

1- Mode d'obtention de l'aluminium moulé

Principe de base

La matière est portée à l'état liquide puis versée dans un moule.

Après fusion et traitement éventuel dans un four de maintien, le métal liquide est coulé dans une filière ou une coquille, refroidie par circulation d'eau, ayant la forme du profil à fabriquer. A la sortie de cette filière, une couche solidifiée assure la tenue de l'ensemble jusqu'à la fin de la solidification.

La désignation de l'aluminium moulé est composée de :

- Le préfixe EN suivi d'un espace
- La lettre A qui représente l'aluminium
- La lettre C qui représente les produits moulés
- Un tiret suivi de quatre chiffres indiquant la composition chimique de l'alliage.
 - Le premier chiffre indique le type d'alliage (voir tableau ci-dessous).
 - Le deuxième chiffre indique les modifications subies depuis l'alliage originel.
 - Les deux derniers chiffres donnent des précisions sur la composition chimique de l'alliage.

Groupe	Type d'alliage
2	Aluminium - Cuivre
3	Aluminium - Manganèse
4	Aluminium - Silicium
5	Aluminium - Magnésium
6	Aluminium - Magnésium - Silicium
7	Aluminium - Zinc
8	Autres alliages d'aluminium

Exemple : EN AC-2110[AlCu4MgTi] ou EN AC-AlCu4MgTi

Cet aluminium (EN A) est moulé (C) est composé d'aluminium (Al), de 4 % de cuivre (Cu4), de trace de magnésium (Mg) et de titane (Ti).

Remarque 1 : Si un élément n'est pas suivi d'une valeur indiquant sa teneur, c'est que l'alliage ne contient que quelques traces (moins de 1 %) de cet élément.

Remarque 2 : La désignation peut être suivie par un groupe de lettres et de chiffres désignant le mode d'obtention et le traitement donné à l'alliage. Voir [Le système de désignation internationale à 4 chiffres](#) (Page 4) pour obtenir la désignation de ces modes d'obtention et de traitement.

2- Mode d'obtention de l'aluminium corroyé

Le corroyage est une opération consistant à déformer une pièce avec allongement (forgeage, laminage, etc...) à chaud ou à froid afin d'obtenir une pièce de la forme désirée.

Aluminium non allié

La désignation de l'aluminium corroyé non allié est constituée :

- Du préfixe EN suivi d'un espace
- De la lettre A qui représente l'aluminium
- De la lettre W qui représente les produits corroyés
- D'un tiret
- De quatre chiffres indiquant la pureté de l'aluminium
 - Le premier chiffre est le 1 qui indique que le matériau est de l'aluminium avec une pureté supérieure ou égale à 99 %
 - Le deuxième chiffre indique le nombre d'impuretés pour lesquelles des contrôles sont prévus
 - Les deux derniers chiffres indiquent le pourcentage d'aluminium (multipliés par 100) au-delà de 99 %.
 - Un tiret suivi de quatre chiffres représentant la composition chimique de l'alliage

Exemple : EN AW-1070

Cet aluminium (EN A) est corroyé (W) est composé d'aluminium ayant une pureté de 99,7 % (99 + 70/100).

Aluminium allié

la désignation de l'aluminium corroyé allié est composée :

- Du préfixe EN suivi d'un espace
- De la lettre A qui représente l'aluminium
- De la lettre W qui représente les produits corroyés
- D'un tiret
- Un tiret suivi de quatre chiffres indiquant la composition chimique de l'alliage.
 - Le premier chiffre indique que le type d'alliage (voir tableau ci-dessous).
 - Le deuxième chiffre indique les modifications subies depuis l'alliage originel.
 - Les deux derniers chiffres donnent des précisions sur la composition chimique de l'alliage.

Groupe	Type d'alliage
2	Aluminium - Cuivre
3	Aluminium - Manganèse
4	Aluminium - Silicium
5	Aluminium - Magnésium
6	Aluminium - Magnésium - Silicium
7	Aluminium - Zinc
8	Autres alliages d'aluminium

Exemple : EN AW-4006

Cet aluminium (EN A) corroyé (W) est un alliage d'aluminium et de silicium (4).

3- Désignation des alliages de corroyage

Quelques définitions :

- **Alliage** : Produit métallique obtenu en incorporant à un métal un ou plusieurs éléments (Petit Robert).
- **Impureté** : Élément présent dans le métal ou dans l'alliage non introduit à dessein (Grand dictionnaire terminologique).
- **Élément d'alliage** : Élément métallique ou non, ajouté à, ou conservé dans un métal de base, en vue de conférer à celui-ci certaines propriétés (Grand dictionnaire terminologique).
- **Corroyage** : Resserrement et orientation des cristaux de métal par l'action du travail de déformation à chaud (laminage ou forgeage) (Grand dictionnaire terminologique).
- **Produits corroyés** : Terme général employé pour les produits obtenus par déformation plastique à chaud et/ou à froid, par exemple : barres, fils, tubes, profilés, tôles, bandes, pièces forgées (Grand dictionnaire terminologique).

L'aluminium qui sort des salles de cuves est pur à plus de 99,5 %. Possédant peu d'applications pratiques, il présente déjà des propriétés recherchées comme la légèreté, la conductivité thermique et électrique en plus d'une excellente tenue à la corrosion. Cependant, il n'offre pas encore les propriétés mécaniques performantes tant prisées aujourd'hui.

C'est par l'ajout d'éléments d'alliage qu'on donne à l'aluminium les propriétés nécessaires à sa mise en œuvre, par exemple des alliages qui se soudent bien ou qui s'usinent bien. C'est aussi par l'ajout d'éléments d'alliage qu'on donne à l'aluminium ses qualités structurales qui permettent de construire un fuselage d'avion, une structure de TGV ou un immeuble qui résisteront au temps et à l'usage.

Les alliages d'aluminium sont divisés en deux grandes catégories : les **alliages de fonderie**, qui sont élaborés en tenant compte de leurs propriétés à l'état liquide afin de produire des pièces de fonderie saines, et les **alliages de corroyage** élaborés en tenant compte plus particulièrement de leur capacité à être mis en forme à l'état solide. Pour différencier un alliage d'un autre, il est important d'avoir un système normalisé.

Dans la première moitié du XX^e siècle, la désignation des alliages se faisait surtout par compagnie productrice d'aluminium, parfois avec un système alphanumérique, d'autres fois avec des noms commerciaux. Au Canada, Alcan avait sa propre désignation à 5 chiffres, mais utilisait également la désignation alphanumérique du type « ##S ». Le célèbre avion *Avro Arrow* avait des pièces fabriquées en 75S et 79S, des alliages aéronautiques développés par l'Aluminum Company of America dans les années 40.

La désignation des alliages de corroyage tel qu'on la connaît aujourd'hui a été adoptée aux États-Unis en 1954, pour devenir la norme nationale américaine en 1957. Ce n'est qu'en 1970 que la désignation à 4 chiffres de l'organisme américain *Aluminum Association* (AA) a officiellement été adoptée par les organisations signataires de la *Déclaration d'accord sur un système de désignation internationale pour l'aluminium corroyé et ses alliages*. Les organisations signataires de cet accord représentent une trentaine de pays incluant la majorité des pays d'Europe, les États-Unis, le Canada, le Mexique, le Royaume-Uni, l'Afrique du Sud, le Brésil, l'Argentine, l'Australie, la Chine et le Japon. L'accord dicte la nomenclature des alliages et de leurs variantes, des compositions chimiques nominales pour chacun des alliages et l'enregistrement de nouveaux alliages commerciaux.

4- Le système de désignation internationale à 4 chiffres

2024, 6061, 7075,... Que signifient les 4 chiffres de ces alliages tant utilisés ?

Le 1^{er} chiffre

Le 1^{er} des 4 chiffres représente le groupe auquel l'alliage appartient. Ainsi, le premier « 7 » de 7075 indique que cet alliage fait partie de la famille dont le principal élément est le Zinc. Si plusieurs éléments d'un même alliage occupent la première position en pourcentage, l'appartenance à une famille d'alliage est établie selon l'ordre suivant : cuivre, manganèse, silicium, magnésium, la combinaison magnésium-silicium, zinc et autres. Le Tableau 1 présente les familles d'alliages par rapport à l'élément d'addition le plus important :

Tableau 1 Signification du premier chiffre de la désignation internationale

Chiffre	Signification
1	Désigne les aluminiums dont le pourcentage en aluminium est égal ou supérieur à 99,00 %
2	Désigne les alliages dont le principal élément d'addition est le CUIVRE
3	Désigne les alliages dont le principal élément d'addition est le MANGANÈSE
4	Désigne les alliages dont le principal élément d'addition est le SILICIUM
5	Désigne les alliages dont le principal élément d'addition est le MAGNÉSIUM
6	Désigne les alliages dont le principal élément d'addition est le MAGNÉSIUM et SILICIUM*
7	Désigne les alliages dont le principal élément d'addition est le ZINC
8	Désigne les autres alliages d'aluminium

* Le magnésium et le silicium forment le composé intermétallique Mg Si qui est traité comme un élément d'alliage simple.

Le 2^e chiffre

Dans la famille « 1 », le 2^e chiffre identifie les nuances dans lesquelles certaines impuretés ont des teneurs contrôlées. En effet, à travers le processus de production de l'aluminium, certains éléments se retrouvent « naturellement » en petites quantités dans l'aluminium, ce sont ces éléments que l'on appelle « impuretés ». À cette position, le « 0 », comme dans l'alliage 1050, indique justement que les quantités d'impuretés sont dans les limites jugées « naturelles » à la sortie des cuves. Les chiffres de 1 à 9, à cette position, comme pour les alliages 1100 ou 1350, indiquent que la teneur d'une impureté ou d'un élément d'alliage a fait l'objet d'un contrôle spécial.

Dans les familles 2 à 8, le 2^e chiffre de la nomenclature est réservé aux modifications successives de la composition chimique de l'alliage pour en améliorer les propriétés. Par exemple, la composition de l'alliage 2024 a été enregistrée en 1954, l'alliage modifié 2124 en 1970, l'alliage 2224 en 1978 et ainsi de suite, chaque altération restant dans les limites permises par la norme.

Tableau 2 Modifications successives de l'alliage 2024*

No	Date	Silicium (Si)	Fer (Fe)	Cuivre (Cu)	Manganèse (Mn)	Magnésium (Mg)	Chrome (Cr)	Nickel (Ni)	Zinc (Zn)	Titane (Ti)	Autres		Aluminium minimum
											Chaque	Total	
2024	1954	0,50	0,50	3,8-4,9	0,30-0,9	1,2-1,8	0,10		0,25	0,15	0,05	0,15	reste
2124	1970	0,20	0,30	3,8-4,9	0,30-0,9	1,2-1,8	0,10		0,25	0,15	0,05	0,15	reste
2224	1978	0,12	0,15	3,8-4,4	0,30-0,9	1,2-1,8	0,10		0,25	0,15	0,05	0,15	reste
2324	1978	0,10	0,12	3,8-4,4	0,30-0,9	1,2-1,8	0,10		0,25	0,15	0,05	0,15	reste
2424	1994	0,10	0,12	3,8-4,4	0,30-0,6	1,2-1,6			0,20	0,10	0,05	0,15	reste
2524	1995	0,06	0,12	4,0-4,5	0,45-0,7	1,2-1,6	0,05		0,15	0,10	0,05	0,15	reste

* Les quantités d'éléments sont les limites maximales permises.

Les 3^e et 4^e chiffres

Dans la famille « 1 », les 2 derniers chiffres indiquent le pourcentage en aluminium au-delà de 99 %. Ainsi, l'alliage 1050 est un alliage qui contient au moins 99,50 % d'aluminium dans sa composition. Dans les familles 2 à 8, les 2 derniers chiffres n'ont aucune signification particulière et servent seulement à identifier les différents alliages dans leur groupe.

Les lettres

Il arrive que la désignation à 4 chiffres soit accompagnée d'une lettre, par exemple l'alliage 6005A. Ces suffixes alpha- bétiques débutant à A, en omettant les lettres I, O et Q, indiquent une variation nationale d'un alliage. La composition est similaire avec quelques variations, par exemple la substitution d'un élément d'alliage par un autre qui sert le même objectif ou encore des limites de compositions différentes pour les éléments d'affinage de grain.

Tableau 3 Variations nationales de l'alliage 6005

No	Date	Pays	Silice (Si)	Fer (Fe)	Cuivre (Cu)	Manganèse (Mn)	Magnésium (Mg)	Chrome (Cr)	Nickel (Ni)	Zinc (Zn)	Titane (Ti)		Autres		Aluminium minimum
													Chaque	Total	
6005	1962	USA	0,6-0,9	0,35	0,10	0,10	0,40-0,6	0,10		0,10	0,10		0,05	0,15	reste
6005A	1972	France	0,50-0,9	0,35	0,30	0,50	0,40-0,7	0,30		0,20	0,10	0,12-0,50 Mn+Cr	0,05	0,15	reste
6005B	1989	Pays-Bas	0,45-0,8	0,30	0,10	0,10	0,40-0,8	0,10		0,10	0,10		0,05	0,15	reste
6005C	2005	Japon	0,40-0,9	0,35	0,35	0,50	0,40-0,8	0,30		0,25	0,10	0,50 Mn+Cr	0,05	0,15	reste

Quant au préfixe X, il désigne un alliage expérimental. Il est fort peu probable que l'on rencontre ce type d'alliage dans le commerce.

Autres désignations d'alliages

Il existe également une norme ISO, la norme ISO 209:2007 qui définit la composition chimique de l'aluminium et de ses alliages. Cette norme, peu employée, utilise une nomenclature alphanumérique basée sur le pourcentage des éléments d'alliage principaux. Par exemple, l'alliage 2024 du Tableau 2 devient AlCu4Mg1 dans la nomenclature ISO 209. « Al » parce qu'il s'agit bien sûr d'un alliage d'aluminium, « Cu4 » parce que l'alliage contient 4 % de cuivre, et « Mg1 » pour 1 % de magnésium. C'est une désignation moins précise que la désignation AA et peu utilisée.

Le Tableau 4 donne l'équivalent ISO des alliages les plus utilisés :

AA	ISO		AA	ISO
1050A	Al99.5		5154	AlMg3.5
1350	E-Al99.5		5154A	AlMg3.5(A)
1060	Al99.6		5454	AlMg3Mn
1070A	Al99.7		5554	AlMg3Mn(A)
1370	E-Al99.7		5754	AlMg3
1080A	Al99.8(A)		5056	AlMg5Cr
1100	Al99.0Cu		5356	AlMg5Cr(A)
1200	Al99.0		5456	AlMg5Mn1
2011	AlCu6BiPb		5083	AlMg4.5Mn0.7
2014	AlCu4SiMg		5183	AlMg4.5Mn0.7(A)
2014A	AlCu4SiMg(A)		5086	AlMg4
2017	AlCuMgSi		6101	E-AlMgSi
2017A	AlCuMgSi(A)		6101A	E-AlMgSi(A)
2117	AlCu2.5Mg		6005	AlSiMg
2219	AlCu6Mn		6005A	AlSiMg(A)
2024	AlCu4Mg1		6351	AlSiMg0.5Mn
2030	AlCu4PbMg		6060	AlMgSi
3003	AlMn1Cu		6061	AlMg1SiCu
3103	AlMn1		6262	AlMg1SiPb
3004	AlMn1Mg1		6063	AlMg0.7Si
3005	AlMn1Mg0.5		6063A	AlMg0.7Si(A)
3105	AlMn0.5Mg0.5		6181	AlSi1Mg0.8
4043	AlSi5		6082	AlSi1MgMn
4043A	AlSi5(A)		7005	AlZn4.5Mg1.5Mn
4047	AlSi12		7010	AlZn6MgCu
4047A	AlSi12(A)		7020	AlZn4.5Mg1
5005	AlMg1(B)		7049A	AlZn8MgCu
5019	AlMg5		7050	AlZn6CuMgZr
5050	AlMg1.5(C)		7075	AlZn5.5MgCu
5251	AlMg2		7475	AlZn5.5MgCu(A)
5052	AlMg2.5		7178	AlZn7MgCu

Enfin, bien que le système international à 4 chiffres soit utilisé dans une grande partie du monde, d'autres systèmes de désignation sont encore utilisés. Il est fort possible qu'en faisant affaire avec un partenaire à l'international, un alliage à la désignation peu orthodoxe soit demandé dans l'appel d'offres. Heureusement, le livre *Aluminium Schlüssel/Key to Aluminium Alloys* d'Aluminium-Verlag¹ est un document de référence qui permet d'élucider les mystères des nomenclatures étrangères et des alliages désignés par marque de commerce. Par exemple, on y apprendra que le S-G1B de l'Inde correspond à l'alliage 1050 du système international.

5- Le choix d'un alliage

Parmi tous ces alliages, toutes ces nuances et ces subtilités de composition, comment choisir le meilleur alliage pour une application donnée ? L'industrie offre déjà des alliages ou des groupes d'alliages dédiés à des applications spécifiques et les fournisseurs de produits semi-finis en aluminium sauront vous guider dans votre choix.

Tableau 5 Exemples d'applications de l'aluminium et de ses alliages

NFA Nouvelle Norme	NFA Ancienne Norme	DIN	Principales utilisations
1050 A	A5	Al 99,5	Chaudronnerie, emboutissage. Industries chimiques et alimentaires citernes.
2017A	AU4G	Al Cu Mg 1	Pièces de résistances chaudronnées ou usinées. Aéronautique. Matériel roulant
2024	AU4G1	Al Cu Mg 2	Pièces de grande résistance non chaudronnées. Aéronautique. Armement.
2030	AU4PB	Al Cu Mg Pb	Alliage de décolletage donnant des copeaux très fragmentés. Beau fini de surface
2618 A	AU2GN	Al Cu Z Mg Ni	Bonne tenue à chaud. Pièces usinées, forgées, matricées pour aéronautique.
5083	AG4.5M	Al Mg 4,5 Mn	Alliage de chaudronnerie de caractéristiques mécaniques un peu plus élevées que le 5086.
5086	AG4CMC	Al Mg 4 Mn	Bonne résistance à l'atmosphère marine et au milieu marin. Constructions navales et aéronavales.
5754	AG3	Al Mg 3	Chaudronnerie
6060	AGS	Al Mg Si 0,5	Bel aspect après anodisation. Menuiserie métallique, aménagements intérieurs, caillebotis, châssis métalliques. Industrie textile. Articles de ménages. Décoration. Panneaux de signalisation
6061			Aéronautique, armement, spatial
6082	ASGM0.7	Al Mg Si 1	Pièce mécanique, pièce de machine, plaque de base, menuiserie métallique, industrie textile. Article ménager
7020	AZ5G	Al Zn 4.5 Mg 1	Pièces à hautes caractéristiques mécaniques, moules, industrie aéronautique et militaire.
7049A	AZ8GU		Alliage à très hautes caractéristiques mécaniques. Armement, moules.
7075	AZ5GU	Al Zn Mg Cu 1.5	Pièces de fatigue à limite élastique élevée. Aéronautique. Matériel roulant. Boulonnerie. Bâtons de ski. skis

Aptitudes technologiques et d'usages des alliages

Alliages	Etat	Comportement à l'atmosphère		Aptitudes											
				A l'anodisation			Au soudage				A l'usinage		A l'emboutissage		Au repoussage
		générale	Marine	Protection	Dure	Brillante	A l'arc	Par résistance	Soudo- brasage	Faisceau D'électron	Fragmentation copeaux	Brillance surface	Par expansion	profond	
5083	O	■	■	■	■	●	■	■	○	■	●	■	◆	◆	●
5086	O	■	■	■	■	●	■	■	○	■	●	■	◆	◆	●
5754	O	■	■	■	■	◆	■	■	●	■	●	■	◆	◆	●
6005A	T5/T6	◆	●	■	■	●	◆	◆	◆	■	●	■	○	○	★
6060	T5/T6	■		■	■	◆	◆	■	■	■	●	■	○	●	★
6061	O	◆	●	■	■	●	◆	●	◆	■	○	★	■	■	◆
6061	T6	◆	●	■	■	●	◆	◆	◆	■	●	■	○	○	★
6082	O	◆	●	■	■	●	◆	●	◆	■	○	★	■	■	◆
6082	T6	◆	●	■	■	●	◆	■	◆	■	●	■	○	○	★
7020	T5	◆	●	◆	■	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	○	★
7075	T6	●	○	◆	■	●	○	◆	●	◆	◆	◆	○	○	★
7049A	T6	●	○	◆	■	●	○	◆	●	●	◆	●	○	○	★

■ Excellent ◆ Très Bien □ Bien ● Moyen ○ Passable ★ Non applicable

Domaine d'application	Principaux critères des choix des utilisateurs	Alliages usuels retenus par les utilisateurs	Remarques
Chaudonnerie, tôlerie	Mise en forme Soudage	1200, 1100 1050A, 3105, 3003, 3004, 5049, 5052, 5454, 5754, 5086, 5083 6082, 6061	
Applications mécaniques	Caractéristiques mécaniques Usinabilité	2618A 2024, 2017A 2014, 2214, 2030, 2011, 5086, 5083 6005A, 6082, 6061 6012, 6262, 7075, 7049A	Les 2030, 2011, 6012 et 6262 sont des alliages pour le décolletage (usinage de petites pièces à partir d'une barre, les unes à la suite des autres.
Construction aéronautique et spatiale	Légèreté, Caractéristiques mécaniques Mise en forme Usinage, Aptitude aux traitements de surface, Tenue à la corrosion	2618A, 2024, 2014 2214, 2219, 7020, 7075, 7175 7475, 7050, 7010	
Véhicules industriels	Mise en forme Assemblage (soudage) Fonctionnalités des demi-	3003, 3004, 5052, 5454, 5754, 5086, 5083 6005A, 6082	
Construction navale	Mise en forme Soudage Tenue à la corrosion	5754, 5086, 5083 6005A, 6082	
Bâtiment	Mise en forme, Assemblage Aptitude de l'anodisation, au laquage Tenue à la corrosion	1050A 3105, 3003, 3005 5005, 5052 6060, 6005A, 6106	Bandes prélaquées : 1050A, 3105, 3003, 3005, 5052 Bandes préanodisées : 5005
Équipement du territoire, mobilier urbain	Mise en forme Assemblage(soudage)	3003, 5052, 5086, 5083 6005A, 6082, 6060, 6106	En tôles relief : 3003, 5754, 5086
Échangeurs thermiques	Conductivité thermique	1050A, 1100, 3003, 3005 6060, 6063, 8011	Pour les échangeurs brasés : 3003 et 3005 plaqués
Articles culinaires	Emboutissabilité Aptitude aux traitements de surface	1200, 1050A, 3003, 3004 4006, 4007, 5052, 5754	Les 4006 et 4007 sont des alliages pour émaillage