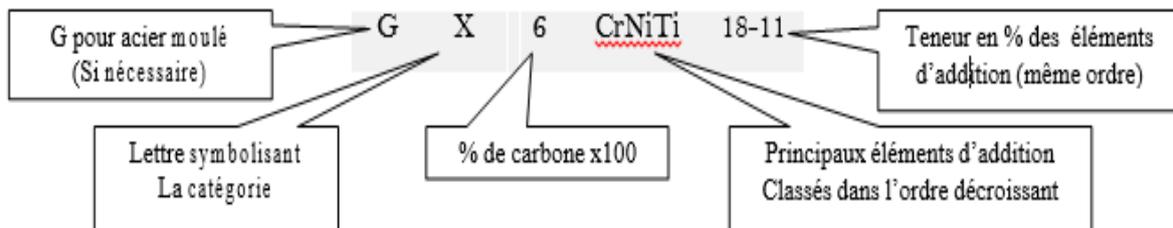
Classement par résistances croissantes possibles : 28Mn6, (20MnCr5 – 38Cr2 – 46Cr2 – 20NiCr6 – 20CrMo4), (41Cr4 – 30NiCr11 – 34CrMo4 – 41CrAlMo7), (55Si7 – 45SiCrMo6), (42CrMo4 – 51CrV4 – 50CrMo4), (34CrNiMo6 – 31CrMo12 – 30CrNiMo8 – 36NiCrMo16).

Remarque : L'acier 100Cr6 existe dans les variantes 100CrMn6, 100CrMo7.2, 100CrMnMo8 etc....et il est utilisé pour les roulements.

IV. ACIERS FORTEMENT ALLIES :

Ils sont destinés à des usages particuliers (inoxydables...). Pour ces aciers au moins un élément d'addition dépasse la teneur de 5 % en masse.

Désignation : La désignation comprend la lettre X, symbolisant la famille, suivie des mêmes indications que pour les aciers faiblement alliés. Avec la seule différence c'est que pas de coefficient multiplicateur pour les pourcentages des éléments d'addition.



Exemple : G X 6CrNiTi18-10 : (0,06 % de carbone, 18 % de chrome, 11 % de nickel et des traces de titane (< 1%), G pour acier moulé.

1. Aciers inoxydables :

Famille très importantes, caractérisée par une grande résistance à la corrosion, à l'oxydation à chaud, au fluage (déformation sous des contraintes pour des longues durée) et subdivisée suivant la teneur en nickel (2,5 %).

METALLURGIE

1.1. Aciers inoxydables austénitiques (Cr + Ni) :

Ces aciers, les plus utilisés sont les plus résistants à la corrosion (Ni > 7 %). Leurs caractéristiques sont :

- ❖ Bonne tenue aux températures élevées.
- ❖ Ductilité (A % élevé).
- ❖ Bonne résilience.
- ❖ Facile à forger et à souder.
- ❖ Usinabilité médiocre.
- ❖ Ils peuvent être durcis par corroyage (écrouissage) mais pas par trempe.
- ❖ Leur degré de dilatation est élevé et leur conductibilité thermique est assez basse. Ces aciers existent sous de nombreuses nuances.

Applications : (Chimie alimentaire, transports, nucléaire...) : pièces emboutis, chaudronnées, cuves réservoirs, armatures, vannes visserie...

1.2. Aciers inoxydables ferritique (au chrome) :

Ils sont toujours ductiles ne durcissent ni par trempe ($C < 0,08\%$) ni par écrouissage, ils sont faciles à étirer, former, plier, forger, rouler (Ni < 1 %), les moins résistants à la corrosion. Leurs caractéristiques sont :

- ❖ Les plus économiques.
- ❖ Usinabilité médiocre.
- ❖ Soudabilité moyenne.
- ❖ Peu résilient.
- ❖ Faible résistance à la rupture (R_r) sous les températures élevées.

Applications : Equipements ménagers, décoration intérieure, automobiles, mobiliers...

1.3 Aciers inoxydables martensitiques ($0,08 \leq C \leq 1\%$) :

- ❖ Résistent aux chocs.
- ❖ Durcissent par trempe.
- ❖ Soudables à chaud.
- ❖ Faciles à forger.
- ❖ Bonne usinabilité et bonnes caractéristiques mécaniques à température élevée (Ni < 7 %).
- ❖ Résistent moins à la corrosion que les précédents

Exemple : X 30Cr13 existe en X 12Cr13, X 20Cr13, X 39Cr13, X 46Cr13 et X12CrS13.

Applications : Composants divers (toutes industries), couteaux ressorts...

METALLURGIE

1.4 Aciers inoxydables à durcissement par précipitation :

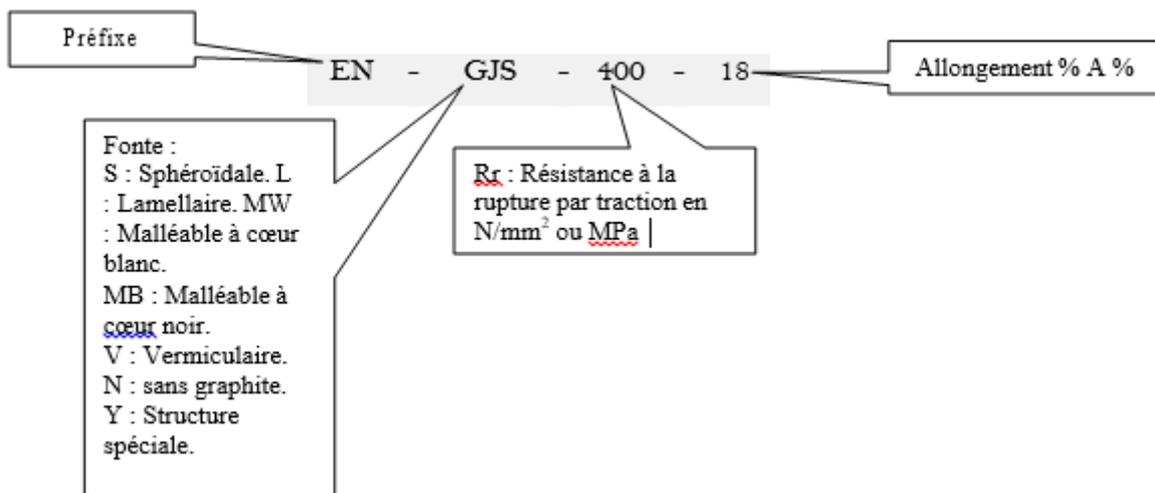
Comme les aciers martensitiques en plus ils sont plus résistants à la corrosion et mécaniquement (après trempe).

1.5 Autres familles d'acier :

- ❖ *Aciers moulés* : GS200, GS240, G15Mn5, G20Mn5, G24Mn6 (Aciers non alliés).
- ❖ G10MnMoV6-3, G18NiMoCr3-6, GX4CrNiMo16-5-1, GX2CrNi23-13, X8CrNi25-21 (Aciers alliés).
- ❖ *Aciers réfractaires* : Pour température $650 < T^{\circ} C < 1150^{\circ} C$: X12CrNi23-13, X8CrNi25-21.
- ❖ *Aciers à outils* : Alliés pour travail à froid ou à chaud (usure, choc, température) ; aciers rapides (au Cr + W + Mo + V) : HS6-5-3, HS18-0-2-9
- ❖ *Aciers pour roulements* :

V. LES FONTES :

Leur grande coulabilité permet d'obtenir des pièces de fonderie aux formes complexes. A cause du pourcentage élevé de carbone qu'elles contiennent (entre 2 et 4 %), elles sont en général assez fragiles, peu ductiles (inadaptées aux déformations à froid : forgeage, laminage...) et difficilement soudables.



1. Fonte à graphite lamellaire EN-GJL (ex FGL) :

Les plus économiques, les plus utilisées, ce sont les fontes de moulage par excellence. Le carbone se présente sous forme de fines lamelles de graphite qui lui donne une couleur « grise ».

Propriétés : bonne coulabilité, bonne usinabilité, grande résistance en compression et grande capacités d'amortissement des vibrations

Applications : Bâtis de machines, supports carters, blocs moteurs...

2. Fontes à graphite sphéroïdale EN-GJS (ex FGS) :

Ce sont les plus utilisées après les fontes à graphite lamellaire, obtenues par addition de petites quantités de magnésium juste avant moulage, le graphite s'agglomère pendant le traitement sous forme de nodules ou sphères d'où le nom sphéroïdale.

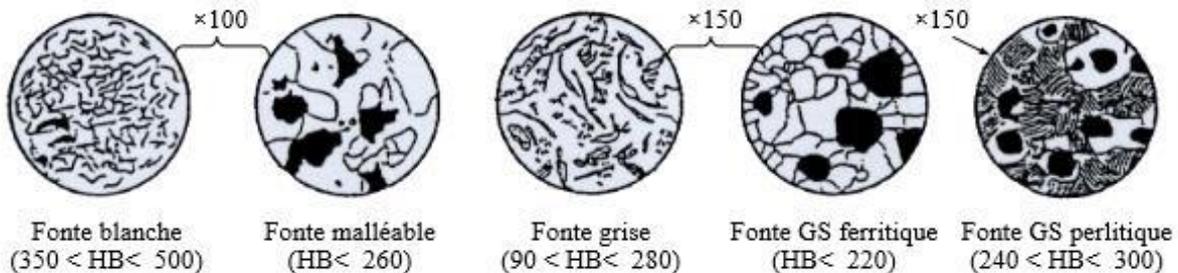
Propriétés : Ductilité, résilience et bonne usinabilité.

Applications : Vilebrequins, arbres de transmission, pièces de voitures, tuyauteries...

3. Fontes malléables : EN-GJMW et GJMB (ex FMB et FMN) :

Elles sont obtenues par malléabilisation de la fonte blanche et ont des propriétés mécaniques voisines de celles de l'acier. Elles peuvent être moulées en faibles épaisseurs et sont facilement usinables.

Applications : Carters, boîtiers...



Microstructure des fontes usuelles

3. Autres familles :

- ❖ **Fontes blanches :** à base de perlite et de cémentite (carbure Fe_3C), elles sont très durs, fragiles, résistantes aux frottements, à l'abrasion et aux températures élevées. Difficiles à usiner les applications sont limitées.
- ❖ **Fontes alliées :** Elles peuvent être à graphite lamellaire, sphéroïdal ou blanches (EN-GJN) et sont destinées à des usages particuliers. Les principaux éléments d'addition sont : le Nickel, le cuivre, le chrome, le molybdène et le vanadium. Ces éléments contrôlent plus ou moins la formation du graphite et développent des propriétés particulières.