

# MÉTALLURGIE DE L'ANTIMOINE

CARL SCHNABEL

1894

Propriétés physiques de l'antimoine.

L'antimoine se distingue par un grand éclat et il possède une couleur blanc d'argent tirant un peu sur le bleuâtre et d'autant plus que le métal est moins pur. Précipité par le zinc de ses dissolutions, il forme une poudre noire. L'antimoine fondu présente, lorsqu'il s'est solidifié lentement, une structure grossièrement lamelleuse ; si le métal s'est au contraire refroidi rapidement, sa structure est grenue et cristalline. L'antimoine, comme ses isomorphes le bismuth, l'arsenic et le tellure, cristallise dans les formes du système hexagonal. Son poids spécifique serait entre 6,6 et 6,8. D'après *Schröder* il s'élève à 6,697 (celui de l'eau à 4° étant 1).

L'antimoine est très cassant et il peut être facilement pulvérisé dans un mortier.

Il est plus dur que le cuivre. Sa dilatation linéaire sous l'influence de la chaleur de 0 à 100° s'élève, d'après *Calvert* et *Johnson*, à 0.000985.

Il fond entre 440 (Pictet) et 450 °. Lorsqu'il passe de l'état fondu à l'état solide, il ne présente pas d'augmentation de volume, comme c'est le cas pour le bismuth.

Son point d'ébullition serait entre 1090 et 1450° (*Carnelley* et *Carleton Williams*).

Dans le vide, il bout, suivant *Demarçay*, dès la température de 292°. Au contact de l'air, il brûle en se transformant en oxydes, mais il peut être distillé dans un courant d'Hydrogène.

Si on laisse de l'antimoine pur fondu se refroidir lentement et sans secousses sous une *couverture de* scories il se forme à la surface solidifiée du métal une figure désignée sous le nom *d'étoile (régulus nntimonii stellatus)*, c'est-à-dire une figure formée de lignes saillantes rayonnées avec dessins analogues à une feuille de fougère. Tandis qu'avec les petits pains d'antimoine il n'y a qu'une seule étoile dans

le milieu de la surface, les gros pains présentent de nombreuses étoiles se croisant.

L'étoile ne se produit pas sur l'antimoine pur qui ne s'est pas refroidi lentement et tranquillement sous une couche de scories, ainsi que, en général, sur le métal impur. Comme l'étoile est encore fréquemment considérée comme un signe de la pureté de l'antimoine, le métal qui en est dépourvu doit être fondu et abandonné au refroidissement dans les conditions indiquées.

Si on laisse tomber de l'antimoine fondu sur une feuille de papier, il se résout en un grand nombre de petits globules, qui brûlent avec un grand éclat.

La chaleur spécifique de l'antimoine de 0 à 100° est égale, d'après *Regnault*, à 0.0508.

La conductibilité calorifique s'élève d'après *Calvert* et *Johnson*, celle de l'argent étant 1000, à 21, 5,5 pour l'antimoine coulé verticalement, à 192 pour l'antimoine coulé horizontalement.

La conductibilité électrique à 18,7 est égale, d'après *Matthiessen*, à 4,29, celle de l'argent étant 100.

La pureté de l'antimoine du commerce est ordinairement altérée par de petites quantités de soufre, d'arsenic, de plomb, de cuivre et de fer, qui lui communiquent le reflet bleuâtre mentionné précédemment.

#### Propriétés chimiques de l'antimoine et de ses combinaisons

L'antimoine ne s'altère pas dans l'air à la température ordinaire, mais il s'y oxyde très rapidement lorsqu'il est chauffé au-dessus de son point de fusion.

Le métal séparé par réduction d'oxyde d'antimoine au moyen de charbon, en présence d'alcalis, se ternit très souvent au contact de l'air. La cause de ce phénomène est attribuée à la présence d'alcalis dans l'antimoine, parce qu'en pareils cas ce dernier dégage de l'hydrogène lorsqu'on l'introduit dans de l'eau.

Si on laisse tomber d'une certaine hauteur sur une plaque de l'antimoine chauffé au rouge, il se résout en nombreuses étincelles

brillantes, qui brûlent en produisant une épaisse fumée blanche d'oxyde d'antimoine.

L'antimoine n'est attaqué par l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène que s'il se trouve à l'état d'une poudre très fine.

L'acide sulfurique étendu ne l'attaque pas. L'acide sulfurique concentré bouillant le transforme, avec dégagement d'acide sulfureux, en sulfate d'oxyde d'antimoine.

L'acide azotique attaque l'antimoine et le transforme, suivant sa concentration et la température, en quantités différentes d'oxyde d'antimoine et d'antimoniate d'oxyde d'antimoine insolubles dans l'acide.

Il est facilement dissous à froid par l'eau régale, qui le convertit en penta chlorure d'antimoine.

L'antimoine est transformé lentement au rouge clair en oxyde par la vapeur d'eau.

Si l'on calcine l'antimoine avec du salpêtre et du sel de soude il détone en donnant naissance à un antimoniate alcalin. Si le salpêtre est en quantité relativement faible, il se forme aussi de l'oxyde d'antimoine.

Les métalloïdes, à l'exception du bore, du carbone et du silicium, forment des combinaisons avec l'antimoine.

### *Combinaison de l'antimoine avec l'hydrogène*

L'antimoine ne forme avec l'hydrogène qu'une seule combinaison, *l'hydrogène antimonié*. Ce dernier est un gaz incolore, facilement inflammable, qui brûle avec une flamme verdâtre, en dégageant une fumée blanche et se transformant en eau et oxyde d'antimoine.

Il ne sera question ici que des propriétés importantes à connaître pour l'extraction de l'antimoine.

L'hydrogène antimonié prend naissance lorsque de l'hydrogène est mis en liberté en présence d'une combinaison soluble d'antimoine, en outre lorsque des alliages de l'antimoine avec les métaux alcalins

sont décomposés par de l'eau et lorsque des alliages d'antimoine et de zinc sont traités par l'acide sulfurique ou chlorhydrique.

Si l'on fait passer un courant d'hydrogène antimonié à travers un tube de verre chauffé, l'antimoine se sépare dans la partie froide, sous la forme d'un enduit miroir tant si l'on fait passer un mélange d'hydrogène antimonié et d'hydrogène dans une solution d'azotate d'argent, il se sépare de l'argent ainsi que de l'argent antimonié noir ( $\text{SbAg}_3$ ).

#### *Combinaisons oxygénées de L'antimoine.*

L'antimoine forme avec l'oxygène les combinaisons suivantes :

Trioxyde d'antimoine  $\text{Sb}_2\text{O}_3$

Tétroxyde d'antimoine  $\text{Sb}_2\text{O}_4$  et

Pentoxyde d'antimoine  $\text{Sb}_2\text{O}_5$

Au pentoxyde d'antimoine correspondent deux hydroxydes : l'acide antimonique

( $\text{HSbO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) et l'acide métaantimonique ( $\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$ )

#### *Trioxyde d'antimoine ou oxyde d'antimoine ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ).*

Le trioxyde d'antimoine se produit lorsqu'on chauffe de l'antimoine ou du sulfure d'antimoine au contact de l'air. C'est une poudre blanche qui, lorsqu'on la chauffe, prend une couleur jaune, mais redevient blanche en se refroidissant. Il fond au rouge sombre en un liquide jaunâtre, qui se solidifie en une masse grise analogue à l'amiante. Il est volatil et peut être sublimé. Si on le chauffe au contact de l'air, il se transforme en antimoniate d'oxyde d'antimoine non volatil.

Mis en contact avec des oxydes métalliques qui forment des combinaisons avec l'acide antimonique, ces oxydes étant finement divisés et chauffés au rouge l'oxyde d'antimoine à l'état de vapeurs se transforme, d'après *Plattner* en présence de l'air en acide antimonique, qui forme des antimoniates avec les oxydes métalliques.

L'oxyde d'antimoine est insoluble dans l'eau, l'acide sulfurique et l'acide azotique. Il se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique, l'acide tartrique et les alcalis caustiques.

Il fond sans se décomposer avec du sulfure d'antimoine en donnant le produit désigné sous le nom de verre d'antimoine.

L'oxyde d'antimoine est vénéneux, surtout à l'état de vapeurs.

*Téetroxyde d'antimoine ou antimoniante d'oxyde d'antimoine*  $Sb_2O_4$

Le téetroxyde d'antimoine est une poudre blanche, qui n'est ni fusible ni volatile.

Il se forme lorsqu'on chauffe au contact de l'air de l'oxyde d'antimoine  $Sb_2O_3$  ainsi que lorsqu'on calcine le pentoxyde d'antimoine  $Sb_2O_5$ . Il est facilement soluble dans l'acide chlorhydrique. L'antimoniante d'oxyde d'antimoine qui dans les opérations métallurgiques se forme aux dépens de l'oxyde d'antimoine lequel retient toujours une certaine quantité de ce dernier, est connu sous le nom de cendre d'antimoine. Si l'on calcine celle-ci avec du charbon et des carbonates alcalins, l'antimoine se sépare à l'état métallique. Si l'on ne calcine la cendre d'antimoine qu'avec du charbon, une grande partie de l'oxyde d'antimoine est volatilisée et il ne se sépare qu'une partie de l'antimoine à l'état métallique.

Si l'on fond de l'antimoniante d'oxyde d'antimoine en proportions convenables avec de l'antimoine métallique, il se forme de l'oxyde d'antimoine ( $3 Sb_2O_4 + 2Sb = 4Sb_2O_3$ ). En fondant de l'antimoniante d'oxyde d'antimoine avec du sulfure d'antimoine en proportions convenables. Il se produit également, avec dégagement d'acide sulfureux, de l'oxyde d'antimoine, qui cependant est toujours mélangé avec des quantités plus ou moins grandes de sulfure d'antimoine.

( $Sb_2S_3 + 9Sb_2O_4 = 10Sb_2O_3 + 3SO_2$ ). L'oxyde d'antimoine contenant du sulfure d'antimoine, qui suivant la quantité de ce dernier offre des colorations différentes, est connu sous le nom de verre d'antimoine et il sert pour colorer des fluors, principalement dans la préparation des pierres précieuses artificielles.

*Pentoxyde d'antimoine ou anhydride antimonique (Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).*

Le pentoxyde d'antimoine est une poudre jaune clair. On le prépare en traitant l'antimoine par l'acide azotique, évaporant à plusieurs reprises avec de l'acide azotique la poudre ainsi obtenue (laquelle se compose d'oxydes de l'antimoine et d'antimoniate d'oxyde d'antimoine) et chauffant modérément le résidu. L'anhydride antimonique est insoluble dans l'eau et l'acide azotique. Il se dissout lentement dans l'acide chlorhydrique concentré. Il se transforme par calcination en antimoniate d'oxyde d'antimoine.

A l'anhydride antimonique correspondent deux hydroxydes, qui forment deux séries de sels :

L'acide antimonique (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O) et

L'acide métaantimonique (H<sub>4</sub>Sb<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

On emploie l'acide antimonique, à la place de l'acide arsénique, dans la préparation du jaune et du rouge d'aniline.

*Combinaisons chlorées de l'antimoine.*

L'antimoine forme avec le chlore deux combinaisons : le protochlorure ou trichlorure d'antimoine (SbCl<sub>3</sub>) et le perchlorure ou pentachlorure d'antimoine SbCl<sub>5</sub>.

Le *protochlorure d'antimoine* se produit lorsqu'on fait bouillir du sulfure d'antimoine avec de l'acide chlorhydrique concentré, ainsi que lorsqu'on chauffe de l'antimoine ou du sulfure d'antimoine avec du sublimé. Il se dissout dans l'acide chlorhydrique, est volatil et peut être facilement distillé. Si l'on étend avec de l'eau la solution du protochlorure d'antimoine, il se produit un précipité blanc de chlorure d'antimoine basique, dit *poudre d'Algaroth*, qui était autrefois employé comme médicament.

Le *perchlorure* ou *pentachlorure d'antimoine* (SbCl<sub>5</sub>) se forme lorsqu'on fait agir le chlore sur l'antimoine : la réaction est accompagnée d'incandescence.

En électrolysant une solution fortement acide de pentachlorure d'antimoine, on peut préparer, d'après Gore, de l'antimoine sous forme d'une poudre amorphe grise, qui contient, avec de petites

quantités d'acide chlorhydrique libre, 3 à 20 p. 100 de pentachlorure d'antimoine. Ce corps fait explosion lorsqu'on le chauffe à 200°.

### *Combinaisons sulfurées de l'antimoine.*

L'antimoine forme avec le soufre deux combinaisons :

Le trisulfure d'antimoine ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) et

Le pentasulfure d'antimoine ( $\text{Sb}_2\text{S}_5$ ).

#### *Trisulfure d'antimoine ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ).*

Le trisulfure d'antimoine existe à l'état cristallisé, ainsi qu'à l'état amorphe. A l'état cristallisé, il se rencontre dans la nature sous forme d'antimoine sulfuré ou stibine. Dans cet état, il offre une couleur noir-gris, un éclat métallique et une structure cristalline. A l'abri du contact de l'air, il fond au-dessous du rouge et se volatilise sans se décomposer au rouge blanc intense. Le trisulfure d'antimoine *amorphe* est préparé artificiellement et il présente, suivant le mode de préparation, une couleur rouge ou rouge orangé.

On obtient le trisulfure d'antimoine rouge, qui était autrefois employé comme médicament sous le nom de Kermès, en faisant bouillir de l'antimoine sulfuré avec du carbonate de sodium ou de potassium. De la solution ainsi obtenue, le sulfure d'antimoine se sépare par le refroidissement sous forme d'une poudre brun-rouge. Il contient ordinairement des quantités variables d'oxyde d'antimoine libre combiné avec de la potasse ou de la soude. On obtient le sulfure d'antimoine rouge orangé sous forme d'un précipité hydraté en précipitant des solutions de sels d'antimoine par l'hydrogène sulfuré.

Le *cinabre d'antimoine* est un sulfure d'antimoine rouge amorphe contenant de l'oxyde d'antimoine. On le prépare en traitant une solution de l'antimoine dans l'acide chlorhydrique par l'hyposulfite de calcium ou de sodium. Le cinabre d'antimoine est employé dans la peinture à l'huile à cause de sa couleur rouge vif.

Si l'on grille du sulfure d'antimoine au contact de l'air, il se forme, avec dégagement d'acide sulfureux, de l'oxyde d'antimoine, qui est partie volatilisé, partie converti en antimoniade d'oxyde d'antimoine non volatil. Il ne se forme pas de sulfate d'oxyde d'antimoine. A

cause de la facile fusibilité du sulfure d'antimoine, le grillage de ce dernier est difficile.

Si l'on grille du sulfure d'antimoine dans la vapeur d'eau, l'accès de l'air étant limité, il se produit de l'oxyde d'antimoine en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène sulfuré. Il ne semble pas non plus dans ce cas se former de sulfate d'oxyde d'antimoine.

On peut au rouge séparer l'antimoine du sulfure d'antimoine au moyen d'hydrogène, d'hydrocarbures, de fer et de zinc. Suivant *Karsten*, le charbon séparerait également de l'antimoine du sulfure d'antimoine, mais seulement à une température supérieure à celle du point d'ébullition de l'antimoine.

Le sulfure d'antimoine est soluble dans l'acide chlorhydrique concentré bouillant, avec formation de protochlorure d'antimoine.

Si l'on traite du sulfure d'antimoine par des solutions d'alcalis caustiques, de carbonates ou de sulfures alcalins ou si on le fond avec ces corps à l'état solide, il se forme des sulfoantimonites, par exemple, d'après l'équation :



Les sulfoantimonites sont solubles dans l'eau, lorsqu'ils contiennent de grandes quantités de sulfure basique. Une grande teneur en antimoine les rend insolubles.

Le sulfure et l'oxyde d'antimoine ne se décomposent pas mutuellement, comme le sulfure et l'oxyde de plomb, mais fondent sans se décomposer en donnant le produit désigné *sous* le nom de *verre d'antimoine*.

Si l'on fond du sulfure d'antimoine avec de l'antimoniade d'oxyde d'antimoine ou du pentoxyde d'antimoine, il se forme, avec dégagement d'acide sulfureux, de l'oxyde d'antimoine, qui fond avec une partie du sulfure d'antimoine indécomposé, en formant également du verre d'antimoine.

#### *Pentasulfure d'antimoine, Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub>.*

Le pentasulfure d'antimoine est une poudre orangée qui est connue comme médicament sous le nom de *soufre doré d'antimoine*. On l'obtient en faisant agir de l'acide sulfurique sur des



sulfoantimoniates. On prépare ces derniers en faisant bouillir de l'antimoine sulfuré avec des solutions de polysulfures alcalins ou en fondant du verre d'antimoine avec des polysulfures alcalins solides. Le sel de *Schlippe*,  $\text{Na}_3\text{Sb}_2\text{S}_4 + 9\text{H}_2\text{O}$ , par exemple, est un sulfoantimoniate.

Lorsqu'on chauffe le pentasulfure d'antimoine à l'abri du contact de l'air, il se décompose en soufre et trisulfure d'antimoine.

Lorsqu'on le fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique, il se transforme en protochlorure d'antimoine et il se sépare du soufre.

Le pentasulfure d'antimoine se comporte du reste comme le trisulfure. Actuellement, il est surtout employé pour la coloration en rouge et la vulcanisation du caoutchouc.

### Oxysels de l'antimoine

Parmi les oxysels de l'antimoine, le plus important est le tartrate d'antimoine et de potassium,  $\text{C}_4\text{H}_4(\text{SbO})\text{O}_6$ , qui est connu comme médicament sous le nom d'émétique ou tartre stibié.

### *Alliages de l'antimoine.*

L'antimoine s'allie avec la plupart des autres métaux et les rend cassants, s'ils sont malléables. On l'ajoute au plomb avec intention, afin de lui communiquer une plus grande dureté. Il donne au zinc un aspect analogue à celui de l'argent, ainsi qu'une dureté plus grande, et il rend son point de fusion plus élevé. C'est pour cela qu'il est aussi ajouté avec intention à ce métal.

Les alliages les plus importants de l'antimoine sont le métal des caractères d'imprimerie, formé de plomb, d'antimoine et d'étain ou de plomb et d'antimoine, le plomb aigre, (plomb dur), qui est obtenu lors du traitement de minerais de plomb antimonifères et se compose de plomb et d'antimoine en proportions extrêmement variées, le métal anglais et le métal pour coussinets, qui sont surtout formés d'antimoine et d'étain, additionnés de plomb, de cuivre, de zinc, de bismuth et de nickel. Le métal anglais, qui sert pour la fabrication de théières, de cuillers, etc., contient, d'après *Ledebur*, 85 à 93 p. 100 d'étain, jusqu'à 10 p. 100 d'antimoine et 0 à 3 p. 100 de cuivre. A ces alliages appartiennent aussi le *plate pewter* et le *queens metal* (métal de la reine) des Anglais.

## Minerais d'antimoine.

Le plus important des minerais d'antimoine est *l'antimoine sulfuré* nomme aussi antimonite, stibine ou stibnite.

L'antimoine sulfuré a pour formule  $Sb_2S_3$  ; il contient 71,77 p. 100 d'antimoine et 28,23 p. 100 de soufre. Il se rencontre aussi bien en longs cristaux prismatiques ou aciculaires du système rhomboïdal que sous forme d'agrégat fibreux ou denses formant des masses compactes ou disséminées. Dans un grand nombre de cas, il contient de l'argent et de l'or. Il renferme aussi très fréquemment de l'arsenic. L'antimoine sulfuré est ordinairement accompagné de quartz, de spath calcaire, de baryte sulfatée, de fer oxyde carbonaté ; souvent aussi il est mélangé de blende et de galène.

Il se trouve en Allemagne (Arnsberg, Erzgebirge, Fichtelgebirge, Harz), en Bohême (Rlilleschau, Hatc, Brodkowic, Przibram, Schönberg, Michaelsberg), en Hongrie (Kremnitz, Toplitzka, Schemnitz, Felsobanoa, Xagybanya, Dobschau, Rosenau, Gisno, Gross-Gollnitz, Magurka), en Serbie, en Bosnie (Serajewo), en France (Auvergne, Gard, Ardèche, Aude, Vendée, Lyonnais, Haute-Loire, Bouc et Septèmes près Marseille, Cantal, Corse), en Italie (Toscane), en Angleterre (Cornouailles), en Espagne (Estramadure, Badajoz,, en Portugal (Oporto, Bragance), en Afrique (province de Constantine), dans l'Amérique du Nord (Canada, Arkansas, Nevada, Utah, Californie, Montana), dans l'Amérique centrale (Nicaragua), au Mexique, en Asie (Bornéo, Indes, Japon, Asie-Mineure), en Australie (Nouvelle-Galles du Sud, Victoria), dans la Nouvelle-Zélande. La majeure partie de l'antimoine sulfuré traité en Angleterre provient de Borneo, de l'Australie et du Japon.

*L'antimoine natif* ne se rencontre que rarement et il n'y a pas lieu de s'en occuper comme minerais d'antimoine.

*L'antimoine oxydé* (antimoine blanc ou fleurs d'antimoine),  $Sb_2O_3$ , est dimorphe. L'antimoine oxydé rhombique est appelé *valentinite*, celui qui cristallise dans le système régulier porte le nom de *sénarmontite*. Il contient 83,4 p. 100 d'antimoine et 16,6 p. 100 d'oxygène. C'est un produit de la décomposition de l'antimoine sulfure ou de l'oxydation d'antimoine métallique et il se trouve dans les parties supérieures des gisements d'antimoine. On le rencontre

en grandes quantités près de Sensa et d'Haminat dans la province de Constantine (Algérie), à Bornéo et près de Sonora, au Mexique.

Les autres minerais de l'antimoine ne se rencontrent qu'en quantités relativement faibles et ne sont pas pour cette raison l'objet d'un traitement particulier.

A ce groupe appartiennent *l'antimoine rouge, l'antimoine oxyde sulfuré ou pyrostilbite* ( $2\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ ), avec 75 p. 100 d'antimoine, 20 p. 100 de soufre et 5 p. 100 d'oxygène, qui se trouve en Toscane, à Southam dans le Canada, près de Braunsdorf en Saxe et près de Przibram en Bohême, et *l'antimoine Oxyde terreux ou cervantite* ( $\text{Sb}_2\text{O}_4$ ), qui se rencontre, par exemple, en Toscane.

L'antimoine forme en outre un élément d'un grand nombre de minerais de plomb, de cuivre et surtout d'argent, tels que la bournonite, la zinckénite, la jamesonite, la plagionite, l'hétéromorphite, le cuivre antimonial, l'argent sulfuré fragile, l'argent rouge, le nickel gris, l'argent antimonial, la miargyrite, la berthiérite, la boulangerite et les cuivres gris. La galène contient aussi fréquemment de l'antimoine.

Indépendamment des minerais, les speiss antimonifères obtenus lors du traitement de minerais de cuivre et d'argent contenant de l'antimoine, ainsi que les déchets de la liquation de l'antimoine sulfuré et de l'extraction de l'antimoine sont aussi dans quelques cas employés pour l'extraction de l'antimoine. L'antimoine contenu dans les minerais de plomb passe en majeure partie, lors du traitement de ces derniers, dans le plomb et est rassemblé dans le plomb dit aigre (plomb dur).

#### EXTRACTION DE L'ANTIMOINE

Le principal minerai employé pour l'extraction de l'antimoine est l'antimoine sulfure. Les autres minerais d'antimoine se rencontrent en quantités trop faibles pour qu'ils puissent être l'objet d'un traitement particulier et c'est pour cela qu'ils sont traités avec l'antimoine sulfuré.

L'extraction de l'antimoine a toujours lieu par voie sèche. Il a été proposé aussi bien pour l'extraction par la voie humide que pour celle par la voie électrométallurgique des procédés qui, jusqu'à présent, n'ont point été adoptés définitivement.

La pureté de l'antimoine obtenu par voie sèche est encore ordinairement altérée par des éléments étrangers et le métal a besoin de subir un raffinage, qui est également effectué par voie sèche.

Indépendamment de l'antimoine métallique, le sulfure d'antimoine est aussi employé tel quel dans l'industrie, principalement comme couleur pour la peinture des navires et il est alors l'objet d'une préparation particulière, qui consiste en une liquation de l'antimoine sulfuré, afin de séparer les minerais et les roches avec lesquels ce dernier est mélangé. On nomme le sulfure d'antimoine ainsi obtenu *antimoine cru*, tandis que l'antimoine métallique est appelé régule d'antimoine. La liquation de l'antimoine sulfuré peut aussi constituer un travail préparatoire pour l'extraction de l'antimoine. Cependant, cette opération n'est plus actuellement que rarement pratiquée dans ce but. Mais les résidus antimonifères de la liquation de l'antimoine sulfuré sont traités pour antimoine.

Nous avons donc à distinguer :

- 1 . L'extraction de l'antimoine par voie sèche.
- 2 Les méthodes proposées pour l'extraction de l'antimoine par voie humide.
3. Les méthodes proposées pour l'extraction de l'antimoine par voie électrométallurgique.

#### Extraction de l'antimoine par voie sèche.

Le traitement des minerais contenant de *l'antimoine sulfuré* peut, comme on l'a dit, avoir pour but soit seulement la préparation d'antimoine cru, soit l'extraction d'antimoine métallique, qui doit encore être soumis à un raffinage.

Nous avons, par suite, à distinguer :

- A. Le traitement de l'antimoine sulfuré pour antimoine cru.
- B. Le traitement de l'antimoine sulfuré et des autres minerais d'antimoine

Pour antimoine métallique.

- C . Le raffinage de l'antimoine.

## A. Traitement de l'antimoine sulfuré pour antimoine cru.

Les minerais avec plus de 90 p. 100 de sulfure d'antimoine sont, après pulvérisation, employés directement comme antimoine cru. Les minerais avec moins de 90 p. 100 de sulfure d'antimoine sont, jusqu'à 40 à 50 p. 100, soumis à la liquation, s'ils possèdent la grosseur de grain convenable pour cela (en-dessus de la grosseur d'une noisette, le mieux la grosseur d'une noix). Le minerai menu ainsi que les minerais avec une teneur en sulfure d'antimoine inférieure à celle qui vient d'être indiquée sont traités directement pour antimoine. (Le minerai menu pourrait aussi être traité par fusion dans des fours pour antimoine cru.

La séparation par liquation des roches et des minéraux qui accompagnent le sulfure d'antimoine est rendue possible par le point de fusion relativement bas de ce dernier, lequel se trouve au rouge sombre. L'observation de la température exacte offre une grande importance pour la réussite de la liquation, parce qu'à une température dépassant le rouge du sulfure d'antimoine est volatilisé, tandis que à une température plus basse de grandes quantités de sulfure d'antimoine restent dans les résidus. Il faut aussi pour que la liquation marche bien que les morceaux de minerai aient une grosseur convenable. Plus le grain du minerai est petit, plus la liquation est incomplète et plus les résidus sont riches, parce que les minerais fins se tassent beaucoup, ce qui empêche l'écoulement du sulfure métallique fondu. La grosseur d'une noix s'est montrée la plus convenable. Des minerais fins avec une faible teneur en antimoine conviennent mieux pour la préparation d'antimoine métallique.

Dans le commerce, on considère comme très important que l'antimoine cru présente une structure rayonnée, structure que l'on peut obtenir en laissant refroidir lentement le sulfure d'antimoine liquaté. Lorsque le refroidissement de ce dernier est très rapide, cette structure fait défaut.

La liquation peut être effectuée aussi bien dans des fours à creusets ou à tubes que dans des fours à réverbère. Dans les premiers fours le minerai est enfermé dans des creusets ou des tubes, dans les seconds il est placé directement sur la sole. Les fours à creusets ou à tubes

exigent plus de combustible que les fours à réverbère, mais aussi ils fournissent un rendement plus élevé que les derniers.

Les fours à réverbère exigent moins de combustible et de main-d'œuvre que les fours à creusets ou à tubes, mais ils entraînent de grandes pertes en sulfure d'antimoine par volatilisation et oxydation.

Liquation en fours à creusets ou à tubes.

Les creusets sont entourés directement par le combustible ou chauffés par la flamme d'un foyer à grille. Les tubes sont chauffés par un foyer à grille. Lorsqu'on emploie des creusets, le travail est discontinu, tandis que les tubes permettent un travail continu et n'occasionnent pas une dépense de combustible aussi grande que les creusets.

Liquation en creusets.

Des creusets *entourés directement de combustible* sont employés à Wolfsberg dans le Harz, à Magurka, Rosenau et Gross-Gotlnitz en Hongrie, à Milleschau en Bohême et à hlabosc en France (Ardèche). Ce mode de travail exige, il est vrai, une grande dépense de combustible, mais à cause de la simplicité du dispositif il permet d'effectuer la liquation à la mine. On ne devrait donc l'employer que lorsque, les minerais étant riches et le combustible peu cher (bois ou houille), l'antimoine en doit être préparé à la mine.

Les creusets sont faits en argile réfractaire et ils peuvent suivant leur grandeur recevoir 5 à 25 kilogr de minerai. Dans leur fond se trouvent 485 ouvertures de 10 à 15 mm de diamètre, par lesquelles s'écoule le sulfure d'antimoine liquaté. On pose ces creusets sur des pots en argile cuite, dans lesquels se rassemble le sulfure d'antimoine. Les pots sont placés dans du sable, de la cendre ou une brasque de charbon, afin que le sulfure d'antimoine ne se refroidisse que lentement. Les creusets sont établis en une ou plusieurs séries à une certaine distance les uns des autres. Une série contient 20 à 30 creusets. L'espace dans lequel se trouvent ces derniers est entouré de murs peu élevés (en pierres sèches).

Les intervalles entre les creusets et entre ceux-ci et la maçonnerie sont remplis de combustible (bois ou houille). Une fois le combustible allumé, la liquation commence et elle dure, suivant

l'importance de la charge, 2 à 12 heures. Lorsqu'elle est terminée, les creusets sont retirés des pots, vidés, chargés à nouveau et replacés sur ces derniers. Les pots sont vidés après chaque liquation ou seulement lorsqu'ils sont pleins de sulfure d'antimoine. Les résidus ne retiennent pas moins de 12 p. 100 de sulfure d'antimoine.