

N° 584

# L'ALUMINIUM

ET

## LES MÉTAUX ALCALINS.

RECHERCHES HISTORIQUES ET TECHNIQUES  
LEURS PROPRIÉTÉS, LEURS PROCÉDÉS D'EXTRACTION  
ET LEURS USAGES,

Avec Planche et Figures dans le texte;

PAR

MM. Charles et Alexandre TISSIER,

chimistes-Manufacturiers, Directeurs de l'Usine d'Amfreville-la-Mu-Voie,  
près de Rouen.

*Dilectis dicitur.*

---

**Prix : 4 francs.**

---

PARIS,

AGROIX ET BAUDRY,  
 Librairie scientifique-industrielle,  
 5, QUAI MALAQUAIS, 15.

ROUEN,

A. LEBRUMENT,  
 Libraire de la Bibliothèque publique,  
 53, QUAI NAPOLEON, 53.

1858



à Monsieur Kuhlmann  
hommage des auteurs  
A. Berzelius Ch. Berzélius

288737/-73801

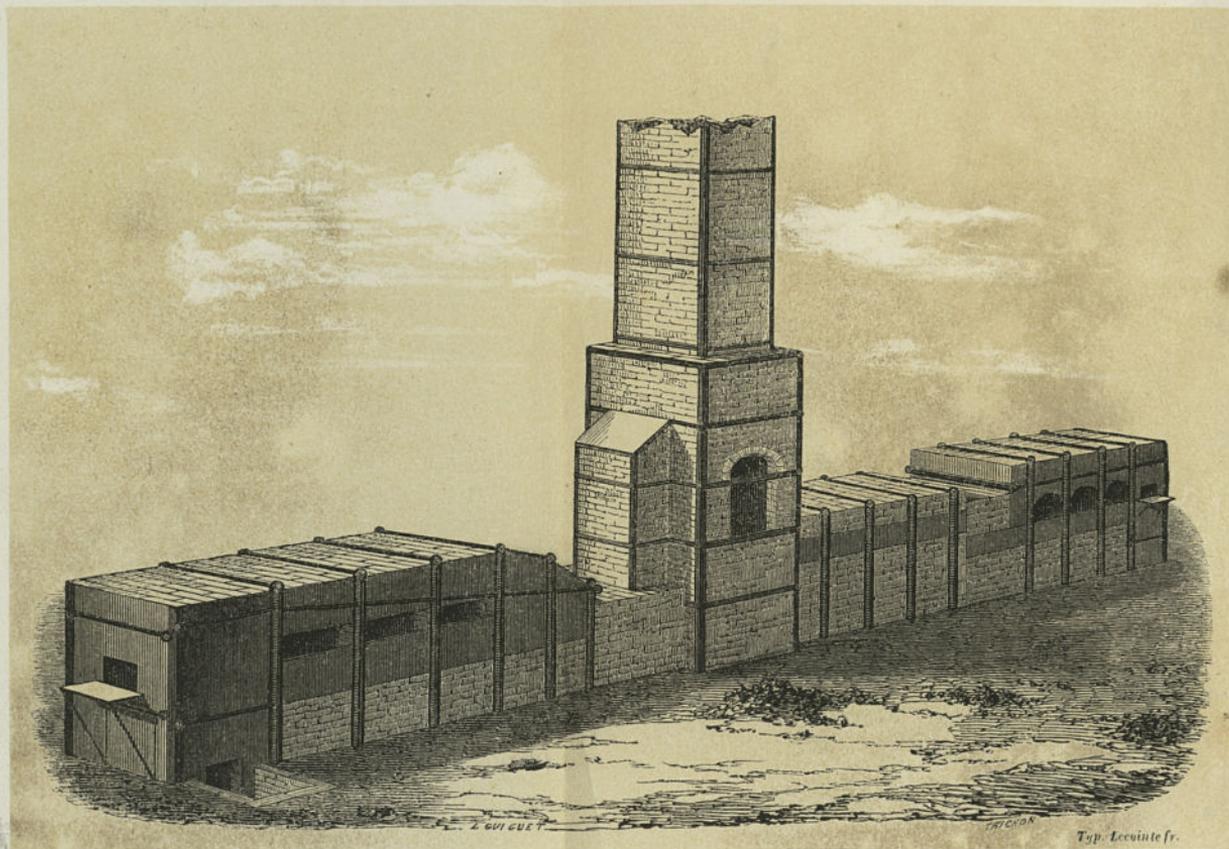
L'ALUMINIUM

Délicat SII

ET

LES MÉTAUX ALCALINS.

FABRICATION DU SODIUM.



FOURS ADOPTÉS A L'USINE D'AMFREVILLE-LA-MI-VOIE.

# L'ALUMINIUM

ET

## LES MÉTAUX ALCALINS.

RECHERCHES HISTORIQUES ET TECHNIQUES  
SUR LEURS PROPRIÉTÉS, LEURS PROCÉDÉS D'EXTRACTION  
ET LEURS USAGES,

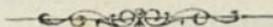
**Avec Planche et Figures dans le texte;**

PAR

**MM. Charles et Alexandre TISSIER,**

Chimistes-Manufacturiers, Directeurs de l'Usine d'Amfreville-la-Mi-Voie,  
près de Rouen.

*Dilectis amicis.*



PARIS,

LACROIX ET BAUDRY,  
Librairie scientifique-industrielle,  
15, QUAI MALAQUAIS, 15.

ROUEN,

A. LEBRUMENT,  
Libraire de la Bibliothèque publique,  
55, QUAI NAPOLÉON, 55.

1858

L'ALUMINIUM

LES MÉTAUX ALCAALINS.

RECHERCHES HISTORIQUES ET THÉORIQUES  
SUR LEURS PROPRIÉTÉS, LEURS PROCÉDÉS D'EXTRACTION  
ET LEURS USAGES,  
Avec planches et figures dans le texte;

PAR  
MM. Charles et Alexandre TISSIER.

ROUEN,

A. LEBRUNT,

PARIS,

LACROIX ET BARDY.

## PRÉFACE.

---

La question de l'aluminium et de ce qui s'y rattache est, depuis quelque temps déjà, l'objet de nombreux travaux, publiés soit en France, soit à l'étranger. La plupart se trouvent disséminés dans des recueils que bien peu de personnes ont les moyens et le loisir de consulter. Il nous a donc semblé utile de rassembler ici tout ce qui a été dit de plus important jusqu'à ce jour, tant sur les propriétés et la préparation du nouveau métal, que sur celles des métaux alcalins qui servent maintenant à le produire en si grande quantité. Ayant pris une part active à la question depuis 1854, nous avons pu rassembler d'une manière à peu

près complète, tous les matériaux nécessaires à la composition de ce recueil.

Quant à l'ordre que nous y avons suivi, peut-être sera-t-on étonné que nous ayons commencé par les métaux alcalins, auxquels nous avons consacré une large place ; mais si l'on réfléchit que ces métaux ont été connus avant l'aluminium, et que ce métal n'aurait jamais pu être fabriqué sans eux, on trouvera que nous n'avons fait que suivre l'ordre naturel.

L'histoire d'un corps étant en général l'histoire de sa préparation ou de son extraction, c'est par là que nous commencerons. Nous passerons successivement en revue les expériences si curieuses de Davy, de Gay-Lussac et Thénard ; de Curaudau, de Brünner, de MM. Donny et Mareska, etc., sur la préparation du potassium ; ce qui nous amènera à la fabrication industrielle du sodium. Après avoir consacré quelques pages aux propriétés physiques et chimiques de ces deux métaux alcalins, nous passerons à l'histoire de l'aluminium, pour lequel nous suivrons la même marche. C'est alors

que se présenteront tour à tour les travaux d'OErsted, et ceux de MM. Wöhler, H. Sainte-Claire Deville, Bunsen et Henry Rose. Comme pour le sodium, nous terminerons cette brillante série d'essais par un aperçu sur la fabrication manufacturière actuelle du nouveau métal. La dernière partie de notre recueil sera consacrée aux propriétés chimiques et physiques de l'aluminium. Nous ferons en sorte que cette partie soit aussi complète que le permet l'état actuel de la question.

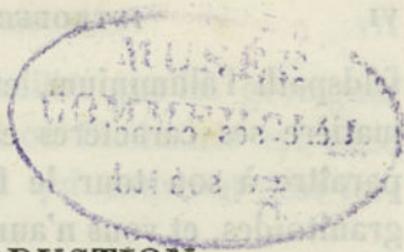
Nous devons à l'obligeance de M. H. Montucci d'avoir pu joindre à cet ouvrage une partie de son étude sur l'*Aluminium considéré comme matière monétaire*.

Les figures qui sont intercalées dans le texte ont été dessinées, soit d'après les appareils que nous avons établis à l'usine d'Amfreville-la-Mi-Voie, près Rouen, soit d'après ceux que nous avons été chargés de faire exécuter pour le compte de S. M. Napoléon III, à l'usine de Javel, près Paris, et dont la majeure partie des plans et des dessins sont entre nos mains ;

nous pouvons donc en garantir l'exactitude.

En publiant aujourd'hui cet ouvrage, nous croyons répondre à un vœu généralement exprimé; toutefois, nous ne nous dissimulons pas la difficulté de la tâche que nous avons entreprise; mais nous comptons sur toute l'indulgence du public, dont nous nous ferons un devoir d'accueillir les critiques et les observations, ainsi que les documents que l'on voudrait bien nous faire l'honneur de nous adresser.

15 mars 1858.



## INTRODUCTION.

---

On peut dire que l'aluminium est le métal qui a été répandu avec le plus de profusion dans la composition de notre globe, autant du moins que nous pouvons en juger par la surface; car on sait que l'on a entamé bien peu profondément l'enveloppe de la terre, dont l'intérieur est encore entouré de profonds mystères. Combiné à l'oxygène et à la silice, l'aluminium forme la base des terrains granitiques, qui peuvent être considérés, à juste titre, comme les fondations du sol. Le *feldspath*, qui est un des éléments essentiels des masses granitiques, est un silicate double d'alumine et de potasse. Cette dernière base peut y être remplacée par la soude. Otez du

feldspath l'aluminium, et vous retirez à cette matière ses caractères essentiels. Faites disparaître à son tour le feldspath des roches granitoïdes, et vous n'aurez plus de *granit* (1).

Ainsi, c'est bien à l'aluminium que les roches primitives ou plutoniques doivent leur aspect et leurs caractères distinctifs; et cela est si vrai que la potasse peut y être remplacée par la soude et même par la chaux ou la magnésie, sans qu'elles cessent de perdre ces mêmes propriétés.

Si nous passons aux roches de transition, aux terrains que l'on a appelés métamorphiques, parce qu'on a pensé que, formés primitivement par l'eau, ils devaient leur état ultime au contact des roches ignées, nous verrons encore l'aluminium communiquer aux terrains schisteux et ardoisiers un aspect que l'on ne retrouve nulle part. L'alumine est l'élément indispensable à la constitution de ces

(1) Le granit est composé de trois minéraux essentiels, mélangés en proportions plus ou moins considérables, et qui sont le *quartz*, le *feldspath* et le *mica*.

masses à structure fendillée que les géologues appellent *schistes*, et où l'industrie est allée chercher les ardoises qui couvrent nos toitures.

Mais c'est surtout à mesure que nous nous rapprochons de la surface du globe que nous voyons l'aluminium jouer un rôle de plus en plus important. L'*argile* forme, en effet, ces couches énormes qui recouvrent les terrains primitifs depuis les premiers dépôts jusqu'à ceux qui se continuent de nos jours. L'*argile* n'est autre chose que le produit de la décomposition des granits par l'action lente de l'air et de l'eau, qui emporte les matières solubles, la potasse et la soude, et laisse un mélange de quartz et de silicate d'alumine; ce dernier mélange finit bientôt par abandonner le quartz plus ou moins complètement, et, en se mélangeant avec des proportions plus ou moins considérables de carbonate de chaux, constitue ce que l'on appelle des *marnes*.

On connaît généralement les propriétés de l'*argile*, propriétés qui la rendent si précieuse

pour l'agriculture et pour les arts. Eh bien, que l'on essaie de constituer de l'argile avec autre chose que du silicate d'alumine ; que l'on en fasse disparaître, en un mot, l'aluminium, et toutes ces qualités disparaissent avec le métal qui en forme la base.

Sans argile, plus de terres fertiles, plus de couches imperméables retenant l'eau pour la conduire dans nos puits et dans nos citernes, et conservant à la surface de la terre une humidité si favorable à la végétation.

Sans argile, plus de poteries, plus de briques, plus de matériaux réfractaires pour construire les fours de nos usines et les massifs de nos hauts fourneaux ; plus de mortiers hydrauliques pour construire les digues de nos ports et les canaux souterrains de nos cités.

Sans alumine enfin, plus de teinture possible, puisque cette substance est la base qui sert à fixer sur nos tissus de soie, de laine et de coton, ces couleurs si riches et si variées.

Un fait curieux, c'est que si l'aluminium paraît constituer, par ses combinaisons avec

l'oxygène et le silicium, la base du monde minéral; en revanche, il paraît tout à fait inutile à la constitution du monde organique; car l'analyse chimique nous apprend que l'on peut considérer l'alumine ou les autres composés d'aluminium, comme complètement étrangers à la constitution des plantes et des animaux.

---

Nous avons cru devoir joindre ici la liste des principales roches, ainsi que celle des minéraux précieux dont l'aluminium forme l'élément essentiel :

**Roches feldspathiques ou à base  
d'aluminium.**

*Pegmatites.* — Composées de feldspath et de quartz; se trouvent en masses stratifiées dans l'immense étage du Gneiss.

*Gneiss.* — Cette roche, qui constitue la partie inférieure du terrain primitif, se compose essentiellement de feldspath et de mica en paillettes distinctes.

*Protogyne.* — Roche granitoïde essentiellement composée de talc et de feldspath.

*Amphibole.* — Minéral composé de silicates d'alumine, de fer, de chaux et de magnésie, et qui constitue en grande partie l'espèce de roche appelée *amphibolite*.

*Porphyres.* — Roches à base de feldspath compacte, de couleur variée.

*Petrosilex.* — *Eurite.* — Feldspath compacte, onctueux plus ou moins mélangé de substances étrangères.

*Trachytes.* — Roches volcaniques, poreuses, âpres au toucher, presque entièrement composées de grains microscopiques de feldspath enchevêtrés.

*Pouzzolane.* — C'est encore une espèce de roche volcanique. Elle a été pendant très longtemps recherchée pour la composition des ciments hydrauliques.

*Obsidienne.* — Roche vitreuse, à base feldspathique, le plus souvent d'une couleur noire.

### **Pierres précieuses à base d'aluminium.**

Le *Corindon*, qui le dispute presque au diamant par la beauté et l'éclat, est formé essentiellement d'alumine. Coloré en bleu, il constitue le *Saphir*; rouge, il prend le nom de *Rubis oriental*; c'est alors une des

pierres les plus riches et les plus estimées. S'il présente une teinte jaune, on le nomme *Topaze orientale*.

L'*Amethyste orientale*, l'*Emeraude orientale* ne sont autre chose que des variétés de corindon.

Le *Spinelle* est une belle substance généralement rouge, tirant un peu sur le rose et composée essentiellement d'alumine, de magnésie et de fer.

Lorsqu'il est d'un beau rouge, les lapidaires le nomment *Rubis spinelle* et considèrent son prix comme équivalant environ à la moitié de celui du diamant.

La *Topaze* est une assez belle pierre vitreuse dont la couleur la plus habituelle varie du jaune au roussâtre. C'est une combinaison de fluorure d'aluminium et de sous-silicate d'alumine.

L'*Emeri*, qui sert à polir les métaux, n'est qu'une variété grossière et non transparente de corindon ferrugineux.



pièces les plus riches de la plus belle. Si l'on présente une lame jaune, on le nomme Topaze orientale.

L'Améthyste orientale, l'Améthyste orientale de son côté, est une variété de corindon.

Le Spinel est une belle substance généralement rouge, tirant au noir sur le rose et composé essentiellement d'alumine de magnésie et de fer.

L'Opale est d'un beau rouge, les japonais le nomment Haku spinelle et considèrent son prix comme égal à celui du corindon.

Le Topaze est une assez belle pierre précieuse dont le contour la plus habituelle est en forme de corindon.

C'est une combinaison de fluorure d'aluminium et de silice avec un peu de magnésie.

L'Améthyste est à peu près la même que l'Opale, mais elle est plus dure et non transparente au contour.

Il est facile de reconnaître ces pierres.

Les pierres précieuses sont à peu près les mêmes.

Les pierres précieuses sont à peu près les mêmes.

Les pierres précieuses sont à peu près les mêmes.

Les pierres précieuses sont à peu près les mêmes.

Les pierres précieuses sont à peu près les mêmes.

CHAPITRE IV.

PREMIÈRE PARTIE.

MÉTAUX ALCALINS.

POTASSIUM. — SODIUM.

PREMIÈRE PARTIE.

SALES ALKALINS.

POTASSIUM. — SODIUM.

## CHAPITRE I<sup>er</sup>.

### HISTORIQUE DE LEUR PRÉPARATION.

---

**Davy. — 1808.**

Nous commencerons par retracer les tentatives couronnées de succès de l'illustre chimiste Davy, employant le nouvel agent que venait de découvrir Volta, à décomposer la soude, la potasse et les autres bases alcalino-terreuses. Tels furent les résultats de ces belles expériences, que, malgré la guerre acharnée qui divisait à cette époque la France et l'Angleterre, le grand prix de cinquante mille francs pour l'électricité, fondé par l'empereur Napoléon I<sup>er</sup>, et auquel pouvaient aspirer les savants de toutes les nations, fut décerné par l'Académie des Sciences à l'auteur des laborieuses et intéressantes recherches que nous allons rapporter.

*Des procédés employés pour la décomposition  
des alcalis fixes.*

« Les recherches que j'avais faites sur la dé-  
« composition des acides et des bases, sur celle  
« des composés neutres alcalins et terreux, m'a-  
« vaient prouvé que l'énergie de la décomposition  
« électrique était proportionnelle à la force des  
« électricités opposées dans le circuit et à la  
« faculté conductrice, ainsi qu'au degré de con-  
« centration des substances employées.

« Dans mes premiers essais sur la décompo-  
« sition des alcalis fixes, j'opérai sur des solu-  
« tions aqueuses de potasse et de soude saturées  
« à la température ordinaire, avec les appareils  
« électriques les plus forts qui fussent à ma dis-  
« position, c'est-à-dire avec une combinaison de  
« batteries voltaïques qui appartiennent à l'Ins-  
« titution royale et qui contiennent 24 plaques  
« carrées de cuivre et de zinc de 12 pouces; 100  
« plaques de 6 pouces et 150 de 4 pouces, char-  
« gées avec des solutions d'alun et d'acide ni-  
« treux; mais, dans ce cas, quoiqu'on observât  
« une grande intensité d'action, l'eau seule des

« solutions était affectée, et l'hydrogène et l'oxy-  
« gène dégagés avec production de beaucoup de  
« chaleur et d'une effervescence violente.

« La présence de l'eau paraissant ainsi s'op-  
« poser à la décomposition de la matière saline,  
« j'employai la potasse à l'état de fusion ignée.  
« Au moyen d'un courant de gaz oxygène soufflé  
« par un gazomètre appliqué à la lampe à esprit  
« de vin, et porté sur une cuillère de platine con-  
« tenant de la potasse, je maintins cet alcali pen-  
« dant quelques minutes dans une forte chaleur  
« rouge et dans un état de fluidité parfaite. On  
« mettait la cuillère en communication avec le  
« côté positif de la pile, de 100 plaques de 6 pou-  
« ces, fortement chargée, et un fil de platine com-  
« muniçait au côté négatif.

« Cette disposition fit paraître plusieurs phé-  
« nomènes brillants. La potasse se montra émi-  
« nemment conductrice, et, pendant aussi long-  
« temps que la communication fut conservée, on  
« vit paraître au fil négatif une lumière très in-  
« tense, et au point de contact, une colonne de  
« flamme qui paraissait due au développement  
« d'une matière combustible.

« Lorsqu'on changea l'ordre, de manière que

« la cuillère de platine devint négative, on vit à  
« la pointe opposée une lumière vive et constante;  
« on n'aperçut rien autour d'elle qui ressemblât  
« à une inflammation; mais on vit s'élever au  
« travers de la potasse, des globules aériformes  
« qui s'enflammaient à mesure dans l'atmosphère.

« Le platine, comme on pouvait s'y attendre,  
« était fortement attaqué, et il l'était au plus  
« haut degré, dans le cas où il se trouvait dans  
« la partie négative du circuit.

« L'alcali paraissait être sec dans cette cir-  
« constance, et on pouvait présumer que la ma-  
« tière inflammable provenait de sa décompo-  
« sition. Le résidu de la potasse n'était point  
« altéré; on y découvrait, à la vérité, un nombre  
« de particules métalliques de couleur gris foncé;  
« mais il fut prouvé ensuite qu'elles provenaient  
« du platine.

« J'essayai diverses expériences sur l'électri-  
« sation de la potasse rendue fluide par la cha-  
« leur, dans l'espérance de pouvoir recueillir la  
« matière combustible; mais ce fut sans succès;  
« je ne pus atteindre mon but qu'en employant  
« l'électricité comme agent commun pour la fu-  
« sion et la décomposition.

« Quoique la potasse, parfaitement desséchée  
« par l'ignition, soit un corps non conducteur,  
« cependant elle devient conductrice d'électri-  
« cité par une très légère addition d'humidité  
« qui ne détruit pas sensiblement son aggrégation  
« solide; et dans cet état, elle se fond et se dé-  
« compose assez promptement par des moyens  
« électriques un peu énergiques.

« On prit un petit morceau de potasse pure  
« qui avait été exposé pendant quelques secondes  
« au contact de l'air, de manière à acquérir de  
« la faculté conductrice à sa surface; on le plaça  
« sur un disque isolé de platine, mis en commu-  
« nication avec le côté négatif de la batterie de  
« 250 plaques, de 6 à 4 pouces, dans un état de  
« grande activité: on amena en contact avec la  
« surface supérieure de l'alcali un fil de platine  
« communiquant avec le côté positif; tout l'ap-  
« pareil était exposé à l'air libre.

« On ne tarda pas à voir se manifester une  
« action très intense; la potasse commença à se  
« fondre aux deux points d'électrisation. Une  
« effervescence violente se montrait à la surface  
« supérieure; à l'inférieure ou négative, on ne  
« voyait aucun dégagement de fluide électrique,

« mais on découvrait de petits globules qui  
« avaient un éclat métallique très brillant et qui  
« ressemblaient tout à fait à du mercure : quel-  
« ques-uns brûlaient avec explosion et flamme  
« vive au moment où ils étaient formés ; d'autres  
« subsistaient, mais ils ne tardaient pas à être  
« ternis et finalement couverts par un enduit  
« blanc qui se formait à leur surface.

« De nombreux essais me montrèrent bientôt  
« que ces globules n'étaient autre chose que la  
« substance que je cherchais, et un principe in-  
« flammable particulier, la base de la potasse.  
« Je trouvai que la présence du platine était une  
« circonstance indifférente au résultat, excepté  
« comme moyen de mettre en évidence les forces  
« électriques produisant la décomposition ; et on  
« obtenait toujours la même substance, soit  
« qu'on employât, pour compléter le circuit, des  
« morceaux de cuivre, d'argent, d'or, de plom-  
« bague ou même de charbon.

« Le phénomène était indépendant de la pré-  
« sence de l'air ; je trouvai qu'il se manifestait  
« également lorsque l'alcali était sous un réci-  
« pient dans le vide.

« On produit aussi cette substance avec la po-

« tasse fondue au moyen d'une lampe dans des  
« tubes de verre, fermés par le mercure et munis  
« de fil de platine scellés hermétiquement à leur  
« insertion, et qui transmettaient l'action élec-  
« trique. Mais on ne pouvait continuer bien long-  
« temps cette opération, le verre ne tardait pas à  
« être dissous par l'action de l'alcali, et la subs-  
« tance pénétrait bientôt au travers du tube.

« La soude, soumise au même procédé que la  
« potasse, montra un résultat analogue; mais sa  
« décomposition exigeait une plus grande inten-  
« sité d'action dans les batteries, ou bien que  
« l'alcali fût en morceaux plus petits et plus  
« minces. Avec la batterie de 100 plaques de  
« 6 pouces, en pleine activité, j'obtins de bons  
« résultats sur des morceaux de potasse qui pe-  
« saient de 40 à 70 grains, et d'une épaisseur  
« qui portait, de distance en distance, des sur-  
« faces métalliques électrisées, à environ  $1/4$  de  
« pouce; mais il fut impossible de produire les  
« effets de décomposition sur des morceaux de  
« soude de plus de 15 à 20 grains, et cela seule-  
« ment lorsque la distance entre les fils était  
« d'environ  $1/8^{\circ}$  à  $1/10^{\circ}$  de pouce.

« La substance produite par la potasse de-

« meurait fluide à la température de l'atmosphère, au moment de sa production; celle qui provenait de la soude était fluide à la température acquise par l'alcali pendant sa formation; mais elle devenait solide en se refroidissant, et prenait la couleur et le lustre de l'argent.

« Lorsqu'on employait la batterie de 250 plaques avec une charge très forte pour la décomposition de la soude, les globules se brûlaient souvent au moment de leur formation, et quelquefois ils faisaient une explosion violente et se séparaient en globules plus petits, qui s'élevaient en l'air avec beaucoup de rapidité et dans un état de combustion vive; ce phénomène, qui présentait des jets de feu, était d'une beauté remarquable. »

(*Transactions philosophiques*, 1808.)

---

### **Gay-Lussac et Thénard. — 1810.**

L'on quitte avec regret la relation si attachante des brillants essais par lesquels Davy préluait à

cette foule de découvertes dont devait se glorifier la chimie du XIX<sup>e</sup> siècle. Mais bientôt ce regret devient moins vif, lorsque l'on passe à la description des expériences non moins intéressantes que Gay-Lussac et Thenard entreprenaient en France à peu près à la même époque. Comme pour le travail du célèbre Davy, nous donnerons le texte même du mémoire des chimistes français :

« On ne pouvait obtenir avec la pile, disent Gay-Lussac et Thénard, dans l'introduction à leurs recherches physico-chimiques, que très peu de potassium et de sodium; il était de la plus haute importance d'en obtenir de grandes quantités, soit pour en étudier les propriétés, soit pour s'en servir à l'avenir comme réactifs; c'était même à ce résultat qu'on devait s'efforcer le plus de parvenir. Nous fîmes des expériences dans cette vue, et le succès dépassa promptement nos espérances. Certains de nous procurer ces deux métaux abondamment et facilement, nous résolûmes d'en examiner jusqu'aux moindres propriétés et de suivre en même temps sur la pile les recherches dont on nous avait chargés. Ces deux genres de travaux

« furent commencés le 7 mars 1808, et suivis  
« avec ardeur jusque dans ces derniers temps.

*De la préparation du potassium.*

« La préparation du potassium consiste à  
« mettre en contact le fer et la potasse à une très  
« haute température. On doit donc d'abord se  
« procurer ces deux substances sous la forme  
« et dans l'état qui conviennent le plus à leur  
« réaction réciproque.

« La tournure de fer est préférable à la limaille,  
« au fil et aux clous de fer, même très petits.  
« Elle a sur les deux premiers l'avantage de ne  
« point obstruer les vases dont on se sert et de ne  
« point s'opposer, par conséquent, au passage de  
« l'alcali. Elle n'en a pas un moins grand sur les  
« clous : c'est d'offrir un grand nombre de points  
« de contact. Presque toujours, cette tournure de  
« fer est en spirale et couverte en divers points  
« d'une légère couche d'oxyde; il faut la battre et  
« la triturer dans un mortier de cuivre ou de fer  
« jusqu'à ce qu'elle soit brisée et que l'oxyde  
« s'en soit détaché. Si elle était couverte d'une

« couche trop épaisse d'oxyde, on pourrait la  
 « plonger avant tout dans de l'acide sulfurique  
 « très faible; lorsqu'elle serait bien décapée, on  
 « l'en retirerait, on la laverait à grande eau et  
 « on la ferait promptement sécher au feu; à la  
 « vérité, elle s'oxyderait légèrement pendant sa  
 « dessiccation; mais la trituration la rendrait  
 « facilement très brillante. On peut employer le  
 « fer tourné à l'huile tout aussi bien que celui  
 « qui est tourné à l'eau; seulement, il est bon  
 « d'en dégager par le feu la portion d'huile dont  
 « il est recouvert et qui le préserve ordinai-  
 « rement de la rouille.

« Le choix des matières premières dont on re-  
 « tire la potasse n'est point indifférent. Si on  
 « l'extrait des potasses du commerce, elle est pres-  
 « que toujours mêlée de soude, parce que ces po-  
 « tasses en contiennent presque toutes une plus  
 « ou moins grande quantité, de sorte que le métal  
 « qui en provient n'est qu'un alliage de potas-  
 « sium et de sodium. Le moyen le plus sûr pour  
 « prévenir cet inconvénient est d'extraire la po-  
 « tasse d'un mélange fait avec une partie de nitre  
 « et deux parties de crème de tartre. On projette  
 « ce mélange dans une bassine de fer suffisam-

« ment chaude; le feu y prend tout à coup et le  
« convertit en sous-carbonnate de potasse, qu'on  
« traite comme à l'ordinaire par la chaux et l'al-  
« cool à trente et quelques degrés. On pourrait  
« même à la rigueur ne point purifier la potasse  
« par l'alcool et se contenter de la faire bouillir  
« avec la chaux; dans ce cas, après l'avoir éva-  
« porée à siccité, il faudrait la fondre dans une  
« bassine et ne la décanter que quand elle serait  
« limpide, pour en séparer beaucoup de carbo-  
« nate de potasse qui se précipite. Les soins à  
« prendre pour la priver d'eau ne sauraient être  
« trop grands, cette eau étant contraire à la for-  
« mation du potassium. On la volatilise à une cha-  
« leur rouge cerise dans un creuset ou dans une  
« bassine; de cette manière, la potasse reprend  
« toujours, à la vérité, un peu d'acide carboni-  
« que, mais qui n'est pas nuisible.

« Comme le potassium ne peut s'obtenir qu'à  
« une très haute température, il en résulte qu'on  
« ne peut se servir que de vases de fer pour  
« le préparer; tout autre vase, du moins à bas  
« prix, fondrait, et le fer entrerait lui-même en  
« fusion s'il n'était pas préservé de l'action de  
« l'air par un lut infusible. Il en résulte encore

« que, pour réussir dans cette préparation, il ne  
« faut mettre l'alcali en contact avec la tournure  
« de fer que partiellement et lorsque cette tour-  
« nure est très rouge; car si on faisait d'abord le  
« mélange de ces deux substances, il arriverait  
« que la potasse se volatiliserait avant que la cha-  
« leur fût assez forte pour que le potassium puisse  
« se produire. On satisfait à cette nouvelle condi-  
« tion en se servant de canons de fusil (1), qu'il  
« est bon de nettoyer. On fait passer ce canon à  
« travers un fourneau, en l'inclinant légèrement.  
« On en remplit de tournure de fer toute la partie  
« qui doit être exposée à l'action du feu, et on  
« remplit de potasse la plus élevée des deux par-  
« ties qui sont hors du fourneau. On donne le  
« coup de feu, et au moment où on le juge assez  
« fort, on fait fondre d'abord la couche de potasse  
« la plus voisine du centre du canon, puis la sui-  
« vante, etc., etc. Toutes ces couches coulent  
« successivement et viennent passer à travers la  
« tournure de fer; mais comme il pourrait arri-  
« ver qu'une portion de la potasse échappât à  
« l'action du fer, si le tube était trop incliné ou

(1) On peut se servir de canons de rebut, et ce sont même ceux-là que nous avons toujours employés.

« ne passât point à travers s'il ne l'était pas assez,  
 « on doit préférer de courber le canon de fusil  
 « comme on le voit fig. 1.



Fig. 1.

« Ce qui précède suffit pour faire saisir l'en-  
 « semble de la préparation du potassium; mais  
 « on ne peut en avoir une idée très précise qu'en  
 « entrant dans le détail de toutes les opérations  
 « dont elle se compose.

« Le lut dont nous nous servons est formé de  
 « terre à potier ou argile grise des environs de  
 « Paris et de sable passé au tamis de crin. Nous  
 « détrempons cette argile avec de l'eau et nous  
 « y incorporons le plus de sable possible, environ  
 « cinq fois le poids de l'argile; par là, nous ren-  
 « dons le lut si maigre qu'il devient difficile à  
 « appliquer; nous n'y ajoutons point ou que très  
 « peu de crottin de cheval. S'il contenait moins de  
 « sable, le feu auquel il doit être exposé le fon-

« drait, et bientôt le fer en s'oxydant fondrait lui-même.

« On ne lute que la partie du canon qui doit être fortement échauffée, et tout au plus les parties adjacentes ; ainsi, fig. 1, le lut ne s'étend que de B' en C". Il faut que la pâte soit le moins humide possible : on en mouille seulement la surface plus que le centre pour faciliter l'adhérence ; on comprime fortement cette pâte contre le canon et on lie avec le plus grand soin les différentes couches auxquelles on donne en somme une épaisseur d'environ 16 millimètres. Ensuite, on tient à l'ombre le canon pendant cinq ou six jours ; puis on l'expose au soleil ou à une chaleur douce pendant quelques autres jours, et enfin à une chaleur plus forte pendant à peu près le même espace de temps. Si pendant tout ce temps il se fait quelques gerçures dans le lut, on les remplit avec du lut frais. Lorsqu'elles sont trop petites, on les agrandit, et toujours on en mouille les parois, de manière à lier parfaitement le nouveau lut avec l'ancien.

« Le canon de fusil ne devant être plein de tournure de fer que depuis B' jusqu'en C, on

« fait arriver par l'extrémité A un piston jus-  
« qu'en B' ; et après avoir renversé le canon, on  
« y verse la tournure par l'extrémité D; on secoue  
« de temps en temps le canon pour la tasser légè-  
« rement, et lorsqu'il y en a jusqu'au point C,  
« ce qu'on reconnaît facilement avec une tige  
« courbe, on cesse d'en ajouter. Il ne faut jamais  
« en mettre jusqu'au point C', et à plus forte rai-  
« son jusqu'au point C'', parce qu'elle se mêlerait  
« en partie avec le potassium. Il ne faut pas non  
« plus mettre à cette époque l'alcali dans le ca-  
« non; il vaut mieux ne le faire que quand il  
« est placé sur le fourneau; de cette manière,  
« on a la certitude que les matières ne se dé-  
« placent point.

« Après avoir introduit le fer dans le canon  
« de fusil, on le dispose sur un fourneau à ré-  
« verbère, comme on le voit fig. 2. Ce fourneau  
« a 30 centimètres de diamètre intérieur. La  
« grille est tout au plus à 16 centimètres du ca-  
« non; le laboratoire est convenablement échan-  
« cré en FF, pour donner passage au canon qui,  
« d'une part, pose sur le fourneau même en B'  
« et de l'autre sur un morceau de brique en C'.  
« On bouche soigneusement les deux échan-

« crues FF et toutes les autres ouvertures avec  
 « des briques et du lut peu humide. Celui qu'on  
 « emploie à l'extérieur peut n'être que de la terre  
 « à four détrempée; mais celui qu'on emploie à  
 « l'intérieur doit être de nature infusible, autre-  
 « ment il entraînerait en fusion le lut du canon  
 « et dégraderait promptement le fourneau.

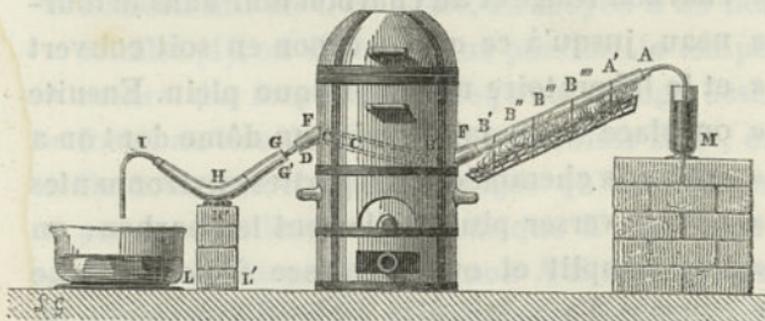


Fig. 2.

« Lorsque le canon du fusil est bien assujetti,  
 « on retire le piston de la partie AB' et on y in-  
 « troduit 120 à 130 grammes de potasse en frag-  
 « ments qu'on pousse avec une tige de fer ou de  
 « bois jusqu'en B', sans trop les tasser : par ce  
 « moyen, B'A' est plein d'alcali et AA' est vide.  
 « Comme il se dégage beaucoup de gaz dans

« l'opération, et que quelquefois l'extrémité D  
« s'obstrue, il faut leur donner issue en adaptant  
« à l'extrémité A un tube de verre qui plonge au  
« fond d'un flacon presque plein de mercure;  
« sans cette précaution, on courrait le danger de  
« se blesser et de perdre beaucoup de potassium.

« L'appareil étant ainsi disposé et les luts  
« étant bien secs, on met alternativement du  
« charbon rouge et du charbon noir dans le four-  
« neau, jusqu'à ce que le canon en soit couvert  
« et le laboratoire même presque plein. Ensuite  
« on place sur le laboratoire un dôme dont on a  
« enlevé la cheminée et les parties environnantes  
« pour y verser plus facilement le charbon; on  
« l'en remplit et on commence à souffler. Le  
« courant d'air doit être d'abord très lent; on  
« l'augmente graduellement; peu à peu le char-  
« bon s'allume, et quelque temps après on voit  
« apparaître la flamme au haut du dôme: à  
« cette époque, ou même auparavant, on met  
« des linges mouillés autour de B'B'', de crainte  
« que la potasse n'entre en fusion; on refroidit  
« également la partie C'D et on y adapte immé-  
« diatement après un récipient de cuivre.

« Ce récipient GG'HH' est formé de deux tu-

« bes (on les voit séparés, fig. 1), qui s'élargissent  
 « et entrent à frottement l'un dans l'autre : il est  
 « placé sur un support LL' dont la partie supé-  
 « rieure est creusée pour le maintenir. On reçoit  
 « l'extrémité du canon D dans le tube GG' avec  
 « lequel on l'unit par du lut de terre; on adapte  
 « au tube HH' un tube de verre recourbé I; et  
 « on porte en HH' le corps froid qu'on avait  
 « d'abord mis en C'D. Alors, au moyen d'un bon  
 « soufflet (1), on élève le plus possible la tempé-  
 « rature du fourneau. Lorsqu'on la juge assez  
 « forte, au lieu de continuer à refroidir B''B', on  
 « l'entoure de charbons rouges qu'on soutient  
 « par une grille demi-cylindrique E', qui règne  
 « sous toute la partie du canon A'B'. La potasse  
 « qui est en B'B'' fond et passe en vapeurs à tra-  
 « vers la partie B'BC. La grande quantité d'eau  
 « qu'elle contient, quoiqu'ayant été poussée à une  
 « chaleur rouge (2), se décompose et donne lieu

(1) Le soufflet dont nous nous servons est à double vent et à huit plis; il a 0<sup>m</sup>29 dans sa plus petite largeur, et il en a 0<sup>m</sup>58 dans sa plus grande. Sa longueur est d'environ 0<sup>m</sup>90, et son ouverture de 1<sup>m</sup>11; le tuyau qui y est adapté a un diamètre de 0<sup>m</sup>04.

(2) 100 parties de potasse à l'alcool et exposées à une chaleur rouge retiennent 20 parties d'eau.

« à un grand dégagement de gaz hydrogène assez  
« souvent nébuleux. En même temps le potas-  
« sium se produit et vient se condenser en partie  
« dans l'extrémité D et dans le récipient GG'HH'.  
« Bientôt le dégagement des gaz se ralentit; on  
« en conclut qu'il n'y a presque plus de potasse  
« dans la partie B'B'', et on fond celle qui est en  
« B''B''', en l'entourant de charbons rouges  
« comme la précédente. Lorsque cette nouvelle  
« quantité a disparu, on met du feu jusqu'en B''''',  
« et ainsi de suite. Il est surtout essentiel de ne  
« pas fondre trop d'alcali à la fois, car on dimi-  
« nuerait assez la température en B'C pour qu'il  
« ne se produisît plus de potassium. C'est même  
« pour cela que l'on met cet alcali en fragments  
« et non d'une seule pièce dans la partie A'B'.  
« Plusieurs signes permettent de reconnaître si  
« l'opération va bien. Le plus sûr de tous, c'est  
« le dégagement du gaz qui doit être très rapide,  
« sans qu'il en résulte des vapeurs trop épaisses  
« à l'extrémité du tube de verre I. On peut en-  
« core prendre pour règle de l'opération le temps  
« qu'on emploie à la faire, à dater du moment  
« où le fort coup de feu a lieu et où l'alcali com-  
« mence à fondre. La durée doit en être au plus

« d'une heure. Elle est terminée quand le feu a  
« été porté successivement jusqu'en A' et qu'il  
« ne se dégage plus de gaz. Alors on enlève le  
« dôme et le laboratoire; on détache la grille de  
« dessous A'B'; on retire le tube de verre qui  
« plonge dans l'éprouvette, et on y substitue un  
« peu de lut. Ensuite, ayant bouché aussi avec  
« du lut le tube de verre I, on enlève le canon de  
« fusil lui-même dont on hâte le refroidissement,  
« en jetant de l'eau dessus et en faisant tomber  
« le lut qui le recouvre. On pourrait le laisser  
« refroidir dans le fourneau; mais on perdrait  
« beaucoup de temps, et quelquefois on ne l'en  
« retirerait que difficilement, par la raison que  
« les luts des échancrures FF se vitrifient et con-  
« tractent, en se solidifiant, une si grande adhé-  
« rence, qu'ils font corps entre eux et avec le  
« fourneau lui-même.

« Il arrive quelquefois que les gaz cessent tout  
« à coup de se dégager par le tube I et se déga-  
« gent par le tube qui plonge dans l'éprouvette M.  
« Ce phénomène annonce que l'extrémité D est  
« obstruée. Elle l'est ordinairement par de l'al-  
« cali qui a pu y arriver quand le feu n'a point  
« été assez fort, ou, ce qui revient au même,

« quand on a fait passer l'alcali trop vite à tra-  
« vers la tournure de fer. Il est possible, jusqu'à  
« un certain point, de remédier à cet accident.  
« Aussitôt qu'on s'en aperçoit, il faut mettre des  
« charbons rouges autour de l'extrémité D pour  
« fondre le corps qui l'obstrue, et il faut aug-  
« menter la colonne de mercure en M. Si on réus-  
« sit à en opérer la fusion, on continue l'opé-  
« ration, mais à une plus haute température;  
« sinon on l'arrête et on retire le canon.

« Si les luts ne contenant point assez de sable,  
« ou si même en contenant assez, on les applique  
« et on les sèche mal, l'opération ne réussit ja-  
« mais ou ne réussit tout au plus qu'en partie;  
« dans le premier cas, ils se vitrifient et coulent;  
« dans le second, ils se détachent ou présentent  
« un grand nombre de petites gerçures; et, dans  
« l'un et l'autre, le canon est bientôt à décou-  
« vert et troué en quelques points qui s'oxydent  
« et se fondent. On s'en aperçoit parce que les  
« gaz ne se dégagent ni en I ni en M. Lorsqu'au  
« contraire les luts sont d'une bonne nature,  
« qu'ils sont bien appliqués et bien séchés, ils  
« résistent et préservent constamment le canon  
« de l'action de l'air; ils l'en préservent même

« encore lorsqu'il ne s'y fait que de petites ger-  
« çures et qu'ils sont épais. Aussi a-t-on recom-  
« mandé de leur donner une épaisseur de 0<sup>m</sup>016.  
« Il n'en serait pas de même s'ils n'en avaient  
« une que de 0<sup>m</sup>008. L'air étant comprimé par  
« le soufflet dans le fourneau, finirait par péné-  
« trer jusqu'au canon, à travers les gerçures,  
« quoiqu'allant en zig-zag, et bientôt ferait un  
« peu d'oxyde qui, joint à l'action des cendres,  
« ferait entrer le lut en fusion.

« On peut mettre deux canons dans le même  
« fourneau ; c'est ce que nous faisons toujours ;  
« on les dispose l'un à côté de l'autre, comme on  
« le voit fig. 3. On pourrait même y en mettre  
« trois, en plaçant le troisième un peu au-dessus  
« des deux premiers. Il y aurait de l'avantage à  
« employer un fourneau carré. Si ce fourneau  
« était assez grand et s'il était alimenté par un  
« soufflet assez fort, rien n'empêcherait d'opérer  
« au moins sur six canons. On conçoit aussi qu'en  
« employant des tubes de fer d'un plus grand dia-  
« mètre que les canons de fusil, on préparerait à  
« la fois bien plus de potassium. Il serait possible  
« de se servir à cet effet d'une forte tôle, à laquelle  
« on donnerait facilement la forme de cylindre,

« et dont il suffirait de croiser les bords, qu'on  
 « maintiendrait avec des clous. Il ne faudrait  
 « pourtant pas que les cylindres eussent un trop  
 « grand diamètre, parce qu'on ne parviendrait  
 « point à en échauffer assez le centre.

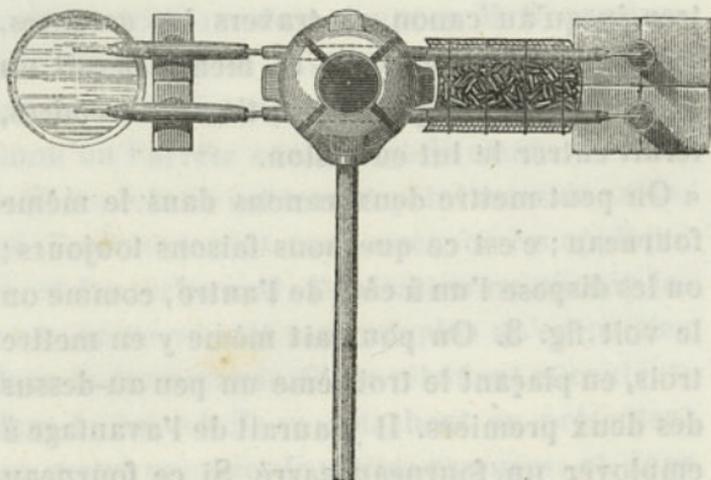


Fig. 3.

« On supplée jusqu'à un certain point à ces per-  
 « fectionnements, en mettant dans le canon plus  
 « de tournure de fer et faisant passer à travers  
 « cette tournure plus d'alcali qu'on ne l'a indiqué  
 « précédemment. Il suffit pour cela de rendre B' C'  
 « plus long, fig. 2; d'avoir un fourneau dont le

« diamètre soit de plus de 0<sup>m</sup> 30, et de remettre  
« de l'alcali dans la partie A' B' aussitôt que la  
« première quantité qu'on y a mise est fondue et  
« transformée en métal.

« Le potassium étant volatil, arrive et se con-  
« dense en grande partie dans l'extrémité du  
« canon D, et de là tombe presque tout entier à  
« l'état de fusion dans le récipient GG' HH', fig. 2,  
« où par le refroidissement il se solidifie. Lors-  
« qu'on veut l'en retirer, on enlève les luts qui  
« sont en D; on bouche le canon pour prévenir  
« l'inflammation de celui qui peut s'y trouver;  
« on verse par la même raison un peu d'huile de  
« naphte dans le récipient, et après en avoir sé-  
« paré les deux pièces, on fait tomber toute la  
« quantité qui s'y est réunie dans une autre por-  
« tion de cette huile. Le potassium ainsi obtenu  
« est ordinairement pur. On pourrait le conserver  
« sous la forme qu'il a prise en refroidissant dans  
« le vase où on l'a reçu; mais il vaut mieux lui  
« donner une forme sphérique, parce que sous  
« cette forme il présente moins de surface, et par  
« conséquent moins de prise aux agents extérieurs  
« que sous toute autre. On y parvient en le com-  
« primant à froid sous le naphte dans des petites

« cloches dont le diamètre doit varier selon la  
« quantité qu'on a , et en ne le chauffant pour le  
« fondre que quand les parties en ont été bien  
« liées par le rapprochement.

« Pour retirer celui qui reste en C' D, on scie  
« le canon en C' avec une lime; on plonge le  
« bout C' D dans de l'huile, et on y enfonce un  
« cylindre de fer, dont le diamètre égale presque  
« celui du canon; on pousse ainsi le potassium  
« dans l'huile même. Comme il contient un peu  
« de potasse, on le purifie en le chauffant dans  
« une petite cloche, toujours sous l'huile, et en  
« l'y comprimant légèrement sitôt qu'il est fondu;  
« de cette manière, la majeure partie s'élève à  
« côté de la tige, sous forme de globules très bril-  
« lants qu'on peut réunir en un seul en les com-  
« primant à froid et les fondant de nouveau. Une  
« fois réunis et n'offrant point de cavités ou de  
« parties grisâtres dans leur intérieur, on peut  
« les regarder comme purs; de chaque canon on  
« retire jusqu'à 18 grammes de métal purifié (1).

(1) Il ne reste presque jamais de potassium dans le bout C' D du canon, ou du moins il n'y en reste jamais que de très petites quantités, qu'on peut même, si on veut, retirer avec une tige courbe, après toutefois les avoir recouverts d'huile; ce potas-

« On a vu dans les articles précédents tout ce  
 « qu'on est obligé de faire pour obtenir le potas-  
 « sium pur. Il ne s'agit donc plus que d'examiner  
 « ce que contient le canon , pour avoir une idée  
 « complète de l'opération. On remarque d'abord  
 « qu'il n'y a plus de potasse en A' B', et qu'on n'en  
 « trouve que des traces en C' D', à moins que la  
 « température n'ait point été assez élevée. Or,  
 « comme le récipient ne contient que du potas-  
 « sium , il s'ensuit que toute la potasse disparaît,  
 « sauf la quantité qui reste dans la partie B' C' du  
 « canon ; cette quantité est très-considérable ; elle  
 « forme quelquefois jusqu'à la moitié de celle  
 « qu'on emploie dans l'expérience. Cependant , le  
 « coup de feu auquel la potasse est exposée est  
 « des plus violents ; nous présumons qu'elle doit  
 « sa fixité à l'oxyde de fer qui se forme et avec  
 « lequel elle paraît se combiner. Cette sorte de  
 « combinaison s'aperçoit très bien en sciant le  
 « canon en divers points de B' C' ; elle remplit  
 « l'espace qui sépare les lames de tournure de fer  
 « et les unit si bien , que souvent l'eau n'y péné-  
 sium est toujours entremêlé d'un peu de potasse qui l'empêche  
 de couler dans l'allonge. Dans tous les cas , il faut le purifier  
 comme on vient de le dire.

« tre que difficilement et qu'on ne peut les retirer  
« qu'en frappant sur le canon avec un marteau.  
« Il serait même possible que ce fut cette combi-  
« naison qui, en s'opposant au contact du fer  
« avec l'alcali, forçât d'employer tant de fer pour  
« obtenir le potassium. Ce qui vient à l'appui de  
« cette opinion, c'est que la tournure de fer qu'on  
« trouve dans le canon après l'opération, est bril-  
« lante, flexible, et paraît être à l'état métallique ;  
« en sorte qu'on ne verrait pas, sans la raison que  
« nous en donnons, pourquoi on ne la détruirait  
« point complètement avec une suffisante quan-  
« tité d'alcali. D'après cela, si, après l'avoir reti-  
« rée du canon, on la lavait et on la triturerait pour  
« enlever l'oxyde de fer et la potasse dont elle  
« est entremêlée, on pourrait s'en servir pour une  
« autre opération avec autant de succès que de  
« nouvelle tournure. On voit dans le tableau qui  
« suit combien d'une quantité donnée de potasse  
« on a retiré de potassium, et combien il est resté  
« de potasse dans la partie B' C du canon :

Expériences.	Potasse employée.	Potassium obtenu.	Potasse restée dans la partie B' C' du canon.	OBSERVATIONS.
1 <sup>re</sup>	78 gr.	15 gr. 5	39 gr. 3	On a essayé de recueillir le gaz hydrogène qui s'est dégagé dans ces deux expériences; mais dans l'une et l'autre il s'est formé un petit trou au canon, en sorte qu'on n'en a recueilli qu'une partie, et que même, on a pu perdre par là du potassium et de la potasse.
2 <sup>me</sup>	81 gr.	20 gr. 2	40 gr. 7	

« Il y a deux manières de se rendre compte des  
 « phénomènes que présente la préparation du po-  
 « tassium. Dans l'une, on suppose que la potasse  
 « est un oxyde métallique; que le fer à une haute  
 « température réduit cet oxyde et met à nu le  
 « métal qui est le potassium. Dans l'autre, on sup-  
 « pose que la potasse est un corps simple, et qu'é-  
 « tant complètement privée d'eau, elle se combine  
 « avec l'hydrogène et forme un composé d'appa-  
 « rence métallique, qui est le potassium. Dans  
 « l'une et l'autre, on admet comme une vérité  
 « démontrée que la potasse fondue au rouge con-  
 « tient beaucoup d'eau; que cette eau que la cha-

« leur seule ne peut lui faire perdre, est décom-  
« posée par le fer et que de là résulte un grand  
« dégagement d'hydrogène; mais dans la pre-  
« mière, on dit que tout l'hydrogène de l'eau dé-  
« composée se dégage et que le fer s'oxyde tout à  
« la fois par l'oxygène de l'eau et par celui de la  
« potasse; tandis que dans la seconde, on dit que  
« tout l'hydrogène de l'eau décomposée ne se dé-  
« gage pas; qu'il en est une partie qui se combine  
« avec la potasse au moment où elle est sèche, et  
« que le fer n'est oxidé que par l'oxygène de  
« l'eau.

« Ainsi, l'une de ces hypothèses consiste donc à  
« regarder le potassium comme un corps simple  
« métallique; l'autre consiste à le regarder comme  
« un composé d'hydrogène et de potasse sèche ou  
« comme un véritable hydrure de potasse. Ce n'est  
« point ici le moment de les discuter: nous ne  
« pourrons établir cette discussion qu'après avoir  
« rapporté tous les faits; car une théorie ou une  
« hypothèse n'en étant que l'expression, ou devant  
« les représenter tous, on ne peut la juger que  
« quand on les connaît. Au reste, il sera tou-  
« jours facile de tenir le langage des deux.

« Toutes les fois que le potassium se combine

« avec l'oxygène, on dira dans la première que la  
 « potasse se reforme; on dira au contraire dans  
 « la seconde qu'elle n'est que mise en liberté, et  
 « que le potassium étant un hydrure de potasse,  
 « il en résulte de l'eau que cet alcali retient (1).

*De la préparation du sodium.*

« La préparation du sodium se fait absolument  
 « comme la préparation du potassium, et donne  
 « lieu aux mêmes phénomènes que celle-ci : elle  
 « n'en diffère qu'en ce qu'au lieu de mettre de la  
 « potasse en A' B', fig. 2, il faut y mettre de la  
 « soude pure et fondue à une chaleur rouge.

(1) M. H. Ste-Claire Deville, en répétant dans des conditions particulières l'expérience de MM. Gay-Lussac et Thénard, a pu constater : 1° que la potasse hydratée est entièrement dissociée quand elle passe à travers du fer incandescent, qui n'en subit aucune altération ; 2° que sur le fer des parties moins chaudes de l'appareil, il arrive un mélange de potassium, d'hydrogène et d'oxygène ; 3° que là, si l'opération ne marche pas avec une vitesse extrême, la potasse se reconstitue entièrement et on n'a pas de potassium ; 4° que si, au contraire, les gaz affluent rapidement, le fer prend une portion de l'oxygène qu'il rencontre pour former de l'oxyde, lequel est préservé mécaniquement d'une réduction ultérieure par la potasse qui se reforme.

(*Académie des Sciences, séance du 23 novembre 1857.*)

« Il faut essayer avec un grand soin le carbonate de soude d'où on se propose de la retirer. Si ce sel contient de la potasse, il faut le faire cristalliser jusqu'à ce qu'il n'en contienne plus; car s'il en contenait seulement un centième, on obtiendrait un peu de potassium qui, en se combinant avec le sodium, en changerait singulièrement les propriétés, comme on le verra plus loin; on en éprouve la pureté, à la manière ordinaire, par le muriate de platine. Il est un moyen certain pour se procurer de la soude exempte de potasse: c'est de l'extraire de celle qui provient du sulfate de soude calciné avec le charbon et la craie. Mais comme cette soude contient beaucoup de sulfure, on ne l'en priverait pas, à beaucoup près, en la traitant seulement par la chaux et l'alcool. Il faut auparavant la faire bouillir avec suffisante quantité d'oxyde noir de manganèse en poudre. On change par ce moyen tout ce qui est sulfure en sulfate. Lorsque ce changement est opéré, ce qu'on reconnaît soit en goûtant la liqueur qui ne sent plus le foie de soufre, soit en la saturant par l'acide nitrique, et y versant de l'acétate de plomb qui ne doit plus la trou-

« bler en brun, on en retire de la soude très  
« pure par la chaux et l'alcool.

« La préparation du sodium exige encore plus  
« de chaleur que celle du potassium ; c'est pour-  
« quoi il ne faut faire passer la soude que len-  
« tement à travers le fer. Quand on remplit ces  
« conditions, le sodium se rend, comme le potas-  
« sium, dans l'extrémité C'D, et de là en grande  
« partie dans le récipient GG'HH', où il se fige  
« à 90°. On l'en retire comme le potassium, on  
« le purifie et on le conserve de même. Si le  
« coup de feu n'était point assez fort, la soude  
« viendrait obstruer l'extrémité D, et contien-  
« drait à peine quelques portions de sodium dont  
« il serait difficile de la séparer.

« Lorsqu'on n'a point un assez bon soufflet  
« pour produire le degré de feu qu'exige la pré-  
« paration du sodium, on peut la modifier comme  
« il suit : au lieu de soude pure, il faut employer  
« de la soude contenant si peu de potasse que ses  
« combinaisons avec les acides soient à peine  
« troublées par le muriate de platine; par ce  
« moyen, on obtient du sodium allié à un peu  
« de potassium. L'alliage est solide, cassant et  
« cristallisé; on le met sous la forme de plaques

« dans l'huile de naphte, et on permet à l'air du  
« vase de se renouveler de temps en temps ; peu à  
« peu le potassium seul se détruit, et on reconnaît  
« que le sodium est pur, lorsqu'il est devenu ductile,  
« et qu'il ne se fond qu'à 90° et non à 80°,  
« 70°, etc., comme auparavant. Si la soude contenait  
« seulement 5 à 6 centièmes de potasse, l'alliage qu'on  
« obtiendrait serait liquide à la température ordinaire,  
« et alors l'huile ne pouvant plus pénétrer entre ses  
« molécules, n'opérerait plus que très lentement la  
« destruction du potassium. Ainsi, quand on veut employer  
« cette manière de préparer le sodium, on doit se conformer  
« strictement à ce que nous avons dit au commencement de  
« cet article sur la nature de la soude.

« Nous ne doutons point que plusieurs autres métaux n'aient,  
« comme le fer, la propriété de produire le potassium et le  
« sodium avec la potasse et la soude. Tels sont surtout le  
« manganèse et le zinc. Cependant on ne pourra jamais les  
« substituer au fer dans la préparation de ces deux substances  
« métalloïdes, parce que le premier est trop difficile à  
« obtenir, et que le second est trop fusible et trop volatil.

« Il nous est également démontré que le char-  
« bon jouit de cette propriété; mais ici il se passe  
« des phénomènes dignes de remarque, et que  
« nous devons examiner. Lorsqu'on met un mé-  
« lange de charbon et de potasse ou de soude  
« pures ou même carbonatées dans un tube de  
« porcelaine, qu'on ferme l'une de ses extrémités  
« avec un bouchon, et qu'on adapte à l'autre un  
« tube de fer plongeant dans l'eau, pour ôter  
« tout accès à l'air, on n'en obtient jamais ni  
« potassium, ni sodium, quelque coup de feu que  
« l'on donne : il ne s'en dégage absolument que  
« des gaz inflammables. Les résultats seront en-  
« core les mêmes, en supprimant le tube de verre  
« et son bouchon, et laissant le tube de porce-  
« laine ouvert. Cependant, si, lorsque la chaleur  
« est très forte, on plonge une tige de fer ou de  
« cuivre dans le tube, et qu'après l'y avoir laissé  
« quelques secondes, on l'en retire, elle sera cou-  
« verte çà et là de petites particules de potassium  
« et de sodium, qu'on pourra séparer et conser-  
« ver dans l'huile; et ce phénomène se présen-  
« tera un grand nombre de fois dans le cours de  
« l'opération. Comment concilier ce dernier fait  
« qui s'est offert à Curaudau, et que nous

« avons constaté, avec le premier que nous avons  
« observé? On le peut d'une manière très simple.  
« Le gaz oxyde de carbone ou le gaz hydrogène  
« oxycarboné n'attaque point le potassium et le  
« sodium à froid; il ne les attaque point non  
« plus, ainsi qu'on vient de le voir, à une très  
« haute température; mais il les détruit tout à  
« coup à une chaleur presque rouge cerise. Par  
« conséquent, si ces corps étant tous à une très-  
« haute température, on les laisse refroidir len-  
« tement, il y aura nécessairement une époque  
« où le potassium et le sodium seront brûlés;  
« c'est ce qui arrive dans la première expé-  
« rience; mais si, au contraire, on les fait refroi-  
« dir subitement, leur combustion ne sera que  
« partielle; et c'est là ce qui a lieu évidemment  
« dans la seconde expérience. Ainsi, la tige qu'on  
« plonge dans le tube de porcelaine n'agit que  
« comme corps refroidissant. Il en résulte que  
« l'on perd la majeure partie du potassium et du  
« sodium produits, et qu'on ne peut en obtenir  
« que très peu.

« Le gaz hydrogène étant un corps très com-  
« bustible, nous ne devons point négliger de le  
« mettre en contact avec la potasse et la soude,

« afin de savoir s'il pourrait les transformer en  
« potassium et sodium. Nous avons employé  
« tantôt des tubes de fer et tantôt des tubes de  
« porcelaine; ces tubes contenaient l'alcali, et le  
« gaz hydrogène passait à travers. Dans tous les  
« cas, nous avons obtenu des résultats négatifs.  
« Il est probable que cette inaction du gaz hy-  
« drogène sur les alcalis tient, d'une part, à l'état  
« sous lequel il est, et de l'autre, à ce que ces  
« corps ne peuvent se transformer en substance  
« métalloïde que quand ils sont privés d'eau. Or,  
« l'hydrogène ne peut leur enlever celle qu'ils  
« contiennent; conséquemment, son action sur  
« eux doit être nulle. Ce cas est tout à fait diffé-  
« rent de celui où, en les traitant par le charbon  
« ou le fer, on obtient du potassium et du so-  
« dium; car dans celui-ci toute l'eau de l'alcali  
« est volatilisée ou décomposée par le fer et le  
« charbon. (Nous avons remarqué que, dans la  
« préparation du potassium, il se dégage cons-  
« tamment un peu d'eau.) Il ne pourra donc pas  
« se former de potassium et de sodium dans le  
« premier cas, quoiqu'il s'en forme dans le se-  
« cond. »

(Recherches physico-chimiques, 1810.)

**Curaudau. — 1808.***Métallisation de la potasse et de la soude.*

Le 30 avril 1808, Curaudau, professeur de chimie, annonçait qu'il était parvenu à métalliser la potasse et la soude sans le secours du fer. Voici comment s'exprime l'auteur à cet égard :

« La décomposition des alcalis, que je n'ai ja-  
« mais regardés comme des corps simples, faisant  
« depuis longtemps l'objet de mes recherches, je  
« me suis empressé de répéter l'expérience d'après  
« laquelle MM. Thénard et Gay-Lussac ont an-  
« noncé que la potasse et la soude pouvaient être  
« converties en métal, par le moyen du fer ;  
« mais n'ayant pas obtenu de résultats plus sa-  
« tisfaisants que ceux qui, à ma connaissance,  
« ont répété la même expérience, j'ai cru devoir  
« continuer les recherches que j'avais déjà com-  
« mencées sur le même sujet, et dont le succès me  
« paraissait d'autant plus assuré, que déjà les  
« belles expériences de M. Davy répandaient une  
« vive lumière sur quelques phénomènes que j'a-  
« vais observés et que je n'avais pu expliquer

« jusqu'alors. En effet, si, d'après l'hypothèse du  
 « célèbre chimiste anglais, la potasse et la soude  
 « étaient des oxydes métalliques, n'était-il pas  
 « plus probable que les calcinations prussiques  
 « ne devaient être autre chose que la combinaison  
 « de ce métal avec le charbon? Voilà du moins  
 « quelle était mon opinion à cette époque. On va  
 « voir combien elle était fondée, puisque je suis  
 « parvenu à métalliser la potasse et la soude en  
 « chauffant fortement un de ces deux alcalis avec  
 « du charbon, procédé qui, comme on le voit,  
 « rentre dans la classe des calcinations prus-  
 « siques.

« La métallisation de la potasse et de la soude  
 « ayant lieu avec l'un ou l'autre des deux mélan-  
 « ges que je vais indiquer, et réussissant aussi bien  
 « dans des cornues de grès que dans des tuyaux  
 « de fer, on peut employer le premier ou le second  
 « procédé indistinctement. Quant à la nature du  
 « vase, je préfère qu'il soit de fer, parce qu'il est  
 « plus perméable au calorique et moins sujet à  
 « fondre que le grès, surtout lorsque celui-ci est  
 « pénétré d'alcali, inconvénient qui empêche de  
 « conduire l'opération à la fin : ce qui n'arrive pas  
 « aussi souvent avec le fer.

*Premier procédé.*

« On mêle exactement quatre parties de char-  
« bon animal bien pulvérisé avec trois par-  
« ties de carbonate de soude séché au feu sans  
« avoir été fondu; on combine le tout avec une  
« suffisante quantité d'huile de lin; mais de ma-  
« nière à ne pas en faire une pâte.

*Deuxième procédé.*

« On prendra deux parties de farine que l'on  
« mêlera exactement avec une partie de carbo-  
« nate de soude préparé comme dans l'expérience  
« précédente; on ajoutera à ce mélange une suf-  
« fisante quantité d'huile de lin pour qu'il cesse  
« d'être pulvérulent.

« Quelle que soit l'espèce du vase que l'on em-  
« ploie pour calciner la matière, il faut toujours  
« commencer à chauffer graduellement; mais dès  
« que la matière est obscurément rouge, on peut  
« augmenter le feu jusqu'à ce que, dans l'intérieur  
« de la cornue ou du tuyau de fer, on aperçoive  
« une belle lumière bleue céleste et dont l'auréole

« soit verdâtre. A cette lumière succède bientôt  
« une vapeur très abondante qui obscurcit tout  
« l'intérieur du vase : c'est le métal qui se dégage  
« du mélange. Alors il ne faut plus augmenter le  
« feu, car à cette température, la cornue commence  
« à fondre, et si le fer résiste mieux, c'est que l'al-  
« cali le pénètre moins promptement que le grès,  
« et aussi parce que la chaleur qu'il reçoit est  
« plus tôt transmise à la matière.

« Pour recueillir le métal à mesure qu'il se  
« forme, on introduit dans le vide du vase une  
« tige de fer bien décapée, et comme il ne faut  
« pas lui donner le temps de rougir, on la retire  
« au bout de quatre à cinq secondes ; alors elle est  
« toute couverte de métal, qu'on enlève en plon-  
« geant subitement la tige de fer dans une cucur-  
« bite remplie d'essence de térébenthine.

« Cette cucurbitte doit être plongée dans un ba-  
« quet d'eau, afin d'empêcher l'essence de devenir  
« bouillante. Encore, malgré cette précaution,  
« s'échauffe-t-elle au point de s'enflammer en  
« immergeant la tige de fer. Pour bien faire cette  
« opération, il faut être trois ; l'un tire le soufflet  
« et soigne le feu ; le plus agile recueille le métal  
« à mesure qu'il se produit et plonge lui-même,

« avec la plus grande célérité, les tiges de fer dans  
« l'essence ; enfin, le troisième est occupé à ôter  
« le métal qui est autour des tiges, ensuite il les  
« plonge dans l'eau, tant pour les refroidir que  
« pour ôter l'alcali qui a échappé à la métallisa-  
« tion, et celui qui s'est formé par la combus-  
« tion du métal avant son immersion dans l'es-  
« sence de térébenthine. Il a le soin aussi de bien  
« essuyer les tiges, afin que celui qui s'en sert pour  
« recueillir le métal n'ait d'autre occupation que  
« celle-là.

« Cette opération, pendant que le métal se pro-  
« duit, exige de la part des manipulateurs une  
« dextérité égale à la célérité que je recommande.  
« Enfin, on doit aussi tenir compte de l'atten-  
« tion de celui qui tire le soufflet, car s'il se ra-  
« lentit tout à coup, le métal cesse de se dégager,  
« et alors les tiges ne sont plus couvertes que d'al-  
« cali pur ; si au contraire il augmente le feu à  
« cet instant de l'opération, le vase fond et l'expé-  
« rience est terminée sans succès. Ceci prouve  
« donc combien la température doit être élevée,  
« mais uniforme et soutenue. J'ai remarqué que  
« c'est toujours à la chaleur du fer fondant que  
« le métal se produit. Aussi, chaque tuyau de fer

« sert-il rarement deux fois, et les cornues fon-  
« dent-elles bien avant d'avoir obtenu tout le  
« métal que l'opération peut produire.

« Je me propose de faire connaître toutes les  
« observations que je pourrai faire ultérieurement  
« sur ce produit métallique; mais en attendant,  
« je crois pouvoir conclure de ces expériences,  
« que la production du métal n'est point due,  
« comme on le dit, à la désoxygénation de l'al-  
« cali; que c'est au contraire un composé nou-  
« veau dans lequel l'hydrogène paraît être entré  
« en combinaison, et qui, suivant moi, y serait  
« dans un état très-condensé.

« Au reste, pendant toute la durée de l'opéra-  
« tion, il se dégage constamment de l'hydrogène,  
« de l'alcali non métallisé et du gaz radical prus-  
« sique. J'ai surtout recueilli ce dernier produit  
« en assez grande quantité.

« Ces résultats tendraient donc à prouver, ou  
« que l'hydrogène est une des parties constituan-  
« tes des alcalis dont le charbon favoriserait le  
« dégagement, ou bien que le charbon lui-même  
« est un composé dont l'hydrogène est un des

« principes. Il n'y a que le choix entre l'une ou l'autre de ces deux hypothèses (1). »

Du mémoire de Curaudau que nous venons d'exposer, il ressortait ce fait : que le charbon, à une haute température, pouvait décomposer les carbonates de potasse et de soude, et mettre en liberté le métal. Curaudau apprécie avec beaucoup de justesse l'influence d'une température soutenue, sur le succès de l'opération. Aussitôt que la température baisse quelque peu, dit-il, il ne se produit plus que des fumées d'alcali, et l'on n'obtient pas de potassium ou de sodium à l'état métallique. Nous ne dirons rien de ses théories sur cette décomposition ; on voit qu'il n'en a pas saisi le premier mot ; il prend pour de l'hydrogène, l'oxyde de carbone qui se produit inévitablement dans l'action du carbonate de soude sur le charbon ; et il ne s'aperçoit pas que le radical prussique (azote) provient de ce qu'il emploie du charbon animal.

(1) Description d'un procédé à la faveur duquel on peut métalliser la potasse et la soude sans le concours du fer ni de la pile. (*Ann. de Chim. et de Physiq.*, 1<sup>re</sup> série, t. LXVI, p. 97.)

**Brünner.**

C'est en mettant à profit les observations de Curaudau, que Brünner, pharmacien à Berne, réussit à obtenir, en quantité plus considérable qu'on ne l'avait fait jusque là, le potassium et le sodium. Au tube de fer de Curaudau, Brünner substitua ces bouteilles en fer forgé qui servent à transporter le mercure. Pour obtenir un mélange parfaitement intime de charbon et de carbonate de potasse, il eut recours au flux noir, qui n'est autre chose que le produit de la calcination de la crème de tartre ou tartrate de potasse. La bouteille remplie de matière était placée dans un fourneau à vent comme le représente la fig. 4.

A l'ouverture de la bouteille était ajusté un bout de canon de fusil qui amenait les produits de l'opération dans un récipient de la forme et de la dimension que représente la fig. 4. La partie inférieure de ce récipient baignait d'ailleurs dans un vase d'eau froide. La température de la bouteille en fer était amenée peu à peu jusqu'au rouge blanc. A ce moment de l'opération, le sodium se produisait, et venait se condenser partie

dans le tube de communication, partie dans le récipient lui-même.

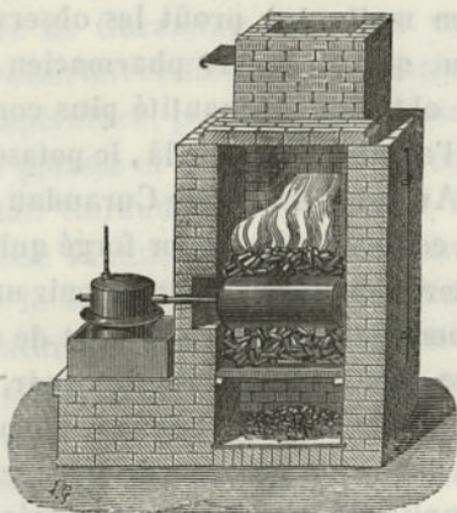


Fig. 4.

**MM. Donny et Mareska. — 1852.**

Suivant Brunner, en employant son procédé, on pourrait obtenir jusqu'à 3 p. 100 de potassium, du tartre brut, et en admettant l'opinion de M. Pleichl, il serait parvenu à retirer de 6 livres de tartre ou de 36 onces de charbon de tartre,

9 onces  $1/4$  de potassium : ce qui ferait environ 25 p. 100 du tartre brut.

Si l'on obtenait toujours un rendement aussi considérable, il n'y aurait pas eu de motif pour chercher à perfectionner le procédé de Brünner, du moins au point de vue de la production; mais la majorité des chimistes s'accorde à reprocher à ce procédé de ne donner que des résultats très irréguliers et peu satisfaisants, et ceux-là même qui ont le plus approfondi ce sujet font observer que les résultats heureux dont ils font mention doivent être considérés comme faisant exception. Le produit moyen d'une opération serait, d'après M. Dumas (1), de 15 à 40 grammes; et Berzélius rapporte que trop souvent, avec toutes les précautions imaginables, on n'obtient qu'une masse noire, sans traces de potassium métallique libre. Il pense, et sa manière de voir a été justifiée depuis par l'observation générale des faits, qu'une portion très minime de potassium passe à l'état métallique : la majeure partie étant entraînée avec le gaz, dans un état de combinaison encore

(1) Dumas, *Chimie appliquée*, p. 448, tome II, édition de Paris.

mal défini, et une très grande quantité se convertissant en une masse noire et infusible (1).

Le seul inconvénient du procédé Brünner ne git pas seulement dans l'irrégularité des rendements ; mais un des obstacles qui le rend inabordable à un grand nombre de personnes, est certainement la grande facilité avec laquelle s'obstrue l'appareil de condensation imaginé par Brünner, et la difficulté que l'on rencontre à détruire l'obstruction. C'est effectivement là un élément de danger, et une raison qui contraint bien souvent l'opérateur, à s'arrêter avant que la réaction soit finie.

Par leurs travaux, MM. Donny et Mareska ont fait faire un grand pas à la préparation du sodium et du potassium, en faisant connaître la cause des obstacles que l'on rencontre dans leur préparation, qui, selon eux, résident dans l'action exercée par l'oxyde de carbone sur ces métaux. C'est donc en étudiant soigneusement les différents phénomènes qui ont lieu pendant l'opération, qu'ils sont arrivés à en faciliter l'exécution.

MM. Donny et Mareska résument en trois pro-

(1) Berzélius, *Traité de Chimie*, tome I, page 291, traduction Valerius, édition de Bruxelles.

positions la manière dont agit l'oxyde de carbone sur le potassium :

1<sup>re</sup> Proposition. — *A une température très élevée, le potassium et l'oxyde carbonique peuvent se produire simultanément et se mêler sans réagir l'un sur l'autre.*

MM. Donny et Mareska démontrent l'évidence de cette proposition en s'appuyant sur le procédé d'extraction lui-même. En effet, disent-ils, puisque le métal provient de l'oxyde potassique, il est évident qu'à cette même température, le potassium ne peut décomposer l'oxyde de carbone. S'il en était différemment, il arriverait que le carbone aurait dans des circonstances identiques, en même temps plus et moins d'affinité pour l'oxygène que le potassium, ce qui ne saurait être. De plus, l'oxyde de carbone serait décomposé à mesure que se produirait le potassium, et l'on n'obtiendrait que de la potasse et du charbon, au lieu de recueillir du potassium libre.

2<sup>me</sup> Proposition. — *Le potassium à l'état solide ou liquide, réagit sur l'oxyde de carbone et s'altère.*

L'expérience, comme l'invoquent les auteurs,

démontre facilement l'exactitude de leur proposition. D'après Gmelin, le potassium ne ferait qu'absorber l'oxyde de carbone dans certaines circonstances.

*3<sup>m</sup>e Proposition. — Quand on fait arriver un mélange d'oxyde de carbone et de potassium en vapeur dans des récipients spacieux et refroidis, le potassium ne se condense pas à l'état métallique.*

Cette proposition, qui est sans contredit la plus importante des trois, a été vérifiée par MM. Donny et Mareska de la manière suivante :

Ils adaptèrent, au moyen d'un tube intermédiaire, à une cornue en fer forgé remplie de tartre carbonisé, une seconde cornue toute pareille; mais garnie d'une ouverture propre au dégagement des gaz; elle était vide et devait servir à la condensation des vapeurs métalliques, fig. 5.

Ils introduisirent ensuite cet appareil dans un fourneau à vent, et on chauffa à une température suffisante pour que le potassium arrivât en vapeur dans le récipient. Il n'y eut point d'obstruction; mais pendant l'opération, il se produisit une quantité considérable de gaz inflammable qui en-

trainait une forte proportion de potasse régénérée et de charbon. On trouva, condensée dans le récipient, une matière noire, légère, presque entièrement composée de charbon et de potasse, qui ne contenait pas de potassium libre et n'en fournit même pas la moindre trace, malgré trois distillations successives opérées dans le même appareil.

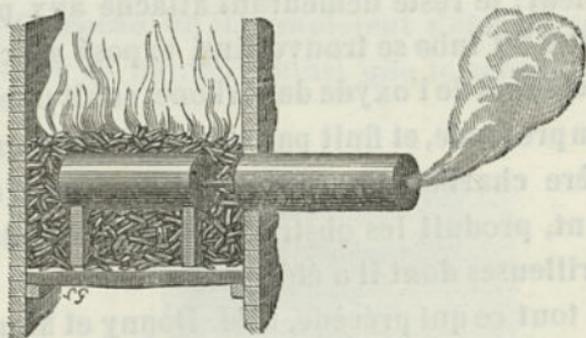


Fig. 5.

Les trois propositions de MM. Donny et Mareska étaient très propres à faire ressortir les défauts du procédé Brüner et à en faire trouver le remède.

En effet, le potassium en présence de l'oxyde de carbone, ne se condense pas dans des récipients analogues à celui de Brüner.

Si l'on pouvait au moins recueillir tout le potassium condensé à l'état métallique, dans le tube de communication, abstraction faite de ce qui se trouve entraîné et perdu avec le gaz oxyde de carbone qui se dégage, l'on aurait encore un résultat assez satisfaisant. Malheureusement, ainsi qu'on l'a vu, il n'y a qu'une très petite portion de métal condensé qui coule et s'agglomère dans le récipient; le reste demeurant attaché aux parois internes du tube se trouve ainsi exposé au continu contact de l'oxyde de carbone, subit une altération profonde, et finit par se transformer en une matière charbonneuse infusible, qui en s'accumulant, produit les obstructions insurmontables et périlleuses dont il a été question.

De tout ce qui précède, MM. Donny et Mareska concluent que la réussite de l'opération résulterait, en premier lieu, de ce qu'on ne condenserait plus le métal dans le tube intermédiaire entre la cornue et le récipient; en second lieu, de ce qu'on emploierait un récipient mieux approprié à la condensation du potassium, en permettant d'en soustraire le plus possible à l'action de l'oxyde de carbone, sans qu'une portion trop considérable pût se perdre en vapeurs.

Quant à l'influence que peut exercer sur le succès de l'opération la composition du mélange de charbon et de carbonate de potasse, les auteurs pensent qu'il faut que le charbon et le carbonate de potasse se trouvent, autant que possible, dans le rapport indiqué par la théorie; et à l'appui de leur assertion, ils donnent plusieurs analyses de charbon de tartre.

Le fourneau qu'ils emploient s'élargit vers le milieu de sa hauteur, ainsi que le représente la

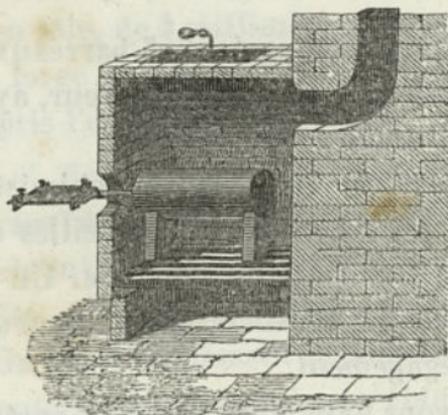


Fig. 6.

fig. 6 : dans cet endroit, sa largeur est de 38 centimètres; la profondeur est égale à cette plus

grande largeur, et la hauteur au-dessus de la grille est de 50 centimètres.

Le revêtement intérieur doit être construit en briques réfractaires qui, sur le devant, sont à champ, et placées de telle sorte qu'une ouverture circulaire de 14 centimètres se trouve réservée. Cette ouverture est fermée par une plaque de tôle de même diamètre, munie à son centre d'un orifice destiné au passage du col de la cornue.

On introduit le combustible par le haut du fourneau qui est clos, à l'aide d'un couvercle en tôle.

La grille est composée de 5 barreaux mobiles, en fer, de 25 millimètres d'épaisseur, ayant entre eux 22 millimètres d'intervalle.

De même que Brünner, les chimistes belges emploient pour cornue, les bouteilles en fer qui servent au transport du mercure. Un tuyau en fer forgé, de 11 centimètres de longueur, sert de tube de dégagement.

Nous avons hâte d'arriver à la partie la plus importante peut-être du travail de MM. Donny et Mareska : c'est-à-dire à la description du récipient qu'ils ont imaginé pour remplacer celui de Brünner.

Ce condensateur ou récipient est une sorte de boîte plate et allongée, ouverte aux deux extrémités, dont l'une, devant s'adapter au tube de dégagement de la cornue, se termine en col arrondi *a'*, fig. 7.

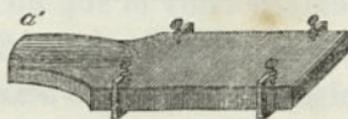


Fig. 7.

Il est en tôle, de 4 millimètres, long de 30 centimètres, large de 12, et haut de 6 millimètres, non compris l'épaisseur des parois.

Le col *a'*, fig. 7, n'a qu'un centimètre de longueur, et ses bords sont taillés en biseau, de telle sorte que le tube de dégagement de la cornue, qui, de son côté, est conique, puisse s'y adapter exactement. On retire facilement le potassium de l'appareil, toute la paroi supérieure étant mobile et servant de couvercle, ainsi que le représente la fig. 8. Les deux parties de la boîte sont maintenues ensemble pendant l'opération, à l'aide de quatre vis de pression.

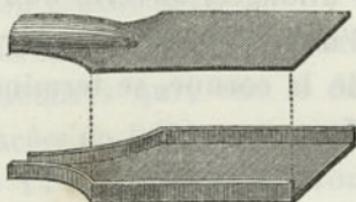


Fig. 8.

La crème de tartre calcinée est introduite dans la bouteille en fer, en morceaux de la grosseur d'une noisette, en ayant soin d'éviter qu'elle se mette en poussière; la cornue ainsi chargée est placée dans le fourneau décrit plus haut, sur deux briques taillées de longueur, qui servent à maintenir la bouteille à une certaine distance de la grille. On élève graduellement la température jusqu'au rouge blanc, ce qui demande à peu près une heure et demie à deux heures de feu. C'est à ce moment que le potassium, commençant à se dégager, on adapte le condensateur, que l'on fixe sur un support en fer destiné à cet usage, et que l'on couvre d'un linge mouillé pour empêcher la température de s'élever trop haut. Il se produit alors, à l'ouverture opposée du récipient, une

flamme bleue qui ne contient que très peu de vapeur blanche de potasse régénérée, et qui n'est, en grande partie composée que d'oxyde de carbone.

Quand cette flamme disparaît ou s'affaiblit, c'est que la température intérieure du fourneau s'est abaissée ou que le condensateur commence à s'obstruer. Pour remédier à ce dernier inconvénient, on passe une tige ou tringle de fer dans l'intérieur du récipient, en cherchant à la faire arriver jusque dans l'intérieur de la cornue.

On ne trouve guère d'obstacle à l'introduction de cette tige. Au reste, elle peut être introduite, dès le début de l'opération, dans l'appareil, et l'on peut l'y laisser à demeure, en ayant soin de la faire aller et venir de temps à autre dans le col de la cornue, sans la retirer du récipient.

Lorsque, disent MM. Donny et Mareska, toutes les précautions prescrites sont bien prises, l'opération s'exécute d'une manière régulière; tout le potassium se trouve accumulé, au bout d'une demi-heure, dans le récipient, et un seul suffit à recueillir tout le produit.

Quand on ne peut détruire l'obstacle qui obstrue le récipient, sans de grands efforts, mieux vaut

le remplacer par un autre. On ne saurait craindre toutefois ni danger d'explosion, ni inconvénient grave, puisque l'obstruction, ne pouvant avoir lieu que dans le récipient même, et non dans le col de la cornue, les gaz trouveraient à se dégager à la jonction du col de la cornue avec ce récipient.

Le col de la cornue ne court pas le danger d'obstruction, parce qu'il est presque à la même température que la cornue elle-même, et nous savons par l'expérience que l'obstruction ne peut s'y produire, puisqu'à ce degré de chaleur l'oxyde de carbone ne fait guère subir d'altération au potassium condensé. La faculté de soustraire le métal à cette action destructive paraît, d'après MM. Donny et Mareska, n'appartenir qu'aux récipients plats et allongés dont ils ont eu l'idée; et leur assertion à cet égard, sauf quelques petites modifications, s'est trouvée depuis parfaitement justifiée par la pratique.

Le dégagement de vapeurs qui se produit à l'extrémité des récipients nécessite d'employer pour cela des ateliers bien aérés, à moins que, par une disposition particulière, on ne puisse envoyer facilement ces vapeurs dans la cheminée.

Une fois que le récipient a été enlevé, on le met

à refroidir dans une espèce de boîte ou d'étui remplie d'huile de naphte. Il arrive assez souvent que cette huile s'enflamme au moment où l'on y plonge le récipient, mais on l'éteint facilement en fermant, avec un couvercle à cet usage, la boîte à huile.

Quand on trouve le récipient suffisamment refroidi, on détache le potassium qui se trouve attaché aux parois, à l'aide d'un ciseau, et on le serre dans un flacon rempli d'huile de naphte.

Une fois qu'il ne se dégage plus rien de la cornue, on la retire du feu et l'on fait tomber tout le combustible du fourneau en tirant les barreaux formant la grille.

De la manière dont opèrent MM. Donny et Mareska, il n'existe aucun danger à laisser refroidir à l'air la cornue avec son tube de dégagement, les explosions qui se produisent dans le procédé Brünner venant de ce qu'une partie du potassium se trouve condensée dans le col de la cornue.

Le potassium, lorsqu'il vient d'être extrait, a l'éclat métallique, est malléable et se coupe facilement au couteau; seulement, il s'y trouvent mélangées des parcelles d'une matière noire et dure. Projeté sur l'eau, il brûle comme le potassium pur,

mais il se produit un globule d'oxyde qui, en se dissolvant dans l'eau, la colore en rouge ou en jaune. Chauffé dans un tube de verre, il se ternit, devient noir, et, après le refroidissement, il est dur et ne ressemble plus à ce qu'il était. Soumis à une plus forte température, il cède du potassium métallique pur et laisse un résidu de charbon spongieux. Si on l'abandonne au contact de l'air, il noircit en peu de temps et devient détonant; par une plus longue exposition, il se transforme en sels de potasse déliquescents. Les mêmes phénomènes se produisent dans l'huile de naphte, mais exigent alors un temps bien plus long.

On conçoit que, pour peu que la quantité en soit assez considérable, cette propriété détonante devient des plus dangereuses; mais il suffit pour y remédier que le potassium soit purifié des substances étrangères qui s'y trouvent mêlées. Plus tôt cette purification est faite, mieux cela vaut, et il ne serait pas prudent de la différer au-delà de deux à trois mois. Il faut du reste en toutes circonstances tenir le métal hors du contact de l'air, dans de l'huile de pétrole, renfermé dans un flacon fermant à l'émeri.

On sait d'ailleurs que l'épuration du potassium

est très praticable en l'exprimant sous l'huile de naphte, au travers d'un linge, mais ce ne saurait être là un mode de purification bien parfait, et, comme les auteurs le font remarquer, le métal doit être soumis à la distillation pour être convenablement purifié.

Pour cette distillation, MM. Donny et Mareska se servent encore de bouteilles en fer, et procèdent à peu près comme pour la première opération. Toutefois, le récipient qu'ils emploient dans cette circonstance nous semble éminemment défectueux, et nous a paru pouvoir être remplacé beaucoup plus avantageusement et plus simplement par celui dont nous avons déjà donné la description, pour la condensation du métal impur.

Les intéressantes recherches des chimistes belges peuvent donc se résumer ainsi :

Il se rencontre, dans l'application du procédé Brünner, des obstacles qui en rendent l'exécution aussi infructueuse que périlleuse. Ces difficultés sont le résultat des obstructions qui proviennent de l'action destructive exercée à une certaine température par l'oxyde de carbone sur le potassium condensé, par suite de sa transformation en une matière noire infusible, et sont causées aussi

par l'entraînement d'une partie des vapeurs de potassium avec les gaz qui se dégagent.

Pour éviter ces inconvénients, il est nécessaire que la condensation du métal ne s'opère pas dans le tube intermédiaire entre la cornue et le récipient, et de remplacer le condensateur trop volumineux de Brüner, qui ne condense rien, par un récipient mieux approprié et plus en état de recueillir le métal, en le mettant à l'abri de l'action destructive de l'oxyde de carbone. De plus, il est bon que, dans le mélange calciné qui sert à la production du métal, il existe un rapport déterminé entre le poids du charbon et celui du carbonate de potasse. Enfin, si l'on veut éviter la prompt destruction des cornues, ou bouteilles en fer dont on fait usage, il faut remplacer par le borax, le lut argileux employé ordinairement.

Par un renvoi qui se trouve à la fin de leur travail, les chimistes belges disent qu'ils ont fait à la préparation du sodium l'application des préceptes que nous venons d'exposer, et qu'ils sont arrivés à des résultats également favorables.

**Société générale de Javel. — 1854.***Essais d'extraction du sodium.*

Maintenant que nous en avons fini avec la préparation du potassium, nous n'allons plus désormais nous occuper que du métal radical de la soude. Ce n'est pas sans raison que l'on préfère le sodium au potassium. Le carbonate de soude coûte, en effet, moitié moins que le carbonate de potasse, et l'équivalent du sodium, qui est de 23, est presque moitié moindre de celui du potassium, qui est de 40. Enfin, le maniement du sodium offre cet immense avantage de ne présenter aucun danger : ce qui n'a pas lieu avec le potassium, comme nous avons pu le voir dans le travail de MM. Donny et Mareska.

C'est vers le mois d'août 1854 que, à l'instigation de M. H. Deville, nous engageâmes M. de Sussex, directeur-gérant de la Société générale de Javel, à faire entreprendre au laboratoire, dont la direction nous était confiée, des essais ayant pour but la préparation manufacturière du sodium. Nous fûmes guidés dans ces expériences par les

3.

bienveillants conseils de M. H. Sainte-Claire Deville, autant que par le mémoire de MM. Donny et Mareska, sur la préparation du potassium.

Voici la composition du premier mélange que nous employâmes, d'après M. Deville :

Carbonate de soude desséché.	1000
Charbon de bois.....	250
Craie.....	150

Les matières, bien pulvérisées, étaient mêlées jusqu'à ce que l'on n'aperçût plus les éléments du mélange, puis on y ajoutait une quantité d'huile suffisante pour faire une pâte. Le mélange était calciné dans un creuset couvert, jusqu'à ce qu'il commençât à émettre des flammes jaunes de sodium; il était ensuite introduit dans la bouteille en fer, avec les précautions recommandées par MM. Donny et Mareska, et l'opération était conduite suivant leurs recommandations. Le fourneau et les récipients avaient d'ailleurs été construits à très peu près sur les dimensions qu'ils avaient indiquées, ainsi qu'on en peut juger par la figure 9, où l'on voit que le carneau servant de communication entre le fourneau et la che-

minée se trouve placé à la partie supérieure, au lieu de l'être latéralement, ce qui rend le tirage du fourneau bien plus égal et son chauffage plus régulier. A l'huile de naphte furent substituées des huiles de schistes extraites des bitumes, que l'on

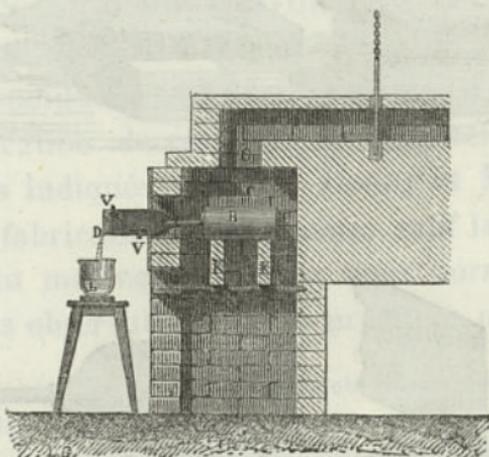


Fig. 9.

trouve à bas prix dans le commerce, et les récipients, au lieu d'être disposés horizontalement, le furent verticalement : ce qui permit au sodium fondu de se rassembler dans la partie inférieure de cet appareil, dont l'ouverture antérieure fut,

dans ce but, presque complètement fermée, à l'exception d'un trou de 2 centimètres environ, à la partie supérieure, pour le dégagement des gaz.

Nous nous ferons mieux comprendre en renvoyant aux figures 10 et 11, qui représentent en

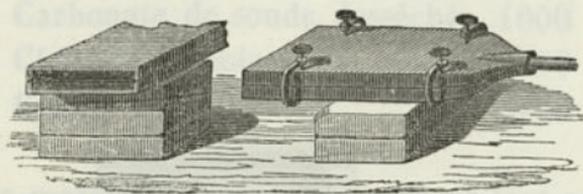


Fig. 10.

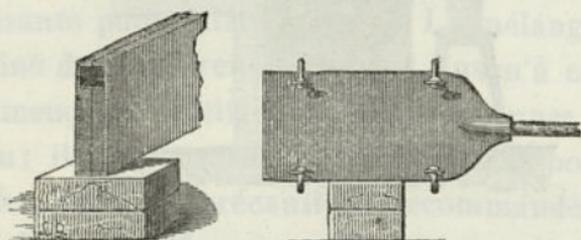


Fig. 11.

élévation la disposition du récipient, suivant MM. Donny et Mareska (fig. 9), et celle que nous avons adoptée (fig. 10).

**M. H. Sainte-Claire Deville. — 1855.**

*Essais manufacturiers aux frais de Sa Majesté  
l'Empereur.*

C'est en employant la même méthode que M. H. Sainte-Claire Deville put fabriquer à l'usine de Javel une quantité assez considérable de sodium (1). Ayant appliqué d'abord à la fabrication de ce métal les appareils et les procédés indiqués par MM. Donny et Mareska, pour la fabrication du potassium, sauf la composition du mélange (2), nous nous bornerons à quelques observations sur la première partie du

(1) Au mois de mars 1855, M. H. Sainte-Claire Deville installa à l'usine de produits chimiques de Javel, aux frais de S. M. l'Empereur, et avec l'autorisation du directeur-gérant, M. de Sussex, une série d'appareils pour la production manufacturière de l'aluminium.

Ces expériences furent terminées le 29 juin 1855.

(2)	Carbonate de soude.....	30 kil.
	Houille de Charleroi.....	13
	Craie.....	5

Ces trois matières doivent être pulvérisées et tamisées, mélangées à la main et tamisées de nouveau, de manière à faire un mélange très intime.

mémoire que M. Deville a publié à ce sujet (1).

Ainsi, à propos de l'emploi du sel de soude brut pour la composition des mélanges, M. H. Deville dit :

« Tous les essais que j'ai tentés pour remplacer  
 « les cristaux de soude par le sel de soude (2) m'ont  
 « toujours donné de mauvais résultats, ou ont fait  
 « naître pour les appareils des inconvénients graves.  
 « Je ne puis m'expliquer un pareil fait; mais il est  
 « constant, et je le déduis d'un grand nombre d'expé-  
 « riences. »

Nous ne pouvons attribuer l'échec de M. Deville dans l'emploi du sel de soude, qu'à un dosage défectueux dans les proportions de craie et de charbon. Depuis que nous fabriquons le sodium à l'usine d'Amfreville-la-Mi-Voie, nous n'avons jamais employé dans nos mélanges que du sel de soude ordinaire du commerce, et nous n'avons

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3<sup>e</sup> série, tome XLVI.

(2) On donne ce nom au carbonate de soude desséché qui provient de l'évaporation et de la calcination directe des lessives de soude factice. C'est un produit aujourd'hui très répandu dans le commerce.

jamais reconnu qu'il présentât les inconvénients graves que lui attribue M. Deville. En modifiant convenablement les proportions de charbon et de craie, on peut lui donner l'infusibilité que l'on désire obtenir. Nous avons répété nombre de fois l'expérience comparativement avec le sel de soude et les cristaux desséchés, et nous n'avons jamais trouvé dans le rendement qu'une légère différence proportionnelle à la richesse alcaline des deux matières, et par conséquent à leur prix.

*« La température nécessaire à la réduction du carbonate de soude par le charbon, dit M. Deville, n'est pas aussi élevée qu'on se l'est imaginée jusqu'ici. Nos bouteilles en fer, d'après l'opinion d'un des hommes les plus experts en pareille matière, M. Rivot, qui a bien voulu assister à mes expériences, ne sont pas chauffées plus fortement que les cornues de la Vieille-Montagne placées à la partie moyenne du four à zinc. »*

Le sodium se produit, il est vrai, à une température qui n'est pas aussi élevée qu'on l'avait cru d'abord; mais il n'en est pas moins certain que la production est d'autant plus fructueuse et le

rendement d'autant plus considérable, que la chaleur est plus forte. Nous avons toujours remarqué que nous obtenions les meilleurs rendements, lorsque nous nous trouvions vers le point de fusion de l'oxyde de fer magnétique  $\text{Fe}^3\text{O}^4$ . Il est cependant possible de se maintenir un peu au-dessous de ce point.

*Fabrication continue en cylindres.* — On nous a blâmé d'avoir pris, au mois de juillet 1855, un brevet relatif à des appareils dont M. H. Deville s'était servi pour ses expériences de Javel, au mois de juin de la même année. Voici les faits dans toute leur exactitude :

Lorsque M. H. Deville commença à installer ses appareils à l'usine de Javel, nous étions attachés au laboratoire de cette usine comme chimistes chargés des essais. Nous reçûmes de M. de Sussex, directeur de la Société générale de Javel, la mission de suivre les expériences de M. H. Deville et de lui prêter notre concours le plus actif.

De concert avec M. Deville, nous arrêtâmes le plan des fours, dont nous fîmes exécuter une partie. Il en fut de même pour plusieurs autres appareils, où nous apportâmes notre contingent d'idées.

C'est dans ces circonstances que furent imaginés les appareils à fabrication continue dont M. Deville nous conseilla fortement de nous assurer la propriété par un brevet, tout en nous demandant la faculté d'en faire usage pour ses expériences. Pour nous conformer à ce désir, nous attendîmes qu'il eût terminé ses essais; mais soit que nous l'eussions mal compris, soit que lui-même eût oublié de bonne foi ce qui s'était passé entre nous, toujours est-il que cette prise de brevet nous a été reprochée.

Quoi qu'il en soit, nous n'en persistons pas moins à considérer comme nôtre, l'idée de la fabrication du sodium dans des cylindres placés à demeure, et pouvant se charger par l'ouverture opposée à l'orifice de dégagement.

Ces faits étant bien établis, nous allons entrer ici dans quelques développements sur la méthode adoptée par M. Deville à l'usine de la Société générale de Javel.

La grande difficulté était de trouver des appareils inattaquables à la soude, infusibles à la température où se produit le sodium et de plus inoxydables par l'air à cette même température. Le fer seul pouvait remplir les deux premières

conditions. Aussi les bouteilles à mercure furent-elles remplacées par des tubes en fer soudés par étirage et du calibre le plus fort qui pût être obtenu. Les tubes fabriqués par MM. Gandillot, pour servir d'épontilles, se trouvèrent heureusement appropriés à cet usage. Pour empêcher ces tubes de brûler dans l'atmosphère toujours plus ou moins oxydante des fours, on les enveloppa d'un manchon en terre réfractaire, et l'espace compris entre les deux tubes fut rempli d'un mélange capable seulement de se ramollir à la température nécessaire, et de former ainsi à la surface du tube un véritable enduit imperméable aux gaz combustibles. M. Deville obtint ce degré de fusibilité au moyen d'un mélange d'argile grise et de terre jaune, dans lequel il incorporait la plus grande quantité possible de sable.

Les tubes en fer qui ont servi aux expériences de l'usine de Javel avaient 120 centimètres de longueur et 14 centimètres de diamètre intérieur. L'épaisseur de leur paroi était de 10 à 12 millimètres. Quand on les livrait, ils étaient fermés par un bout et ouverts par l'autre. La plaque de fer P qui les fermait était percée à l'un de ses bords, et tout près de la paroi, d'un trou dans lequel on fai-

sait entrer, à vis ou autrement, un tube de fer L de 5 à 6 centimètres de longueur, de 15 à 20 millimètres de diamètre intérieur, et terminé en forme de cône pour recevoir un récipient.

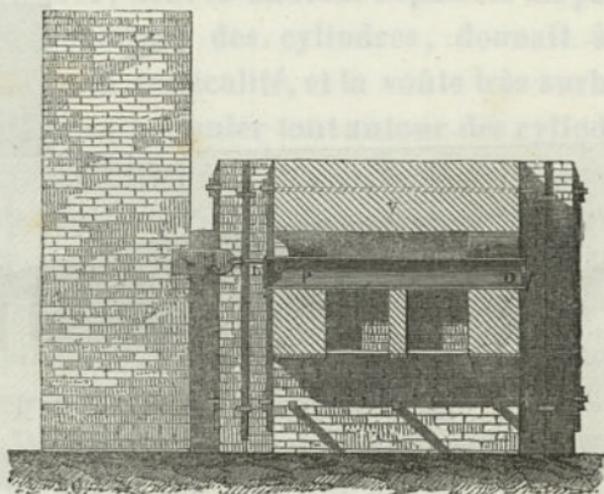


Fig. 12.

L'ouverture béante du tube était fermée par un tampon de fer O. C'est par cette ouverture que l'on introduisait le mélange.

Les enveloppes réfractaires avaient 1 centimètre d'épaisseur de paroi et 22 centimètres de diamètre intérieur.

Les cylindres munis de leur enveloppe, comme nous venons de l'exposer, étaient chauffés dans un four à réverbère, dont les fig. 12 et 13 donneront une idée assez exacte.

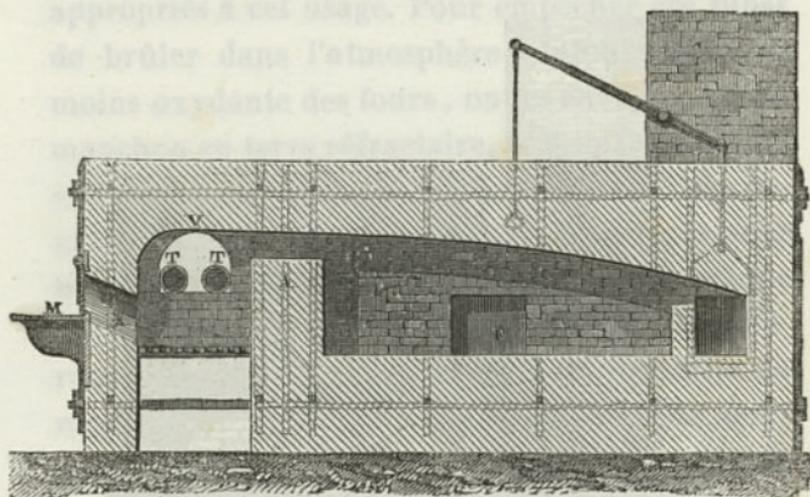


Fig. 13.

Le foyer de ce four était partagé en deux parties par un petit mur de briques sur lequel reposaient les tubes par leur milieu.

Le combustible était introduit dans chacune des portions du foyer par deux ouvertures latérales K. Le charbon amassé sur les tablettes M dont étaient munies chacune de ces ouvertures

servait à en boucher l'orifice dès que la charge était terminée. Le combustible employé était un mélange de houille et de coke, mis sur la grille en couche de 20 centimètres d'épaisseur.

L'autel A, dont la hauteur dépassait un peu le niveau supérieur des cylindres, donnait à la flamme de la verticalité, et la voûte très surbaissée V la faisait circuler tout autour des cylindres.

La sole du four servait, soit à calciner dans des pots de terre le mélange nécessaire à l'alimentation des cylindres, soit à chauffer des pots de fonte dans lesquels se terminait, comme nous le verrons plus loin, la réduction du chlorure d'aluminium par le sodium.

M. Deville fait observer, et cela est possible, que l'on aurait pu, une fois que le four eût été bien échauffé, mettre des cylindres sur la sole même de ce four, où ils auraient reçu une température suffisante.

Le mélange employé pour la réduction était fait dans les proportions suivantes :

Carbonate de soude..... 30 kil.

Houille..... 13

Craie..... 5

Ces trois matières, pulvérisées et tamisées, étaient mélangées à la main et tamisées de nouveau, de manière à faire un mélange très intime, que l'on introduisait dans des pots analogues à ceux qui servent à la fabrication du noir d'os. Les pots ainsi remplis de mélange étaient chauffés sur la sole du four dont nous avons parlé plus haut. M. Deville observe que cette forte calcination a un avantage assez considérable, en ce qu'elle permet d'introduire dans les appareils une plus grande quantité de mélange sous un plus petit volume, et que les mélanges sont moins facilement entraînés à l'état de poussière lorsqu'on les introduit dans le tube chauffé à une haute température.

Pour faciliter l'introduction du mélange dans les tubes, on en faisait des espèces de gargousses en gros papier ou en toile.

Nous renvoyons le lecteur aux détails que nous donnerons sur la fabrication telle qu'elle s'exécute à l'usine d'Amfreville, pour la manière de charger les tubes, de les nettoyer, etc.

Dans ses expériences de l'usine de Javel, M. Deville pense que l'enveloppe réfractaire qui protégeait ses cylindres atténuait beaucoup les causes

de refroidissement diverses auxquelles ils se trouvaient soumis lorsqu'on ouvrait les portes du fourneau, ou que l'on remettait du charbon froid dans le foyer.

Quoique l'expérience ait duré une dizaine de jours avec des interruptions dangereuses pour l'enveloppe des cylindres, celle-ci était seulement fendillée, le lut compact et d'une résistance parfaite, cohérent, mais sans trace de fusion.

Aussi M. H. Deville termine-t-il ce qu'il rapporte à ce sujet, en disant qu'il considère cette opération comme décisive pour le succès de la fabrication continue du sodium.

---

### **Usine d'Amfreville-la-Mi-Voie.**

**1855-1858.**

*Fabrication industrielle. — Méthode adoptée.*

Nous arrivons enfin à la préparation manufacturière du sodium telle qu'elle s'exécute actuellement à l'usine d'Amfreville-la-Mi-Voie, près Rouen, la première qui ait été organisée, dès 1855, pour la fabrication spéciale de l'aluminium.

*Préparation du mélange.* — Nous avons vu plus haut que les mélanges propres à produire le sodium consistaient essentiellement en carbonate de soude et charbon, auxquels on avait cru devoir ajouter une certaine quantité de craie pour rendre le mélange moins fusible et l'empêcher de se boursoufler. La présence de cette craie avait deux inconvénients : 1° elle augmentait l'impureté des résidus qui restent dans les cylindres après chaque opération, et rendait impossible l'introduction d'une certaine quantité de ces résidus dans des mélanges neufs ; 2° elle produisait de la chaux qui, se trouvant mêlée intimement au carbonate de soude, donnait naissance à de la soude caustique lors du lessivage de ces résidus.

Nous sommes parvenus à supprimer complètement la craie et à donner au mélange une dureté convenable au feu, en augmentant suffisamment la proportion de charbon.

Après avoir amené sous une meule de granit la houille au degré de finesse convenable, on y mêle le carbonate de soude à la pelle, et le mélange est soumis à l'action de la meule jusqu'à ce que l'on n'aperçoive plus de grumeaux de sel,

*Calcination du mélange.* — La calcination s'effectue dans deux cylindres en fonte de 2<sup>m</sup> 50 de long sur 0<sup>m</sup> 40 de diamètre. Ces deux cylindres sont disposés horizontalement dans un four à voûte surbaissée, et chauffés à l'aide d'un petit foyer qui peut donner au plus la température du rouge vif. La fig. 14 donne une idée de ce four.

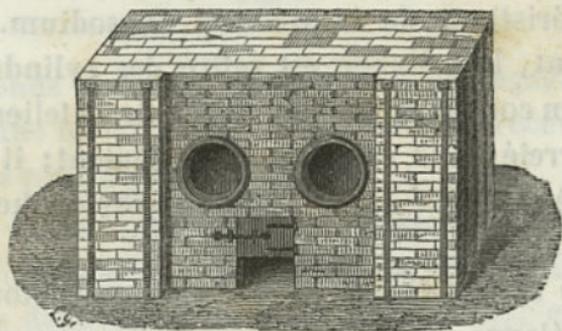


Fig. 14.

La calcination a pour but de chasser du mélange toutes les matières volatiles qu'il peut perdre, avant que le charbon ne commence à réagir sur le carbonate, et d'obtenir ainsi une matière propre à donner immédiatement du sodium lorsqu'on l'exposera à une température suffisante.

Dans cette opération, le mélange perd de l'eau,

de l'acide carbonique, et des hydrogènes plus ou moins carbonés provenant de la houille ; il s'affaïsse en subissant un certain ramollissement, devient plus dense, et contient alors beaucoup plus de matières sous un volume moindre, condition indispensable pour un bon dégagement de sodium.

L'opération est terminée lorsque les gaz qui s'échappent commencent à prendre la teinte jaune caractéristique de la présence du sodium. A ce moment, le mélange est retiré des cylindres et étalé en couche mince sur le sol de l'atelier, qui est carrelé ; il se refroidit promptement ; il peut alors être relevé en tas et mis en cartouches.

*Mise en cartouches.* — La mise en cartouches du mélange rend les charges beaucoup plus promptes et plus faciles. La perte de matière en est de beaucoup diminuée ; le tube peut être complètement rempli, et la charge est pour ainsi dire instantanée.

*Réduction du mélange.* — L'opération qui doit produire définitivement le sodium s'effectue dans des tubes en fer de 10 à 12 centimètres de diamètre intérieur et d'une épaisseur qui peut va-

rier de 5 à 30 millimètres, fig. 15. Les tubes sont ouverts aux deux extrémités, dont l'une doit servir au chargement, et l'autre au dégagement. L'orifice de chargement se bouche avec



Fig. 15.

une bonde pleine en fonte, et celui de dégagement avec une bonde percée d'un trou pour recevoir le col des récipients (1).

Ces tubes sont disposés horizontalement sur un four très analogue aux fours de chaufferie employés dans les usines à fer (voir pl. 1), et peuvent être chauffés au blanc soudant. Il est fermé de manière à réserver les deux orifices des tubes et à permettre ainsi leur chargement et leur nettoyage.

*Marche de l'opération.* — Ceci étant bien compris, nous supposerons le four en feu, la grille

(1) La disposition que nous venons de décrire nous est personnelle et fait l'objet d'un brevet pris par nous en 1855.

bien dégagée de mâchefer et chargée d'une bonne couche de combustible, les tubes parvenus à la température du rouge blanc. Un ouvrier ouvre successivement l'orifice de chargement de chaque tube et présente une rigole en tôle, fig. 16, con-

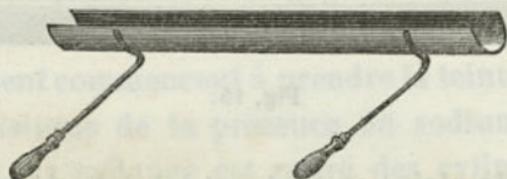
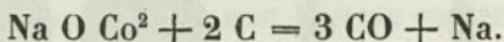


Fig. 16.

tenant la cartouche qui forme la charge d'un tube, tandis qu'un autre ouvrier la fait glisser rapidement dans l'intérieur du cylindre. Le tube se trouve ainsi chargé en très peu de temps, et l'on perd très peu de matière. Aussitôt il se fait un abondant dégagement de gaz, qui viennent sortir au dehors sous forme d'un long jet enflammé. Pendant les premiers instants, ces jets ressemblent beaucoup à ceux du gaz d'éclairage; ce sont surtout des gaz proto et bicarbonés provenant de la calcination de la cartouche et de la réaction du charbon sur l'eau que peut avoir absorbée le mélange par son exposition à l'air. La flamme de-

vient de plus en plus éclatante et prend la teinte jaunâtre caractéristique du sodium. Bientôt l'œil a peine à en supporter l'éclat; elle émet alors d'abondantes fumées de soude provenant de la combustion du sodium dont elle est chargée. A ce moment, l'ouvrier adapte les récipients, car le métal ne va pas tarder à se condenser.

*Théorie de la réaction.* — Lorsque le mélange a atteint la température à laquelle le charbon est susceptible de réagir sur le carbonate de soude, voici ce qui se produit : un équivalent de charbon s'empare d'un des équivalents d'oxygène de l'acide carbonique, et le fait passer à l'état d'oxyde de carbone, en y passant lui-même; un autre équivalent de charbon s'empare de l'oxygène de la soude, et, mettant en liberté le sodium, produit un troisième équivalent d'oxyde de carbone. L'équation suivante représente cette réaction.



Le sodium vient se condenser dans les récipients, et l'oxyde de carbone, entraînant une certaine quantité de ce métal, forme ces jets de flamme brillants qui se dégagent à l'extrémité des appareils.

Tout ceci serait très simple, comme on le voit,

si l'action ultérieure de l'oxyde de carbone sur le sodium, prêt à se condenser, ne venait compliquer le phénomène, comme l'avaient si bien remarqué MM. Donny et Mareska, dans leur travail sur le potassium, et produire ces dépôts noirs et infusibles de soude et de charbon, qui font perdre toujours une proportion considérable de sodium.

Nous avons dit plus haut quelles étaient les légères modifications que nous avons apportées au récipient de MM. Donny et Mareska; mais ce qui étonnera peut-être, c'est que les dimensions de ce récipient se sont trouvées suffisantes pour nos cylindres de 1 mètre de long. En effet, plus l'appareil de condensation est petit, relativement à l'appareil de production, plus il échappe de sodium métallique à l'action destructive de l'oxyde de carbone. Fig. 17.

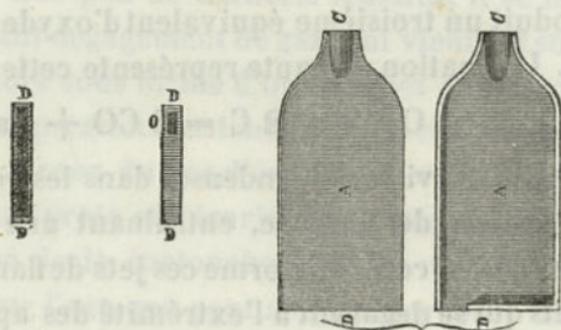


Fig. 17.

*Durée d'une charge.* — La durée d'une charge dépend de l'intensité de la chaleur et de la qualité des mélanges ; elle peut varier d'une heure et demie à quatre heures. On peut dire cependant que plus l'opération marche rapidement (jusqu'à une certaine limite, bien entendu), plus la quantité de sodium métallique obtenue est considérable. D'un autre côté, la durée des tubes est inversement proportionnelle à l'intensité de la chaleur.

Nous supposerons l'opération en bon train : les récipients sont placés ; ils commencent à s'emplier de sodium fondu, et les gaz, qui sont obligés de barboter à travers le métal, font entendre un bruit particulier, qui est l'indice d'une bonne marche. De temps en temps, un ouvrier armé d'une tringle dégage le col du récipient. Bientôt, s'il n'y prend garde, le métal déborde et vient couler au dehors ; sans attendre ce moment, il doit l'enlever et verser le métal fondu dans une bassine contenant une certaine quantité d'huile de schiste. Pendant ce temps, un autre ouvrier replace un nouveau récipient.

*Nettoyage des récipients.* — Les récipients dont

on a fait couler le sodium fondu sont encrassés par le mélange de soude et de charbon provenant de l'action de l'oxyde de carbone sur le sodium. Ce mélange est imprégné d'une assez forte proportion de sodium : il est tellement adhérent qu'il ne peut être détaché qu'à l'aide du ciseau; mais, pour supporter ce travail, la matière doit être préalablement refroidie dans l'huile; sans cela, elle prendrait feu sous l'action de l'outil. C'est pour remplir cette condition que, aussitôt qu'ils sont suffisamment refroidis, l'on plonge les récipients dans de l'huile de schiste contenue

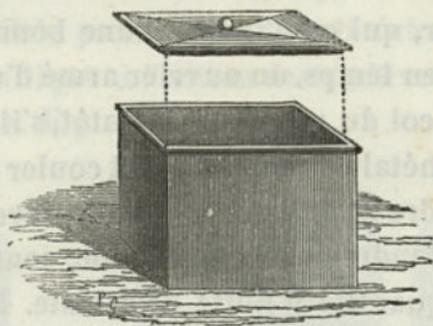


Fig. 18.

dans des boîtes de fonte, fig. 18. Au sortir de ces boîtes, ils sont nettoyés, ajustés de nouveau,

et propres alors à recommencer le service. La table, fig. 19, sert au nettoyage des récipients.

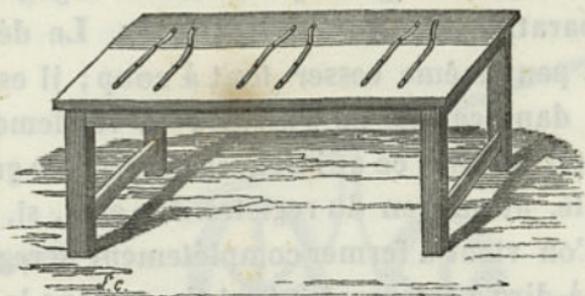


Fig. 19.

*Nouvelle charge.* — On s'aperçoit que le mélange contenu dans les tubes commence à s'épuiser lorsque l'on voit diminuer d'intensité, la flamme qui se dégage à l'extrémité du récipient, quoique le col ne soit pas obstrué.

Il faut procéder alors à une nouvelle charge de mélange, qui s'effectue comme la première, avec cette différence que l'on a eu soin de retirer préalablement du tube, le résidu de l'opération précédente. Cette dernière opération s'effectue à l'aide d'un long refouloir dont la fig. 20 donne une idée.

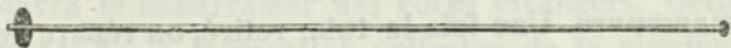


Fig. 20.

*Remplacement d'un tube.* — On s'aperçoit ordinairement qu'un tube est hors de service lorsqu'il ne produit plus qu'un faible dégagement, comparativement aux autres tubes. Le dégagement peut même cesser tout à coup; il est urgent, dans ce cas, de s'assurer si réellement le tube est perforé, ce qui s'effectue avec une grande facilité, au moyen du registre. En effet, si, lorsque l'on vient à fermer complètement le registre, c'est-à-dire à intercepter tout tirage dans le four, la flamme reparait à l'orifice du tube, la perforation est manifeste, et l'on doit le vider immédiatement pour prévenir, autant que possible, l'épanchement de l'alcali fondu qu'il contient, et qui déterminerait ultérieurement la détérioration du four.

L'enlèvement du tube s'effectue au moyen d'une espèce de chariot (fig. 21) composé d'un axe mobile autour d'un essieu, qui est porté lui-même sur deux roues; cet axe est une forte tige de fer, constituant un levier dont la plus petite branche est celle qui doit prendre les tubes, et dont l'autre est tenue par les hommes qui doivent effectuer la manœuvre. Une fois le tube retiré, on répare le mieux possible, avec du sable réfractaire, l'en-

droit de la sole où il se trouvait placé, et l'on en replace un nouveau.

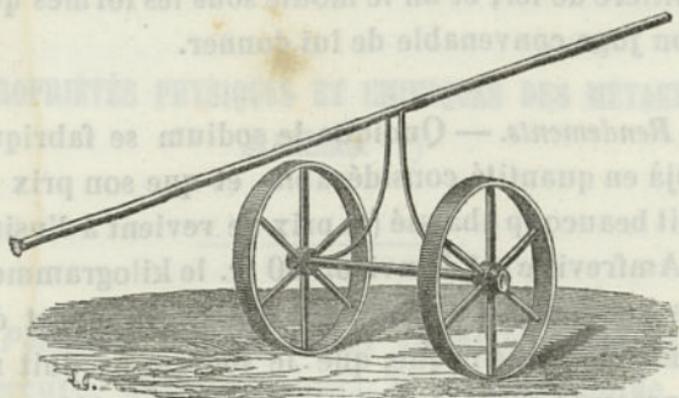


Fig. 21.

*Purification du sodium.* — Le sodium produit par les opérations que nous venons de décrire constitue le sodium brut. Il est sous forme de grosses masses fondues ou de grenaille, mêlées de quelques fragments de charbon et de soude. Avant de l'employer à l'extraction de l'aluminium, il doit être soumis à une purification qui devra le débarrasser des corps étrangers. Cette phase de la fabrication s'effectue de la manière suivante : Le sodium brut, bien égoutté d'huile

sur un tamis de fer, est fondu dans une bassine de fonte chauffée sur un feu doux.

Lorsqu'il est fondu, on le puise à l'aide d'une cuillère de fer, et on le moule sous les formes que l'on juge convenable de lui donner.

*Rendements.* — Quoique le sodium se fabrique déjà en quantité considérable, et que son prix se soit beaucoup abaissé (le prix de revient à l'usine d'Amfreville est d'environ 30 fr. le kilogramme), les rendements s'éloignent encore tellement du rendement théorique, que le sodium produit ne représente guère que le vingtième du carbonate de soude employé.

D'après une note qu'ils ont adressée à l'Académie, le 13 octobre 1856, MM. Deville, Rousseau et Morin auraient obtenu un rendement à peu près théorique. Malheureusement, la note n'explique pas si ce rendement a été obtenu directement ou par l'utilisation successive de leurs résidus. Nous persisterons donc à ne donner en ce moment, aucun chiffre, dans la crainte d'induire en erreur.

---

## CHAPITRE II.

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES MÉTAUX ALCALINS. (1)

---

*Potassium.* — Ce métal ressemble assez au mercure, quant à l'aspect. Il est demi-fluide à  $+ 15^{\circ}$ , plus fluide à  $+ 40^{\circ}$ , et complètement liquide à  $+ 55$ . A  $+ 10^{\circ}$ , il est malléable, et a le brillant de l'acier poli; à zéro, il est cassant, et a une cassure cristalline.

D'après les indices de forme cristalline observés, il est permis de croire que le potassium cristallise dans les formes du système régulier. Pleysschl dit avoir obtenu une fois, pendant la distillation du potassium, une petite masse atta-

(1) Ce chapitre est extrait, en grande partie, du *Traité de Chimie* de Berzélius, seconde édition française, traduite par MM. Hœfer et Esslinger, 1846.

chée au col de la cornue, et recouverte de cristaux cubiques.

L'équivalent du potassium est de 40, par rapport à celui de l'hydrogène, pris pour unité.

A une température voisine de la chaleur rouge, il commence à bouillir, se volatilise et se convertit en un gaz d'un beau vert, qui se condense en gouttelettes à la surface des corps froids. Son poids spécifique dans son plus grand état de pureté est = 0,865 à + 15°.

Suivant de Bonsdorff, le potassium conserve son éclat métallique aux températures ordinaires de l'air, dans l'oxygène, aussi bien que dans l'air atmosphérique, pourvu que ces gaz soient parfaitement exempts de gaz acide carbonique et de gaz aqueux; mais, dans l'air atmosphérique ordinaire, mêlé de gaz acide carbonique et de gaz aqueux, il s'oxyde peu à peu, sans phénomène lumineux. Quand on le chauffe jusqu'au point où il se volatilise, il prend feu, et brûle d'une manière très vive. L'étincelle électrique l'enflamme également. Il est, de tous les corps connus, celui qui a le plus d'affinité pour l'oxygène, de sorte qu'on a de la peine à le conserver sans qu'il soit atteint d'oxydation; à une haute température, il

réduit presque tous les corps oxydés que l'on connaît.

Mis en contact avec l'eau, il prend feu et brûle avec une flamme rouge. Si l'on jette un morceau à la surface de l'eau, il s'y promène sous la forme d'un globule embrasé rouge, et laisse, quand la flamme est éteinte, un petit globule transparent, qui disparaît en pétillant; c'est de la potasse fondue, qui fait une légère explosion, causée par la chaleur développée par sa combinaison avec l'eau.

Le potassium est réellement un corps dangereux à manier. Il est arrivé souvent qu'en coupant des fragments de potassium, il en résultait des détonations violentes. Cet effet a surtout lieu lorsque le potassium contient encore une certaine quantité de charbon, qui le rend beaucoup plus explosible. C'est, du reste, ce que MM. Donny et Mareska ont parfaitement fait observer dans leur travail sur la préparation du potassium.

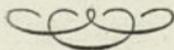
*Sodium.* — Le sodium est blanc et ressemble à l'argent. Un morceau de sodium qu'on laisse plongé dans de l'essence de térébenthine est lentement attaqué à sa surface; en se recouvrant de dessins cristallins, semblables à ceux qui se for-

ment sur l'étain après l'action brusque d'un acide. Cela prouve que le sodium se solidifie en revêtant une forme cristalline. Il est plus mou et plus malléable que les autres métaux ordinaires. On le réduit en feuilles minces avec la plus grande facilité, et il conserve sa malléabilité jusqu'à 0 degré. Davy a trouvé son poids spécifique de 0,9348. Thénard et Gay-Lussac le portent à 0,972 à + 15 degrés. Il se ramollit à + 50 degrés, et à + 90° il est parfaitement liquide; mais il ne se volatilise point à la chaleur qui suffit ordinairement pour la fusion du verre.

A l'air, il s'oxyde lentement et se couvre d'une couche de soude. La chaleur active bien son oxydation; mais le métal ne prend feu que lorsqu'il est sur le point de rougir. En brûlant, il lance autour de lui des étincelles embrasées. A la surface de l'eau, il s'oxyde vivement, mais sans s'enflammer, quoique parfois il lance des étincelles. Lorsqu'on l'arrose d'une très petite quantité d'eau, il s'échauffe facilement, jusqu'au point de prendre feu. Le sodium projeté sur l'eau qui a été chauffée jusqu'à 65°, s'enflamme; mais il ne s'enflamme pas si la température de l'eau ne dépasse pas + 50°, à moins qu'il ne puisse pas s'agiter à

la surface du liquide, ce qui arrive lorsqu'on le met sur une surface humide ou sur de l'eau épaissie par de la gomme.

Nous avons dit déjà, à l'occasion de la préparation du sodium, pourquoi l'on devait lui donner la préférence sur le potassium comme agent réducteur; nous renverrons donc à ce que nous avons dit à ce sujet.





## CHAPITRE I<sup>er</sup>

### MÉTIERES DE SA PRÉPARATION

# DEUXIÈME PARTIE.

## ALUMINIUM.

Davy. — Berzelius. — Strated.

En 1807, Davy tenta de décomposer l'alumine par la pile, comme il avait décomposé la potasse.

DEUXIÈME PARTIE.

---

ALUMINIUM.

## CHAPITRE I<sup>er</sup>.

### HISTORIQUE DE SA PREPARATION.

---

Il faut arriver jusqu'en 1754 pour avoir une idée de la constitution des argiles. Geoffroy, Crell, Gellert, Hellot, avaient reconnu déjà que la terre qui fait le caractère de l'argile était la même que celle que l'on trouve dans l'alun ; mais c'est Margraff (1754) qui a le mieux établi la différence qu'il y a entre la chaux et la terre qui fait la base de l'argile et de l'alun , c'est-à-dire l'alumine. Vinrent ensuite Macquer, Bergmann et Scheele, qui contribuèrent par leurs travaux à la connaissance de l'alumine.

---

#### **Davy. — Berzelius. — Ersted.**

En 1807, Davy tenta de décomposer l'alumine par la pile, comme il avait décomposé la potasse,

la soude, la chaux, la baryte et la strontiane ; mais il échoua complètement. Il échoua encore dans ses tentatives de réduction à l'aide de la vapeur de potassium sur l'alumine chauffée au rouge. Berzelius et OErsted ne furent pas plus heureux. OErsted eut alors recours à un moyen détourné : c'était de transformer l'alumine en chlorure d'aluminium et de traiter ce dernier corps par les métaux alcalins.

—  
**Wöhler. — 1827.**

« Il y a quelques années, dit M. Wöhler (1),  
« OErsted découvrit une combinaison liquide de  
« chlore et d'aluminium par un procédé très  
« ingénieux, qui consiste à faire passer un  
« courant de chlore sur un mélange d'alumine  
« et de charbon chauffé au rouge. On obtient  
« suivant lui, de cette combinaison, par l'action  
« de l'amalgame de potassium, un amalgame  
« d'aluminium qui s'oxyde très promptement à

(1) *Ann. de Chim. et de Physique*, t. xxxvii, 1<sup>re</sup> série, page 66.

« l'air et qui se décompose par la distillation en  
« mercure et en aluminium. Il dit seulement de  
« l'aluminium ainsi obtenu, qu'il ressemble à  
« l'étain par sa couleur et son éclat.

« J'ai répété l'expérience d'OErsted; mais je  
« n'en ai obtenu aucun résultat déterminé. Par  
« la distillation de l'amalgame de potassium  
« chauffé avec le chlorure d'aluminium, il reste  
« à la vérité une masse grise fondue; mais, en  
« chauffant jusqu'au rouge, elle se volatilise en  
« vapeurs vertes de potassium pur. En suivant  
« une marche différente, je n'ai pu parvenir à  
« obtenir l'aluminium par ce procédé. Comme  
« OErsted remarque, à la fin de sa dissertation,  
« qu'il ne regarde point ses expériences comme  
« terminées, il pourrait paraître, quoique plu-  
« sieurs années se soient écoulées depuis, que je  
« m'imisce dans des recherches commencées  
« par un autre avec bonheur, et non encore ter-  
« minées, parce qu'elles promettent des résultats  
« nouveaux et peut-être brillants; mais je re-  
« marquerai à cet égard qu'OErsted lui-même  
« m'a encouragé à les poursuivre. Avant d'ex-  
« poser le procédé au moyen duquel on réduit  
« très facilement l'aluminium, je parlerai du

« chlorure d'aluminium et de sa préparation; car  
« c'est de ce composé qu'on retire l'aluminium.

*Chlorure d'aluminium.*

« On peut se procurer facilement ce composé  
« et en quantité, par le procédé d'OErsted, en  
« opérant de la manière suivante (1) :

« L'alumine précipitée d'une dissolution bouil-  
« lante d'alun par une dissolution aussi bouil-  
« lante de carbonate de potasse, et digérée avec  
« un excès de ce dernier, a été bien lavée, dessé-

(1) J'ai trouvé que le chlorure d'aluminium se forme par ce procédé à la température à laquelle le verre se ramollit, et qu'on peut le préparer dans un tube de verre, sur la lampe à esprit de vin. On voit par là que le premier sublimé qui se manifeste, et qui est ordinairement d'un bleu vert foncé, peut fort bien être dû au fer. On peut préparer de la même manière sur la lampe à alcool, le chlorure de titane avec le rutile, le chlorure de tantale avec l'acide tantalique; le chlorure de bore avec le borax calciné, et le chlorure de chrome avec le protoxyde de chrome, lequel se présente en écailles brillantes, d'un rouge de fleur de pêcher. Mais cette chaleur n'est point suffisante pour la préparation du chlorure de silicium. Le chlore, conduit sur un mélange de zircon et de charbon, donne beaucoup de chlorure de silicium; mais, néanmoins, ni l'eau, ni l'acide hydrochlorique ne dissolvent de la masse du muriate de zircon.

« chée et mêlée à l'état d'hydrate avec de la  
« poussière de charbon, du sucre et de l'huile en  
« pâte épaisse qui a été chauffée dans un creuset  
« couvert, jusqu'à décomposition de toute ma-  
« tière organique (1). On obtient de cette manière  
« une substance intimement liée avec le charbon.  
« Le mélange noir, encore chaud, a été mis dans  
« un tube de porcelaine, sur un fourneau con-  
« venable. D'un côté était un tube rempli de  
« chlorure de calcium fondu, communiquant avec  
« une source de chlore, et de l'autre, un petit  
« ballon muni d'une tubulure à laquelle était  
« adapté un tube. Aussitôt que l'appareil fut  
« rempli de chlore, le tube fut porté au rouge,  
« et le chlorure d'aluminium commença à pa-  
« raître. Tout le chlore fut absorbé pendant long-  
« temps par la masse rouge. Il s'était rassemblé  
« une assez grande quantité de chlorure d'alu-  
« minium dans le ballon; mais à l'état pulvé-  
« rulent, et pendant tout le cours de l'opération,  
« une petite partie avait été entraînée par l'oxyde  
« de carbone, et lui donnait la propriété de fumer

(1) L'alumine ainsi préparée contient, comme on sait, de la potasse; mais l'alcali n'a ici aucune influence.

« fortement à l'air. Au bout d'une heure et demie,  
« on reconnut que le chlorure d'aluminium obs-  
« truit le tube de porcelaine, et l'on mit fin à  
« l'expérience.

« En démontant l'appareil, on trouva que le  
« chlorure d'aluminium avait rempli presque  
« entièrement le bout du tube de porcelaine sor-  
« tant du fourneau. La quantité s'en élevait au-  
« delà d'une once. Il était partie sous la forme  
« d'aggrégations cristallines, dentelées, passable-  
« ment longues; partie en masse solide, dure, qui  
« se laissa cependant détacher facilement du  
« tube. Il était d'un jaune verdâtre pâle, demi-  
« transparent, et avait une texture très cristal-  
« line, à grandes lames, et pour ainsi dire talc-  
« queuse; mais sans qu'on pût découvrir de cris-  
« taux déterminés. A l'air, il fume faiblement,  
« exhale l'odeur de l'acide muriatique, et se ré-  
« sout bientôt en un liquide clair. Jeté dans l'eau,  
« il se dissout promptement avec bruit et cha-  
« leur, de manière qu'une petite quantité d'eau  
« est portée promptement à une chaleur telle  
« qu'elle détermine une pleine ébullition (1).

(1) Il est évidemment décomposé dans cette circonstance, car, par l'évaporation de la dissolution, on obtient le muriate ordi-

« Suivant OErsted, il se volatilise à une tem-  
« pérature peu supérieure à celle de l'eau bouil-  
« lante. Il est fusible, mais son degré de fusion  
« paraît se confondre avec son degré de volatili-  
« sation, comme pour l'acide arsénieux, et, pen-  
« dant sa sublimation, ce n'est pas la partie qui  
« se sublime, mais bien celle qui est déjà subli-

naire d'alumine. Ce sel ne peut être considéré comme du chlorure d'aluminium, mais soit comme un hydrochlorate d'alumine formé au moyen de la décomposition de l'eau par le chlorure d'aluminium, soit comme une combinaison de chlorure d'aluminium avec l'acide hydrochlorique, qui tient en dissolution l'alumine formée par la décomposition de l'eau; c'est-à-dire que, dans la dissolution du chlorure d'aluminium par l'eau, il arriverait ce que Berzélius a établi si clairement pour le fluorure de bore et le fluorure de silicium que l'on met dans l'eau. Pareille chose arriverait pendant la dissolution du chlorure de titane, de silicium, de bore, de chrome, de manganèse, etc. Pour quelques-uns de ces composés, la portion oxydée du radical se sépare, comme dans les combinaisons acides insolubles; mais, pour d'autre, la portion oxydée reste en dissolution, ce qui doit toujours arriver lorsque le radical oxydé est par lui-même soluble dans l'eau, comme l'acide chromique et l'acide manganique. Toutes les combinaisons obtenues par la combinaison d'une terre proprement dite dans l'acide muriatique, comme les muriates d'alumine, de zircone, etc., et le prétendu muriate d'oxyde de titane, devraient par conséquent, être considérés comme des combinaisons d'un chlorure métallique avec l'acide hydrochlorique, qui tiendraient en dissolution une quantité déterminée

« mée, qui fond là où le vase est plus chaud, ou  
« plutôt se ramollit comme le verre.

« Il est toujours facile de réduire en une  
« masse dure le chlorure d'aluminium obtenu  
« en poudre légère, en le distillant dans un petit  
« vase. Il se conserve sans altération dans le  
« naphte et peut y être fondu sans s'y dissoudre.  
« Il a alors l'apparence d'un liquide d'un rouge  
« brun, et il n'est point attaqué par le potassium  
« qu'on y introduit.

---

**Wöhler. — 1845.**

*Réduction du Chlorure d'Aluminium (1).*

« Les phénomènes violents d'incandescence qui

d'acide; et lorsqu'elles auraient perdu par l'évaporation l'acide hydrochlorique, on aurait ce que Berzélius appelle un chlorure basique, c'est-à-dire une combinaison de chlorure métallique et d'oxyde. Quelques chlorures et fluorures paraissent, au contraire, se changer entièrement en radical oxydé et en hydratide, comme par exemple, le chlorure de silicium et le fluorure de chrome, dont la dissolution donne, par évaporation, de la silice et de l'acide chromique.

(1) Nous empruntons cette seconde partie du travail de M. Wöhler au deuxième mémoire qu'il publia vers l'année 1845,

« accompagnent la réduction du chlorure d'alu-  
« minium présentent des difficultés particulières,  
« qui ne permettent d'opérer que sur de petites  
« proportions. Ce qu'il y a de mieux à faire, c'est  
« de chauffer le potassium et le chlorure séparé-  
« ment, de façon que le potassium ne soit réel-  
« lement fondu que dans la vapeur du chlorure.  
« La rupture des tubes de verre dans cette pré-  
« paration serait inévitable. On se sert en consé-  
« quence d'un tube de platine de 18 pouces de  
« longueur sur  $\frac{1}{3}$  de pouce de diamètre, qui  
« est fermé à l'une de ses extrémités par un bou-  
« chon rodé de platine. C'est dans ce tube qu'on  
« introduit le chlorure, et tout près un petit vase  
« en platine en forme de nacelle, qui renferme le  
« potassium. Le tube est alors chauffé avec len-  
« teur au milieu d'un feu de charbons incandes-  
« cents, puis enfin porté au rouge. Il n'y a pas de  
« doute qu'un tube de cuivre ou de fer ne puisse  
« être employé, sans avoir à redouter de souiller  
« le produit par ces métaux. Du reste, la réduc-  
« tion s'opère même très bien dans un creuset de  
« fusion ordinaire, dans lequel on en introduit

sur la préparation de l'aluminium. (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LIII, p. 422.)

« un plus petit, qui renferme le potassium, tandis  
« qu'on dépose le chlorure dans l'espace vide  
« qui existe entre les deux creusets ; on coiffe  
« ensuite le tout d'un couvercle et l'on chauffe  
« au milieu d'un feu de charbon. Il paraît que le  
« meilleur rapport est celui de volumes égaux  
« de potassium et de chlorure. Après l'entier re-  
« froidissement, le tube ou le creuset est mis  
« dans un grand verre rempli d'eau froide.

« On obtient l'aluminium sous forme d'une  
« poudre métallique grise ; mais à l'aide d'un  
« examen plus attentif, on remarque déjà, à  
« l'œil nu, une grande quantité de petites sphères  
« métalliques fondues, d'un blanc d'étain, dont  
« beaucoup ont parfois le diamètre de la tête  
« d'une grosse épingle. Sous le microscope, avec  
« un grossissement d'environ 200 fois, on observe  
« que toute cette poudre ne se compose en réalité  
« que de ces sphères métalliques fondues. Par-  
« fois, on obtient en même temps des masses  
« poreuses ou spongieuses adhérentes qui ne  
« consistent également qu'en sphères métalliques  
« concrétionnées ; d'où il résulte que l'alumi-  
« nium est fusible à la température à laquelle a  
« lieu la réduction. Des expériences ultérieures

« ont démontré que cette température n'était pas  
« tellement élevée que l'aluminium ne pût fondre  
« même à la flamme du chalumeau. Un fragment  
« d'aluminium aplati, introduit dans une perle  
« en fusion de borax ou de sel de phosphore,  
« se fond sous le chalumeau en un bouton, quoi-  
« que pendant l'opération il s'oxyde continuele-  
« ment; après s'être gonflé considérablement, il  
« disparaît complètement, en produisant avec le  
« borax probablement la réduction du bore, et  
« avec le sel de phosphore la réduction de ce corps  
« ou la formation d'acide phosphoreux. En effet,  
« dans ce dernier cas, les sphères de métal sont  
« constamment enveloppées de bulles de gaz qui  
« se renouvellent sans cesse et prennent un aspect  
« particulier, distinct de celui qui se ferait re-  
« marquer si l'oxydation dépendait de la vapeur  
« d'eau de la flamme. On ne réussit pas à fondre  
« l'aluminium pulvérulent à la température de  
« fusion de la fonte, dans un creuset rempli de  
« borax anhydre. Dans ce cas, l'aluminium dis-  
« paraît et le borax est transformé en une scorie  
« d'un brun noirâtre, colorée sans doute par la  
« réduction du bore. On pourrait néanmoins  
« penser que l'expérience ne réussit pas, parce que

« l'aluminium fondu, spécifiquement plus léger  
« que le borax, reste à la surface où il se brûle.  
« L'aluminium à l'état de grains blancs fondus  
« possède à peu près la couleur et l'éclat de l'é-  
« tain. Il est parfaitement malléable. Des grains  
« d'aluminium peuvent être réduits par le mar-  
« teau en paillettes ou plaques minces, sans qu'il  
« s'y manifeste les plus légères fissures sur les  
« bords. Son poids spécifique déterminé à l'aide  
« de deux grains pesant ensemble 32 milli-  
« grammes, a été à  $+ 10^{\circ}$  centigrades = 2,50 ;  
« évalué avec trois grains aplatis et écrouis au  
« marteau, du poids de 34 milligrammes, il a été  
« trouvé = 2,67. La petitesse des poids absolus  
« employés ne doit faire considérer naturellement  
« ces nombres que comme des approximations  
« du poids spécifique réel. Ce métal n'est nulle-  
« ment magnétique; à l'air, il reste blanc; à la  
« température ordinaire, il ne décompose pas  
« l'eau; mais à  $100^{\circ}$ , il dégage déjà même sous  
« cette forme compacte de l'hydrogène; lorsqu'on  
« le plonge dans l'eau et dans une solution con-  
« centrée de potasse, il se dissout complètement  
« avec une vive décomposition de l'eau. Dans  
« l'ammoniaque caustique, cette oxydation aux

« dépens de l'eau, s'opère avec moins de rapidité,  
« et la majeure partie de l'aluminium reste sous  
« forme de grains translucides qui ont la forme du  
« métal qu'on a immergé.

« On peut chauffer un globule d'aluminium  
« dans du gaz oxygène jusqu'à ce qu'il commence  
« à entrer en fusion, sans qu'il s'oxyde au-delà  
« de la surface. Mais si on le chauffe vivement  
« au chalumeau jusqu'au rouge, il brûle avec  
« une flamme blanche éclatante tout comme l'é-  
« tain. L'alumine qu'on obtient par cette com-  
« bustion se fond et renferme parfois des grains  
« blancs d'aluminium qui ont échappé à cette  
« combustion.

« La manière dont ce métal se comporte avec  
« les sels solubles d'autres métaux aisément ré-  
« ductibles est très remarquable. L'aluminium  
« blanc ne réduit ni le plomb, ni l'argent, dans les  
« solutions de nitrate de plomb ou d'argent,  
« même quand celles-ci sont acides. Mais, si on  
« l'introduit dans une solution d'oxyde de plomb  
« dans la potasse, on voit se former aussitôt un  
« magnifique arbre de Saturne. Il réduit de même  
« l'étain en aiguilles brillantes lorsqu'on emploie  
« une solution de protoxyde d'étain dans la po-

« tasse ; l'argent se précipite d'une solution am-  
« moniacale d'oxyde d'argent, non pas sous la  
« forme d'une végétation cristalline, mais sous  
« celle d'une masse compacte, cristallisée à l'exté-  
« rieur, qui, au bout de quelque temps, se pré-  
« sente comme une plaque blanche, où l'on  
« aperçoit encore des points d'aluminium. Dans  
« une solution de sulfate de cuivre, il commence  
« bientôt à se cuivrer, et se recouvre peu à peu  
« d'une masse compacte de cuivre. Si on le met  
« en contact dans une solution de plomb ou d'ar-  
« gent avec du zinc, alors commence aussitôt la  
« réduction de ces métaux par l'aluminium,  
« mais cette réduction ne se continue pas dès que  
« le contact du zinc vient à cesser. »

---

**H. Sainte-Claire Deville. — 1854.**

Telles étaient les connaissances que l'on avait sur la préparation et les propriétés de l'aluminium, lorsque M. Henri Sainte-Claire Deville, professeur de chimie à l'École normale supérieure de Paris, publia, en 1854, son premier

mémoire sur les résultats auxquels il était arrivé, en reprenant les expériences d'OErsted et de Wöhler.

Nous n'emprunterons à ce premier travail que ce qui est relatif à la préparation du nouveau métal, réservant pour la dernière partie de cet ouvrage, tout ce qui est relatif aux propriétés physiques et chimiques de l'aluminium.

*De la préparation de l'aluminium.*

*Par le chlorure d'aluminium.* — Wöhler avait isolé l'aluminium, et, lorsque l'on parcourt son second mémoire, on est étonné qu'il ne soit pas arrivé aux résultats que devait obtenir, quelques années plus tard, M. H. Deville. Et cependant, il faut avoir suivi, comme nous avons été à même de le faire, les expériences du chimiste français, pour se faire une idée des difficultés de toutes sortes qu'il restait encore à surmonter, pour obtenir le métal tel que nous le connaissons aujourd'hui, et surtout pour rendre cette opération susceptible d'être appliquée industriellement.

D'abord, M. H. Deville, persuadé que les vases

de platine employés par M. Wöhler pouvaient altérer les propriétés de l'aluminium, les proscriit complètement et y substitue des vases de porcelaine.

Pour préparer le chlorure d'aluminium, il emploie, comme Wöhler, le procédé indiqué par OErsted. Le mélange d'alumine et de charbon, calciné en pâte avec de l'huile, est concassé en menus fragments et introduit dans les cornues de grès tubulées qu'Ebelen a employées pour la préparation du chlorure de silicium (fig. 22). Une

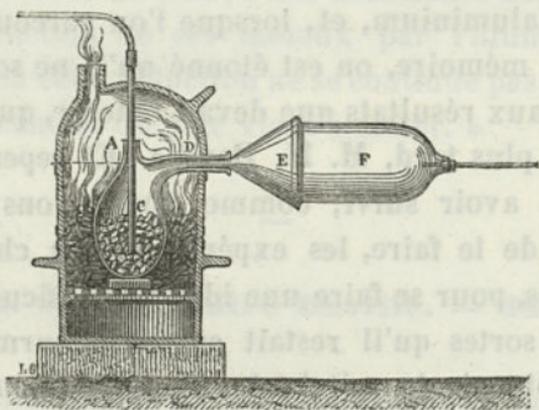


Fig. 22.

fois la cornue portée au rouge sombre, on fait passer rapidement le courant de chlore, qui chasse

d'abord l'eau des appareils, et fournit bientôt d'abondantes vapeurs de chlorure d'aluminium.

L'aspect particulier du chlorure d'aluminium obtenu par M. Deville tient au mode de condensation qu'il emploie. L'appareil destiné à le recueillir est, en effet, d'une capacité assez restreinte pour qu'il puisse s'échauffer fortement. Dans ces conditions, le chlorure subit une demi-fusion qui l'agglomère; il se présente alors sous forme de morceaux cristallisés et très denses.

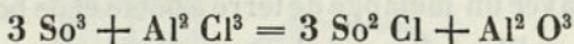
Cet appareil de condensation (fig. 22) est formé d'une cloche en verre tubulée dont la douille entre dans le col de la cornue; elle est fermée par un entonnoir, et la jointure est soigneusement lutée avec un mélange de terre à poêle et de bourre. Pour qu'il ne se produise pas d'engorgement du côté de la douille de la cloche, le col de la cornue ne dépasse pas de plus de 5 à 6 centimètres la paroi extérieure du fourneau.

Au moyen de cet appareil, M. Deville a pu préparer jusqu'à 5 kilogrammes de chlorure par jour. Presque toute l'alumine introduite dans la cornue peut être utilisée. On doit avoir soin d'allumer le jet d'oxyde de carbone qui sort des appareils, à cause des propriétés toxiques de ce gaz.

L'acide chlorhydrique produit du chlorure d'aluminium ou de silicium, en passant au travers du mélange de charbon et d'alumine ou de silice; mais il faut une plus forte chaleur.

Ce qu'il y a de curieux, c'est qu'en chauffant un mélange d'alun calciné et de sel marin, on n'obtient pas de chlorure d'aluminium, comme on pourrait être porté à le croire, d'après les lois de Berthollet. On obtient un gaz qui, d'après M. Deville, est composé avec les éléments de l'acide chlorosulfurique, ou ce gaz lui-même. Il reste dans la cornue un mélange d'alumine, de sulfate de potasse et de sulfate de soude.

La formule suivante explique cette réaction :



On obtient une réaction analogue avec le bisulfate de potasse fondu et le chlorure double d'aluminium et de sodium.

Mais revenons à la préparation de l'aluminium. Dans ses premières expériences, voici comment opérait M. H. Deville :

Dans un gros tube de verre de 4 centimètres de diamètre environ, l'on place entre deux tampons d'amiante 200 à 300 grammes de chlorure d'alu-

minium obtenu comme nous l'avons dit précédemment. Le tube est chauffé avec quelques charbons pendant qu'on le fait traverser par un courant d'hydrogène bien sec et complètement purgé d'air (1).

L'acide chlorhydrique, ainsi que le chlorure de soufre et de silicium, dont le chlorure d'aluminium brut est toujours imprégné, se trouvent ainsi complètement entraînés. On introduit alors dans le tube le sodium coupé en petits morceaux, bien essuyé et contenu dans des nacelles de porcelaine. On remplit de nouveau l'appareil de gaz hydrogène, on fond le sodium, et on chauffe avec précaution le chlorure d'aluminium, qui distille peu à peu et vient se décomposer au contact du sodium, avec une incandescence que l'on modère à volonté, en chauffant plus ou moins le chlorure. L'opération est terminée lorsque tout le sodium a disparu, et que le chlorure d'aluminium, au lieu d'être absorbé, vient sortir à l'extrémité de l'appareil. On enlève alors le feu et on laisse refroidir

(1) Dans ce but, M. Deville le faisait passer à travers une boule remplie d'un mélange d'éponge et de noir de platine légèrement chauffée.

complètement en continuant le courant d'hydrogène.

L'aluminium contenu dans les nacelles s'y trouve au sein d'un chlorure double d'aluminium et de sodium, composé fusible et volatil. Pour l'en séparer, on introduit les nacelles dans un gros tube de porcelaine muni d'une allonge; et tandis que la température est portée au rouge vif, on fait passer un courant d'hydrogène sec. Le chlorure double vient couler dans l'allonge, où il se solidifie, et l'on trouve après l'opération, dans chaque nacelle, l'aluminium rassemblé en un ou deux petits culots au plus. On les lave dans l'eau pour enlever un peu de sel et de silicium brun provenant de l'attaque de la porcelaine par le sodium et l'aluminium, et on réunit tous les petits culots en un seul, en les fondant avec du chlorure double dans une capsule de porcelaine placée au fond d'une moufle, en ayant la précaution de n'introduire le métal dans le chlorure que lorsque ce dernier est bien fondu et ne dégage plus d'acide chlorhydrique. La température doit être celle nécessaire à la fusion de l'argent. Une fois l'aluminium réuni, on coule l'excès de fondant, et on recueille le métal qu'on maintient fondu dans un

creuset de porcelaine couvert, jusqu'à ce que les vapeurs de chlorure double dont le métal est toujours imprégné aient complètement disparu.

L'aluminium ainsi obtenu est extrêmement pur ; il est recouvert d'une pellicule légère d'alumine provenant de la décomposition partielle du fondant.

M. Deville a essayé de faire réagir la vapeur de sodium sur le chlorure d'aluminium, au moment même où elle sort de l'appareil qui sert à produire ce métal ; pour cela, le chlorure est contenu dans un vase mis en communication avec la cornue de fer d'où se dégage le sodium. Nous avons été témoins de l'expérience de M. Deville, et nous l'avons nous-mêmes répétée à l'usine de Javel ; malheureusement, la quantité d'aluminium réduite par ce moyen est tellement minime, relativement aux quantités de matières premières employées, qu'il nous a fallu renoncer à l'espoir d'arriver par là à de bons résultats. On comprendra facilement cet échec si l'on réfléchit que, pendant la production du sodium, il se volatilise une grande quantité de soude qui détruit en pure perte une quantité considérable de chlorure d'aluminium.

*Préparation de l'aluminium par la pile.* — Ce mode de réduction, sur lequel beaucoup de personnes fondaient et fondent encore de grandes espérances, fut mis à l'étude par M. Deville, dès le début de ses expériences.

Il a eu recours pour cela à un procédé très analogue à celui que M. Bunsen (1) avait déjà employé en Allemagne pour la préparation du magnésium.

Disons de suite que jusqu'ici il a été impossible d'obtenir l'aluminium par la pile avec des liqueurs aqueuses.

Voici comment M. Deville procède :

Il prépare un bain de chlorure d'aluminium en chauffant un mélange de 2 parties de chlorure d'aluminium et de 1 partie de sel marin bien sec. Le chlorure double ainsi préparé est introduit dans un creuset de porcelaine vernissé contenu lui-même dans un creuset de terre. Le couvercle du creuset de porcelaine est percé de deux trous ; l'un destiné à laisser passer l'électrode négative, qui est une large lame de platine ; l'autre dans laquelle s'adapte à frottement un cylindre en

(1) *Ann. de Chim. et de Physiq.*, 3<sup>e</sup> série, t. xxxvi,

porcelaine dégourdie, dans lequel se trouve placé le charbon servant d'électrode positive et qui doit plonger comme la lame de platine dans le bain qu'il s'agit de réduire. On emplit jusqu'à la même hauteur verticale le creuset de porcelaine et le vase poreux de chlorure double fondu, et l'on chauffe suffisamment pour maintenir la matière fluide. L'aluminium se dépose avec du sel marin sur la lame de platine, et le chlore, avec un peu de chlorure d'aluminium, vient se dégager dans le vase poreux : des fumées se produisent, et on les détruit en introduisant de temps en temps du sel marin sec et pulvérisé dans le vase poreux.

Il suffit d'un petit nombre d'éléments pour obtenir un courant d'une intensité suffisante à cette décomposition.

Lorsque la lame de platine est suffisamment chargée de dépôt métallique et salin, on la laisse refroidir, on brise la masse saline rapidement, et l'on introduit de nouveau l'électrode dans le courant.

Pour réunir et agglomérer le métal ainsi obtenu, on opère comme il a été dit précédemment, en ayant recours au chlorure double comme fondant.

A la fin de l'opération, on trouve dans le vase poreux contenant l'électrode en charbon, une grande quantité de ce corps qui s'est détachée de l'électrode.

Les premières portions d'aluminium obtenues par la pile sont toujours cassantes; c'est de la fonte d'aluminium (1). On peut cependant l'obtenir aussi beau que par le sodium; mais il faut employer du chlorure d'aluminium plus pur. En effet, lorsqu'on opère avec le sodium, le courant d'hydrogène enlève le silicium, le soufre et même le fer qui passe à l'état de protochlorure fixe; tandis que toutes ces impuretés restent dans le liquide, que l'on décompose par la pile, et sont enlevées avec les premières portions de métal réduit.

**M. H. Deville. — Essais manufacturiers  
aux frais de S. M. l'Empereur.**

*Chlorure d'aluminium.*

Dans ce que nous avons vu jusqu'ici des travaux de M. H. Ste-Claire Deville, nous n'avons

(1) Alliage d'aluminium et de silicium.

pas trouvé de chiffres de rendement; cette lacune se trouve comblée dans le mémoire qu'il a publié sur ses expériences à l'usine de Javel. D'après ce travail, il aurait obtenu avec la cornue tubulée que nous avons décrite plus haut, de 5 kilogr. d'alumine, 10<sup>k</sup>.50 de chlorure. Le résidu de l'opération pesait environ 1 kilogr. et contenait encore 1 partie d'alumine pour 2 de charbon. On y trouvait en outre des chlorures alcalins, du chlorure double d'aluminium et de sodium et du chlorure de calcium. Après lui avoir fait subir un lavage suffisant, on l'a employé à un nouveau traitement.

Une opération analogue à la précédente a fourni 11 kilogr. de chlorure d'aluminium.

Dans l'expérience en grand, la cornue tubulée fut remplacée par une de ces cornues en terre réfractaire, qui sont maintenant employées à la fabrication du gaz d'éclairage; le mélange de charbon, d'huile et d'alumine, par un mélange d'alumine et de goudron; et le récipient en verre par une petite chambre en briques, recouverte en faïence vernissée.

L'alumine employée par M. Deville provenait de la calcination de l'alun ammoniacal; la ma-

jeune partie fut préparée par nos soins, en calcinant dans un four à soude nouvellement construit 3,000 kilogr. de ce sel. Une partie aussi fut obtenue en calcinant dans le four servant à la fabrication du sodium, l'alun contenu dans des pots à noir d'os. Ces mêmes pots servaient à calciner le mélange d'alumine et de goudron que l'on y introduisait, en ayant soin de le bien tasser. Ce mélange était considéré comme suffisamment calciné lorsqu'il cessait de se dégager des flammes du goudron; après refroidissement suffisant pour que le mélange ne puisse plus brûler à l'air, on retirait la matière sous forme de morceaux durs, luisants analogues à de la pierre ponce. C'est à cet état qu'il était introduit dans la cornue à gaz. Celle-ci, d'une capacité de 300 litres environ, avait été coupée à sa partie béante, de manière à diminuer sa hauteur d'au moins 30 ou 40 centimètres. Elle était placée verticalement, comme le représente la fig. 23.

La flamme partie du foyer F venait circuler autour de la cornue au moyen d'une traînée en spirale K. Une ouverture carrée X, pratiquée à la partie inférieure de la cornue et pouvant être bouchée au moyen d'une brique maintenue par

une vis de pression, permettait de vider l'appareil lorsque le mélange était épuisé. Un tube de porcelaine qui venait joindre la cornue en O, amenait le chlore jusqu'au centre de la couche de charbon alumineux.

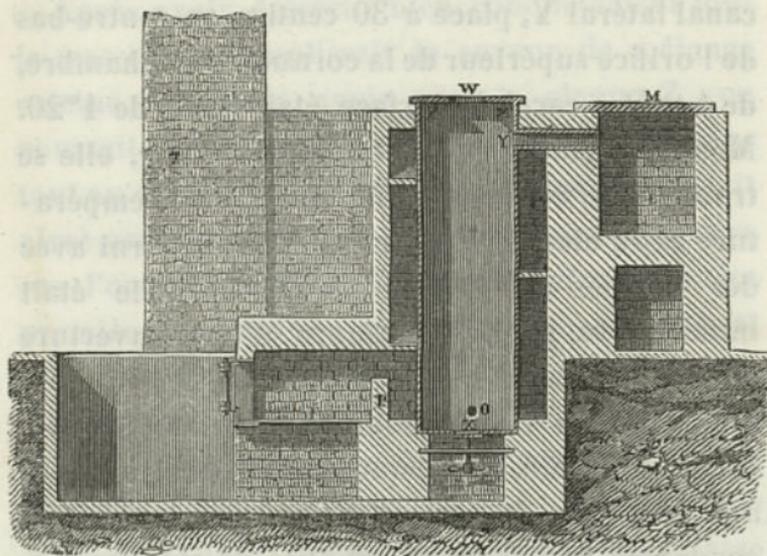


Fig. 23.

Comme ce tube était obligé de passer en même temps à travers la trainée, on l'avait protégé contre l'action de la flamme par une enveloppe réfractaire. L'orifice supérieur de la cornue était

fermé au moyen d'un carreau réfractaire Z, au milieu duquel une ouverture carrée W, de 1 décimètre environ, permettait l'introduction successive du mélange dans l'appareil.

Les vapeurs de chlorure d'aluminium se rendaient dans la chambre de condensation par le canal latéral Y, placé à 30 centim. en contre-bas de l'orifice supérieur de la cornue. Cette chambre, de 1 mètre carré de surface, était haute de 1<sup>m</sup>20. Ménagée dans le massif même du four, elle se trouvait par ce moyen maintenue à une température assez élevée. L'intérieur en était garni avec des plaques de faïence vernissée. Elle était munie à sa partie inférieure d'une ouverture de 2 à 3 décimètres carrés, qui la mettait en communication avec des conduits mobiles en bois, garnis de plomb, qui aboutissaient en dernier lieu à la cheminée du four. Ces conduits servaient à condenser une certaine quantité de chlorure entraînée mécaniquement par le courant.

Une batterie de huit bonbonnes, contenant chacune 45 litres d'acide muriatique, fournissait le chlore; on en chargeait quatre toutes les vingt-quatre heures, pendant que les quatre autres se refroidissaient. Le gaz perdait une partie de l'eau

qu'il entraîne toujours, en traversant des tuyaux de plomb refroidis par un courant d'eau froide. Il achevait de se dessécher en passant à travers de l'acide sulfurique contenu dans une bouteille en plomb, puis à travers du chlorure de calcium contenu dans une bonbonne.

Après avoir desséché bien complètement tout le massif, on remplissait la cornue de mélange calciné, et après avoir posé la plaque Z, on poussait le feu jusqu'à ce que la cornue fût partout au rouge sombre bien caractérisé; on faisait alors arriver le chlore; mais on laissait perdre par l'ouverture W de la plaque réfractaire, les premières fumées renfermant encore de l'eau et de l'acide chlorhydrique.

Lorsque l'opération marchait bien, le chlorure se condensait presque en totalité contre la plaque M qui recouvrait la chambre, sous forme de gros cristaux jaunes soufre, groupés en une masse analogue à une réunion de stalactites.

Une de ces plaques pesait 50 kilog.

Au fur et à mesure de l'épuisement du mélange, on rechargeait par l'orifice W, en ayant soin de faire tomber par l'orifice inférieur, une quantité correspondante du mélange épuisé.

Si l'absorption du chlore se fait d'une manière convenable, il ne doit s'exhaler de la chambre aucune vapeur blanche.

L'odeur du gaz oxyde de carbone, qui est un des produits de l'action du chlore, est toujours très piquante; par suite de la formation d'une certaine quantité de chlorure de silicium, qu'on ne peut éviter, et peut-être d'un peu d'acide chlorocarbonique, lorsque la chaleur est insuffisante.

M. Deville estime qu'une cornue à gaz convenablement conduite pourrait servir au moins deux mois ou trois mois au plus. Il faudrait, dit-il, construire la partie verticale du fourneau, de manière à permettre le remplacement facile de ces appareils. On doit ménager aussi, sur le parcours de la flamme, un grand nombre d'ouvertures qui servent à visiter la cornue. On s'aperçoit immédiatement d'une fuite, à la coloration bleue qu'affecte la flamme.

Il est réellement fort intéressant de suivre peu à peu la transformation des appareils de laboratoire en appareils manufacturiers : c'est ainsi que nous avons vu successivement le tube de porcelaine, où Wöhler préparait le chlorure d'aluminium, remplacé par la cornue en grès tu-

bulée d'Ebelmen, et cette dernière, par une cornue à gaz de 300 litres de capacité.

Le canon de fusil, où Curaudau recueillait du sodium sur une tige de même métal, fait place aux bouteilles en fer forgé qui servent à transporter le mercure; et bientôt on substitue à celles-ci des tubes de même diamètre, mais de 1 mètre de longueur.

Pour réduire des quantités un peu considérables de chlorure d'aluminium, M. Deville eut l'idée de substituer au tube de verre et aux nacelles de porcelaine, un tube de cuivre D, fig. 24,

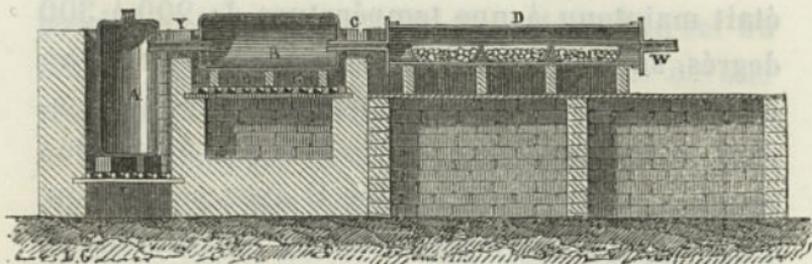


Fig. 24.

de fort diamètre, contenant des nacelles de même métal (1). Le chlorure d'aluminium était contenu

(1) Plus tard, M. Deville substitua la fonte au cuivre pour ces mêmes appareils.

dans le cylindre A, fig. 24, chauffé au moyen d'un petit foyer. Il passait par le tube Y à travers un second cylindre B, où se trouvaient 60 à 80 kilogr. de pointes de fer, et chauffé au rouge sombre. Par ce moyen, l'acide chlorhydrique, le chlorure de silicium et le chlorure de soufre étaient complètement arrêtés, ainsi que le chlorure de fer qui, se trouvant réduit à l'état de protochlorure fixe, restait sur le fer. Chaque nacelle pouvait contenir environ 500 gr. de sodium. Le cylindre B se trouvait réuni au cylindre D par un large tube où achevait de se déposer le protochlorure de fer entraîné mécaniquement ; ce tube était maintenu à une température de 200 à 300 degrés, suffisante pour empêcher la condensation du chlorure d'aluminium, mais à laquelle cependant le protochlorure de fer n'a pas de tension sensible. On chauffe le tube D avec précaution, car la température produite par la réaction est quelquefois si considérable, que l'on est souvent obligé d'enlever tout le combustible. On s'aperçoit facilement que les nacelles sont saturées de chlorure, lorsque ce dernier sort sans être absorbé par l'extrémité de l'appareil. On retire alors les nacelles dont on fond le contenu, soit dans des

pots de fonte, soit dans des creusets de terre, chauffés sur la sole du four à sodium. La réaction entre le chlorure d'aluminium et le sodium, qui quelquefois n'est pas terminée, s'achève dans cette opération; on chauffe jusqu'à ce que la fusion de la matière soit bien complète et que le chlorure double commence à se volatiliser. Arrivé à ce point, on laisse refroidir les pots, puis on en retire la matière, qui se compose : 1° d'une couche supérieure de sel marin parfaitement blanche, contenant à sa partie inférieure des globules de métal plus ou moins pur; 2° d'une couche inférieure grise, contenant une quantité considérable de poudre et de globules, que l'on sépare du sel au moyen de l'eau. Malheureusement, ce dernier traitement fait perdre une quantité considérable de métal, qui est dissous à la faveur du chlorure d'aluminium que retient encore la matière. Pour réunir ce métal très divisé, M. Deville le chauffe à sec dans un creuset, et, au moment où il commence à fondre, il écrase la matière à l'aide d'une baguette en terre réfractaire. Tout alors se réunit en un seul culot, que l'on coule dans une lingotière.

M. Deville recommande d'enlever avec soin

tout le charbon sodique que pourrait renfermer le sodium, parce que ce charbon donne naissance à des cyanates et à des cyanures métalliques, qui, au contact de l'eau, dégagent de l'ammoniaque abondamment et détruisent encore de l'aluminium. L'aluminium divisé, retenant encore du sodium, prend feu comme de l'amadou quand on cherche à le réunir, comme nous l'avons dit plus haut; dans ce cas il vaut mieux le refondre avec un peu de chlorure double d'aluminium et de sodium.

M. Deville termine ainsi le mémoire dont nous avons extrait ce qui précède :

« Tel est le détestable procédé au moyen du-  
 « quel ont été fabriqués les lingots d'aluminium  
 « qui ont été remis à l'Exposition (1). Pour com-  
 « ble de malheur, pressé par le temps et ignorant  
 « l'action du cuivre sur l'aluminium, j'avais, dans  
 « presque toutes mes expériences employé des  
 « cylindres à réaction et des nacelles en cuivre;  
 « de sorte que l'aluminium que j'en retirais con-  
 « tenait des quantités notables de ce métal et  
 « constituait un véritable alliage. Aussi il avait

(1) Exposition universelle des produits de l'industrie, de 1855.

« perdu toute sa ductilité et sa malléabilité; il avait  
« une teinte grise désagréable, et enfin, au bout  
« d'un ou deux mois, il se ternissait en se recou-  
« vrant d'une couche d'oxyde ou de sulfure noir  
« de cuivre, qu'on ne pouvait enlever qu'en les  
« trempant dans l'acide nitrique. »

---

**MM. Deville, Debray et P. Morin.**  
**1855-1856.**

*Modifications au procédé ci-dessus.*

Tel était l'état de la fabrication de l'aluminium lorsque, vers la fin de 1855, M. Deville, surpris de la facilité avec laquelle se réunissait l'aluminium lorsqu'on le réduisait de son fluorure au lieu de le réduire du chlorure, eut l'idée d'essayer comment agissait le fluorure dans ces circonstances. Il vit que le succès de l'opération était dû à ce que l'alumine interposée entre les petits globules se trouvait dissoute par le fluorure de sodium qui prenait naissance, et donnait ainsi aux particules métalliques une facilité beaucoup plus grande pour se réunir.

L'addition du fluorure de calcium produisit le même effet. D'un autre côté, on éprouvait à cette époque de très grandes difficultés à obtenir de petites quantités d'aluminium mal réuni, en faisant réagir le sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium.

M. Rammelsberg, qui avait fait, sous ce rapport, les mêmes tentatives que M. Deville, avait échoué comme lui. MM. Deville, Debray et Paul Morin eurent alors l'idée d'ajouter au chlorure double une certaine quantité de fluorure de calcium.

Pour préparer le chlorure double qui devait être employé dans ces circonstances, ils trouvèrent beaucoup plus simple de faire absorber directement le chlorure d'aluminium, préalablement purifié par le fer, et, au moment où il sort de l'appareil qui sert à le produire, par du sel marin placé dans un creuset chauffé au rouge sombre (1).

(1) Ce procédé paraît être emprunté à celui que décrit M. H. Rose, dans les *Annales de Poggendorf*, 1855 :

« On prend un mélange de charbon et de terre argileuse qu'on  
 « place dans un tube de verre, du plus grand diamètre que l'on  
 « puisse se procurer ; on place aux deux extrémités deux tubes  
 « de verre d'un diamètre moindre, que l'on remplit de poudre

MODIFICATIONS AU PROCÉDÉ CI-DESSUS. 137

Voici la composition du mélange employé par MM. Deville, Morin et Debray :

Chlorure double. . . . .	400 gr.
Sel marin. . . . .	200
Fluorure de calcium. . .	200
Sodium. . . . .	75 à 80

On a soin d'employer le chlorure double récemment fondu et chauffé au rouge sombre. On le mélange à l'avance avec le sel marin et le fluorure de calcium pulvérisés et bien desséchés. Ce mélange est stratifié par couches alternatives avec le sodium. La dernière couche doit être du mélange salin, et le tout recouvert de sel marin pulvérisé. On chauffe peu à peu le creuset, jusqu'à ce que la réaction soit terminée, et, à partir de ce moment, on porte la température jusqu'au point de fusion de l'argent.

« de sel marin. On chauffe l'endroit où se trouve le mélange de  
« charbon et d'argile ; alors, si l'on fait passer un dégagement  
« de chlore à travers les tubes, la vapeur de chlorure d'alumi-  
« nium est si complètement absorbée par le chlorure de sodium,  
« qu'il est impossible d'en trouver des traces dans les autres  
« parties de l'appareil. Si on a préalablement pesé les tubes con-  
« tenant le chlorure de sodium, on peut se rendre compte de la  
« quantité de chlorure d'aluminium absorbée. »

6.

Lorsque la matière est parfaitement liquide, on la brasse longtemps, et on la coule sur une dalle de calcaire bien propre et bien sèche. Les premières portions qui s'écoulent ne se composent guère que de sel marin fondu et parfaitement incolore. Le reste a une teinte grise et coule plus difficilement; il contient de l'aluminium en petits grains. Enfin, la majeure partie du métal se trouve au fond du creuset, sous forme d'un culot.

D'après M. Deville, une réduction bien conduite doit donner, pour 75 grammes de sodium, 20 grammes d'aluminium en culot, et 5 grammes de grenaille; soit 1 d'aluminium pour 3 de sodium. La théorie indique  $2 \frac{1}{2}$  de sodium pour 1 d'aluminium.

Le fluorure d'aluminium employé par M. Deville était du fluorure de calcium très beau, qui provenait du duché de Bade. Cette matière se trouvait cotée, à l'exposition universelle de 1855, à 5 fr. les 100 kilogrammes.

Pour empêcher le produit de l'opération d'être en contact avec les parois du creuset, et de se charger ainsi de silicium, les creusets étaient enduits d'une espèce de brasque formée de 4 parties d'alumine et de 1 partie d'aluminate de chaux.

Ce mélange, délayé avec de l'eau, était appliqué à l'état de pâte que l'on tassait au moyen d'un pilon. On laissait sécher et on cuisait au rouge.

N'oublions pas de dire aussi que l'on n'employait les creusets qu'après les avoir préalablement chauffés pour en chasser l'humidité.

La scorie saline contient une grande quantité de chlorure de calcium qu'on peut enlever par l'eau, et une matière insoluble dont on peut extraire du fluorure d'aluminium par la volatilisation.

M. Deville assure que la réduction du chlorure double est rendue plus facile encore si, au fluorure de calcium, on substitue dans le mélange du fluorure double d'aluminium et de sodium ou cryolithe. Les proportions restent d'ailleurs les mêmes. Dans une opération de ce genre, 76 grammes de sodium ont produit 22 grammes d'aluminium réduit en un seul culot et 5 grammes à l'état de grenaille; ce qui donne un rendement de 1 d'aluminium pour 2,8 de sodium. Ce résultat se rapproche évidemment beaucoup du calcul théorique.

C'est en s'appuyant sur les expériences que nous venons de citer que MM. Deville, Debray et Morin

ont établi définitivement leur mode de fabrication, à l'aide du chlorure.

Nous entrerons plus loin dans les détails relatifs à cette fabrication.

—

**H. Rose. — 1855.**

*Réduction de la Cryolithe par le Sodium.*

En 1855, M. le docteur Percy, en Angleterre, et M. H. Rose, en Allemagne, eurent l'idée d'extraire l'aluminium d'un minéral qui se trouve en masse considérable au Groënland, et qui est un fluorure double d'aluminium et de sodium. Ce minéral est désigné dans les traités de minéralogie sous le nom de cryolithe. La formule de la cryolithe, d'après M. H. Deville, est  $\text{Al}^2\text{Fl}^3.3(\text{NaO})$ ; sa composition en centièmes est d'après cette formule :

Aluminium..... 13.27

Sodium..... 32.70

Fluor..... 54.03

100.00

Voici comment procédait M. H. Rose :

Dans des petits creusets de 1 3/4 pouces de haut et 1 2/3 pouces de diamètre, il plaçait de la cryolithe réduite en poudre fine entre des couches minces de sodium, et recouvrait le tout d'une couche épaisse de chlorure de potassium. Il employait des poids égaux de chlorure de potassium et de cryolithe, et pour cinq parties de cryolithe deux parties de sodium. Le creuset était alors chauffé suffisamment pour fondre son contenu. Quand toute la masse était refroidie, il la traitait par l'eau, ce qui produisait un léger dégagement d'hydrogène à odeur fétide, et il recueillait l'aluminium sous forme de petites sphères.

Le peu d'importance des quantités de métal que j'ai obtenu ne doit pas, dit M. H. Rose, détourner les autres de continuer ces expériences, la cryolithe étant celui des minéraux où entre l'alumine, qui se prête le mieux à l'extraction de l'aluminium (1).

(1) C'est ce procédé, mis en pratique par nous à l'usine d'Amfreville-la-Mi-Voie, près Rouen, qui a fourni jusqu'en 1858 les quantités les plus considérables d'aluminium au commerce.

Voici comment procédait M. H. Rose :

Dans des petites crueses de 2/3 pouces de diamètre, il placait de la cellophane réduite en poudre fine entre des couches minces de sodium, et recouvrait le tout d'une couche épaisse de chlorure de potassium. Il employait des poids égaux de chlorure de potassium et de cellophane, et pour cinq parties de cellophane deux parties de sodium. Le creuset était alors chargé soigneusement pour toute son contenu. Quand toute la masse était refroidie, il la traitait par l'eau; ce qui produisait un léger déplacement d'hydrogène à mesure qu'elle se refroidissait, et il recueillait le sodium sous forme de petites sphères.

Le peu d'importance des données de métal pur qu'il obtenait ne doit pas, dit M. H. Rose, étonner. Les autres résultats de ses expériences, les résultats relatifs à la cristallisation de sodium, ont été publiés dans le rapport de l'année 1891.

(1) C'est ce qu'on a vu en pratique par exemple dans l'essai de M. H. Rose. Voir, par exemple, les résultats de l'essai de M. H. Rose en 1891.

## CHAPITRE II.

### FABRICATION INDUSTRIELLE.

---

Deux méthodes sont actuellement en usage pour la fabrication en grand de l'aluminium en France. Toutes deux emploient le sodium comme agent réducteur; mais dans l'une de ces méthodes, on le fait réagir sur le chlorure d'aluminium et de sodium; dans l'autre, on a recours au fluorure d'aluminium et de sodium ou cryolithe.

#### *Méthode par le chlorure.*

Nous transcrivons ici le texte de deux brevets pris, l'un par MM. Rousseau frères, l'autre par ces fabricants et M. Paul Morin. Ces deux brevets donneront une idée du procédé employé d'abord par MM. Rousseau frères, à leur usine de

la Glacière, près Paris, et transporté depuis par M. Paul Morin à l'usine de Nanterre. Ce n'est d'ailleurs qu'une extension du procédé indiqué par MM. Deville, Morin et Debray, et dont nous avons donné plus haut le détail :

« L'alumine ou la substance aluminifère (argiles, kaolins, etc.) étant réduite en poudre, on  
« la mélange d'abord intimement avec une portion équivalente de sel marin ou de chlorure de potassium; puis on incorpore au mélange, soit du charbon de bois, de la houille en poudre, soit une matière organique facilement décomposable par la chaleur, telle que du goudron, du brai, du bitume, une résine quelconque, une huile minérale ou végétale, etc.; suivant la nature de la matière employée, on en varie la dose de manière à ce qu'il reste dans le mélange la quantité de charbon suffisante pour la réaction. On chauffe le tout en vase clos jusqu'à calcination complète, puis on introduit le mélange calciné dans un appareil distillatoire propre à produire le chlorure simple anhydre. On chauffe et l'on fait passer le chlore sec. Lorsque la température est suffisamment élevée le chlore réagit et le chlorure double distille sous forme

« d'un liquide, que l'on reçoit dans un vase  
« clos.

« Au chlore on peut substituer l'acide chlor-  
« hydrique gazeux.

« On peut introduire dans le mélange, soit de  
« l'alumine pure provenant de la calcination  
« préalable de l'alun ou du sulfate d'alumine,  
« soit des alumines impures, des argiles telles que  
« la terre de pipe, l'argile grise, le kaolin; en  
« un mot, toutes les substances aluminifères.

« Lorsque les substances aluminifères sont char-  
« gées d'une trop forte proportion de fer, et  
« qu'il est nécessaire de les en purifier, on les  
« mélange préalablement avec une des matières  
« charbonneuses citées plus haut, et on les cal-  
« cine. Le fer se trouvant ainsi ramené à l'état  
« métallique, on s'en débarrasse facilement en  
« traitant le produit de la calcination par un  
« acide plus ou moins dilué.

« Après le traitement par l'acide, on lave le  
« mélange, on le sèche. Il est alors propre à la  
« production du chlorure double ou du chlo-  
« rure simple. »

Comme nous l'avons dit, le procédé que nous

venons de décrire est l'objet d'un brevet pris par MM. Rousseau frères, le 21 avril 1856.

Voici la méthode que suivent ces fabricants pour la réduction du chlorure double par le sodium, et pour lequel un autre brevet a été pris le 28 juillet 1856.

On prend :

Chlorure double d'aluminium et de sodium	100
Fluorure de calcium.. . . . .	50
Sodium.. . . . .	20

« Ces différentes matières étant mélangées, on  
 « les introduit sur la sole d'un four à réverbère  
 « analogue aux fours employés dans la fabrication  
 « de la soude, et qui a été préalablement chauffé  
 « au rouge. La grille du foyer étant bien garnie  
 « de combustible, on ferme le four; la réaction  
 « s'opère, et par l'agitation on réunit dans la par-  
 « tie déclive de la sole tout l'aluminium en une  
 « seule masse que l'on fait écouler. Si l'on décante  
 « d'abord la partie la plus blanche et la plus fluide  
 « des scories, composée en majeure partie du sel  
 « marin qui a pris naissance dans la réaction, on  
 « peut en extraire le fluorure d'aluminium, qui  
 « est aussi un produit accessoire de la réaction.

« L'aspect de la scorie qui reste est tout particulier après le refroidissement. La coloration est faible, elle se rapproche du gris jaunâtre. Cette scorie ne renferme plus de poudre d'aluminium, mais seulement quelques globules assez volumineux pour être recueillis facilement par la pulvérisation et les lavages.

« L'aluminium ainsi produit n'a plus besoin que d'une seconde fusion pour être mis en lingots et livré au commerce. »

#### *Méthode par la cryolithe.*

Rien de plus simple que l'extraction de l'aluminium à l'aide de cette substance qui se présente dans des conditions de pureté qu'il est difficile d'obtenir pour le chlorure double. Après l'avoir réduite en poudre fine, on la mélange avec une certaine quantité de sel marin, puis on la stratifie avec du sodium, d'après les proportions indiquées par M. H. Rose, dans de grands creusets réfractaires. Ces creusets sont chauffés soit dans des fours à réverbère, soit dans des fourneaux à vent (fig. 25), qui peuvent donner une température assez élevée pour fondre le fluo-

ture de sodium, produit de la réaction. Le fluorure de sodium exigeant une température assez forte pour entrer en fusion, la température doit

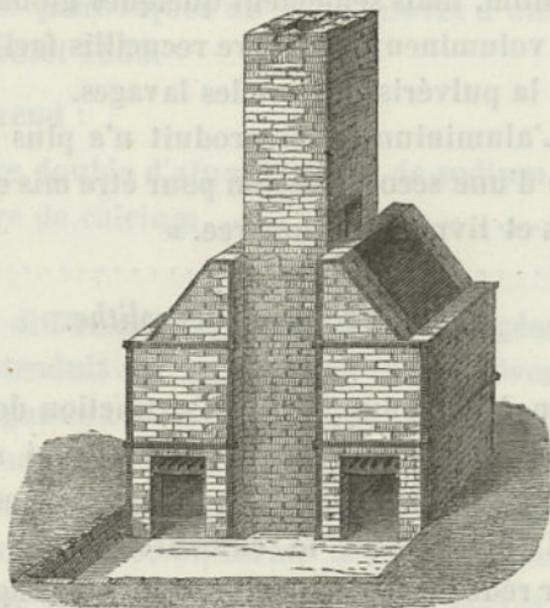


Fig. 25.

nécessairement être plus élevée que dans la réduction du chlorure double. Lorsque le contenu des creusets est fondu, de manière à être bien liquide, on le coule dans des vases de fonte, au fond desquels on trouve l'aluminium réuni sous

forme d'un ou de plusieurs culots. Il ne reste plus qu'à refondre le métal et à le mettre en lingots.

*Avantages que présente la méthode par la cryolithe.*

Si l'on réfléchit que la cryolithe ou fluorure double d'aluminium et de sodium correspond exactement au chlorure double d'aluminium et de sodium dont se sert M. H. Deville, et que, grâce aux perfectionnements que nous avons apportés dans l'emploi de ce minéral, les rendements en aluminium et les proportions de sodium employés à la réduction sont identiques, on comprendra quel immense avantage résulte de son emploi pour la préparation du nouveau métal. Le chlorure double d'aluminium et de sodium est éminemment altérable à l'air; il donne toujours lieu, lors de sa fabrication, à des vapeurs plus ou moins délétères et corrosives; son prix est toujours assez élevé, puisqu'il ne peut être préparé avantageusement qu'avec du chlore, et que, pour chaque équivalent de ce gaz, il faut employer un équivalent de bioxyde de manganèse et deux équiva-

lents d'acide chlorhydrique. La cryolithe peut être apportée en France à un prix assez bas pour que nous ayons songé à transformer avec avantage ce minéral en carbonate de soude commercial.

La cryolithe est inaltérable à l'air, et n'émet aucune vapeur délétère; son maniement est donc beaucoup plus facile que celui du chlorure double.

Si maintenant on compare les résidus des deux fabrications, on trouve que la fabrication avec le chlorure double donne naissance à du chlorure de sodium, produit presque sans valeur; tandis que la fabrication avec la cryolithe donne du fluorure de sodium qui, pouvant être transformé presque pour rien en soude caustique ou en carbonate de soude, décharge complètement l'aluminium du prix de la cryolithe employée pour l'obtenir.

L'objection la plus sérieuse que l'on puisse faire à l'emploi de la cryolithe pour l'extraction de l'aluminium, c'est que les gisements de ce minéral étant jusqu'ici très limités, l'avenir de l'aluminium est nécessairement dans la transformation des argiles en chlorure d'aluminium; mais, en admettant que d'autres gisements de cryolithe ne

soient pas découverts par la suite, la richesse de ceux qui existent au Groënland permettra, pendant bien longtemps encore, de lui donner la préférence dans la fabrication de l'aluminium.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'ALUMINIUM.

*Propriétés physiques*

*Couleur.* — Comme le dit Webber, l'étain est le métal dont l'aluminium se rapproche le plus par sa couleur. Lorsque ses molécules sont rapprochées, soit par l'action du marteau, soit par celle du laminoir, il prend une teinte bleue prononcée (1).

*Malleabilité et ductilité.* — L'aluminium pur est malléable à peu près sans limite; on peut le

(1) L'histoire enregistre l'usage de grande partie de l'étain en creusant le plus possible les surfaces lisses. On peut, à l'aide, enfilant, enfilant, enfilant avec intelligence les différentes parties du métal, les articles de Paris sont parvenus à l'ère de grand profit de l'industrie pour la fabrication des objets d'art.

qui ne se décolorait pas par la suite, la richesse de ceux qui existent au Groenland par rapport à ceux qui existent en France dans la fabrication de l'aluminium.

La cryolite est inaltérable à l'air, et n'émet aucune vapeur délétère; son maniement est donc beaucoup plus facile que celui du chlorure double.

Si maintenant on compare les résidus de ces deux fabrications, on trouve que la fabrication avec le chlorure double donne comme résidu un produit riche en soufre, produit presque inutilisable; tandis que la fabrication avec la cryolite donne du soufre presque pur, qui peut être transformé en soufre pour rien en soufre caustique ou en carbonate de soufre, décharge complètement l'aluminium du prix de la cryolite employée pour l'obtenir.

L'objectif le plus sérieux que l'on puisse faire à l'emploi de la cryolite pour l'extraction de l'aluminium, c'est que les résidus de ce résidu sont jusqu'à présent, l'avenir de l'aluminium est incertain, mais il est évident que les résidus de la fabrication de l'aluminium par la cryolite sont beaucoup plus riches en soufre que ceux de la fabrication par le chlorure double.

## CHAPITRE III.

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'ALUMINIUM.

---

#### *Propriétés physiques.*

*Couleur.* — Comme le dit Wöhler, l'étain est le métal dont l'aluminium se rapproche le plus par sa couleur. Lorsque ses molécules sont rapprochées, soit par l'action du marteau, soit par celle du laminoir, il prend une teinte bleue prononcée (1).

*Malléabilité et ductilité.* — L'aluminium pur paraît malléable à peu près sans limites ; on peut le

(1) L'industrie est arrivée à corriger en grande partie ce défaut, en évitant le plus possible les surfaces brunies. En pointillant, guillochant, moirant avec intelligence les différentes parties du métal, les artistes de Paris sont parvenus à tirer un grand parti de l'aluminium pour la fabrication des objets d'art.

réduire à l'état de lames très minces ou de fils très fins, sans être obligé de le recuire.

*Ténacité.* — Sa ténacité, quoique supérieure à celle de l'argent, paraît être moindre cependant que celle du cuivre; toutefois, aucune expérience précise n'a été faite sous ce rapport.

*Dureté.* — Lorsqu'il est bien pur, il présente à peu près la même dureté que l'argent vierge, et se laisse entamer facilement au couteau.

*Élasticité.* — Comme la plupart des métaux purs, l'aluminium ne jouit pas, à un haut degré, de cette propriété qu'il acquiert par l'alliage avec d'autres métaux.

*Sonorité.* — L'aluminium jouit d'une grande sonorité, et le son qui se produit lorsqu'on frappe un barreau de ce métal a beaucoup d'analogie avec le son du cristal. Ses vibrations paraissent être très longues. Pour être bien sonore, il faut que le métal ne soit suspendu que par une portion très limitée de sa surface; ce qui tient peut-être à ce qu'il est très bon conducteur.

D'après des expériences récentes, l'aluminium serait le meilleur conducteur du son.

*Dilatabilité.* — L'aluminium paraît susceptible de se dilater beaucoup par la chaleur, car il prend en passant de l'état fluide à l'état solide un retrait assez considérable; toutefois on manque d'expériences précises à cet égard.

*Densité.* — La densité de l'aluminium, d'après les expériences concordantes de MM. Wöhler et Deville, est de 2,56, lorsqu'il a été simplement fondu, et de 2,67 pour le métal laminé, ce qui indiquerait un très grand rapprochement des molécules.

*Pouvoir magnétique.* — D'après M. H. Deville (1), ainsi que d'après MM. Poggendorf et Riess, l'aluminium serait faiblement magnétique.

*Conductibilité pour la chaleur et l'électricité.* — On n'a pas encore fait d'expériences sous le rapport de la conductibilité pour la chaleur; quant à la

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. XLIII.

conductibilité pour l'électricité, l'aluminium, d'après M. Deville (travail ci-dessus cité), conduirait ce fluide huit fois mieux que le fer ou un peu plus.

*Point de fusion.* — Quoiqu'il n'ait pas encore été déterminé exactement, on considère le point de fusion de l'aluminium comme intermédiaire entre celui du zinc et celui de l'argent.

*Chaleur spécifique.* — Elle n'a pas encore été déterminée; toutefois, vu l'équivalent peu élevé de ce métal, elle devrait être très considérable.

*Cristallisation.* — L'aluminium cristallise avec la plus grande facilité par fusion et refroidissement lent; M. H. Deville a obtenu ainsi des cristaux qui lui ont paru octaédriques et réguliers. (1)

#### *Propriétés chimiques.*

*Equivalent.* — Le nombre admis actuellement pour l'équivalent de l'aluminium est 13.75 par rapport à l'hydrogène pris pour unité.

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. LXIII.

*Action de l'oxygène.*—L'aluminium résiste, sans s'oxyder, à la température la plus élevée que l'on puisse produire dans un fourneau de coupelle; le plomb brûle, la litharge fond à côté de l'aluminium, qui ne change pas. (1)

Si l'on dépasse les limites du rouge blanc pour arriver à la température du blanc soudant, l'aluminium brûle alors avec une vive incandescence, et l'oxydation n'est plus limitée que par la couche d'alumine qui se forme à la surface du métal (2).

*Action de l'eau.*—Voici ce que dit M. Deville de l'action de l'eau sur l'aluminium :

« L'eau n'a aucune action sur l'aluminium,  
« ni à la température ordinaire, ni à la tem-  
« pérature de l'ébullition, ni même à une tem-  
« pérature rouge sombre, voisine du point de  
« fusion du métal. Pour obtenir une action sen-  
« sible, il faut agir à la température la plus éle-  
« vée que puisse produire un fourneau à réver-  
« bère surmonté d'un tuyau de tôle d'un mètre

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. LXIII.

(2) Action des réactifs de la voie sèche sur l'aluminium, par MM. Ch. et A. Tissier, compte rendu de l'Académie, 29 déc. 1856.

« de longueur environ. Même alors l'oxydation  
« est si faible, qu'elle ne se développe que par  
« places, et on retire de la nacelle des globules  
« extrêmement brillants qui évidemment n'ont  
« subi aucune altération. »

*Action de l'air atmosphérique.* — L'air, à la température ordinaire, ne fait éprouver à l'aluminium aucune altération, ainsi que l'on a pu s'en assurer depuis que ce métal se trouve répandu dans le commerce.

*Action des métalloïdes.* — L'hydrogène, l'azote, le soufre et le carbone sont sans aucune action sur l'aluminium; le chlore l'attaque avec une grande énergie, et il doit en être de même de l'iode, du chrome et du fluor. Le bore et le silicium s'y combinent pour former des borures et des siliciures; on n'a pas encore étudié l'action du phosphore, ni celle de l'arsenic.

*Action des oxacides.* — L'acide nitrique pur agit très faiblement à froid sur l'aluminium; à chaud et à l'aide d'une ébullition prolongée, il en dissout des quantités appréciables.

L'acide sulfurique étendu agit très peu sur ce

métal. M. Deville a laissé pendant près de trois mois dans l'acide sulfurique faible quelques milligrammes d'aluminium, sans qu'ils aient subi d'altération sensible. Quant aux acides végétaux tels que les acides acétique, oxalique, tartrique, ils n'ont qu'une faible action sur lui.

*Action des hydracides.* — En première ligne, on trouve l'acide chlorhydrique, qui est certainement le véritable dissolvant de l'aluminium. Toutes les fois que, dans un mélange de liqueurs, l'acide chlorhydrique pourra prendre naissance, l'aluminium sera fortement attaqué. L'action des acides iodhydrique, bromhydrique et fluorhydrique, quoiqu'elle n'ait pas été essayée, doit être analogue à celle de l'acide chlorhydrique. Quant à l'hydrogène sulfuré, il n'a aucune action, ni à froid ni à chaud, sur l'aluminium qui présente une résistance remarquable à l'action de ce gaz.

*Action des alcalis.* — Les hydrates de potasse et de soude en dissolution dans l'eau attaquent l'aluminium avec violence, en produisant un abondant dégagement d'hydrogène et donnant naissance à de l'aluminate alcalin qui se dissout.

L'eau de chaux exerce sur l'aluminium la même action que la soude et la potasse, sauf que l'aluminate de chaux insoluble se précipite. L'ammoniaque liquide n'agit que très faiblement sur ce métal en produisant de l'alumine insoluble. (Ch. Tissier.)

D'après M. H. Deville, la potasse et la soude fondues n'attaquent pas sensiblement l'aluminium, si ces bases ne renferment que l'équivalent d'eau qui les constitue à l'état d'hydrate (1).

#### *Sur les alliages d'aluminium.*

Nous donnons ici le texte même du mémoire que nous avons présenté à l'Académie des Sciences, le 3 novembre 1856, sur les alliages d'aluminium (2).

#### *Aluminium et Silicium.*

Comme le fait observer avec raison M. Deville, le silicium est loin de nuire à la malléabilité de

(1) Propriétés chimiques de l'aluminium et des variations de l'affinité avec la température. (*Acad. des Sciences*, 5 janv. 1856.)

(2) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 3 nov. 1856.

l'aluminium, ainsi que le feraient le fer et le cuivre. Nous avons eu occasion d'analyser un échantillon d'aluminium qui, bien que se travaillant difficilement, a pu être employé à la confection de divers objets; et cependant cet échantillon, attaqué par l'acide chlorhydrique, ne laissait pas moins de 15.67 p. 100 de résidu insoluble.

Or, en admettant, d'après M. Deville, que ce résidu insoluble retienne encore en même temps que le silicium une proportion assez considérable d'aluminium, nous croyons que l'on peut fixer au moins à 10 p. 100 la quantité de silicium réelle contenu dans cet échantillon.

*Aluminium et Fer.*

Aluminium.....	10 <sup>gr.</sup>
Fer.....	0 <sup>gr.</sup> 50

Cet alliage a été fait avec du fil de fer très fin, enroulé autour des fragments d'aluminium auxquels on voulait l'allier. Le tout a été introduit dans un creuset contenant du sel marin fondu d'avance; de cette façon, le fer n'a pu s'oxyder et l'alliage s'est fait avec une grande facilité. C'est

## 162 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

ainsi que nous avons pu constater que de faibles quantités de fer communiquent à l'aluminium la propriété de cristalliser et détruisent en grande partie sa malléabilité. Lorsque l'aluminium sera à bas prix, il sera intéressant de voir quelles qualités il est susceptible de communiquer aux fers, aux fontes et aux aciers dans lesquels on l'introduirait en plus ou moins grande quantité.

Le fer retarde le point de fusion de l'aluminium; ainsi nous avons pu fondre de l'aluminium exempt de ce métal, sur de l'aluminium contenant 4 à 5 p. 100 de fer.

### *Aluminium et zinc.*

I. Zinc.....	100
Aluminium.....	10

Alliage cassant, ayant l'apparence du zinc, plus fusible que l'aluminium, moins fusible que le zinc.

II. Zinc.....	100
Aluminium.....	25

Alliage à grain fin et serré, cassant, plus fusible que l'aluminium, moins fusible que le zinc.

III. Zinc . . . . . 100

Aluminium . . . . . 50

Cet alliage ne paraît pas homogène; chauffé sur une lame d'aluminium, il se sépare en une portion fusible et une portion qui ne fond pas avant l'aluminium.

Ces divers alliages ont été essayés pour souder l'aluminium, car jusqu'ici ce sont les alliages de ce métal avec le zinc qui ont le mieux réussi pour la soudure; malheureusement, lorsqu'ils sont fondus, ils sont épais et coulent difficilement, en sorte qu'il faut les étaler en employant un procédé un peu analogue à celui dont on se sert, quand on soude le plomb ou l'étain avec un fer. Les soudures ainsi faites supportent difficilement l'action du marteau.

*Aluminium et nickel.*

I. Nickel . . . . . 10 gr., en centièmes. 50

Aluminium. 5 . . . . . 50

La combinaison s'est opérée sous le sel marin avec une si forte élévation de température, que

## 164 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

la masse est devenue incandescente. Cet alliage reste pâteux à la température de fusion du cuivre; il est tellement cassant qu'il s'égrène sous le marteau.

II. Alliage n° 1...	10 gr.
Aluminium....	10

Ce qui fait en centièmes :

Aluminium...	100
Nickel.....	25

Cet alliage est moins fusible que l'aluminium; il est aussi cassant que le précédent.

III. Alliage n° 2...	5 gr.
Aluminium....	16

ou en centièmes :

Aluminium.....	100
Nickel.....	5

Cet alliage, beaucoup moins cassant que les précédents, est encore loin cependant de pouvoir être travaillé facilement.

IV. Alliage n° 3....	49,87
Aluminium.....	29,13

ou en centièmes :

Aluminium.....	100
Nickel .....	3

Avec cette proportion de nickel, l'aluminium se travaille facilement et acquiert ainsi plus de dureté et de rigidité.

Un fait curieux que présente en outre cet alliage, c'est qu'il peut être fondu sur une lame d'aluminium; son point de fusion est donc moins élevé que celui du métal pur, effet inverse de celui que produit le fer, qui dans les mêmes proportions diminue la fusibilité du nouveau métal.

En définitive, l'action du nickel sur l'aluminium a beaucoup d'analogie avec celle du fer; comme ce dernier métal, le nickel produit avec l'aluminium des alliages cristallisés, et employé avec ménagement, il lui donne certaines qualités, telles que la dureté, l'élasticité, etc.

*Aluminium et Etain.*

100 parties d'aluminium et 3 parties d'étain donnent un alliage aigre et cassant, un peu plus fusible que l'aluminium; c'est ce que nous avons eu lieu d'observer sur un alliage préparé avec les quantités suivantes :

Aluminium.....	30 <sup>gr.</sup>
Etain.....	0 <sup>gr.</sup> 90

Cet alliage a été fait sous le sel marin, puis refondu à sec pour être mis en lingot (c'est, du reste, la méthode que nous employons habituellement); son grain est excessivement fin et serré, et il se brise aux premiers coups de marteau.

Si l'étain, même en faible quantité, nuit aux qualités de l'aluminium, ce dernier métal peut au contraire donner à l'étain la dureté et la ténacité qui lui manquent, pourvu qu'il n'y entre pas dans une proportion trop considérable. C'est ce que l'on obtient avec 5 parties d'aluminium et 100 parties d'étain.

100 d'étain et 10 d'aluminium donnent un alliage qui n'est pas homogène, car il se compose de

deux couches : une supérieure cassante, un peu plus fusible que l'aluminium; l'autre inférieure, renfermant presque tout l'étain, mais rendue plus dure et moins fusible par une petite quantité d'aluminium.

De même que les alliages de zinc, les alliages d'étain et d'aluminium peuvent être employés à la soudure de ce métal, à cause de leur fusibilité et de la facilité avec laquelle ils prennent sur la surface décapée; mais ils ont les mêmes inconvénients que les soudures à base de zinc, c'est-à-dire une consistance épaisse et une fragilité qui les fait rompre sous le marteau.

#### *Aluminium et Plomb.*

Ainsi que l'a fait remarquer M. Deville dans son premier travail (1), ces deux métaux ont si peu de tendance à se combiner, qu'on retrouve à la partie inférieure des culots d'aluminium, les plus faibles quantités de plomb qui auraient pu être introduites accidentellement dans le nouveau métal.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t. XLIII.

*Aluminium et Antimoine.*

L'aluminium paraît avoir aussi peu de tendance à s'unir à l'antimoine qu'il en a à s'allier au plomb; nous n'avons pas réussi à obtenir un alliage homogène de ces deux métaux.

*Aluminium et bismuth.*

La combinaison s'opère avec facilité, et donne naissance à des alliages très fusibles, mais susceptibles de s'oxyder très rapidement lorsqu'ils sont fondus. Ils sont aussi très altérables à l'air, à la température ordinaire, lorsque la proportion de bismuth est considérable.

Au reste, ces deux métaux ne paraissent pas susceptibles de s'allier en toutes proportions, ainsi que paraîtrait le prouver l'exemple suivant.

Nous avons fondu ensemble :

Aluminium.....	10 gr.
Bismuth.....	20

La combinaison a été effectuée sous le sel, et, quoique l'on ait brassé soigneusement, le culot

s'est trouvé composé de deux couches : une couche inférieure composée de bismuth presque pur et une couche supérieure beaucoup plus malléable, se détachant par le marteau de la couche inférieure, et pesant 13<sup>es</sup>. 45. En supposant, ce qui paraît être exact, que cette couche renfermât tout l'aluminium, ce serait un alliage composé, à très peu près, en centièmes, de :

Aluminium.....	75
Bismuth.....	25

Autrement dit, l'aluminium ne pourrait pas s'allier à plus de 25 p. 100 de son poids de bismuth.

Aluminium. 20 gr., en centièmes.	100
Bismuth.... 2.....id.....	10

Cet alliage est très dur, assez malléable, susceptible d'un beau poli, inattaquable par l'acide nitrique, ne noircissant pas par l'hydrogène sulfuré.

Nous disons que cet alliage est assez malléable, parce qu'il se laisse en effet forger pendant un

## 170 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

certain temps sous le marteau, et tout fait croire que l'on pourrait en tirer bon parti; mais bientôt, malgré la fréquence des recuits, il se gerce dans tous les sens, et il faut renoncer à le travailler.

Nous avons essayé, en diminuant de plus en plus la proportion de bismuth, de détruire cette propriété fâcheuse; c'est ainsi que nous avons préparé les alliages suivants :

	1.	2.	3.	4.
Aluminium . . . . .	100	100	100	100
Bismuth. . . . .	5	3	2.5	0.50

sans pouvoir obtenir de résultats satisfaisants.

### *Aluminium et cuivre.*

Les alliages de cuivre et d'aluminium sont ceux dont on s'est occupé le plus vivement. Dès l'origine de ses premiers travaux sur ce métal M. Deville annonçait (*Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, tome XLIII), qu'il était parvenu à combiner l'aluminium avec le cuivre, et qu'il avait

ainsi obtenu des alliages légers, très durs et blancs, susceptibles de prendre un beau poli ; plus tard on reconnut que de très faibles quantités de cuivre détruisaient en grande partie la malléabilité de l'aluminium, lui communiquaient une teinte bleuâtre et le rendaient susceptible de noircir à l'air.

M. Deville a expliqué, dans son dernier travail, combien lui avait nui l'emploi des appareils en cuivre pour la préparation de l'aluminium.

Dernièrement encore, ayant eu occasion de préparer une certaine quantité d'alliage où nous n'avions fait entrer cependant que 2,5 de cuivre p. 100 d'aluminium, il nous a été impossible de le forger.

De même que le cuivre augmente la dureté de l'aluminium, de même ce dernier métal, employé en faibles proportions, augmente la dureté du cuivre, sans trop nuire à sa malléabilité, le rend susceptible de prendre un beau poli, et peut, suivant les proportions employées, faire varier sa couleur du ton de l'or rouge au ton de l'or pâle. C'est ce qu'avait annoncé, il y a déjà quelque temps, en Angleterre, le docteur Percy, qui préparait ces alliages en réduisant la cryolithe par

le sodium, et introduisant d'avance, dans le mélange, la proportion de cuivre qu'il voulait allier à l'aluminium.

Nous avons préparé d'assez grandes quantités de ces alliages, et nous devons dire qu'ils ne laissent rien à désirer sous le rapport de l'éclat et de la couleur comme imitation d'or. Ils s'altèrent bien moins par les fusions successives que les alliages du cuivre avec le zinc et l'étain, employés au même objet.

En combinant 100 de cuivre et 10 d'aluminium, on obtient un alliage plus dur que celui qui est employé actuellement à la fabrication de notre monnaie de billon. Il prend un grand éclat par le brunissage et se rapproche beaucoup par sa teinte, de l'or pâle des bijoutiers; il se forge et se travaille absolument comme le cuivre.

L'alliage composé de 100 de cuivre et de 5 d'aluminium, est moins dur que le précédent, susceptible comme lui d'un beau poli, et se rapproche beaucoup plus de l'or pur par sa teinte.

Un alliage composé de 100 de cuivre et de 20 d'aluminium, ressemble beaucoup au bismuth dont il a la teinte blanc-jaunâtre. Cet alliage, cristallisé en larges lamelles, se pulvérise sous l'ac-

tion du pilon, absolument comme le bismuth ou l'antimoine.

Pour les alliages de cuivre à 5 et 10 p. 100 d'aluminium, on peut faire varier leur teinte à volonté par un dérochage, soit à l'acide nitrique, qui enlève le cuivre et laisse l'aluminium, soit à l'acide chlorhydrique, qui enlève l'aluminium de préférence au cuivre.

La résistance, la dureté et l'élasticité que l'on peut communiquer au cuivre en y introduisant de petites quantités d'aluminium, feront certainement employer un jour ces alliages dans l'industrie.

#### *Aluminium et Argent.*

L'argent est le métal qui semble le plus convenable pour modifier avantageusement les propriétés de l'aluminium.

5 parties d'argent ajoutées à 100 parties d'aluminium donnent à ce dernier métal l'élasticité qui lui manque, augmentent sa dureté, et par conséquent la faculté de se polir, et cela sans nuire aucunement à sa malléabilité.

Nous avons livré à l'industrie une quantité de

cet alliage assez notable, pour que les propriétés dont nous venons de parler aient pu être mises en évidence.

Tous les alliages d'argent, jusqu'à la proportion de 50 d'argent pour 100 d'aluminium, sont plus fusibles que l'aluminium; la fusibilité croît avec la proportion d'argent.

L'alliage composé de 100 parties d'aluminium et de 50 parties d'argent, est assez fusible pour servir de soudure; mais, comme celles de zinc et d'étain, il coule difficilement et produit une soudure cassante.

Avec 10 p. 100 de son poids d'argent, l'aluminium ne supporte plus l'action du marteau. L'alliage à poids égal d'aluminium et d'argent casse comme ceux de cuivre.

On reconnaîtra toujours d'une manière certaine la présence de l'argent dans l'aluminium à l'action qu'exerce sur cet alliage une dissolution moyennement concentrée de potasse caustique. On sait en effet que l'aluminium blanchit dans cette dissolution. Or, le contraire a lieu si ce métal renferme de l'argent; celui-ci se trouvant mis à nu par suite de la dissolution de l'aluminium

dans la liqueur alcaline, donne une teinte noire à ce dernier.

En introduisant dans l'argent 5 p. 100 d'aluminium, on lui communique la dureté de l'alliage monétaire ; on a ainsi l'avantage d'avoir un alliage susceptible d'un beau poli, titrant 95 d'argent au lieu de 90, et ne renfermant pas un métal aussi altérable que l'est le cuivre. Cet alliage est facile à distinguer de celui où il entre du cuivre, par un essai à l'eau forte qui le blanchit au lieu de le noircir.

#### *Aluminium et Or.*

L'or est le métal que l'aluminium supporte en plus grande quantité, sans que sa ductilité ait à en souffrir ; ainsi nous sommes parvenus à préparer un alliage contenant 10 p. 100 d'or.

Cet alliage se forge aussi bien que l'aluminium, est un peu plus dur que lui, mais ne se polit guère mieux ; sa teinte, d'un brun noirâtre d'ailleurs, est celle de l'étain légèrement sulfuré.

Avec 15 p. 100 d'or, l'aluminium ne peut plus se forger.

Quant aux modifications que produisent sur

l'or de faibles quantités d'aluminium, il sera facile de s'en faire une idée quand nous aurons dit qu'il suffit d'ajouter 5 parties d'aluminium à 100 parties d'or, pour blanchir ce dernier et le rendre cassant comme du verre.

*Aluminium et Platine.*

L'aluminium s'unit au platine avec une grande facilité, et forme avec lui un alliage plus ou moins fusible, selon les proportions d'aluminium.

5 parties de platine et 100 d'aluminium produisent un alliage qui n'est pas assez malléable pour se laisser travailler; il est probable qu'en diminuant la proportion de platine, on arriverait à produire un alliage convenable. Au reste, pour la teinte, cet alliage paraît se rapprocher de l'alliage à 5 p. 100 d'argent.

*Action de l'aluminium sur les oxydes métalliques.*

Cette partie de l'histoire de l'aluminium est empruntée à un travail publié par nous, sous le titre : *Action des réactifs de la voie sèche sur l'aluminium* (1).

Voici comment nous avons procédé à nos expériences : l'aluminium réduit à l'état de limaille était mélangé soigneusement avec l'oxyde métallique sur lequel on voulait expérimenter, puis le mélange était placé dans une petite capsule de porcelaine, chauffée elle-même dans un petit creuset de terre servant de moufle.

*Action de l'aluminium sur l'oxyde de manganèse.*— L'aluminium n'exerce aucune action sur l'oxyde de manganèse.

*Sur le sesqui-oxyde de fer.*— Si l'on chauffe au rouge blanc 1 équivalent de sesqui-oxyde de fer avec 3 équivalents d'aluminium, la réaction s'o-

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences du 29 décembre 1856.

père sans détonation, et si l'on a chauffé suffisamment, on trouve un culot métallique bien fondu, aussi dur et aussi cassant que la fonte, et auquel on peut assigner la composition suivante :

Fer .....	69.30
Aluminium.....	30.70

C'est-à-dire qu'il renferme, à très peu près, 1 équivalent de fer et 1 équivalent d'aluminium, et peut recevoir la formule  $Al Fe$ .

Il paraîtrait, d'après cela, que la décomposition de l'oxyde de fer ne dépasse pas la limite où la quantité de fer réduite est seulement suffisante pour former avec l'aluminium un alliage à équivalents égaux.

*Sur l'oxyde de zinc.* — Un mélange de limaille d'aluminium et d'oxyde de zinc chauffé au rouge blanc n'a point présenté le moindre indice de décomposition.

*Sur l'oxyde de plomb.* — Si l'on mélange 2 équivalents d'oxyde de plomb avec 1 équivalent d'aluminium, et que l'on chauffe peu à peu ce

mélange dans un creuset jusqu'au rouge blanc, l'aluminium réagit bientôt sur l'oxyde de plomb avec une telle intensité qu'il se produit une assez forte détonation.

Ayant fait cette expérience sur 50 gr. de litharge et 2 gr. 90 de limaille d'aluminium, le creuset a été brisé en mille pièces et les portes du fourneau projetées au loin.

*Sur l'oxyde de cuivre.*— 3 gr. d'oxyde de cuivre, mélangés à 1 gr. 03 d'aluminium, ont détoné en produisant une assez forte explosion quand la température est arrivée au rouge blanc.

#### *Action de l'aluminium sur les dissolutions salines.*

*Sels susceptibles d'attaquer l'aluminium.*— Parmi les sels proprement dits, nous trouvons les carbonates, les phosphates, les silicates et les borates alcalins qui, tous, agissent par leur réaction alcaline.

Les sulfures alcalins agissent sur l'aluminium, non pas par le soufre, mais par l'alcali qu'ils ren-

ferment presque toujours à l'état d'hydrates ou de carbonates.

Tous les chlorures (1) attaquent l'aluminium ; il en est de même des cyanures.

Aussi, toutes les fois que l'on mêlera deux dissolutions salines pouvant donner naissance à un chlorure, surtout à des chlorures autres que ceux des métaux alcalins et alcalino-terreux, l'aluminium sera attaqué ; c'est ce qui arrive lorsque l'on plonge l'aluminium dans une liqueur qui contient du sel marin et du sulfate de cuivre, ou tout autre sel métallique, parce que, quoiqu'il n'y ait en apparence aucun indice de double décomposition, le partage des bases et des acides a toujours lieu.

Parmi les chlorures, celui d'aluminium réagit surtout avec une intensité remarquable, et donne naissance à un sous-chlorhydrate d'alumine, en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène.

Ceci explique pourquoi un mélange d'alun ou de tout autre sel d'alumine avec le sel marin, dissout l'aluminium avec dégagement d'hydrogène.

Tout porte à croire que les bromures, les iodures et les fluorures agissent comme les chlorures.

(1) Des expériences ultérieures nous ont démontré que le sel marin en dissolution attaquait aussi peu à peu l'aluminium.

*Action de l'aluminium sur quelques composés  
à une haute température (1).*

*Nitrate de potasse.*—Lorsqu'on chauffe de l'aluminium dans du nitre fondu à la température où ce sel commence à se décomposer, l'aluminium brûle avec une belle flamme bleue; il se produit en même temps une sorte de déflagration, et des étincelles brillantes de métal en combustion sont projetées de toutes parts.

*Carbonate de potasse ou de soude.* — L'aluminium chauffé avec un carbonate alcalin, s'oxyde peu à peu aux dépens de l'acide carbonique; le charbon est mis à nu, et il se produit de l'aluminate; cette réaction s'opère du reste sans aucune déflagration.

*Sulfate de potasse ou de soude.*—2<sup>er</sup> 65 seulement d'aluminium, introduits dans du sulfate de soude fondu au rouge, ont décomposé ce sel avec une

(1) Ch. et A. Tissier, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 29 décembre 1856.

telle intensité, que le creuset dans lequel se faisait l'expérience a été brisé en mille pièces, et les portes du fourneau projetées au loin.

*Silicates alcalins. — Verre. —* L'aluminium fondu dans du verre blanc ordinaire, s'oxyde aux dépens de l'acide silicique, en mettant le silicium à nu, et l'alumine ainsi formée se combine aux alcalis pour donner naissance à de l'aluminate. Dans l'expérience que nous fîmes, l'aluminium s'était recouvert d'une couche épaisse de silicium, et cependant le métal qui restait n'avait rien perdu de sa malléabilité et ne paraissait pas s'être combiné au silicium.

*Borax. —* L'action du borax a été bien étudiée par M. Wöhler, qui, lorsqu'il essaya de réunir au moyen de ce fondant les petits globules d'aluminium qu'il avait obtenus, les vit disparaître en se recouvrant d'une couche verdâtre de bore; de même qu'avec les silicates et les carbonates, l'aluminium produit dans ce cas de l'aluminate alcalin.

*Fluorure de calcium. —* Ce sel est sans action sur l'aluminium, dont il constitue un des meilleurs

fondants, surtout à cause de la propriété qu'il a de dissoudre l'alumine dont peut être souillé le métal et d'en faciliter ainsi la réunion.

*Chlorure de sodium.* — C'est le fondant que l'on emploie journellement pour les refontes d'aluminium; cependant, il ne jouit pas comme le fluorure de la propriété de dissoudre l'alumine, et a l'inconvénient de produire avec l'argile des creusets, une quantité très notable de chlorure d'aluminium, qui peut contribuer, avec le contact de l'air, à faire perdre une certaine quantité de métal.

*Phosphate de chaux.* — On a chauffé au rouge blanc un mélange de phosphate de chaux pur et de limaille d'aluminium, sans que ce métal ait rien perdu de son aspect métallique; le phosphate de chaux paraît donc n'avoir aucune action sur l'aluminium.

*Quelle place faut-il assigner à l'aluminium dans les classifications?*

« L'aluminium et le fer, dit M. H. Deville (1),  
« ont été très souvent comparés l'un à l'autre;

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. XLIII.

« je considère en effet ces deux métaux comme  
 « très voisins aussi du chrome, quoique ne possédant pas tous les trois les mêmes degrés d'oxydation. C'est surtout par les propriétés de leurs sesqui-oxydes qu'ils se rapprochent; ces matières éminemment isomorphes, qui se remplacent partout et dans toutes les circonstances, jouissent d'une stabilité exceptionnelle dans la série des combinaisons oxydées de chacun de ces métaux.....

« Mais le fer possède un oxyde qui n'existe pas sans doute pour l'aluminium, et qui se forme toutes les fois qu'on brûle le fer dans l'oxygène ou qu'on l'oxyde par la vapeur d'eau; c'est l'oxyde magnétique. Il est probable que si l'oxyde  $Al^3O^4$  pouvait se produire, l'aluminium serait aussi combustible dans l'air et aussi altérable dans l'eau que le fer lui-même.»

Dans un travail présenté à l'Académie des sciences (1), l'un de nous, partageant l'opinion de M. Deville, relativement à la place qu'il lui assigne à côté du fer, s'exprime ainsi :

(1) Note sur les anomalies que présente l'aluminium au point de vue de la philosophie chimique, par M. Charles Tissier. (Comptes-rendus, 16 février 1857.)

« L'aluminium vient se ranger non loin de l'argent par son action sur l'eau et sur l'oxygène, près des métaux alcalins, par son action sur l'acide silicique, l'acide borique et l'acide carbonique, et près du fer par son action sur les oxydes métalliques. Il décompose, en effet, tous les oxydes que décompose le fer, excepté l'oxyde de zinc. D'après cette dernière particularité, l'aluminium aurait moins d'affinité pour l'oxygène que le fer, et viendrait se ranger à côté de ce métal, mais après lui. »

Si l'on considère quelle place devrait occuper l'aluminium dans l'ordre électro-chimique, on trouve qu'il précipite tous les métaux de leurs chlorures, jusqu'au plomb et au cadmium inclusivement, et qu'il vient se placer par conséquent entre le cadmium et le fer (1).

En résumé, d'ici à ce que la chimie ait fait plus de progrès, il ne faut pas songer à assigner à l'aluminium une place exacte dans les classifications. Cependant, comme le dit M. H. Deville, c'est certainement à côté du fer qu'il sera le moins

(1) Il ne précipite pas les chlorures de fer, de zinc et de manganèse.

déplacé. On sait, en effet, qu'à une haute température, le fer décompose aussi l'acide silicique, l'acide borique et l'acide carbonique, et si l'aluminium n'a pas sur l'oxygène et sur l'eau la même action que le fer, c'est que, comme le fait remarquer M. Deville, l'on ne connaît pas d'oxyde d'aluminium de la formule  $R^3O^4$ , oxyde que le fer tend toujours à produire à une haute température. Enfin, si l'on a égard aux propriétés électro-chimiques, c'est encore dans le voisinage du fer que l'aluminium viendra se placer.



## APPENDICE.

Nous pensons qu'on ne lira peut-être pas sans intérêt quelques détails sur l'usine d'Amfreville-la-Mi-Veille, près Rouen, où s'exécute la fabrication de l'aluminium par la méthode que nous avons exposé plus haut.

Dès le mois de juillet 1855, MM. Malétra, Chaou et Davay, de Rouen, formèrent une société ayant pour but l'extraction industrielle de l'aluminium; deux frères chargés spécialement de l'organisation et de la direction de cette nouvelle industrie, dont nous nous sommes occupés depuis lors sans interruption.

Comme dans la plupart des nouvelles tentatives, les commencements de l'aluminium ne furent pas heureux; bien des difficultés, en effet, se rencontraient, non-seulement dans la métallurgie de ce métal, mais dans ses applications industrielles. Très cher relativement à ses propriétés (il se vendait encore à cette époque 1,000 fr. le kilo),

degré. On sait, en effet, qu'à une haute température, le fer décompose aussi l'acide silicique, l'acide borique et l'acide carbonique, et si l'altération n'a pas sur l'oxygène et sur l'eau la même action que le fer, c'est que, comme le fait remarquer M. Deville, l'on ne connaît pas d'oxyde d'aluminium de la formule  $R^2O^3$ , oxyde que le fer tend toujours à produire à une haute température. Enfin, si l'on a égard aux propriétés électro-chimiques de l'acier, on voit que le voisinage du fer que l'aluminium vient de se placer,



## I.

Nous pensons qu'on ne lira peut-être pas sans intérêt quelques détails sur l'usine d'Amfreville-la-Mi-Voie, près Rouen, où s'exécute la fabrication de l'aluminium, à l'aide de la cryolithe, d'après la méthode que nous avons exposée plus haut.

Dès le mois de juillet 1855, MM. Malétra, Chanu et Davey, de Rouen, formèrent une société ayant pour but l'extraction industrielle de l'aluminium; nous fûmes chargés spécialement de l'organisation et de la direction de cette nouvelle industrie, dont nous nous sommes occupés depuis lors sans interruption.

Comme dans la plupart des nouvelles tentatives, les commencements de l'aluminium ne furent pas heureux; bien des difficultés, en effet, se rencontraient, non-seulement dans la métallurgie de ce métal, mais dans ses applications industrielles. Trop cher relativement à ses propriétés (il se vendait encore à cette époque 1,000 fr. le kilo),

son prix était un obstacle insurmontable à son emploi dans les arts. Le faible capital qui avait été mis à notre disposition ne pouvait suffire aux frais d'installation, aux frais généraux et aux pertes occasionnées par les expériences indispensables à la régularisation des procédés ; le 28 février la société fut dissoute.

Au mois d'avril de la même année, M. William Martin, frappé des résultats déjà obtenus et de ceux que l'on était en droit d'espérer, voulut bien alors nous prêter son concours. Dès ce moment des perfectionnements journaliers vinrent confirmer M. W. Martin dans ses prévisions, et, en 1857, l'usine d'Amfreville put livrer au commerce le métal à 300 fr. le kilo. Le laboratoire de cette usine fut consacré à des recherches, où tout ce qui intéressait l'aluminium, au point de vue de la production, comme au point de vue des applications, devint l'objet d'études spéciales.

Que M. W. Martin veuille bien recevoir ici la sincère expression de notre gratitude pour la bienveillance avec laquelle il sait encourager tout ce qui peut contribuer à faire progresser la fabrication de l'aluminium.

## II.

La bijouterie fait, depuis près de deux ans déjà, un usage de plus en plus fréquent de l'aluminium. La légèreté de ce métal lui donne, en effet, un grand prix pour en faire des bracelets, ainsi que des peignes, des épingles, etc.; il s'estampe d'autant mieux, qu'il est très ductile, et sa fusibilité le rend très facile à mouler; aussi le nombre des pièces fondues, telles que breloques, cachets, etc., augmente-t-il tous les jours. La facilité avec laquelle on le cisèle, l'inaltérabilité de son éclat au contact de l'air, sa couleur même, dont le ton doux se prête très bien à la ciselure et à l'ornementation, le rendent préférable à l'argent dans bien des circonstances.

Ce n'est pas seulement, du reste, à la fabrication des bijoux que s'emploie l'aluminium; de jour en jour, il reçoit des applications plus étendues. Comme nous l'avons dit déjà, la facilité avec laquelle ce métal se moule, s'estampe et se cisèle,

le rend très propre à la fabrication de ces mille inutilités qui deviennent nécessaires aux nations arrivées à un très haut degré de civilisation.

Dans la fabrication des nécessaires, par exemple, on fait déjà un grand usage du nouveau métal et on l'emploie sous mille formes différentes; on l'incruste pour en faire la marqueterie, ou bien on en double les compartiments et on en fait des couvercles pour les vases de cristal qui composent un nécessaire, si l'on ne remplace pas ceux-eux-mêmes par l'aluminium, ce qui rend alors ces petits meubles d'une légèreté inappréciable.

Il serait difficile de faire l'énumération complète de tous les objets dans lesquels l'on peut substituer avantageusement l'aluminium à l'argent, ou aux objets argentés, tels que dés à coudre, étuis à aiguilles, passe-lacets, cachets, porte-plumes, porte-crayons, porte-monnaie, presse-papiers, pommeaux de cannes et de cravaches, statuette et médaillons, ornements de pendules, coupes et vases, etc., etc. (1).

L'aluminium est en outre d'un très bel effet

(1) M. Louis Bishop, à Paris, est certainement celui qui a le plus contribué à faire employer l'aluminium à la fabrication de tous ces différents objets.

dans l'ornementation des meubles de luxe, où sa légèreté le rend souvent d'une heureuse ressource.

Une application plus utile est certainement celle du nouveau métal à la confection des besicles, lunettes et lorgnons, dans lesquels il est bien précieux, non-seulement par sa légèreté, mais encore par l'avantage dont il jouit de ne pas noircir la peau comme l'argent.

L'aluminium et ses alliages, le bronze d'aluminium, par exemple, seront certainement bientôt employés en assez grande quantité par l'horlogerie, pour établir des chronomètres de poche ou des montres de précision, qui ne laissent pas que d'être encore d'un poids assez incommode.

L'inaltérabilité de l'aluminium à l'air et aux émanations sulfureuses lui réserve un grand usage dans la fabrication de réflecteurs pour les becs de gaz, auprès desquels on n'a pu jusqu'ici employer ni argent, ni objets argentés, ni laiton, à cause de la facilité avec laquelle ils se sulfurent au contact du gaz d'éclairage.

L'aluminium pourrait recevoir encore une application très étendue dans la dorure et l'argenture, si des marchés importans permettaient de l'établir à des prix moins élevés que ceux d'au-

jourd'hui; autrement dit, on pourrait, en le dorant et l'argentant, avoir ainsi une sorte de Ruoltz d'aluminium, doué d'une légèreté bien précieuse pour de fortes pièces d'orfèvrerie, tels que flambeaux, candélabres, surtout de tables, etc.

DU ROLE PROBABLE

DE

L'ALUMINIUM

DANS NOTRE SYSTÈME MONÉTAIRE.

... on le do-  
 ...  
 ...  
 ...  
 ...

DU ROLE PROBABLE

et

L'ALUMINIUM

DANS NOTRE SYSTEME MONETAIRE.

Avant de terminer, nous croyons utile de citer quelques passages d'une brochure récente, intitulée : *L'Aluminium considéré comme matière monétaire*, publiée par M. Henry Montucci, sous le pseudonyme H. M. Ward (1), et qui renferme des idées tout à fait neuves.

On a objecté à l'application de l'aluminium aux monnaies, l'abondance et le peu de valeur de son gisement (il constitue la majeure partie des terrains) et la variabilité que pourrait en éprouver sa valeur dans bien des circonstances.

« Quant au gisement si commun de l'aluminium, dit l'auteur, métal « *faisant partie de l'argile que nous foulons à nos pieds* », je répondrai qu'on l'a foulée aux pieds bien longtemps, et que, par conséquent, il y a une immense dif-

(1) Chez Dentu, galerie d'Orléans, 13, Palais-Royal.

« férence entre un *gisement commun* et une *pro-*  
« *duction facile*. La chimie ne nous montre, jus-  
« qu'ici, aucune substance qui ait aussi obstiné-  
« ment résisté aux puissants moyens qui sont à  
« notre disposition pour forcer la nature. L'alu-  
« mine a résisté à la pile, c'est tout dire; et nous  
« ne connaissons, parmi les métaux alcalins,  
« qu'un seul métal, le sodium, qui soit capable  
« de produire sans inconvénient une action assez  
« énergique pour nous fournir le nouveau corps  
« élémentaire qui nous occupe. On est arrivé à  
« faire descendre le prix de l'aluminium de 3,000  
« à 300 francs; on pourra peut-être le faire des-  
« cendre un peu plus bas encore, en opérant sur  
« une grande échelle; mais tout bon marché a ses  
« limites, et, de ce qu'on a déjà tant fait, il est  
« plus logique de conclure qu'il ne reste plus rien  
« à faire (1) que de supposer que le prix puisse  
« baisser indéfiniment. Aujourd'hui, les opéra-  
« tions par lesquelles on extrait l'aluminium  
« marchent couramment; il n'y a donc plus d'es-  
« poir de simplification de ce côté-là. Est-ce un  
« autre réactif qu'on espère trouver? La chimie

(1) Nous sommes loin de partager l'opinion de M. Montucci à ce sujet, car il reste encore beaucoup à faire.

« actuelle n'en offre pas. En un mot, je ne vois  
« pas sur quoi on se fonde pour donner de la réa-  
« lité à ce rêve d'une baisse de prix illimitée. »

M. H. Montucci, après avoir passé en revue les principales propriétés de l'aluminium, aborde la question de l'introduction du nouveau métal dans notre système monétaire, de la manière suivante :

« On a songé un instant à remplacer l'argent  
« par l'aluminium, et on n'a pas songé le moins  
« du monde à une chose qui saute aux yeux,  
« c'est-à-dire à remplacer par cet excellent métal  
« notre lourde et incommode monnaie de cuivre.  
« Admettons que l'aluminium ait atteint, en  
« poids, la valeur de l'argent.

« Prenez une pièce de 20 centimes : une pièce  
« d'aluminium pur de la même grandeur vaudra  
« exactement cinq centimes, et ne pèsera qu'un  
« quart de la pièce de 20 centimes!

« La pièce de 10 centimes, en aluminium, se-  
« rait un peu plus petite que la pièce de 50 cent.

« Voilà nos sous, gros, lourds et sales, rem-  
« placés par des pièces blanches, internissables à  
« l'air, et pesant exactement vingt fois moins.

« Vous pourrez tenir pour 25 francs de sous en aluminium dans le creux de la main, et vous n'aurez qu'un poids de 125 grammes.

« Mais, objectera-t-on, la ressemblance de l'aluminium avec l'argent fera naître mille erreurs. Comment distinguer du premier coup une pièce de 5 cent. d'une pièce de 20 cent. ? »

Ici, M. H. Montucci propose de donner aux pièces d'aluminium une forme différente de celle des pièces d'argent, telle, par exemple, que des demi-cercles décrits sur les côtés d'un triangle équilatéral, d'un carré, d'un pentagone, etc.

Ne serait-il pas plus simple de conserver à ces espèces monétaires la forme circulaire, en les perçant simplement d'un trou plus ou moins grand au milieu, absolument comme les monnaies primitives des Bretons d'outre-Manche, avant l'invasion de César, ce qui permettait d'enfiler toutes les pièces dans une corde, qui jouait ainsi le rôle d'une bourse. Ce système, qui est très ancien, existe encore maintenant en Chine, et il a été adopté au Japon et dans tous les pays qui se rattachent plus ou moins aux Chinois par leurs mœurs.

De cette manière, les pièces en aluminium se trouveraient suffisamment différenciées des pièces d'argent, pour éviter toute confusion des unes avec les autres, en même temps leur diamètre se trouverait augmenté, leur ressemblance avec les pièces d'argent en diminuerait encore, et elles deviendraient plus maniables, sans que le poids en fût pour cela plus considérable.

« En admettant que l'aluminium baisse de  
« prix, dit encore M. H. Montucci, serions-nous  
« donc exposés à une refonte continuelle de la  
« basse monnaie ?

« D'abord je persiste à dire que le cas est peu  
« probable, et que s'il survenait une baisse, elle  
« ne se ferait sentir que très graduellement. En-  
« suite il faut tenir compte de l'axiome déjà ad-  
« mis par le législateur dans la monnaie de cuivre  
« actuelle, que la basse monnaie peut, sans in-  
« convénient, jouer le rôle d'une monnaie pure-  
« ment fiduciaire, et que, pendant très longtemps,  
« elle peut représenter une valeur qu'elle n'a pas  
« en réalité, sans nuire au petit commerce. L'alu-  
« minium baisserait donc de la moitié de sa va-  
« leur actuelle, que les pièces de 5 et de 10 cent.

« seraient encore reçues par le public, sans qu'il  
« fût nécessaire de recourir à la refonte.

« Mais admettons le cas extrême; admettons  
« que l'aluminium tombe enfin au prix d'un vo-  
« lume égal de cuivre, c'est-à-dire qu'un kilo-  
« gramme d'aluminium coûte autant que trois  
« kilos et demi de cuivre. Pour cela, il faudrait  
« que les matières premières ne coûtassent rien  
« du tout, que la main-d'œuvre ne coûtât presque  
« rien, qu'enfin les usines, les ustensiles, le com-  
« bustible n'eussent presque pas de valeur; mais  
« supposons que cela arrive: vous aurez alors  
« sans doute une monnaie d'aluminium de même  
« volume que la monnaie de cuivre actuelle, mais  
« d'un poids trois fois et demi moindre, et d'une  
« propreté, d'une blancheur égale à celle de l'ar-  
« gent.

« En un mot, l'utilité de l'aluminium, comme  
« matière monétaire pour les petites valeurs, ne  
« saurait se nier. »

Considérons maintenant, avec l'auteur, une  
question d'une importance capitale.

« Pour quel motif fait-on disparaître de la cir-

« culation l'or et l'argent monnayés, et les met-on  
« au creuset?

« C'est évidemment pour en extraire la plus-  
« value, la tolérance en plus; c'est pour les en-  
« voyer dans les pays étrangers, et y toucher une  
« prime.

« Privons-les de cet avantage.

« La pièce d'or de 20 fr. pèse 6<sup>gr</sup>.452, et elle  
« contient 5<sup>gr</sup>.806 d'or fin, qui, au taux de 3 fr.44,  
« donnent une valeur réelle de 19 fr. 97, et un  
« reste de 0,646 de cuivre.

« Le fondeur perd donc 3 c. sur chaque pièce  
« de 20 fr. Cette perte, il peut la supporter.

« En faisant un alliage dans les conditions de  
« celui du D<sup>r</sup> Percy, c'est-à-dire dans la propor-  
« tion de 19 parties d'or et d'une d'aluminium,  
« le fondeur perdrait environ 10 c.; car l'or et  
« l'aluminium ne peuvent se séparer qu'avec la  
« perte de tout l'aluminium, qui, au taux de l'ar-  
« gent, vaudrait environ 7 c. C'est un avantage  
« qui me paraît avoir assez d'importance.

« Mais ce qui est certain, c'est qu'en nous ser-  
« vant, dans les pièces d'argent, d'un alliage de  
« 9 parties d'argent, 1/4 d'or et 3/4 d'alumi-  
« nium, la perte du fondeur serait énorme.

« En attribuant à l'aluminium la valeur de  
« l'argent, valeur inférieure à celle qu'il a main-  
« tenant, cet alliage vaudrait 54 c. le gramme.

« La pièce de 5 fr. contient 22<sup>fr</sup>·5 d'argent fin,  
« valant 4 fr. 99 1/2 c., au taux de 22 c. le  
« gramme d'argent,

« Le fondeur n'y perd donc que 1/2 c.

« Remplaçons les 2<sup>fr</sup>·5 de cuivre par 2<sup>fr</sup>·5 de  
« parties égales d'or et d'aluminium, alors l'al-  
« liage ne vaudra plus 4 fr. 99 1/2 c., mais il  
« vaudra 7 fr. 55, dont 41 c. d'aluminium re-  
« présentant la perte du fondeur sur 7 fr. 55;  
« car il pourra bien séparer l'argent; mais pour  
« séparer l'or du résidu, il faudra qu'il sacrifie  
« la totalité de l'aluminium.

« Du reste, une masse de cet alliage égale à  
« celle qui, avec le cuivre, donnerait 100 pièces  
« de 5 fr., en fournirait 151.

« Si le fondeur s'avisait de ne pas séparer l'or  
« de l'aluminium, il lui resterait un alliage abso-  
« lument inutile, incapable de s'allier avanta-  
« geusement avec le cuivre ou avec aucun autre  
« métal inférieur; car nous avons vu l'effet du  
« cuivre; et le zinc, le plomb et l'étain seraient  
« tout aussi mauvais. L'alliage qui lui resterait

« ne serait bon ni à battre monnaie, ni à faire des  
« ouvrages d'orfèvrerie; son industrie devien-  
« drait impossible.

« Si c'est un fait bien avéré qu'on ait épuisé  
« sans succès tous les moyens chimiques pour  
« séparer l'aluminium de l'argent (et la manière  
« absolue dont on l'affirme me fait croire que  
« c'est une question déjà résolue), on pourrait  
« alors éliminer l'or complètement, et remplacer  
« les 2<sup>fr</sup> 5 de cuivre par autant d'aluminium, ce  
« qui porterait la perte du fondeur à 55 c. par  
« pièce de 5 fr.

« Le public aurait l'avantage d'une monnaie  
« ayant une valeur réelle parfaitement égale à sa  
« valeur nominale et qui ne sortirait jamais du  
« pays.

« *Mais, objectera-t-on, en mettant en circulation  
« une monnaie inconvertible, vous lui ôtez sa valeur.  
« Si l'argent monnayé a de la valeur à nos yeux,  
« c'est que nous pouvons le convertir en barres, en  
« lingots, en argenterie; c'est qu'en un mot nous  
« pouvons nous servir de cet argent comme marchan-  
« dise. Si vous lui ôtez cette qualité, vous le privez  
« de sa valeur.*

« Faut-il donc admettre que l'argent monnayé

« n'aurait de valeur qu'autant qu'il offrirait le  
« moyen de contrevenir aux lois du pays, qui  
« prohibent précisément cette espèce d'indus-  
« trie-là ? L'argent monnayé est fait pour circuler  
« dans le pays ; pour l'échange avec l'étranger,  
« on a l'or et l'argent en barres. Le gouvernement  
« a le droit de vous dire : « Je pourvois aux  
« besoins du pays en vous livrant plusieurs espè-  
« ces de monnaies , les unes pour le paiement en  
« grand, les autres pour les appoints ; je calcule,  
« d'après les données de l'expérience, la propor-  
« tion de chacune ; or, si vous en mettez au creu-  
« set, vous apportez de la perturbation dans le  
« système monétaire, vous faites un « dommage  
« à la fortune publique » (1), vous obligez à payer  
« des primes illégales, vous favorisez l'agiotage.  
« C'est ce que je ne dois pas tolérer ; et pour  
« y mettre un terme, je vous donne une monnaie  
« qui a la valeur qu'elle représente, mais dont  
« vous ne pouvez vous servir que pour la seule  
« chose à laquelle elle est destinée, c'est-à-dire  
« pour la circulation. La monnaie d'argent est  
« un signe conventionnel de valeur ; elle n'a et ne

(1) *Moniteur* du 9 octobre 1856.

« doit avoir d'autre usage que celui d'un billet  
« au porteur. Quand vous recevez un billet de  
« banque de cent francs, vous savez bien que vous  
« ne pouvez pas le mettre au creuset, et cependant  
« vous l'acceptez sans difficulté. Pourquoi? Parce  
« que vous savez que vous pouvez le convertir en  
« une valeur réelle, toutes les fois qu'il vous  
« plaira. De même, ma monnaie d'argent et d'a-  
« luminium : vous ne pouvez pas la mettre au  
« creuset, mais vous pourrez, quand il vous  
« plaira, l'échanger contre de l'or au titre légal.  
« Voilà ce que vous avez le droit d'exiger, ni  
« plus, ni moins, et voilà ce que je vous accorde. »

« Et les autres pays? La pièce de cinq francs  
« qui circule librement à Rome, à Florence, à  
« Turin, en Allemagne, en Espagne, on n'en  
« voudra plus? »

« Ce ne serait pas là, dit M. H. Montucci, un  
« bien grand malheur; mais cela n'arrivera pas. »  
« Ce n'est pas la valeur intrinsèque qui fait cir-  
« culer les pièces, c'est le crédit de la France. On  
« sait bien que, même une pièce de plomb qui  
« serait sortie de la monnaie de France avec une  
« valeur fictive, y serait reprise pour cette même  
« valeur, comme une lettre de change à laquelle

« on fait honneur, quoique ce ne soit qu'un chiffon de papier.

« Mais il y a mieux. Privé de la ressource de l'argent français, le fondeur ira chercher de l'argent ailleurs, et bientôt les autres pays de l'Europe auront à supporter seuls la charge dont la France supporte aujourd'hui une partie.

« Alors les gouvernements étrangers se verront forcés de recourir au même moyen pour sauver leur argent, et bientôt l'équilibre se rétablira ; il n'y aura qu'une seule chose de perdue, l'industrie coupable du fondeur de monnaies. »

## BIBLIOGRAPHIE.

---

- DAVY. — Philosophical Transactions, 1808.
- GAY-LUSSAC et THÉNARD. — Recherches physico-chimiques, 1810.
- ERMANN et SIMON. (Annalen der Physik, Gilbert, 1808.)
- JACQUIN. — Lettre au citoyen Pelletier sur la prétendue métallisation de la baryte et de la chaux. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IX, 1<sup>re</sup> série, p. 54.)
- RITTER. — Expériences galvaniques. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1<sup>re</sup> série, t. XXXVIII, p. 326.)
- TENNANT. — Sur une méthode de se procurer le potassium, d'un usage plus facile que celle qui a été employée jusqu'à présent. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XCIII, 1<sup>re</sup> série, p. 291.)
- CURAUDAU. — Description d'un procédé à la faveur duquel on peut métalliser la potasse et la soude,

sans le concours du fer ni de la pile. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1<sup>re</sup> série, t. LXVI, p. 97.)

DUMAS. — Chimie appliquée, p. 448, t. II, édition de Paris.

MITSCHERLICH. — Lehrbuch der Chemie, 2<sup>e</sup> band, 1<sup>ste</sup> abt, p. 10; Berlin, 1840.

GMELIN. — Handbuch der Chemie, 4<sup>e</sup> auflage; Heidelberg, 1841, 1 band, p. 541.

DONNY et MARESKA. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. XXXV.

H. STE-CLAIRE DEVILLE. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. XLIII.

— *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. XLVI.

H. DEVILLE, ROUSSEAU et MORIN. — Comptes rendus de l'Académie, 13 octobre 1856.

WÖHLER. — *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1<sup>re</sup> série, t. XXXVII.

WÖHLER. — *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LIII, p. 422.

H. ROSE. — *Ann. de Poggendorff*, 1855.

BUNSEN. — *Ann. de Poggendorff*, 1854.

CH. et A. TISSIER. — Comptes rendus de l'Académie, séance du 4 octobre 1856.

CH. et A. TISSIER. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 29 décembre 1856.

CH. TISSIER. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 16 février 1857.

H. M. WARD (Henry Montucci). — L'Aluminium considéré comme matière monétaire, E. Dentu, 1856.



112  
 Ca. et A. Tassin. — Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, 1834.  
 Ca. Tassin. — Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, 1834.  
 H. M. Wain (Henry Maudslayi). — L'Annuaire chimique, 1834, t. 1, p. 141.  
 Dumas et Berzelius. — Ann. de Chim. et de Phys., 3<sup>e</sup> série, t. xviii, p. 111.  
 — Ann. de Chim. et de Phys., 3<sup>e</sup> série, t. xiv, p. 111.  
 H. Berzelius, Rosénus et Morin. — Comptes rendus de l'Académie, 18<sup>e</sup> Mars 1834.  
 Wöhler. — Ann. de Chim. et de Phys., 1<sup>re</sup> série, t. xviii, p. 111.  
 Wöhler. — Annuaire des Chimistes et Pharmaciens, t. 1, p. 141.  
 Berzelius. — Ann. de Poggendorff, 1834.  
 Berzelius. — Ann. de Poggendorff, 1834.  
 Ca. et A. Tassin. — Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, 1834.

## TABLE DES MATIÈRES.

---

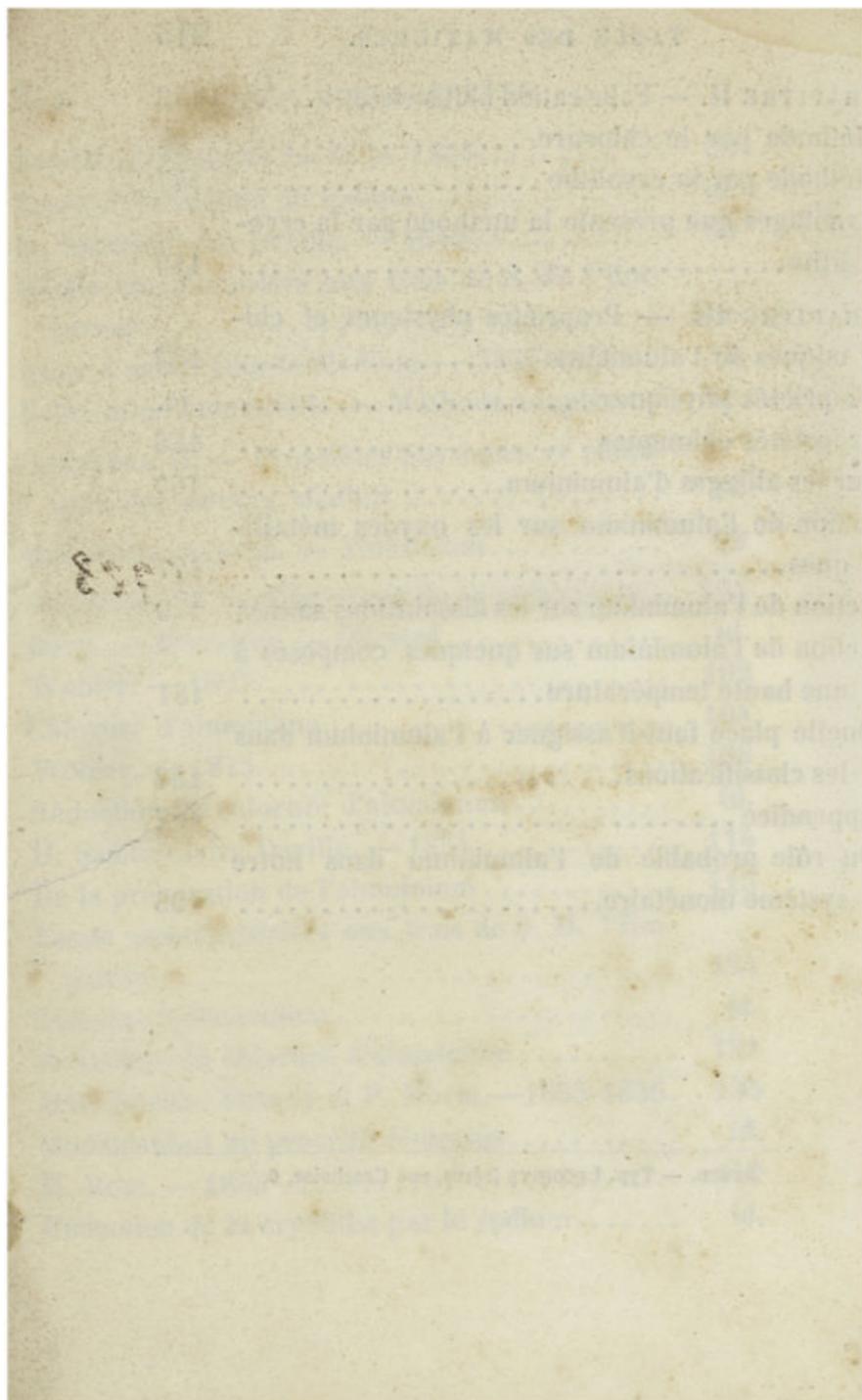
	Pages
<b>PRÉFACE</b> .....	<b>I</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>III</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE. — Métaux alcalins. — Potassium. — Sodium</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Historique de leur préparation. — Davy. — 1808</b> .....	<b>3</b>
<b>Des procédés employés pour la décomposition des alcalis fixes</b> .....	<b>4</b>
<b>Gay-Lussac et Thénard. — 1810</b> .....	<b>10</b>
<b>De la préparation du potassium</b> .....	<b>12</b>
<b>De la préparation du sodium</b> .....	<b>33</b>
<b>Curaudau. — 1808</b> .....	<b>40</b>
<b>Métallisation de la potasse et de la soude</b> .....	<b>id.</b>
<b>Brünner</b> .....	<b>47</b>
<b>MM. Donny et Mareska. — 1852</b> .....	<b>48</b>
<b>De la préparation du potassium</b> .....	<b>id.</b>

Société générale de Javel. — 1854.....	65
Essais d'extraction du sodium.....	id.
M. Sainte-Claire Deville. — 1855.....	69
Essais manufacturiers aux frais de S. M. l'Empereur.....	id.
Usine d'Amfreville-la-Mi-Voie. — 1855-1858...	79
Fabrication industrielle. — Méthode adoptée...	id.
CHAPITRE II. — Propriétés physiques et chimiques des métaux alcalins.....	93
DEUXIÈME PARTIE. — Aluminium.....	99
CHAPITRE I <sup>er</sup> . — Historique de sa préparation.	101
Davy. — Berzelius. — OErsted.....	id.
Wöhler. — 1827.....	102
Chlorure d'aluminium.....	104
Wöhler. — 1845.....	108
Réduction du chlorure d'aluminium.....	id.
H. Sainte-Claire Deville. — 1854.....	114
De la préparation de l'aluminium.....	115
Essais manufacturiers aux frais de S. M. l'Empereur.....	124
Chlorure d'aluminium.....	id.
Réduction du chlorure d'aluminium.....	131
MM. Deville, Debray et P. Morin.—1855-1856.	135
Modifications au procédé ci-dessus.....	id.
H. Rose. — 1855.....	140
Réduction de la cryolithe par le sodium.....	id.

TABLE DES MATIÈRES.	215
CHAPITRE II. — Fabrication industrielle . . . . .	143
Méthode par le chlorure. . . . .	id.
Méthode par la cryolithe . . . . .	147
Avantages que présente la méthode par la cryo- lithe . . . . .	149
CHAPITRE III. — Propriétés physiques et chi- miques de l'aluminium . . . . .	153
Propriétés physiques . . . . .	id.
Propriétés chimiques . . . . .	156
Sur les alliages d'aluminium . . . . .	160
Action de l'aluminium sur les oxydes métalli- ques . . . . .	177
Action de l'aluminium sur les dissolutions salines	179
Action de l'aluminium sur quelques composés à une haute température . . . . .	181
Quelle place faut-il assigner à l'aluminium dans les classifications . . . . .	183
Appendice . . . . .	187
Du rôle probable de l'aluminium dans notre système monétaire . . . . .	195

---

Rouen. — Typ. LECOINTE frères, rue Cauchoise, 6.



### La fabrication de l'alumine en partant de l'argile

Il y a déjà longtemps que l'on cherche à fabriquer de l'alumine en utilisant l'argile à la place de la bauxite. Pendant la guerre il fut beaucoup question de divers procédés qui auraient pu réussir en ne faisant pas entrer en jeu la question du prix de revient. Aujourd'hui que les conditions économiques reprennent leur prédominance, tous ces procédés sont condamnés. Le Bureau of Mines, de Seattle, Wash. a étudié l'un d'eux, celui de Paul Miguet, en faisant toutes expériences nécessaires dans un four électrique Girod. Les charges étaient composées d'argile, chaux, tournures de fer et charbon de cornues et les essais portèrent sur toutes proportions du mélange. Toujours le produit obtenu, noir et vitreux, était composé de carbures de calcium, aluminium et silicium, qui traité par le carbonate de soude, donnait un rendement de 30 % de l'alumine contenue dans l'argile. Pratiquement, l'opération revenait à 300 dollars la tonne pour les seules matières premières ! C'est la condamnation du procédé, comme de tous ceux analogues.

*Louvier 1923*

## ON TROUVE CHEZ LES MÊMES LIBRAIRES :

ALCAN (Michel), ingénieur civil, professeur de filature, de tissage et de tricotage au Conservatoire des arts et métiers. **Essai sur l'industrie des manufactures textiles**, comprenant le travail complet du coton, du lin, du chanvre, de la soie, du cachemire, de la laine et du caoutchouc, etc. 1 fort vol. in-8, avec un grand nombre de figures dans le texte et un atlas de 34 planches..

GROUVELLE ET JAUNEZ, ingénieurs civils. — **Guide du chauffeur propriétaire de machines à vapeur**: Première partie : Traités de construction et du service des fourneaux et des chaudières à vapeur, et de la circulation d'eau, renfermant notamment l'installation des générateurs et des appareils de chauffage par la vapeur et l'eau. Quatrième édition; entièrement refondu par Ph. Grouvelle. 1 vol. in-8, avec atlas de 52 planches, format.....

GONFREVILLE (M. D.). **Art de la teinture des laines**, en toison et en tissu, contenant : 1° Une Notice succincte sur les substances employées dans la teinture; 2° Les procédés anciens et modernes, constatés par l'expérience, les plus simples et les meilleurs jusqu'à ce jour pour la teinture des laines de toutes couleurs : 1° grand teint; 2° bon teint; 3° faux teint; 4° classes de formules relatives à ces trois divisions des procédés de teinture; 5° un nouveau système de coloration au moyen de quelques nouvelles substances végétales de l'Inde, de Chine, etc., et de quelques substances métalliques; 6° un article sur des ustensiles et manœuvres; 7° une série de 128 échantillons pour les principaux procédés, 1 fort vol. in-8, avec atlas d'échantillons.

MIÈGE (B), professeur à l'Administration centrale des lignes télégraphiques. **Éducation scientifique des Jeunes demoiselles**. Notions élémentaires de physique et de chimie. 1 vol. in-12, orné de 150 gravures sur bois.

ORTOLAN (A.) Premier maître mécanicien de la marine impériale. **Éléments de machines à vapeur marines**, rédigé d'après le programme du concours pour le brevet de capitaine au long cours et de capitaine de cabotage. (Décret du 26 janvier 1855, arrêté ministériel du 30 janvier 1857.) 1 vol. in-8 avec tableau et atlas in-folio oblong de 17 planches sur acier par Guiguet. ....

Publié avec l'autorisation de S. E. le ministre de la marine.

VIOLETTE (H.), ancien élève de l'École polytechnique, commissaire de la marine, professeur de chimie industrielle, etc., etc. — **Manuel de manipulations chimiques**, ou Laboratoire économique de l'étudiant, contenant la description d'appareils simples et nouveaux, suivis de Cours de chimie pratique à l'aide de ces instruments, avec 30 tableaux et un grand nombre de figures dans le texte. Deuxième édition, revue et augmentée.....

Rouen — Imp. LECOINTE frères, rue Cauchoise, 6.