

# LES ECHOS DE SAINT-MAURICE

Edition numérique

Albin SALAMIN

L'aluminium

Dans *Echos de Saint-Maurice*, 1968, tome 66, p. 28-38

© Abbaye de Saint-Maurice 2013

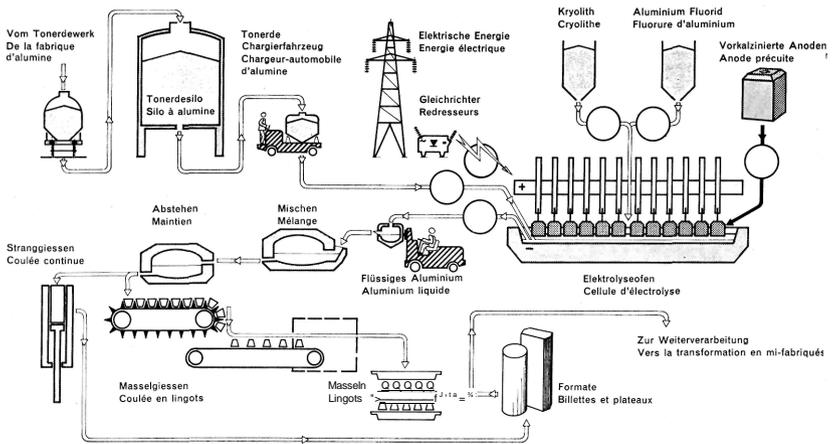


Fig. 1. Schéma de la fabrication de l'aluminium

# L'ALUMINIUM

## Fabrication de l'aluminium

### Du minerai à l'alumine

L'aluminium est avec l'oxygène et le silicium l'élément le plus répandu de l'écorce terrestre dont il forme la douzième partie. Toutefois, il ne s'y trouve pas à l'état pur mais seulement dans des compositions, par exemple l'argile qui est une composition chimique d'aluminium et d'oxygène ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Pendant des dizaines d'années, différents savants du XIX<sup>e</sup> siècle cherchèrent à obtenir de l'aluminium en partant de l'argile. Ils y arrivèrent tout d'abord par un procédé chimique qui était malheureusement si compliqué et si cher que le nouveau métal n'était utilisé que pour la fabrication des bijoux. Aujourd'hui, la réduction de l'argile en aluminium et oxygène est obtenue à l'aide de courant électrique, par le procédé appelé électrolyse, qui a été mis au point en 1886 simultanément par le Français Héroult et l'Américain Hall.

Le minerai principal est la bauxite, c'est-à-dire un oxyde d'aluminium hydraté, impur, renfermant, en dehors de l'alumine, de la silice, de l'oxyde de fer, de l'oxyde de titane et de l'eau.

Les impuretés qui forment la gangue de ce minerai sont surtout l'oxyde de fer et la silice. Comme la pureté de l'aluminium dépend de la pureté de l'alumine, on utilise de préférence la bauxite dite « rouge », qui contient peu

de silice, élément difficile à éliminer. L'oxyde de fer, par contre, se sépare beaucoup plus facilement de l'alumine.

Le procédé couramment employé pour éliminer la gangue et isoler l'alumine comprend 6 opérations :

1. Concassage, séchage et mouture de la bauxite.
2. Traitement en autoclave par une lessive concentrée de soude caustique et à une température d'environ 160° C.
3. Refoulement de la liqueur obtenue dans un diluant, puis dans des décanteurs et des filtres où se fait la séparation entre le liquide clair (solution d'alumate de soude) et les impuretés ou boues rouges qui renferment l'oxyde de fer et une grande partie de la silice.
4. La solution d'alumate de soude possédant la propriété de se décomposer spontanément sous l'effet d'une simple agitation mécanique, on procède à cette hydrolyse ou décomposition dans des récipients munis d'agitateurs, où l'alumine hydratée se dépose et la liqueur de soude peut être récupérée, recyclée.
5. Filtrage de l'alumine hydratée.
6. Calamination de l'hydrate d'alumine à haute température, puis refroidissement et broyage fin de l'alumine finalement obtenue.

## **L'alumine**

L'alumine, tirée de la bauxite, se présente donc sous forme d'une poudre blanche extrêmement fine, impalpable, coulant comme de l'eau. Le transport de cette poudre d'alumine doit se faire dans des emballages soignés car l'alumine craint l'humidité qu'elle absorbe facilement.

Cette transformation de la bauxite en alumine ne se fait pas en Suisse où l'on ne travaille pas le minerai pour des raisons de transport et de manque de gisement de combustible ; en effet, il faut à peu près deux tonnes de

bauxite pour obtenir une tonne d'alumine ; il est donc préférable d'éviter le transport de ces 50 % de déchet en opérant le plus près possible des carrières de bauxite.

## L'aluminium

On obtient l'aluminium en éliminant l'oxygène que contient l'alumine par électrolyse d'un mélange d'alumine et d'un fondant.

En effet, l'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) est un oxyde très stable et l'aluminium est lui-même un puissant réducteur.

Le point de fusion de l'alumine est de  $2000^\circ$  ; un fondant, c'est-à-dire un corps qui, mélangé à l'alumine, abaisse son point de fusion, est donc nécessaire ; c'est la cryolithe ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) — fluorure double d'aluminium et de sodium. Le bain fond alors à  $950\text{-}1000^\circ$ .

L'aluminium se dirige vers la cathode (pôle —), l'oxygène vers l'anode (pôle +).

Les électrodes sont constituées par un aggloméré de charbon pulvérisé et de brai ; elles se fabriquent automatiquement par moulage au-dessus de la cuve (fig. 1).

L'oxygène se combine avec le carbone des électrodes et donne un gaz qui brûle — la consommation d'électrodes s'élève à 500 kg par tonne d'aluminium.

En Suisse, la fabrication de l'aluminium se fait dans les usines de Chippis, Steg et Martigny qui reçoivent l'alumine de France (wagons S. F. I. A.), d'Italie et d'Afrique de l'Ouest.

Pour la transformation de l'alumine en aluminium (électrolyse), on utilise des cuves ou fours que l'on garnit intérieurement d'un revêtement de charbon faisant office de cathode (pôle —) à laquelle aboutit une des amenées de courant ; l'anode est constituée par plusieurs électrodes qui plongent dans un bain en fusion. Ces fours absorbent un courant dont l'intensité est de l'ordre de 100 000 ampères (fig. 2).

Remarquons que vers 30 000 ampères, on obtient une production journalière de 165 kg d'aluminium. On sait que le stade final de la fabrication de l'aluminium comporte

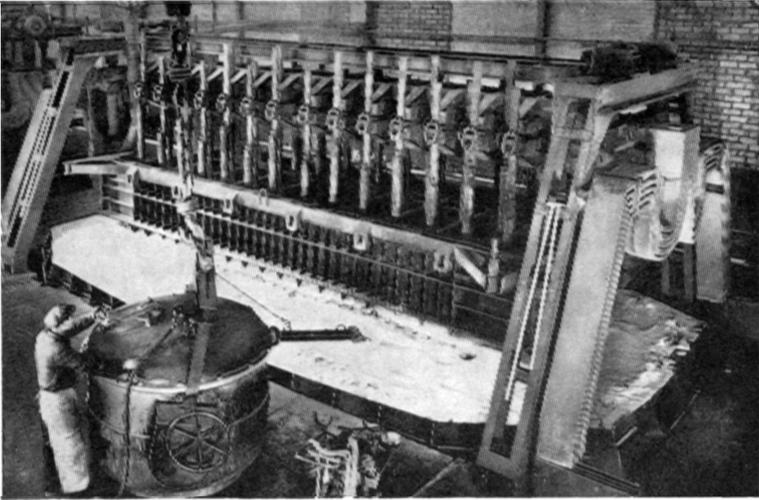


Fig. 2. Cuve à électrolyse

la fourniture, à de bonnes conditions, d'une grande quantité de courant électrique, et c'est pourquoi les usines sont placées au voisinage immédiat des ressources hydrauliques. L'aluminium obtenu, que l'on coule, soit en plaques soit en lingots ou en billettes, est un métal très homogène ne renfermant pas d'autres impuretés que le fer et le silicium dont l'importance globale ne dépasse pas 2 %.. Actuellement, on obtient, dans des fabrications bien réglées, de l'aluminium à 99,5 %. L'aluminium suisse SA (ALUSUISSE), à Chippis, produit actuellement en quantité industrielle, grâce à des procédés de raffinage de l'aluminium connu sous le nom de « Raffinal » et qui présente un degré de pureté de 99,995 %. Les qualités de Raffinal sont remarquables, tant au point de vue ductilité que résistance à la corrosion, ce qui permet son emploi sur une grande échelle dans l'industrie alimentaire et chimique. On a également obtenu le « Superraffinal » à 99,999 %.

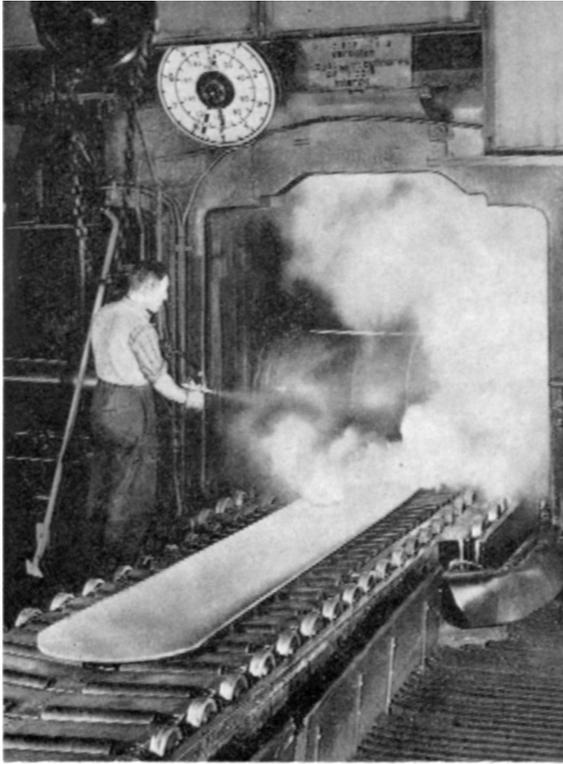


Fig. 3. Laminage

## Utilisation de l'aluminium

### Fabrication de demi-produits

Précédemment nous avons assisté à la naissance du métal brut ; le chemin ultérieur suivi par l'aluminium, en passant par le demi-produit ou le produit fini est également très intéressant.

D'abord, il est coulé en billettes et en plaques de laminage. Ces lingots seront alors laminés, filés à la presse, roulés.

L'aluminium est facile à façonner. Le laminage se pratique à partir des lingots qui sont réduits entre deux cylindres de fer à une température de 450° à 500° en une plaque de 8 à 10 mm d'épaisseur (fig. 3).

Les laminoirs les plus modernes sont réversibles ; c'est-à-dire que le métal est poussé sur des rouleaux d'un côté et de l'autre par des cylindres. C'est un spectacle impressionnant de voir qu'en quelques mouvements, l'épais lingot s'est transformé en une longue tôle mince et flexible.

Une autre série de demi-produits est effectuée à la presse. Ce procédé repose également sur le fait que l'aluminium se pétrit facilement à une température de 400° à 800°. Pour les rampes d'escalier, des rails de fenêtres ou portes à glissières, pour mille et une applications surtout dans le domaine de l'architecture, on a souvent besoin de profilés, de formes très compliquées. Des profilés, tuyaux et autres profilés creux peuvent être fabriqués en une seule opération sur la presse à filer (fig. 4).

### **Fabrication des produits finis**

Tôles, plaques, rubans, tuyaux et fils sont appelés demi-produits parce qu'ils sont ensuite transformés en produits finis. Cependant, il y a des produits finis qui sont faits en une phase de travail, sans passer par le stade de demi-produits, ce sont avant tout des produits comme les pièces moulées (ainsi les fourchettes).

Un produit fini en aluminium, plus familier que les pièces coulées à cause de son usage fréquent, est la feuille d'aluminium.

Facile à fabriquer et d'un prix modique, elle a, en grande partie remplacé le papier d'étain ; on l'obtient par le laminage.

Au départ, il y a un lingot d'aluminium coulé qui est transformé en une bande par des laminages successifs à chaud et à froid. Cette bande, une tôle d'aluminium enroulée, de 0,5 mm à 1 mm d'épaisseur et d'une longueur

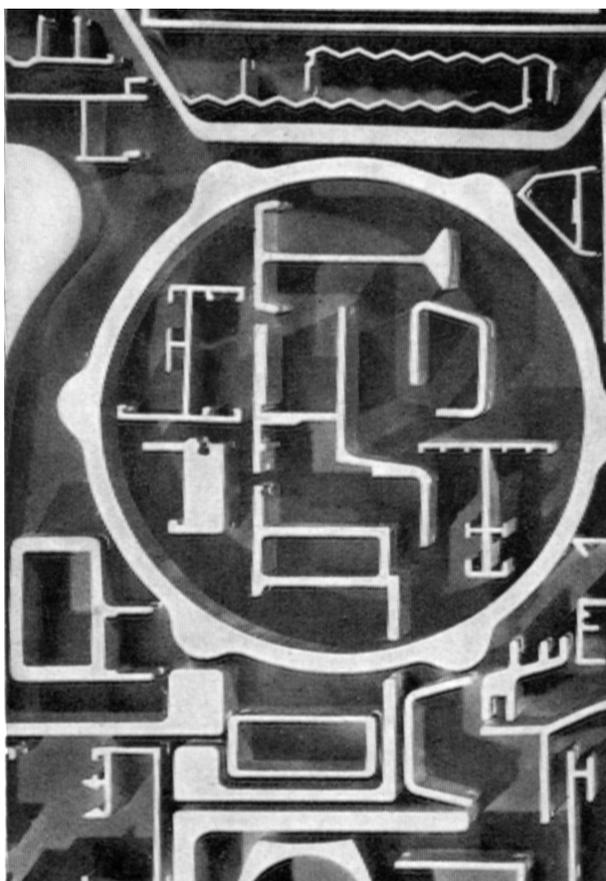


Fig. 4. **Profils**

de 50 à 1000 m, sera transformée en feuilles par des traitements successifs ; la première opération est un traitement thermique qui lui fait perdre la dureté acquise par le laminage. La bande refroidie est passée par des laminoirs à feuilles. A chaque passage, son épaisseur diminue

de moitié et sa longueur double. Lorsqu'on cherche à obtenir des feuilles d'une épaisseur de moins de 15/1000<sup>e</sup>, on passe pour finir deux bandes en même temps par le laminoir ; une seule ne pourrait plus supporter la pression et la tension. C'est pourquoi, une feuille très mince a souvent un côté mat (là où les deux bandes se touchaient) et un côté brillant (là où la bande entrait en contact avec le laminoir). La feuille terminée peut être imprimée, vernie ou collée sur une autre matière, telle que papier, carton, tissu etc. Le 80 % environ de la production des feuilles est utilisée dans l'industrie d'emballage ; les avantages de la feuille d'aluminium sautent aux yeux : elle est souple, facile à plier ; sa surface est brillante, réfléchissante ; elle est hygiénique, non toxique ; elle conduit bien la chaleur ; elle est étanche et non poreuse.

Non seulement les feuilles, mais également les tubes et capsules d'aluminium, présentent ces qualités : ils sont faciles à façonner, hygiéniques, isolants, économiques ; ils sont l'emballage idéal pour des denrées alimentaires, des produits cosmétiques et des médicaments. Pour leur fabrication, on utilise des disques d'aluminium de la grandeur d'une pièce de monnaie et d'une épaisseur de 2,5, 10 mm ou davantage. Ces disques sont placés dans un cylindre et soumis aux coups, sous pression, d'un poinçon dont le diamètre est inférieur de quelques centièmes de millimètre à celui d'un cylindre, si bien que le disque est injecté entre le poinçon et le cylindre. Le fond de la matrice cylindrique porte des renforcements qui correspondent à l'épaule et au col du tube.

Pour la fabrication des ustensiles de cuisine, le procédé est à peu près le même, mais à une échelle plus grande.

## **Applications de l'aluminium**

Le poids de l'aluminium est dérisoire ; un tiers de celui de l'acier, du cuivre et du laiton. Malgré cela, le métal atteint, et dépasse parfois, par l'adjonction de très petites quantités d'autres métaux choisis et par des traitements appropriés, la dureté et la résistance de l'acier de

contraction. Cela a une répercussion de plus en plus grande dans le domaine de la technique. Partout là où il s'agit de mouvoir d'une façon ou d'une autre du matériel, des machines, des appareils, des pièces, les constructeurs cherchent à diminuer le plus possible le poids mort.

Si l'on réussit, par exemple en construisant des wagons de chemin de fer, des carrosseries d'automobiles, des avions, des cabines de téléphérique, à diminuer le poids de 10, 20, 50 %, on peut transporter, dans le même véhicule, une charge utile d'autant plus grande ou, si la charge utile ne peut être augmentée à cause du manque de place, on peut économiser une quantité correspondante de force motrice, essence, courant ou vapeur.

La construction des avions fournit non seulement à l'aluminium ses applications les plus spectaculaires, mais elle permet également au métal léger de subir ses épreuves les plus sévères en ce qui concerne ses propriétés physiques, ses possibilités pour la construction, celles de ses alliages, son rendement économique. Le développement de l'industrie de l'avion a longtemps déterminé l'augmentation de la production de l'aluminium. Actuellement, d'autres domaines, celui du bâtiment et celui de la construction des moyens de transport, ont, souvent grâce aux expériences faites dans l'industrie de l'aviation, dépassé de loin celle-ci. Outre le fait qu'il réunit en lui la légèreté et la solidité, l'aluminium présente deux autres avantages : il ne demande pratiquement aucun entretien parce qu'il ne rouille pas, et il peut, grâce à son élasticité, absorber les vibrations. Pour cette raison, la ville de Londres va remplacer la totalité de ses autobus par des bus en aluminium ; les carrosseries des trains internationaux TEE sont en aluminium, et en Suisse également, on utilise chaque année davantage de métal léger dans les entreprises de transport privées et surtout publiques, des cabines de téléphérique de nos montagnes, aux trams et trolleybus de nos villes, des wagons-citernes pour les transports de benzine et de ciment, aux toits et portes des wagons de trains de marchandises.

Les constructeurs d'automobiles utilisent de l'aluminium pour des pièces soumises à un effort constant, telles que têtes de cylindre, culasses, cylindres, freins, etc.

Pour l'architecture moderne, l'aluminium permet la création d'éléments de constructions préfabriqués, faciles à transporter, ce qui fait diminuer le besoin de main-d'œuvre. Par exemple, pour la construction du bâtiment administratif de NESTLE SA à Vevey, on a employé 250 tonnes d'aluminium.

Un dernier important domaine où l'aluminium est employé fréquemment, est celui de l'électrotechnique : le métal léger est un excellent conducteur de courant électrique, c'est la raison pour laquelle on utilise actuellement de l'aluminium pour les câbles à haute tension et pour les réseaux électriques à l'intérieur des usines, stations de transformateurs, etc. L'aluminium a également conquis une place importante dans la technique des ondes courtes, pour la construction des appareils à ultrasons et de condensateurs, des protections de toutes sortes, des miroirs paraboliques pour la transmission sans fil de sons et d'images et surtout dans la construction d'appareils électriques de tous genres : appareils de ménage, appareils de télévision, appareils de radio, appareils d'éclairage, etc.

Avec ses applications multiples, l'aluminium est un métal d'avenir.

Albin SALAMIN, 4<sup>e</sup> Scientifique

*Nous remercions ici l'Alusuisse S. A. qui nous a aimablement prêté toute la documentation nécessaire.*