

CHAPITRE I

MATÉRIAUX

ALLIAGES

Le mot s'applique principalement aux métaux, éventuellement aux céramiques et aux polymères (voir POLYMERES). Sa signification concerne pourtant beaucoup de matériaux ou de produits de la matière. Il correspond en fait à une définition précise. En effet, il ne faut pas confondre alliage et mélange. Aristote lui-même avait déjà fait la différence, sans employer la même terminologie, pour désigner l'assemblage simple de plusieurs corps purs (sans que le résultat forme un nouveau matériau différent des composants, ce que nous appellerions aujourd'hui mélange), et l'assemblage de plusieurs corps pour former une nouvelle matière dont les propriétés sont différentes de celles des constituants initiaux (ce que l'on appelle maintenant alliage, et même si l'on sait les séparer et les identifier au besoin (voir ALCHIMIE)).

Signalons au passage que c'est bien cette réflexion qui autorise les aristotéliens à soutenir qu'Aristote est le véritable inventeur de l'analyse chimique¹.

Du point de vue ici développé, le mélange d'eau et d'huile est un vrai mélange, car même en secouant l'assemblage, chaque constituant reste individualisé, l'huile sous forme de fines gouttelettes noyées dans l'eau, support de l'émulsion obtenue. Les matériaux dits composites sont, eux aussi des mélanges où les constituants gardent leurs propres propriétés, par exemple les fibres de carbone noyées dans un polymère utilisés pour fabriquer les skis haut de gamme (voir FIBRES). Le vin serait, lui, avec notre définition un véritable alliage, sans que le mot soit employé dans le langage courant formé par l'assemblage d'eau, d'alcool, de tanins et d'une foule d'autres produits; le résultat final est loin de la simple juxtaposition des goûts individuels de chacun des constituants.

Pourquoi faire des alliages ? Une fois encore la définition d'Aristote s'impose, un alliage possède les propriétés principales du composant de base mais présente en plus des qualités propres conférées par les éléments ajoutés. Ce sont les alliages métalliques qui nous serviront de guide. Les premiers alliages de cuivre, le cuivre arsénié (alliage cuivre-arsenic) puis le bronze, alliage de cuivre et d'étain, furent créés pour améliorer l'efficacité mécanique des armes de guerre, mais aussi celle des instruments d'usage courant. En effet, le cuivre pur

¹ Aristote, *De gen. et corr.*, I, 10, 328a28-31: *Quand les composantes ont à peu près le même pouvoir d'agir, chacune de sa propre nature se transforme dans la composante dominante, mais elle ne devient pas l'autre, mais quelque chose d'intermédiaire et de commun (metaxu kai koinon). De gen. et corr.*, II, 8, 334b30: *Tous les corps mixtes situés autour du lieu central sont composés de tous les corps simples. Il y a en effet de la terre dans tous, du fait que chacun de ces corps se trouve de préférence et avec la plus grande fréquence dans le lieu qui lui est propre.*

possède une faible résistance à la déformation peu intéressante pour fabriquer des épées ou des haches, comme celle que transportait Ötzi, l'homme des glaces vieux de 5000 ans trouvé dans les Alpes, ou même peut-être la pointe de flèche qui lui fut fatale (voir CUIVRE). De même les premières épées de l'Âge du fer ont été assez vite renforcées par une aciération de leur fil grâce à un ajout de carbone obtenu par cémentation, procédé utilisé jusqu'au XIX^e siècle pour recarburer le fer puddlé avant l'apparition du procédé Thomas (voir FER).

Le nombre des éléments d'additions métalliques apportées aux aciers (à la base des alliages fer-carbone) pour les rendre mécaniquement plus résistants à température ambiante et haute température et pour des usages variés est considérable ; ce sont principalement le silicium, le manganèse, le chrome, le nickel et bien d'autres. Au moment de la « révolution » de la fabrication des aciers pour passer du procédé Martin et des convertisseurs Thomas à des procédés plus modernes, dans les années 1850-1860, le nombre d'additions proposées par les laboratoires de développement était devenu tel que certains chercheurs ont entrepris de faire un tri parmi ces éléments pour tenter de ne garder que ceux qui s'avéraient vraiment efficaces pour les usages envisagés.

Une remarque importante : même si les aciers (par définition, la teneur en carbone est inférieure à 2 %) et les fontes (teneur en carbone supérieure à 2 %) comportent plusieurs phases (voir le diagramme d'équilibre fer-carbone décrit dans l'article FER), ces matériaux restent bien des alliages au sens défini au début de ce texte : les composants ajoutés, à commencer par le carbone, créent un matériau différent du fer, dont les propriétés ne sont pas la simple somme de celles du fer et des composants. Cette remarque est évidemment valable pour les alliages de cuivre que sont les bronzes et les laitons, dont les propriétés sont différentes de celles du cuivre, de l'étain ou du zinc.

L'autre propriété, plus ancienne, qui a motivé l'addition d'éléments à un métal, est la modification de sa couleur (voir COULEUR). Tous les orfèvres connaissent le diagramme de couleur des alliages or-argent-cuivre. En plus du durcissement qu'apportent les additions de cuivre et d'argent à l'or, souvent trop ductile, mou et collant pour être usiné ou aminci facilement, beaucoup de nuances de couleurs peuvent être obtenues par l'ajout de ces métaux à l'or (voir Figure 1) ; le cuivre rend l'or rose ou rouge, l'argent le rend un peu « vert » ou blanc, ce que permet aussi le palladium ; « l'or blanc » cher aux joailliers est un alliage or-argent ou or-palladium. Mais de petites quantités soigneusement dosées de cuivre et d'argent rendent à l'or sa couleur tout en améliorant sa résistance mécanique².

De même l'ajout d'étain au cuivre pour obtenir le bronze modifie fortement sa couleur qui peut passer du rouge-cuivre au jaune, puis au blanchâtre en fonction de la teneur en éléments d'addition. C'est un aspect que connaissent bien les fondeurs de « bronze d'art » qui utilisent pour leurs œuvres un alliage ternaire ou quaternaire dont la composition a peu évolué au cours des siècles. Ainsi, l'alliage utilisé par la fonderie Coubertin (Saint Rémy lès Chevreuse) a une analyse autour de Cu-4% Sn-7% Zn-<1% Pb. A titre d'anecdote, l'addition de zinc pose un problème délicat, car son point d'ébullition est inférieur au point de fusion du reste de l'alliage. Le zinc est ajouté en dernier à l'alliage liquide au moment de la coulée et lorsque l'on pose la question au fondeur sur la façon dont il détermine la quantité de zinc ajoutée compte tenu de la perte au feu due à l'élimination par évaporation, il répond « car je sais la couleur souhaitée après refroidissement de la fonte ». C'est ce que l'on appelle le savoir-faire...

² Ainsi, l'or de qualité « supérieure » utilisé par le batteur français Dauvet pour fabriquer des feuilles minces de quelques centaines de nanomètres d'épaisseur est un alliage contenant 1% de cuivre et 1% d'argent. Malheureusement, la batterie Dauvet a fermé ses portes en 2018.

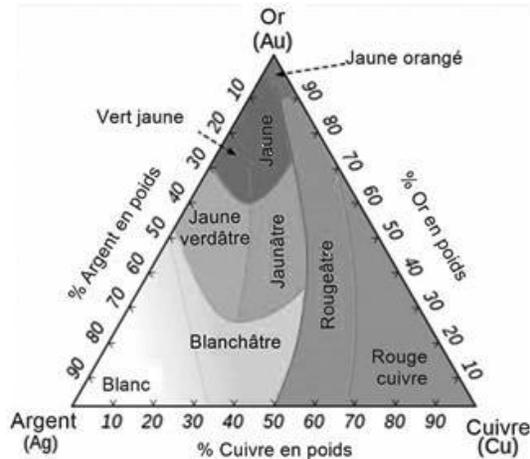


Figure 1 : Diagramme ternaire or-argent-cuivre. D'après C. CRETU et E. VAN DER LINGEN « Coloured gold alloys », *Gold Bulletin*, vol. 32 (4), pp. 31-40, 1999

Le rôle du plomb, qui est totalement insoluble dans les alliages de cuivre, est longtemps resté mystérieux. Les études les plus récentes tendent à prouver que le plomb peut faciliter le mouillage du moule en céramique par l'alliage métallique (voir MOUILLAGE). Et donc l'homogénéité de la fonte après refroidissement est ainsi améliorée, propriété que les fondeurs de la grande statuaire antique ont su mettre à profit en ajoutant de fortes quantités de plomb au bronze destiné à cet art. Signalons que c'est bien l'étain qui diminue fortement le point de fusion du cuivre, autre avantage, économique celui-là, de son alliage avec ce métal.

Parmi les alliages de cuivre les plus connus, il faut évidemment mentionner les laitons, alliages cuivre-zinc, qui sont tellement courants, en raison en particulier de leur facilité de mise en forme, qu'on parle souvent de cuivre jaune. La couleur caractéristique que prend cet alliage pour des teneurs en zinc supérieures à 5 % en masse ressemble tellement à celle de l'or pur qu'on a vu des restaurateurs de musées s'y tromper. Malheureusement, sa résistance à la corrosion n'a rien à voir avec celle de l'or bien sûr. Pour les teneurs plus élevées, entre 10 et 30%, la couleur peut varier, de celle des bronzes, à rouge. Le fait que la température d'ébullition du zinc (907 °C) soit inférieure à la température de fusion du cuivre (1084 °C) oblige à fabriquer le laiton par réaction à l'état solide (voir CUIVRE). On considère que cette difficulté a retardé l'apparition des objets en laiton jusqu'au début de notre ère. On connaît cependant des objets plus anciens que ceux du I^{er} siècle et l'utilisation des termes orichalque (cuivre des montagnes), puis aurichalque (cuivre à couleur d'or) dès la Grèce antique est une preuve de leur élaboration bien avant, sans doute grâce à une réduction (accidentelle ?) d'un mélange de minerai de cuivre et de minerai de zinc.

La sidérurgie ne s'est pas privée d'inventer quantité d'alliages de fer, au point de classer les aciers en catégories commerciales bien identifiées : les aciers bas carbone, les aciers faiblement alliés, les aciers fortement alliés (voir FER). Le premier rôle des additions est de renforcer les propriétés mécaniques : en conjonction avec des traitements thermiques correctement choisis, les capacités des aciers alliés ont pu ainsi multiplier les usages : allègement des structures, éviter la rupture fragile (voir RUPTURE), résistance aux températures plus élevées, etc.

C'est aussi une autre propriété du fer que ses alliages tendent, entre autres, à combattre, sa faible résistance à la corrosion (voir CORROSION). Les plus populaires des aciers fortement

alliés sont les aciers inoxydables. Ils doivent leur inoxydabilité à l'ajout au fer d'une quantité de chrome supérieure à 13% en masse, mais cet ajout est en général complété par d'autres éléments, comme le nickel pour faciliter leur mise en forme (voir FER). Dans des cas de risque sévère de corrosion, d'autres éléments d'alliages comme le molybdène, viennent compléter la liste (et élever le prix).

Parmi les alliages de fer fameux, en tout cas en France, on peut citer l'INVAR (mis au point dans ce pays), un alliage fer-nickel qui se dilate très peu en fonction de la température, ce qui justifie son emploi pour le transport à basse température du méthane à l'état liquide dans les navires méthaniers, et aussi, à l'époque des téléviseurs à tube cathodique, comme écran de triage des couleurs du faisceau d'électron.

Il existe bien entendu beaucoup d'autres combinaisons de métaux, alliés pour répondre à des usages spécifiques. Par exemple la masse, longtemps étalon international, qui définissait l'unité kilogramme avant une définition physique plus pérenne, était une pièce en platine (Voir PLATINE) iridié déposée au Pavillon de Breteuil à Sèvres. Des étalons secondaires répartis dans le monde entier étaient, eux, souvent dans un alliage à base de cobalt et de chrome, l'alacrite, choisi pour la bonne combinaison de sa résistance mécanique au frottement et de sa résistance à la corrosion. La constance de la masse de cet objet était évidemment primordiale. Or elle peut changer de quelques 10^{-6} par l'action des agents atmosphériques et il a fallu une réglementation internationale drastique, nécessitant des études de laboratoire rigoureuses, pour définir son protocole de nettoyage. L'étalon de masse a récemment changé de définition. Il est maintenant du domaine de la physique et le problème ne se pose plus, sauf éventuellement pour des étalons secondaires.

Une autre famille d'alliages d'application récente est celle des alliages à mémoire de forme qui possèdent la propriété de reprendre, en fonction de la température la forme qui leur a été « apprise » dans d'autres conditions, propriété à laquelle s'ajoute une super élasticité qui provoque une capacité de déformation élastique (réversible) très grande. Ils trouvent par exemple leur application dans des montures de lunettes totalement déformables entre autres. Le plus connu de ces matériaux est le nitinol, un alliage à base de nickel et de titane.

Parmi les alliages d'importance industrielle, il faut aussi citer les alliages de titane (voir TITANE). Ce métal très léger (masse volumique $4,5 \text{ t.m}^{-3}$), mais très résistant à la fois mécaniquement et en corrosion, y compris à haute température, a pris beaucoup d'importance industriellement. A l'état pur, l'industrie chimique s'en est emparée depuis assez longtemps, et plus récemment, avec ses alliages, l'industrie des prothèses à cause de leur bonne biocompatibilité. Les alliages, encore plus résistants à chaud, ont un grand intérêt pour l'aéronautique et l'aérospatiale et étaient envisagés pour réaliser le fuselage de l'avion supersonique américain avant que le projet soit abandonné, principalement pour des raisons économiques. Le plus connu est le TA6V (nom courant du Ti6Al4V), alliage de titane, aluminium et vanadium, dont la mise en forme a longtemps posé de gros problèmes. De nouveaux alliages (par exemple Ti-Al-Nb) et de nouveaux procédés de mise en forme ont relancé l'intérêt pour ces alliages et les projets d'avion supersonique (voir TITANE).

Enfin, nous pouvons évoquer des « rois » des alliages, les superalliages ou alliages à haute performance. Ces alliages à base de nickel ou de cobalt durcis par l'ajout de phases intermétalliques ont été mis au point, entre autres à l'ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques) pour résister aux conditions thermiques et mécaniques exceptionnelles rencontrées dans la chambre de combustion et la turbine des réacteurs d'avion. On a même pu montrer que les aubes de turbines ont la meilleure résistance aux températures de l'ordre de $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ et aux forces centrifuges de rotation quand elles sont

obtenues sous forme de monocristaux de superalliage, partiellement refroidis par un fin réseau de conduits noyés dans leur masse.

Concernant les céramiques (voir CÉRAMIQUES) le problème est plus compliqué : par exemple une glaçure au plomb peut être considérée comme un alliage, silice plomb, car le plomb sert à la rendre plus brillante tout en étant en solution dans la silice. Si la glaçure est colorée par exemple en bleu par le cobalt ou le cuivre, il s'agit bien d'un alliage. Mais si la glaçure est opacifiée par l'étain, ce sont des particules d'oxyde d'étain qui sont responsables de l'opacification, ce qui mettrait en doute la qualité d'alliage silice-étain du matériau. Le problème est encore plus compliqué pour les terres cuites, résultat d'un mélange à froid de matériaux séparés dont la cuisson provoque entre ces composés des réactions chimiques qui changent leurs propriétés. C'est bien pour cela que les céramistes n'emploient pas trop le terme d'alliage pour les décrire.

Un exemple de vrai mélange céramique-métal est représenté par les cermets, constitués d'une céramique dans le corps de laquelle sont noyées des nanoparticules métalliques ou d'alliages (voir CÉRAMIQUES). En odontologie la poudre de cermet était obtenue en incorporant des particules métalliques (essentiellement l'argent) dans de la poudre de verre, mais n'est plus utilisée actuellement dans les cabinets dentaires (voir ODONTOLOGIE)

Comme dans le cas des alliages de métaux, il sera intéressant de fabriquer un alliage de polymères pour obtenir un nouveau matériau dont les propriétés finales sont une combinaison des propriétés des divers constituants. Or les polymères sont en général incompatibles (voir POLYMÈRES et MICROSTRUCTURE) et donc réaliser un alliage de polymères est défavorable thermodynamiquement. Citons une exception, le cas du Noryl[®], polymère amorphe. À l'origine, c'est un mélange obtenu par un procédé mécanique (l'injection) d'un composé de polyoxyde de phénylène (PPO) et de polystyrène (PS) qui présentent une excellente compatibilité à l'échelle moléculaire (le PPO est miscible en toutes proportions avec le PS). En général, il est donc impropre d'employer le terme « alliage » pour les polymères.

RÉFÉRENCES

ARISTOTE, « *De generatione et corruptione* » I, 10, 328 a 28-31.

G. BERANGER, G. SANZ, G. HENRY, « *Le Livre de l'Acier* », Ed. Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 1995.

C. CRETU, E. VAN DER LINGEN, « *Coloured gold alloys* », *Gold Bulletin*, vol. 32 (4), pp. 31-40, 1999.

#####

ALUMINIUM

L'aluminium (Al) est l'élément de numéro atomique 13 de la classification périodique et sa masse atomique est environ 27. C'est de loin le métal non ferreux dont la production mondiale est la plus importante : 64,3 millions de tonnes d'aluminium en 2018, contre 19,4 millions de tonnes pour le cuivre raffiné non allié. C'est également le métal le plus répandu dans l'écorce terrestre dont il représente environ huit pour cent de la masse. Bien entendu le fer et les aciers, matériaux de base d'une part importante de l'industrie lourde, dépassent très largement ces chiffres.

La principale caractéristique de l'aluminium et de ses alliages est leur masse volumique. Elle est de $2,70 \text{ t.m}^{-3}$ pour le métal pur, sachant que le fer et le cuivre ont des masses volumiques respectives de $7,87$ et $8,96 \text{ t.m}^{-3}$. La légèreté de l'aluminium et son bas point de fusion ($660 \text{ }^\circ\text{C}$) sont les raisons principales de son emploi quasi-universel en aéronautique, aérospatiale, transport de l'électricité à longue distance (en remplacement du cuivre pour les lignes à haute tension), etc. Pour l'aéronautique, de grands espoirs avaient été mis dans le titane dans les années 50 et 60 (voir TITANE) car bien que la masse volumique de celui-ci soit de $4,5 \text{ t.m}^{-3}$, les alliages à base de titane ont des propriétés mécaniques infiniment plus performantes en particulier à haute température, ce qui autoriserait une vitesse plus importante et/ou des épaisseurs de fuselage beaucoup plus faibles. Mais ce sont finalement les matériaux composites (voir FIBRES) qui tendent à remplacer aujourd'hui l'aluminium dans la fabrication du fuselage et des ailes des avions. En parallèle, l'aluminium voit son emploi se développer graduellement dans l'industrie automobile (toujours intéressée pour réduire la masse des voitures et leur consommation de carburant), cette fois-ci au détriment de l'acier (comme nous le verrons un peu plus tard dans cet article). La compagnie américaine Boeing avait envisagé dans les années 50 l'emploi du titane pour réaliser un avion supersonique de transport nettement plus rapide et en concurrence avec le Concorde franco-britannique, lui-même en alliage d'aluminium. On sait que l'exploitation du Concorde a été abandonnée en 2003 pour des raisons commerciales et que le projet américain n'a jamais vu le jour, soi-disant pour des raisons de pollution atmosphérique. La question revient d'actualité avec l'idée d'un transport hypersonique.

L'aluminium est aussi, parmi les métaux courants, celui qui a été isolé le plus tard. Ses minerais oxydés sont à base de composants de *l'alun* dont il tire son nom et dont les propriétés de mordant pour la teinture des tissus étaient déjà connues. Ils sont beaucoup plus stables que ceux des autres métaux, ce qui signifie que l'obtention du métal pur à partir de ses minerais demande beaucoup d'énergie et la présence d'un réducteur puissant. C'est d'ailleurs en utilisant un métal chauffé, le sodium, que le chimiste français Henri Sainte-Claire Deville réussit en 1854 à isoler le métal contenu dans l'oxyde déjà connu sous le nom d'alumine, préalablement converti en chlorure.

L'alumine, dont la formule chimique est Al_2O_3 , et qui porte le nom minéralogique de corindon, est fort appréciée en bijouterie comme rubis (coloré en rouge par le cuivre) ou saphir (de couleur variable)³. Elle est contenue en quantité importante (50 à 60 %) sous une forme en partie hydratée dans la bauxite, une argile rouge présente en grandes quantités aux environs des Baux de Provence dans le midi de la France, la source exploitée mondialement la plus importante jusqu'en 1913. Les sites d'exploitation se sont ensuite progressivement diversifiés au profit des Amériques, principalement du sud, puis de l'Australie et des pays

³ Le corindon est aussi le composant principal de l'émeri en raison de sa grande dureté : dans l'échelle de dureté rayure de Mohs, son numéro est 9, alors que le diamant, matériau le plus dur connu a le numéro 10 (voir DURETE).

d'Extrême Orient dont la Chine. La couleur de la bauxite lui est donnée par l'oxyde de fer, un autre constituant de ce minéral. Il faut remarquer que la latérite, qui donne sa couleur rouge ou orangée à tous les chemins des pays chauds par dégradation et oxydation des minéraux superficiels dont les oxydes de fer, est souvent classée parmi les bauxites. Le procédé de Sainte-Claire Deville, industrialisé à petite échelle avec le soutien de Napoléon III, restait trop coûteux pour justifier une généralisation de la production et l'emploi principal des quelques centaines de kilogrammes produits concerne la bijouterie. Il existe des bijoux de grand prix fabriqués avec ce nouveau métal, qui coutait plus cher que l'argent et était souvent associé à l'or, ainsi que des médailles commémoratives. L'empereur Napoléon III réservait un jeu de couverts en aluminium pour ses hôtes de marque dans les banquets officiels. Les invités moins prestigieux avaient des couverts en or ou en argent.

En 1886, le Français Paul Héroult et l'Américain Charles Martin Hall, tous deux âgés de 23 ans, découvrent simultanément le procédé électrolytique qui permet de décomposer des sels d'aluminium fondus (oxyde, fluorures comme la cryolithe Na_3AlF_6 ,) vers $1000\text{ }^\circ\text{C}$ ⁴ pour obtenir directement le métal fondu. Bien que fortement coûteux en consommation électrique (environ 15000 kWh pour une tonne d'aluminium, ce qui justifie l'installation des usines en montagne près des sources hydroélectriques, voir Péchiney et Péchiney-Ugine Kuhlman), l'explosion des tonnages de production provoqua une chute brutale des cours, d'un facteur 50 au moins, qui transforma alors le statut du métal d'objet précieux en matière de tous les jours⁵. Cette transformation ne fut pas totale puisque, par exemple, les soldats des tranchées de la guerre de 14-18 employèrent leurs loisirs à sculpter dans les fusées en aluminium d'obus allemands des bagues pour leurs fiancées ou leurs femmes, bagues appelées « bagues du poilu ».

J'admire ô hanches si blanches
Il y a le reflet de votre blancheur
Au fond de cet aluminium
Dont on fait des bagues
Appolinaire, lettre à Madeleine

Au total, la production actuelle de l'aluminium comporte deux étapes principales : fabrication de l'alumine à partir de la bauxite par le procédé Bayer (attaque par la soude, puis calcination) inventé en 1887, puis électrolyse du mélange fondu alumine plus fondant. Aux Etats-Unis, Hall fonda la société Alcoa pour exploiter ses brevets, alors qu'en Europe, la production d'aluminium se développa selon les brevets de Héroult notamment grâce aux sociétés Péchiney et Alusuisse. Notons que l'alumine est aussi utilisée actuellement sous forme de grains abrasifs dans les procédés de mise en forme du type meulage ou rectification. Le prix de l'aluminium métal est coté en bourse, vestige de l'époque où l'aluminium était un métal précieux, à l'égal de l'or et de l'argent (voir MATÉRIAU NOBLE). Il est donc soumis à des mouvements de spéculation qui font fluctuer son prix et handicapent encore certaines applications industrielles (comme son utilisation dans les voitures de grande série).

Pur, les propriétés mécaniques de l'aluminium sont très limitées, à part sa malléabilité. Cela facilite évidemment sa mise en forme par laminage (voir LAMINAGE) à grande vitesse et son emboutissage pour la fabrication des canettes (voir EMBOUTISSAGE). En effet, en cuisine et dans l'industrie alimentaire, l'aluminium ne sert pas qu'à fabriquer du papier de cuisson (d'épaisseur égale à la dizaine de micromètres), il est devenu petit à petit un des

⁴ La grande innovation est la découverte du fondant qui abaisse la température de fusion de l'alumine à une valeur raisonnable sur le plan industriel : l'alumine ne fond en effet qu'à $2054\text{ }^\circ\text{C}$.

⁵ Héroult eut quelque peine à convaincre les industriels français de l'intérêt de son procédé. On a retrouvé une correspondance entre Héroult et Péchiney, industriel français qui produisait de l'aluminium avec le procédé de Sainte-Claire Deville. Héroult écrivait : « Grande nouvelle, Monsieur Péchiney, nous allons pouvoir produire de l'aluminium en grande quantité et à bas coût ». Péchiney lui a répondu : « Mais mon pauvre Monsieur Héroult, l'aluminium n'a aucun avenir industriel ».

matériaux de choix pour la fabrication des canettes de bière ou de boissons gazeuses (autrefois uniquement en acier). 4,7 milliards de boîtes boisson en alliage à base d'aluminium sont ainsi fabriquées chaque année en France, plus de 300 milliards dans le monde. L'épaisseur de la tôle de ces boîtes est de l'ordre de 70 micromètres, ce qui pose de sérieux problèmes d'élimination des particules d'alumine encore présentes dans les bains de fusion. Environ deux boîtes sur trois sont recyclées, qu'elles soient en aluminium ou en acier. Au Brésil à Rio de Janeiro par exemple, mais aussi quelquefois en France, des adolescents ou des chômeurs des quartiers pauvres sont rémunérés pour récolter les boîtes vides sur les plages. Ainsi, on dit que toutes les canettes consommées en France en un an, mises bout à bout représentent un aller-retour Terre-Lune (voir VALORISATION). L'intérieur de ces canettes est recouvert d'un film polymère (vernis) qui empêche l'interaction entre l'aluminium et le produit alimentaire. Par contre, les casseroles en aluminium qui n'étaient pas protégées par un revêtement sont maintenant déconseillées, de même que le papier d'aluminium lui-même. Des études médicales montreraient en effet que l'aluminium, et ses sels comme l'alun (qui peut servir de déodorant) pourraient avoir un lien plus ou moins direct avec l'apparition de nombreuses pathologies (maladie d'Alzheimer, cancer...). Le sujet (et la relation de cause à effet) reste néanmoins très polémique et les recommandations actuelles relèvent plus du principe de précaution que d'une réalité scientifique certaine...

Toutes les recherches sur l'aluminium depuis son industrialisation ont tendu à mettre au point des alliages (voir ALLIAGES) et des traitements thermiques destinés à augmenter leurs propriétés mécaniques (voir SURFACES). Le plus connu et le premier de ces alliages a été le duralumin, un alliage aluminium-cuivre-magnésium à 4 % de cuivre (alliage noté AA 2024) mis au point dans les années 1920 pour l'industrie aéronautique, qui possède des propriétés mécaniques remarquables après un traitement thermique spécifique qualifié de durcissement structural. Sursaturé en cuivre et en magnésium par un traitement thermique dit de mise en solution, l'alliage, ductile et malléable dans son état trempé, voit sa résistance mécanique augmenter fortement par un recuit dit de vieillissement à température modérée. Pour un alliage binaire Al-Cu la précipitation du composé Al_2Cu est précédée aux environs de 150 à 200 °C de l'apparition dans la microstructure de rassemblements atomiques à deux, puis trois dimensions ayant la composition du futur précipité, mais la structure de l'aluminium (voir MICROSTRUCTURE). Ces amas ont, aux températures les plus basses, une structure cohérente par rapport au réseau cristallin de l'aluminium (cubique à faces centrées) qui les entoure. Cette particularité structurale a pour conséquence une augmentation spectaculaire des propriétés mécaniques (limite d'élasticité et charge de rupture (voir CARACTÉRISATIONS et RUPTURE). Découverts et caractérisés simultanément en 1938 par André Guinier en France et George Dawson Preston au Royaume Uni, ces amas ont pris le nom de zones de Guinier-Preston (*GP zones* en Anglais) qui ont fait l'objet de plusieurs centaines d'études et de thèses pour toute une série d'alliages d'aluminium (Al_2CuMg , $Al-Mg_2Si$, $Al-MgZn_2$, $Al-Li$, etc.) mettant en jeu la microscopie électronique en transmission et la diffraction-diffusion des rayons X. Le même phénomène a été observé dans d'autres alliages.

Certains des alliages d'aluminium sont formulés pour une mise en forme par déformation plastique (corroyage). L'addition de manganèse ou de magnésium donne naissance aux alliages des familles AA 3000 et AA 5000 qui, comme ceux de la famille AA 1000 (aluminium sans addition), ne peuvent être durcis par traitement thermique. Au contraire, les alliages des familles AA 2000 (addition de Cu et Mg), AA 4000 (addition de Si, Cu, Mg), 6000 (addition de Mg et Si) et 7000 (addition de Zn et Mg) peuvent, eux, être durcis par traitement thermique. En particulier, les alliages de la famille AA 6000 permettent de fabriquer par filage à chaud des éléments de menuiserie métallique (encadrement de fenêtre, éléments de véranda, escabeaux, jantes de vélo...) qui sont durcis par refroidissement en