

MATIÈRES PREMIÈRES : élément métallique le plus répandu dans l'écorce terrestre : 8 % en Al (15 % en Al₂O₃). Surtout sous forme de silicoaluminates (argiles, schistes...) contenant de 18 à 38 % de Al₂O₃, mais il est plus économique de récupérer Al₂O₃ à partir des bauxites (en Europe, faibles réserves) ou des latérites bauxitiques (sous les climats tropicaux, réserves importantes).

Minerais : la bauxite qui contient de l'alumine hydratée, de l'oxyde de fer (10 à 20 %) et de la silice (environ 5 %). Teneurs : de 48 à 58 % en Al₂O₃ sous forme de gibbsite ou d'hydrargillite (Al(OH)₃) dans les latérites et de böhmite ou de diaspore (AlO(OH)) dans les bauxites.

- Autres minerais utilisés en Russie (33 % de la production du pays en 1994) qui a peu de bauxite : minerais riches en néphéline (2SiO₂,Al₂O₃,Na₂O-K₂O), dans la péninsule de Kola, récupérés comme sous-produits de l'extraction des apatites ou minerais riches en alunite (K₂SO₄,Al₂(SO₄)₃,4Al(OH)₃).

Productions minières : en 1996, en 10³ t de bauxite. Monde : 124 667, Union européenne (principalement en Grèce) : 2 193.

Australie	43 063	Venezuela	5 600
Guinée	18 282	Russie	3 928
Jamaïque	11 829	Surinam	3 696
Brésil	10 998	Kazakhstan	3 346
Chine	10 000	Guyana	2 485
Inde	5 758	Grèce	2 028

Les principales mines sont celles de Boké (Guinée), 12 millions de t/an, Weipa (Australie) exploitée par Comalco (RTZ-CRA), 11 millions de t/an, Trompetas (Brésil), 8 millions de t/an.

La production russe comprend également celle de néphéline exprimée en équivalent de bauxite.

- Les États-Unis, le Canada et l'Allemagne sont des importateurs importants de bauxite.

Réserves mondiales de bauxite, en 1996 : 20 milliards de t. En millions de t

Guinée	5 410	Inde	950
Australie	4 000	Indonésie	740

Brésil	2 140	Cameroun	680
Jamaïque	1 870	Guyana	670

Répartition mondiale des réserves de bauxite et des consommations de Al première fusion :

	Réserves (1996) (en %)	Consommations (1996) (en %)
Europe (ex URSS comprise)	7	29
Amérique du Nord	0	29
Asie (Chine comprise)	9	34
Amérique du Sud et Centre	28	5
Afrique	35	1
Océanie	21	2

Situation française : en 1996.

- Production : la plus grande partie a été arrêtée fin 1991. Le maximum de production avait été atteint en 1973 : 3,2 millions de t. Au total, la production a été de 100 millions de t de bauxite. Les gisements étaient situés : dans le Var (Brignoles...), les Bouches du Rhône (Les Baux), L'Hérault. Les réserves françaises

de bauxite sont estimées à 70 millions de t. Une faible production (165 000 t) est destinée à des applications non métallurgiques.

- Commerce extérieur (solde : import - export) : 1 684 000 t à 80 % de Guinée en 1995.

- Le groupe Pechiney participe au capital de sociétés étrangères en :

- Guinée : 12,2 % de la production de la Compagnie des Bauxites de Guinée qui exploite la mine de Boké (1^{ère} au monde). Cette mine fournit la majeure partie des importations françaises de bauxite.

30 % de la production de la société Friguia (gisement de Fria) : la bauxite est transformée sur place en Al_2O_3 .

- Grèce : 100 % de la production d'Aluminium de Grèce, gisements dans la région de Delphes. La production a atteint 0,9 million de t en 1996.

En 1996, les parts de production de Pechiney ont représenté 3,2 millions de t pour une consommation de 4,6 millions de t par la société.

- Environ 95 % de la bauxite utilisée dans le monde est destinée à la fabrication de Al_2O_3 , le reste est utilisé dans les industries des ciments, réfractaires, abrasifs. La consommation des Etats-Unis est, en 1995, de 394 000 t de bauxite calcinée, dans l'industrie des produits réfractaires.

ALUMINE :

Fabrication industrielle : à partir de la bauxite selon le procédé Bayer.

La bauxite est traitée par une solution de NaOH concentrée et chaude. L'attaque qui dure 2 jours a lieu dans des autoclaves à 220°C et sous 2 à 2,4 MPa. On sépare ainsi l'aluminium, en solution sous forme d'ions aluminates hydratés -

$(Al(OH)_4(H_2O)_2)^-$, des oxydes de fer et de SiO_2 , solides, qui donnent des "boues rouges". Ensuite, $Al(OH)_3$ précipite par dilution et refroidissement. La précipitation est initiée et contrôlée par une quantité importante d'amorce de $Al(OH)_3$ provenant de fabrications précédentes. Les bacs de précipitation peuvent atteindre des volumes de 4 500 m³. L'alumine calcinée est obtenue par chauffage à 1200°C. Les capacités de production des usines modernes atteignent 2 millions t/an. L'usine la plus importante au monde (3,3 millions de t/an de capacité d'alumine), alimentée par la bauxite du gisement de Weipa, est située à Gladstone en Australie. Elle est exploitée par Queensland Alumina société dans laquelle Pechiney détient une participation de 20 %.

Consommations : pour produire 1,9 t de Al₂O₃ (qui donne 1 t de Al) il faut :

Bauxite : 4 à 5 t. Chaux : 200 kg Énergie : 380 kWh

Eau : 13,5 t. NaOH : 210 kg

Productions : en 1996, en 10³ t de Al₂O₃ hydratée ou calcinée. Monde : 44 622,
Union européenne : 5 326.

Australie	13 349	Chine	2 490	Inde	1 706
États-Unis	4 700	Russie	2 142	Surinam	1 600
Jamaïque	3 200	Venezuela	1 776	Ukraine	1 161
Brésil	2 759				

- 4 usines aux Etats-Unis, capacités de 5,8 millions de t/an, fin 1996.

Situation française : en 1996.

- Production : 542 000 t de Al₂O₃ hydratée.

- Commerce extérieur (solde : import - export) : 422 000 t (calcinée), -64 000 t (hydratée).

- Usine de traitement : Gardanne (13, Pechiney) qui traite la bauxite importée de Boké. La capacité de production est de 600 000 t/an destinées à 50 % à des usages non métallurgiques. Les "boues rouges" (300 000 t/an) de l'usine sont transportées par canalisation sur 40 km et déversées à 7 km au large de Cassis dans une fosse sous-marine de 2 400 m de profondeur.

- Participations de Pechiney à l'étranger (en % d'alumine produite par la société locale) :

- Australie : Queensland Alumina à Gladstone : 20 % d'un total de 3 325 000 t/an.

- Grèce : Aluminium de Grèce à Distomon - St Nicolas : 100 % de 640 000 t/an.

- Guinée : Friguia 30 % d'un total de 670 000 t/an. La part de Pechiney alimente son usine du Cameroun.

En 1996, les parts de production de Pechiney ont représenté 2,1 millions de t.

Divers types d'alumines et utilisations : 90 % de la consommation d'alumine est utilisé pour élaborer l'aluminium, les 10 % restants dans diverses applications : voir plus loin.

ALUMINIUM DE PREMIÈRE FUSION :

Fabrication industrielle : par électrolyse de Al_2O_3 en sel fondu.

La température de fusion de Al_2O_3 étant très élevée ($2\ 040^\circ C$) on ajoute de la cryolithe ($AlF_3 \cdot 3NaF$) pour obtenir une fusion vers $960^\circ C$. La cryolithe est obtenue par synthèse (voir plus loin).

- Composition moyenne d'un bain d'électrolyse : 83 % de cryolithe, 7 % de AlF_3 , 5 % de CaF_2 , 5 % de Al_2O_3 .
- La cathode est constituée par le creuset, en graphite, de la cellule d'électrolyse (masse : 50 t, durée de vie : 5 ans). La construction de l'usine d'électrolyse de Dunkerque a nécessité 9 000 t de produits carbonés pour le garnissage des cuves. Les anodes, généralement précuites, sont en carbone et sont consommées, en moyenne, en 26 jours. Elles sont élaborées à partir de coke de pétrole et de brai, dans l'usine de production de Al. Pour produire en 1 an 170 000 t de Al il faut 200 000 anodes de 400 kg chacune (voir le chapitre consacré au carbone et au graphite artificiel).
- Caractéristiques de l'électrolyse : tension : 4 V, intensité : 180 000 à 300 000 A (à Dunkerque). Jusqu'à 264 cuves (à Dunkerque, dans 2 halls de 850 m de long) sont montées en série. Les cellules ont les dimensions suivantes : longueur de 9 à 16 m, largeur de 3 à 4 m, hauteur de 1 à 1,5 m. Capacités de production jusqu'à 4,5 t de Al/48 h.
- L'usine Pechiney de Dunkerque (59) a démarré en août 1992. Sa capacité annuelle de production est de 220 000 t.
- L'usine la plus importante, au monde, située à Bratsk, en Russie, a une capacité de production de 850 000 t/an. En 1996, sa production a été de 780 000 t.
- Consommations : pour produire 1 t de Al 1^{ère} fusion (à partir de Al_2O_3) il faut :
 Al_2O_3 : 1 900 kg Produits fluorés : 30 kg (exprimés en F⁻)
Carbone : 430 kg Énergie : 13 000 kWh.
- Décomposition du prix de revient de Al 1^{ère} fusion :
Matières premières : 15 % Main d'œuvre : 16 %

Énergie : 30 % Amortissement, frais financiers : 39 %

- Le prix de l'énergie électrique (1/3 des coûts de production de Al) est un facteur important dans le choix de l'implantation des usines d'électrolyse. Par exemple, le Québec ou Dunkerque, en France. La consommation d'énergie était de 21 000 kWh/t en 1950.
- Les rejets de produits fluorés (principalement HF) atteignaient de 3 à 12 kg de fluor par t de Al dans les années 1950. A Dunkerque, en fixant, par de l'alumine, HF dans les rejets gazeux (3 m³/s de gaz émis par cuve) et en formant ainsi AlF₃ qui est recyclé, les émissions de produits fluorés sont inférieures à 0,7 kg de fluor/t de Al.
- Pureté de Al 1^{ère} fusion : 99,5 à 99,9 % de Al.

Productions : en 1996, en 10³ t. Monde : 20 862, Union européenne : 2 199.

États-Unis	3 578	Norvège	862
Russie	2 874	Venezuela	635
Canada	2 283	Afrique du Sud	617
Chine	1 776	Allemagne	576
Australie	1 370	Inde	531
Brésil	1 197	Bahreïn	465

- En Europe de l'Ouest : 31 usines, aux États-Unis : 22 usines, dans l'ex URSS : 14 usines dont 11 en Russie, 1 en Ukraine, 1 en Azerbaïdjan, 1 au Tadjikistan.
- Évolution de la production mondiale : 1886 : 13 t, 1949 : 1,3 million t, 1973 : 13 millions t.
- C'est actuellement le 1^{er} métal non ferreux consommé : sa production a dépassé celle de Sn en 1923, Pb en 1943, Zn en 1954, Cu en 1958 (voir la courbe dans la partie annexes).
- Évolution de la production japonaise : 1977 : 1,6 million de t, 1996 : 17 000 t. La production de Al de deuxième fusion est par contre importante : 1,226 million de t. Les importations sont de 2,762 millions de t.

Producteurs : en 10³ t de capacités annuelles de production de Al première fusion, fin 1996.

Alcoa (États-Unis)	2 200	Alumax (États-Unis)	672
Alcan (Canada)	1 500	RTZ-CRA/Comalco	538

		(Australie)	
Reynolds (États-Unis)	1 100	Alba (Bahrein)	454
Pechiney (France)	1 050	VAW (Allemagne)	412
Norsk Hydro (Norvège)	678		

Intervenu en 1991-92, l'effondrement complet du marché russe a détourné brutalement plus de 2 millions de t/an de métal russe vers les marchés occidentaux. Pour gérer cet afflux de métal, un accord international a été conclu entre les gouvernements des grands pays producteurs qui a conduit au gel temporaire de près de 10 % de leurs capacités. En phase avec une croissance de la demande, un redémarrage progressif de ces capacités a été engagé en 1996. Les cinq grands producteurs occidentaux conservant gelé, mi-1997, 1 million de t/an de capacité. Par exemple, Pechiney a redémarré ses capacités gelées à Tomago (Australie) et Dunkerque mais pas celles de ses autres usines.

Commerce international : en 1996, en 10³ t

- Pays exportateurs : Canada : 1 820 (vers les États-Unis à 73 %), Norvège : 875, Brésil : 709.
- Les exportations de l'ex URSS sont estimées à 2,6 millions de t.
- Pays importateurs : Japon : 2 762 (en provenance d'ex-URSS : 17 %, d'Australie : 16 %, du Brésil : 15 %), États-Unis : 2 010 (en provenance, en 1995, du Canada : 60 %, de Russie : 18 %), Allemagne : 1 109.

Aluminium raffiné : obtention de Al à 99,99 %, principalement pour la fabrication de condensateurs électriques. 2 techniques sont utilisées :

- L'électrolyse en sel fondu : Al, en présence de 25 à 30 % de Cu destiné à augmenter sa densité, est fondu à 750°C et forme, dans le fond de la cuve, l'anode. L'électrolyte fondu est situé au-dessus, lui-même étant surmonté par Al raffiné qui forme la cathode. Al est transporté de l'anode à la cathode. 2 procédés se différencient par la nature de l'électrolyte. Le procédé Gadeau-Pechiney utilise le mélange : BaCl₂ : 60 %, AlF₃ : 23 %, NaF : 17 %. Ce procédé est utilisé dans l'usine Pechiney de Mercus (09), capacité de production : 5 000 t/an.
- La cristallisation fractionnée, soit par ségrégation, soit par fusion de zone : elle est fonction de la nature des impuretés. Dans le cas d'éléments formant des eutectiques, les cristaux de Al sont plus purs, alors que dans le cas d'éléments formant des

péritectiques, les cristaux sont moins purs que le liquide mère. La purification est obtenue à l'aide d'un grand nombre de fusions-cristallisations.

- Productions en 1995. Monde occidental : 36 000 t.

	Électrolyse	Ségrégation
Europe	14 500 t	3 500 t
Japon	3 500 t	10 500 t
États-Unis		4 000 t

RECYCLAGE, ALUMINIUM DE DEUXIÈME FUSION ou d'affinage ou secondaire

Produit à partir de la récupération des déchets d'aluminium ou d'alliages à base Al.

- Deux origines de l'aluminium récupéré :

- les chutes de fabrication, qui donnent un déchet de composition connue, facilement recyclable, et les résidus de production et transformation du métal qui nécessitent des traitements plus complexes de préparation et d'affinage.
- les objets usagers divers (véhicules, démolitions, emballages...) qui nécessitent triage manuel et/ou broyage suivi de tri par liqueur dense ou par flottation, avant affinage.

Pour les déchets ménagers et les machefers d'incinération, un triage automatique commence à être mis en œuvre en utilisant un séparateur magnétique à courants de Foucault. Un tambour rotatif muni de puissants aimants permanents génère dans les métaux non ferreux à trier, des courants de Foucault qui créent un champ magnétique opposé au champ qui leur a donné naissance. Les objets en aluminium sont repoussés.

- Aux Etats-Unis, en 1996, recyclage de 3,3 millions de t, moitié chutes de fabrication, moitié produits usagés. Les produits usagés recyclés représentent 24 % de la consommation. Dans ce pays, en 1996, 62,9 milliards de boîtes-boisson ont été recyclés soit 63,5 % de la consommation qui ;représentent 27 % de l'Al de deuxième fusion dans ce pays.
- En France, l'aluminium recyclable représente 500 000 à 600 000 t/an. 70 % de cet aluminium est effectivement recyclé. Les taux de recyclage sont de : 85 % dans le bâtiment, 80 % dans le transport, 70 % dans les applications mécaniques et électriques, 65 % dans l'équipement ménager. Il couvre 30 % des besoins. L'aluminium recyclé est consommé à 60 % dans le secteur des transports.

L'automobile est la première source de déchets (95 % de Al utilisé dans ce secteur est recyclé).

Autre source importante, particulièrement aux Etats-Unis : les boîtes-boisson.

La teneur en aluminium des ordures ménagères est faible : dans les 20 millions de t d'ordures produites annuellement, en France, il y a 5,2 millions de t d'emballages dont 72 000 t d'aluminium.

- La production d'aluminium recyclé est économique : 95 % de l'énergie nécessaire pour produire Al est économisée : il ne faut que 650 kWh/t de Al.
- La part du recyclage est importante : en 1996, en 10³ t :

Production d'aluminium	1 ^{ère} fusion	2 ^{ème} fusion
France	380	237
Allemagne	576	417
Japon	17	1 191

Etats-Unis	3 578	3 212
Europe de l'Ouest	3 130	1 710

- En Europe de l'Ouest, 200 unités d'affinage donnent 1,7 million de t d'aluminium secondaire soit 31 % de la production totale. Aux États-Unis, 74 usines.
- En France, une vingtaine d'affineries fonctionnent, 300 000 t de capacité totale. La plus importante est exploitée par Affimet (Pechiney) à Compiègne (60) : 48 000 t en 1996.
- Utilisation du métal affiné : fonderies de moulage (surtout pour l'automobile : bloc-moteur, carters de boîtes de vitesse...). L'aluminium affiné couvre les 2/3 des besoins des fonderies. Al affiné est également utilisé en sidérurgie dans la désoxydation de l'acier.
- Autres utilisateurs : les fabricants de demi-produits laminés et filés qui, en France, recyclent directement, en plus de leurs propres chutes de fabrication, 100 000 à 150 000 t/an.

SITUATION FRANÇAISE : en 1996, en 10³ t, y compris l'industrie de 1^{ère} transformation.

- Chiffre d'affaires : 17,4 milliards de F.
- Effectifs : 11 010 personnes dans 49 sociétés.
- Productions : 1^{ère} fusion : 380, 2^{ème} fusion : 237.
- Importations : 492 (Norvège : 19 %, Pays-Bas : 18 %, Cameroun : 13 %, ex URSS : 10 %).
- Exportations : 236 (Italie : 42 %, Allemagne : 20 %, Suisse : 15 %).

Pechiney : en 1996.

- Chiffre d'affaires : 64,4 milliards de F (France : 36 %, Amérique du Nord : 36 %).
- Effectifs : 35 612 personnes (aluminium : 14 065, emballage : 17 744).
- Répartition du chiffre d'affaires : emballage : 36 %, aluminium : 32 %.

Secteurs d'implantation :

- Al : seul producteur français. Dans le monde, 26 sites industriels, 1 052 000 t de capacités annuelles, n°1 européen, n°4 mondial. Production de 924 400 t de Al primaire.
- Usines françaises de production de Al (en capacités annuelles de production) :
Dunkerque (59) : 220 000 t, St Jean de Maurienne (73) : 125 000 t, Lannemezan (65) : 45 000 t, Auzat (09) : 45 000 t.
- Transformation de l'aluminium et des alliages d'aluminium en produits laminés et filés par la filiale Rhénalu, 14 sites industriels, 5 179 personnes. En France, usines à Neuf Brisach (68), Issoire (63), Castelsarrasin (82). Fabrication de 442 000 t de demi-produits.
- La technologie de Pechiney a une réputation mondiale (cuves d'électrolyse à 300 000 A, fonderie). Les nouvelles séries d'électrolyse installées dans le monde utilisent presque toutes la technologie Pechiney.
- Pechiney est le 2^{ème} consommateur d'électricité en France (9 milliards de kWh/an) derrière Eurodif et devant Usinor.
- Participations de Pechiney à l'étranger : () % de contrôle de la production.
Cameroun : Alucam (100 %), à Edéa, capacité : 87 000 t/an.
Grèce : Aluminium de Grèce (100 %), à St Nicolas, capacité : 175 000 t/an.
Pays-Bas : Pechiney Nederland (85 %), à Vlissingen, capacité : 175 000 t/an.
Australie : Tomago (36 %), capacité : 395 000 t/an.
Canada : Bécancour (25 %), capacité : 375 000 t/an.
- Emballage : en % du chiffre d'affaire du secteur : boîtes-boisson : 53 %, emballages plastiques : 19 %, boîtes alimentaires : 16 %.
- Le groupe Pechiney est le 1^{er} producteur mondial de boîtes-boisson principalement destinées aux marchés des boissons gazeuses et de la bière.
- American National Can (ANC) : 1^{er} producteur nord-américain avec des volumes vendus, en 1996, de 28,2 milliards de boîtes en aluminium, soit une part de marché d'environ 28 % aux États-Unis avec 24 usines comprenant celles

détenues en joint-venture ainsi que la nouvelle unité du Brésil. ANC a recyclé 500 000 t d'emballages usagés en 1995.

- En Europe, sous le nom de Nacanco, 1^{er} producteur de boîtes-boisson aluminium et acier dans 13 usines avec 10 milliards d'unités vendues en 1996 représentant environ le tiers du marché européen de la boîte-boisson.

- L'ensemble Alimentaire, Hygiène, Beauté comprend les activités suivantes :
- Un département Emballages Plastiques (14 usines en Amérique du Nord et 6 unités en Europe) qui est l'un des plus importants producteurs nord-américains d'emballages souples destinés aux marchés alimentaires, médicaux et industriels et occupe une position de tout premier plan sur le marché des bouteilles plastiques multi-couches.
- Cebal qui, doté d'une implantation internationale (16 unités en Europe, 6 en Amérique du Nord et Centrale et une usine en Asie), est le 1^{er} producteur mondial sur le marché des tubes souples aluminium, plastique et laminés et des boîtes aluminium pour aérosols.
- Teckpack International (TPI) qui est leader mondial avec 12 % du marché des emballages plastiques pour la parfumerie et les cosmétiques.

- Electrométallurgie : ferroalliages, corindons, Si, Mg, (Pechiney Électrométallurgie), Na (Métaux Spéciaux), voir ces chapitres.

Principales cessions récentes :

- En 1995, cession du contrôle de Carbone Lorraine et d'Ugimag, des activités boîtage métallique (conserves) en Amérique du Nord, et bouteilles en verre (n°3 nord-américain cédé à Saint Gobain) et de Howmet, n°1 mondial des pièces de fonderie pour turbines aéronautiques (réacteurs d'avions) et industrielles.
- En 1996, cession du contrôle de Carbone Savoie (fabrication d'électrodes).
- En 1997, apport des activités boîtage alimentaire à une nouvelle société, Impress Metal détenue majoritairement par Doughty Hanson et dont Pechiney et Schmallbach conservent chacun 20 % du capital.

UTILISATIONS :

Consommations, Al 1^{ère} fusion, en 1996, en 10³ t. Monde : 20 750, Union européenne : 4 665. Il faut ajouter, pour obtenir la consommation totale, celle de Al de deuxième fusion notée ().

États-Unis	5 500 (3 285)	Corée du Sud	674
Japon	2 393 (1 673)	Canada	620 (101)
Chine	1 850	Italie	614
Allemagne	1 382 (697)	Royaume-Uni	600
France	677 (358)	Russie	475

- La consommation russe était de 1,9 million de t en 1990.

Secteurs d'utilisation : en 1996, en %, en France et () aux Etats-Unis.

Transports	29 % (32 %)	Équipements domestiques	6 % (8 %)
Bâtiment	20 % (16 %)	Constructions mécaniques	5 % (7 %)
Emballages	12 % (26 %)	Métallurgie	3 %
Industries électriques	11 % (8 %)		

En Europe, l'emballage représente 16 % des utilisations.

Formes d'utilisation : en milliers de t.

- Europe de l'Ouest (1995) : sur un total de 5 250 de demi-produits :
- demi-produits laminés : 2 870 destinés à 45 % à l'emballage, 12 % le bâtiment, 10 % les constructions mécaniques, 8 % les transports.
- demi-produits extrudés : 1 890 destinés à 51 % au bâtiment, 15 % les constructions mécaniques, 13 % les transports.
- France (1996) : sur un total de 1 013, demi-produits : 726, pièces moulées : 238, poudres et alliages de 2^{ème} fusion autres que pour la fonderie : 37.

Utilisations diverses :

Al est concurrencé par les plastiques et les matériaux composites, mais il tend toujours à remplacer l'acier et la fonte dans l'automobile et la construction ainsi que le cuivre dans l'électrotechnique : 1 kg de Al assure les mêmes fonctions électriques que 2 kg de Cu.

- Boîtes-boisson : production mondiale de 160 milliards de boîtes, en 1995, à 84 % en Al.

Aux États-Unis, parmi les secteurs utilisateurs de Al, la fabrication de boîtes-boisson vient en 2^{ème} position : 99,1 milliards de boîtes en 1996 soit 1,4 million de t de Al. Actuellement, une boîte de 355 mL pèse 13,6 g, elle pesait 17 g en 1988. Le métal entre pour 60 % dans le prix de revient des boîtes en Al. 63,5 % des boîtes sont récupérées après utilisation, soit 900 000 t de Al, et le métal est recyclé pour produire de nouvelles boîtes. On estime qu'une boîte est recyclée 4 fois par an. L'usine d'American National Can à Chicago produit 3 millions de boîtes/jour.

Le corps de la boîte est en alliage de la série 3000 (Al-Mn-Mg), le couvercle, plus épais, en alliage de la série 5000 (Al-Mg). Celui-ci représente 1/4 de la masse de la boîte. Le gain de masse de la nouvelle boîte (modèle 202) a été obtenu en réduisant le diamètre du couvercle.

Al concurrence l'acier (voir le chapitre emballages) et le verre pour la fabrication de récipients pour boissons individuelles. Aux États-Unis, 97,5 % des boîtes sont en Al. En Europe, de 1980 à 1996, la part de marché de Al est passé de 24 % à 50 %. En 1996, la consommation européenne de boîtes-boisson a été de 32 milliards de boîtes avec un taux de recyclage de 35 %.

La France occupe une situation particulière avec une utilisation réduite des boîtes dans ce secteur (1,6 milliard de boîtes en 1996, surtout en fer blanc), car le conditionnement en verre reste important. Toutefois le marché de la boîte est en nette progression (50 % en 4 ans). Une unité de fabrication de boîtes boisson en Al, exploitée par PLM (Suède), fonctionne depuis 1992, à La Ciotat (13) : production : 1,2 milliard de boîtes/an. Le métal est fourni par Pechiney.

- Aéronautique et spatial : consommation mondiale de 140 000 t/an. Dans un Airbus A 340, 66 % des 118 t, est en Al. Les alliages les plus utilisés (à haute résistance mécanique) sont ceux des séries 2000 (Al-Cu) et 7000 (Al-Zn-Mg-Cu). Le réservoir principal d'Ariane V est en Al : 23 m de haut, 5 m de diamètre, 2 mm d'épaisseur.

- Automobiles : dans une voiture standard de moyenne gamme, 114 kg de Al soit 6,5 % de la masse du véhicule (28 kg en 1973). Des voitures très haut de gamme (Jaguar XJ 220, Honda NSX, Audi V8) ont leurs structures en aluminium. La Porsche 928 renferme 266 kg de Al. La Safrane RXE renferme 136 kg de Al dont 77 kg dans l'ensemble motopropulseur, 40 kg dans les roues, le système ABS et le support de direction.

Dans les véhicules courants, Al est présent à 50 % dans les boîtes de vitesse (carters), 30 %, dans le châssis et le moteur (culasse, bloc moteur), 15 % dans la carrosserie, les radiateurs. Environ 50 % des blocs moteurs sont en Al et en France, la totalité des culasses.

Les alliages utilisés sont surtout des alliages de fonderie (l'automobile représente 75 % des utilisations de ces alliages) du type : AS9U3 ou AS7U3 (7-9 % Si, 3 % Cu). Ces alliages sont, en grande partie, élaborés à partir de Al recyclé. En France, l'aluminium utilisé dans les automobiles est recyclé à 90 %.

On assiste au début de l'utilisation, dans les véhicules courants, de parties de carrosseries en Al. Par exemple, Ford produit 1,2 million de capots en Al/an. De 1953 à 1957, la Dyna Z de Panhard avait une carrosserie en Al.

- Autres utilisations :

- Feuilles minces : épaisseur minimale actuelle : 5,5 μm . Production française en 1996 : 39 000 t.

- Métallisation, sous vide, de polymères, de papiers, utilisés en emballage alimentaire, condensateurs... Par exemple, les emballages alimentaires en carton pour conservation du lait sont constitués d'un matériau multicouche : 74 % en masse de papier, 21 % de polyéthylène, 5 % d'aluminium.

- Sidérurgie : Al est utilisé pour désoxyder les aciers. 28 000 t consommées en France en 1996. Dans les installations les plus récentes de métallurgie en poche, la consommation est réduite à 1 kg de Al/t d'acier.

- Navires à grande vitesse.

- Aluminothermie : dans l'industrie d'élaboration des ferro-alliages (de Mo, de V, de Ti) et du chrome, ainsi que pour la soudure des rails. Les rails du TGV longs de 18 m sont soudés électriquement, en usine, pour donner des rails de 244 m eux-mêmes soudés sur la voie par aluminothermie. En France, de 130 à 150 000 soudures sont ainsi effectuées par an, soit une consommation de l'ordre de 1 000 t de Al/an.

- Bâtiment : en France, en 1996, utilisation de 142 000 t de profilés, 50 000 t de laminés. En France, 1 nouvelle fenêtre sur 3 est en Al. Réalisations importantes récentes : Institut du Monde Arabe, Arche de la Défense (800 t de Al). Al pour le bâtiment subit un traitement de surface par anodisation (couche de 5 à 25 mm d'oxyde) ou par laquage.
- Poudre de Al : utilisée comme propergol pour les "boosters" de la fusée Ariane (36 t/fusée). Employée pour élaborer les bétons cellulaires. En milieu basique (cas les ciments) Al donne un dégagement de dihydrogène qui forme des pores et donc allège le ciment.
- Chimie : production de $AlCl_3$ par combustion de Al dans Cl_2 . 20 000 t/an à Jarrie (38) par Elf Atochem. Production par Rhône-Poulenc à Sas de Gand (Pays-Bas) et Livourne (Italie). Les capacités mondiales de production sont, en 1995, de 120 000 t/an. Utilisation comme catalyseur dans les synthèses de Friedel et Crafts.