

ANTIMOINE 2015

MATIÈRES PREMIÈRES :

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 0,2 ppm d'antimoine.

L'antimoine, Sb, sous forme sulfurée, Sb_2S_3 ou $Pb_2Sb_2S_5$, est présent dans les gisements de minerais sulfurés de [plomb](#), de [cuivre](#), d'[argent](#). C'est souvent un co-produit de la métallurgie de ces métaux.

Minerais : les principaux sont sulfurés, sous forme de stibine Sb_2S_3 , de jamesonite $Pb_2Sb_2S_5$, de tétraédrite $Cu_{12}Sb_4S_{13}$. Des minerais oxydés, valentinite et senarmontite (Sb_2O_3) sont également exploités. Les minerais sulfurés exploités en Chine ont une teneur d'environ 2,7 % de Sb.

L'[or](#), l'[argent](#) et le [mercure](#) accompagnent souvent l'antimoine dans ses minerais.

PRODUCTIONS MINIERES : en 2015, en tonnes de métal contenu. Monde : 150 000 t.

Chine	115 000	Tadjikistan	4 700
Russie	9 000	Turquie	4 500
Australie	5 500	Afrique du Sud, en 2014	1 500
Bolivie	5 000		

Source : USGS

L'Union européenne ne produit pas de minerai.

Depuis 1990, la Chine représente généralement plus de 80 % de la production minière totale d'antimoine. Le gisement chinois le plus important est celui du complexe de Lengshuijiang, dans la province du Hunan, exploité par [Hsikwangshan Twinkling Star](#), filiale de Hunan Nonferrous Metals Corp., elle même contrôlée par le groupe d'état [China Minmetals Corp.](#) En plus d'une production minière hégémonique, la Chine importe des minerais et concentrés de divers pays avec, en 2014, 17 300 t de Russie, 15 500 t du Tadjikistan, 13 500 t d'Australie, 8 400 t du Myanmar.

La production russe est réalisée par la société [GeoProMining](#), qui exploite en Sibérie orientale, dans la région de Yakutsk, les mines de Zvezda et Sarylakh-Surma et produit des concentrés exportés vers la Chine par le port de Magadan.

En Australie, la [mine souterraine d'or-antimoine de Costerfield](#), dans l'état de Victoria, exploitée par [Mandalay Resources](#), a produit, en 2015, 3 712 t d'antimoine et 1,3 t d'or, avec des réserves prouvées et probables de 491 millions de t renfermant 3,9 % de Sb et 9,2 g/t d'or. Les concentrés produits sont expédiés en Chine. La mine de Hillgrove, en Nouvelle Galles du Sud, exploitée par Bracken Resources a une production intermittente en fonction des cours de l'antimoine. Après avoir fonctionné en 2014-2015, la production a été arrêtée en décembre 2015. Les réserves sont de 2,2 millions de t de minerai contenant 2,2 % de Sb et 3,8 g/t d'or.

La production bolivienne est réalisée à 80 % dans de petites mines et des coopératives. Les 20 % restants proviennent de 2 sociétés : Comisal et [Emusa](#).

Au Tadjikistan, la production, associée à celle de mercure, est réalisée dans le complexe de Anzob Mining and Beneficiation, exploité par la société Comsup Commodities (Etats-Unis).

En Turquie, de nombreuses mines sont exploitées avec en particulier la société Ozdemir Antimuan Madenleri, qui exploite la mine souterraine de Turhal, le groupe AMG, celle de Metsan et le groupe Cengiz Holding, celle de Haliköy dans la province d'Izmir.

La production d'Afrique du Sud est réalisée par la société Consolidated Murchison (Cons Murch), contrôlée par le groupe australien Stibium, qui exploite la mine d'or et d'antimoine de Gravelotte, dans la province de Limpopo.

Réserves : en 2015. Monde : 2 000 000 tonnes.

Chine	950 000	Etats-Unis	60 000
Russie	350 000	Tadjikistan	50 000
Bolivie	310 000	Afrique du Sud	27 000
Australie	140 000		

Source : USGS

Les réserves chinoises sont principalement situées dans la province du Hunan.

FABRICATION INDUSTRIELLE :

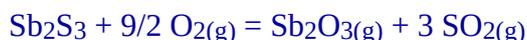
Les minerais sulfurés sont traités, après broyage, principalement par flottation, avec un taux de récupération de 80 à 95 % et l'obtention de concentrés renfermant de 60 à 68 % d'antimoine.

Les minerais oxydés sont concentrés à l'aide de méthodes gravimétrique, par exemple avec des tables à secousses ou des spirales, le taux de récupération étant d'environ 50 % en donnant des concentrés renfermant de 25 à 40 % d'antimoine.

Les concentrés miniers sont ensuite traités par pyrométallurgie ou par hydrométallurgie.

- **Traitements pyrométallurgiques** : le choix du procédé dépend principalement de la teneur en antimoine des concentrés.

Les concentrés titrant entre 5 et 25 % de Sb subissent un grillage, vers 1000°C, donnant de l'oxyde brut volatil selon la réaction :



L'oxyde est récupéré dans les gaz de combustion. L'apport en dioxygène ne doit pas être trop important afin d'éviter la formation de tétraoxyde Sb_2O_4 non volatil. La qualité de l'oxyde obtenu dépend des conditions de grillage. L'oxyde peut être commercialisé dans cet état mais, en général, il est purifié soit directement soit en passant par la formation du métal.

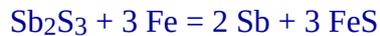
La réduction de l'oxyde, en présence de charbon générant du monoxyde de carbone, est réalisée dans un four réverbère, vers 1200°C, selon la réaction :



Les concentrés titrant entre 25 et 40 % de Sb sont réduits dans un haut fourneau, entre 1200 et 1400°C. En présence d'air une partie du sulfure est transformée en oxyde par grillage et ce dernier réagit avec le sulfure restant selon la réaction :



Les concentrés riches en antimoine, avec des teneurs supérieures à 45 % peuvent subir une liquation, en atmosphère réductrice pour éviter l'oxydation de l'antimoine et à une température comprise entre 550 et 600°C, entre les températures de fusion et d'évaporation du sulfure. Le sulfure liquide est ainsi extrait du concentré et récupéré pour subir l'opération de réduction en métal. Celle-ci peut être réalisée, à l'état fondu, à l'aide de fer selon la réaction :



Dans tous les cas le métal obtenu est, en grande partie, transformé, par oxydation, à 1000°C, par de l'air comprimé, en trioxyde (Sb_2O_3) purifié selon la réaction :



Les concentrés les plus riches, avec une teneur supérieure à 50 % de Sb, peuvent subir d'abord un grillage transformant le sulfure en oxyde, puis une réduction à l'aide coke.

- **Traitements hydrométallurgiques** : ils comportent une première étape de lixiviation permettant d'extraire l'antimoine du concentré minier et une seconde étape de réduction par électrolyse.

Le principal solvant de lixiviation est une solution de sulfure et d'hydroxyde de sodium, en présence de soufre. On obtient une solution de thioantimoniate de sodium (Na_3SbS_4) puis, une électrolyse permet de recueillir l'antimoine sur la cathode avec une pureté qui peut atteindre 99,5 %.

Formes de commercialisation :

Le trioxyde d'antimoine (Sb_2O_3 ou ATO) représente 60 % de la production d'antimoine, l'antimoine métallique, appelé régule, 36 % (environ une moitié sous forme de métal et une autre moitié allié au plomb), l'antimoniate de sodium (NaSbO_3) 4 %. Ce dernier est principalement utilisé par les industries verrières et céramiques.

Producteurs :

Les principaux producteurs de métal, d'oxydes bruts et de sels, sont chinois. En 2015, la production chinoise a été de 200 800 t d'antimoine métal et contenu dans du trioxyde. En plus de sa production minière importante, la Chine importe des minerais et des concentrés pour produire métal et oxydes. La Chine, a exporté, en 2012, 7 798 t de métal à 36 % vers les Etats-Unis, 17 % l'Union européenne (principalement vers les Pays Bas), 15 % le Japon.

Aux Etats-Unis, une seule société, United State Antimony Corporation (USAC), produit du métal et des composés d'antimoine dans son usine de Thompson Falls, dans le Montana, à partir de minerais importés ou produits par cette société au Mexique, dans 5 mines dont Los Juarez dans l'état de Queretaro et Wadley dans l'état de San Luis de Potosi. Dans ce pays, USAC possède également une usine métallurgique à Madero, dans l'état de Coahuila. En 2015, la production de USAC, aux Etats-Unis, a été de 627 t d'antimoine contenu dans les produits élaborés, ainsi que 946 kg d'argent et 2,8 kg d'or. Au Mexique, la production d'antimoine a été de 502 t.

En Oman, au port de Sohar, la société Strategic & Precious Metals Processing (SPMP) construit, une unité métallurgique à partir de concentrés importés, d'une capacité de 20 000 t/an d'antimoine contenu dans du métal et du trioxyde, qui devrait être opérationnelle fin 2017. La société TriStar

Resources possède 40 % de SPMP avec le fond souverain d'Oman qui possède également 40 % de la société.

La production d'oxydes raffinés est mieux répartie dans le monde avec en particulier une production européenne importante à partir d'oxydes bruts ou de métal importés. En 2014, la production de l'Union européenne a été de 27 000 t dont 14 880 t en France.

RECYCLAGE :

L'antimoine contenu dans les alliages est très bien recyclé, en particulier celui des alliages Pb-Sb utilisés dans les accumulateurs au plomb. Toutefois, cette récupération est en constante diminution avec la substitution de l'antimoine par d'autres éléments dans les plaques de batteries.

L'antimoine recyclé représente, en 2010, dans le monde, 56 % de la consommation d'antimoine pour l'élaboration des alliages de plomb.

Le groupe Recylex issu de la fusion de Preussag (Allemagne) et Peñarroya (France) exploite, en France, 2 centres de récupération de batteries, à Escandoeuvre (59) et Villefranche-sur-Saône (69).

Le polypropylène est récupéré à Villefranche-sur-Saône et le métal envoyé principalement à Nordenham, en Allemagne. Ainsi, Recylex récupère plus de 11 millions de batteries par an soit plus de 131 000 t, pour donner 125 000 t de plomb.

Dans les autres utilisations, retardateur de flamme, verres, céramiques, l'antimoine est trop dispersé pour envisager, pour l'instant, une récupération.

En 2010, le taux de recyclage mondial est de 20 %. En 2015, aux Etats Unis, il est de 17 %.

SITUATION FRANCAISE : en 2015.

Minerai : en France, la stibine (Sb_2S_3) était exploitée depuis le XVIII^{ème} siècle. De 1890 à 1908, la France a occupé le premier rang mondial des producteurs miniers et la métallurgie de l'antimoine a pris son essor au début du XX^{ème} siècle. La production minière française commença à décliner à partir de cette date pour cesser en 1935, malgré quelques brèves tentatives d'exploitation jusqu'en 1991 : Ouche dans le Massif Central à la fin des années 1970, Ty Gardien en Bretagne, Les Brouzils en Vendée en 1991.

Jusqu'en 1991, la production française cumulée a été de 130 000 t, principalement dans les mines de La Lucette (53), Brioude (43), Massiac (15), Les Brouzils et Rochetréjoux (85).

Entre 1905 et 1934, la production de la mine de La Lucette (53) a été de 42 000 t d'antimoine et de 8 700 kg d'or. En 1908, la mine de La Lucette assurait 1/4 de la production mondiale.

Bien que des ressources existent, toutefois dispersées, il n'y a pas actuellement de production minière en France.

Métal :

- Importations : 7 713 t de Chine à 92 %.

- Exportations : 74 t vers l'Algérie à 27 %, le Maroc à 24 %, l'Allemagne à 11 %.

Oxydes :

- Production : 14 880 t en 2014.

- Importations : 1 571 t provenant de Belgique à 51 %, de Chine à 39 %.

- Exportations : 6 267 t vers l'Allemagne à 33 %, l'Italie à 15 %, le Royaume Uni à 12 %, la Belgique à 10 %.

Producteurs français :

- SICA, Société Industrielle et Chimique de L'Aisne, filiale du groupe AMG, basée à Chauny (02) est le premier producteur européen de trioxyde d'antimoine avec une capacité de production annuelle de 10 000 t.

- PCDL, Produits Chimiques de Lucette, filiale du groupe AMG, basée à Le Genest Saint Isle (53) sur une ancienne mine d'or et d'antimoine possède une capacité de production annuelle proche de 5 000 t.

Le groupe AMG, dont les deux sociétés françaises sont filiales exploite, en Turquie, la mine de Metsan et une usine métallurgique à Gediz-Cebraïl.

UTILISATIONS :

Consommations : en 2015, comptée en Sb, la consommation mondiale est de 184 000 t. En 2015, la consommation des Etats-Unis est de 24 500 t.

Secteurs d'utilisation : en 2014, dans le monde.

Retardateurs de flamme	52 %	Autres métallurgies	6 %
Batteries	35 %	Céramiques	1 %
Plastiques	7 %	Verres	1 %

Sources : Roskill

Aux Etats-Unis, en 2015, la production de métal représente 30 % des utilisations, les emplois dans les céramiques, verres et polymères, 36 % et comme retardateur de flammes, 34 %.

Sous forme métallique :

- Élément d'alliage pour améliorer les propriétés mécaniques du plomb, surtout dans les grilles de batteries. Afin d'éviter la consommation d'eau dans les batteries au plomb, les alliages Pb-Sb sont remplacés par des alliages Pb-Ca ou Pb-Sb-Se. Voir le chapitre consacré au plomb.

La teneur des batteries en antimoine est, en 2011, de 5 kg/t aux Etats-Unis et de 12 kg/t en Europe. En 2011, la consommation mondiale de batteries a été de 406 millions d'unités SLI (pour véhicules non électriques) et 40 millions d'unités pour véhicules électriques et applications industrielles. Pour les batteries SLI, la teneur en antimoine est de 0,6 % soit 0,09 kg par batterie et au total une consommation de 36 024 t. Pour les autres types de batteries, la teneur est de 1,5 % de Sb soit 0,45 kg par batterie et une consommation totale de 17 607 t.

Sous forme d'oxyde (Sb_2O_3 ou ATO) : en 2013, la consommation mondiale est de 130 000 t.

- L'oxyde d'antimoine est un retardateur de flamme lorsqu'il est associé aux composés organiques chlorés et bromés présents ou ajoutés dans les matières plastiques et les élastomères utilisés dans le bâtiment, les automobiles, les câbles, Par exemple, le PVC peut contenir de 3 à 20 % d'oxyde d'antimoine selon les applications alors que les caoutchoucs et élastomères peuvent en contenir jusqu'à 30 %.

- Pour l'utilisation dans les [matières plastiques](#), l'oxyde peut être utilisé sous la forme de mélanges-mâtres (oxyde d'antimoine et matrice polymère) qui contiennent jusqu'à 90 % de Sb_2O_3 . Les mélanges-mâtres peuvent également contenir d'autres adjuvants (tels que les composés organiques chlorés et bromés), dans ce cas, la teneur en oxyde est plus faible.

Le trioxyde est aussi employé comme catalyseur de polymérisation du PET et comme stabilisant du [PVC](#). La teneur du PET en antimoine est comprise entre 150 et 250 mg/kg. La diffusion de cet antimoine par exemple dans l'eau de boisson contenue dans les bouteilles en PET est, dans des conditions normales d'utilisation, limitée et reste en deçà de la teneur limite dans l'Union européenne de 5 µg/L.

- Autres utilisations de l'oxyde : peintures, émaux et céramiques comme opacifiant, [verre](#) comme décolorant, pigments, fibres et films polyester.

Autres formes d'utilisation :

- Sous forme de sulfure (Sb_2S_3) : en pyrotechnie, dans des allumettes, pour lubrifier des plaquettes de freins et des embrayages à disque.

- Sous forme d'antimoniate de sodium pour décolorer le [verre](#) et pour opacifier des céramiques et des émaux.