



Comment faire des casseroles avec de la bauxite ?

L'électrolyse

Mediachimie
Donner matière à l'avenir



L'Histoire industrielle



1854

Henry Sainte-Claire Deville
première préparation de l'aluminium

La Bauxite est un minéral qui tient son nom du village les Baux de Provence dans les Bouches du Rhône. Il contient 50 % d'oxyde-hydroxyde d'aluminium $\text{AlO}(\text{OH})$, de la silice SiO_2 et de l'oxyde de fer Fe_2O_3 qui lui donne sa couleur rouge. Broyé et traité à la soude par le procédé Bayer, on purifie la bauxite après précipitation et calcination afin d'obtenir l'alumine Al_2O_3 qui va servir à préparer le métal. L'aluminium est un métal léger de faible densité (2,7) et reste brillant grâce à une couche très fine transparente de son oxyde Al_2O_3 stable qui le protège de la corrosion. C'est pourquoi on l'utilise pour faire des ustensiles de cuisine, des canettes et même des avions et automobiles.

C'est un métal « jeune » car il n'a été vraiment découvert qu'il y a 170 ans par un chimiste anglais Humphrey Davy qui a cru l'apercevoir. Cependant, c'est en 1854 que le chimiste français Henri Sainte-Claire Deville électrolyse les chlorures d'aluminium et de sodium AlCl_3 et NaCl à 200 °C avec un courant électrique issu d'une pile en zinc pour l'obtenir en bonne quantité.

Un précieux barreau d'aluminium fut même exposé dans une vitrine lors de l'exposition universelle de 1855 et attira l'attention de Napoléon III qui finança son développement. Dès 1860, ce fut l'entreprise PCAC (Produits Chimiques d'Alais et de Camargue) à Salindres qui entreprit sa production de l'ordre de 1 à 2 tonnes/an mais il restait cher de l'ordre de 80 francs-or le kilogramme et avait peu d'applications industrielles.



1860

Alfred Rangod Pechiney
première tonne à Salindres

La température de fusion de l'alumine est très élevée (2054 °C). Ce fut un jeune ingénieur français, Paul Louis Toussaint Héroult qui, dans la tannerie familiale, eut l'idée en 1885, de dissoudre l'alumine issue de la bauxite, dans un mélange fluoré de cryolithe AlNa_3F_6 + CaF_2 qui reste liquide à 950 °C.

Puis à l'aide d'une des premières dynamo de Gramme, il fit subir à ce mélange une électrolyse avec des électrodes en carbone pour obtenir à la cathode de l'aluminium liquide.

À des milliers de kilomètres, Charles Martin Hall aux États-Unis eut la même idée, d'où le procédé maintenant utilisé dit Hall-Héroult. La réaction est :



L'anecdote

Les boues rouges

L'usine d'alumine de Gardanne dans les bouches du Rhône traite la bauxite depuis plus de 80 ans. Jusqu'en 2003, elle avait l'autorisation de rejeter « les boues rouges » c'est-à-dire Fe_2O_3 hydraté dans une profonde fosse au large, en Méditerranée. Sous la pression écologique, cette autorisation est tombée. Depuis 2007, elle s'est équipée de filtres presse et seules sont évacuées des eaux purifiées :

4 tonnes de bauxite conduisent à 2 tonnes d' Al_2O_3 + 1,5 tonne de résidu sec
Ce résidu est valorisé comme couverture de décharges ou comme support de routes mais certains riverains se plaignent maintenant de « poussières rouges » !



1886

Pierre-Louis Toussaint Héroult
et **Charles Martin Hall**
déposent en France et aux États-Unis le premier brevet d'électrolyse

En 1887, Alfred Rangod, dit Pechiney, dans son usine de Salindres lance la production industrielle. L'entreprise « Pechiney » devint un fleuron de l'industrie avec une maîtrise internationale des cuves d'électrolyse dont les dernières vers 1990. Par exemple, la AP 50 fonctionne sous 4 V et 300 000 A et produit 60 000 t/an. Pour faire une tonne d'aluminium, il faut 12 MWh d'électricité et il se dégage environ 3,5 t de CO₂. Le recyclage du métal est source d'une grande économie d'énergie et limite le rejet de CO₂ car l'aluminium de seconde fusion n'exige que 3 MWh/t et ne dégage qu'une tonne de CO₂.

La production annuelle mondiale d'aluminium en 2017 est de 58 millions de tonnes dont 32 millions fabriqués en Chine. En France, la production est de 885 000 tonnes dont 415 000 de première fusion et 470 000 de deuxième fusion. Le recyclage est important (600 000 t).

Le procédé Bayer de l'extraction de l'alumine



Karl Joseph Bayer

La bauxite est d'abord broyée puis attaquée dans d'immenses cuves par la soude (NaOH) à 200 °C. Les impuretés et Fe(OH)₃ sont précipitées et traitées comme résidus. Les composés retenus, la gibbsite Al(OH)₃ et la Boehmite AlO(OH), sont calcinés à 900 °C pour obtenir Al₂O₃ cristallisé en poudre.