

SELENIUM 2024

Matières premières

La teneur de l'écorce terrestre est de 0,05 ppm.

Il n'existe pas de gisement propre de sélénium, celui-ci est, associé avec le [tellure](#), principalement co-produit de la métallurgie du [cuivre](#) mais aussi de celles du [plomb](#) et du [nickel](#). Le sélénium est présent dans des sulfures métalliques en substitution du [soufre](#), sous forme de séléniums, dans lesquels le sélénium possède le degré d'oxydation -2, comme le soufre dans les sulfures, ou dans les parties oxydées, sous forme de sélénites, dans lesquels le sélénium possède le degré d'oxydation +4, comme le soufre dans les sulfites.

La métallurgie des minéraux sulfurés de cuivre peut ainsi récupérer, en moyenne, 0,215 kg de Se/t de Cu et, pour des exploitations canadiennes, 0,64 kg de Se/t de Cu.

Fabrication industrielle

Comme co-production de la métallurgie du cuivre (voir le chapitre [cuivre](#)).

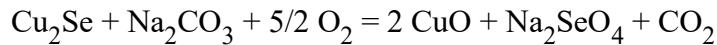
Le sélénium peut être récupéré lors du traitement, par pyrométhallurgie, des minéraux sulfurés de cuivre. Cela n'est pas le cas pour la voie hydrométhallurgique.

Après le traitement pyrométhallurgique des concentrés de cuivre, le sélénium, avec le tellure, se retrouve dans le blister, constitué, à 99 %, de cuivre. Celui-ci est purifié par électrolyse à anode soluble après avoir été coulé sous forme d'anodes et de cuivre, avec une pureté de 99,99 %, se dépose à la cathode. Lors de cette électrolyse, il se forme des boues qui renferment les impuretés, [bismuth](#), [or](#), [argent](#), sélénium, [tellure](#) ainsi que de 15 à 35 % de cuivre. Celles-ci peuvent contenir de 5 à 25 % de sélénium, sous forme de séléniums et de tellurures, de cuivre, d'argent et d'or.

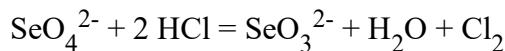
La plupart des raffineries de cuivre récupère ces boues mais elles ne sont exploitées pour la récupération du sélénium et des métaux précieux contenus que par une partie d'entre elles. Les autres les exportent vers les installations pratiquant cette récupération.

Le traitement des boues anodiques peut être réalisé selon 2 voies, après un traitement de lixiviation du cuivre, en général dans un autoclave, avec de l'[acide sulfurique](#) :

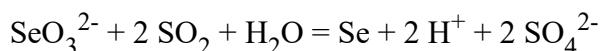
Par grillage alcalin qui consiste à chauffer les boues, vers 530-650°C, en présence de [carbonate de sodium](#), afin d'oxyder le sélénium et le tellure sous forme de sélénate et tellurate, dans lesquels le sélénium et le tellure possèdent le degré d'oxydation +6, comme le soufre dans les sulfates, puis à effectuer une lixiviation à l'aide d'une solution d'[hydroxyde de sodium](#). Le sélénate de sodium passe en solution, le tellurate reste dans la phase solide. Par exemple pour un sélénium de cuivre :



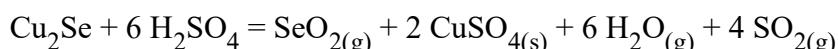
Le sélénate est réduit en sélénite à l'aide d'[acide chlorhydrique](#) concentré selon la réaction :



Puis le sélénite est réduit en sélénium, qui précipite, par du [dioxyde de soufre](#) ou des sels ferreux.

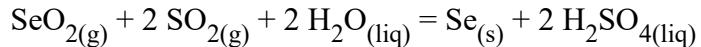


Par grillage sulfatant, en présence d'[acide sulfurique](#), vers 500-600°C, le sélénium est volatilisé sous forme de dioxyde alors que le dioxyde de tellure reste dans la phase solide. Par exemple pour le sélénium de cuivre :



Le [dioxyde de soufre](#), formé lors du grillage, est utilisé, en partie, pour réduire le dioxyde de

sélénum en sélénum selon la réaction :



Le sélénum obtenu contient des traces de tellure. Il est purifié par distillation sous vide, la température d'ébullition, à la pression atmosphérique, du sélénum étant de 685°C, celle du tellure, de 990°C.

Productions

Production de sélénum raffiné

En tonnes de sélénum, en 2024, sur un total mondial de 3 700 t. Source : USGS

en tonnes

Chine	1 800	Canada	130
Japon	700	Pologne	74
Russie	340	Serbie	60
Belgique	200	Pérou	50
Finlande	170	Turquie	50

Source : USGS

Aux États-Unis, [Asarco](#), filiale de [Grupo Mexico](#), à Amarillo, au Texas produit un concentré semi-raffiné renfermant 90 % de sélénum qui est exporté au Mexique pour la poursuite de son raffinage. [Rio Tinto](#) et [Freeport-McMoRan](#) exportent également les boues produites par leurs raffineries de Garfield dans l'Utah et de El Paso au Texas. Le sélénum provient de mines de cuivre de l'Arizona et de l'Utah.

En 2012, les importations chinoises ont porté sur 1 610 t de sélénum.

Réserves :

Réserves de sélénum

En milliers de tonnes, en 2024, sur un total mondial de 92 000 t, d'après celles de minerais sulfurés de cuivre. Source : USGS

en milliers de tonnes

Russie	26	Canada	6,5
Pérou	16	Chine	5
États-Unis	10	Pologne	3

Source : USGS

Producteurs : on retrouve les principaux producteurs de cuivre.

- [Glencore](#) produit du sélénum en particulier dans sa raffinerie CCR à Montréal au Canada avec 225 t/an ainsi qu'au Kazakhstan à Ust Kamenogorsk à travers de sa filiale Kazzinc, détenue à 69,7 %, avec 24 t/an et en Norvège dans sa raffinerie de nickel et cuivre de Kristiansand.
- [Rio Tinto](#), produit 170 t/an.
- [Grupo Mexico](#) produit du sélénum à travers ses filiales, [Asarco](#), aux États-Unis, à Amarillo, au Texas et [Southern Copper](#), à Ilo, au Pérou et La Caridad au Mexique.
- [Aurubis](#) (Allemagne), possède une capacité de production de 250 t/an, à partir de concentrés de cuivre importés, dans ses raffineries de Hambourg, en Allemagne, Olen, en Belgique et Pirdop, en Bulgarie. L'obtention de sélénum à 99,999 % de pureté est effectuée par sa filiale [Retorte](#), à Röthenbach et Kirchheim en Allemagne ainsi qu'à Joinville au Brésil.

- Umicore, dans sa raffinerie de Hoboken, en Belgique, possède une capacité de production de 600 t/an, avec une production de 100 à 200 t/an.
- Uralelectromed, filiale de Ural Mining and Metallurgical (UMMC) possède, en Russie, à Verkhnyaya, dans la région de Sverdlovsk, une capacité de production de 40 t/an.
- KGHM, en Pologne, exploite 3 mines souterraines de cuivre, à Lubin, Polkowice-Sieroszowice et Rudna, avec la production de concentrés de cuivre renfermant de 18 à 22 % de cuivre, 12 % de soufre, 1 900 g d'arsenic/t, 700 g d'argent/t, 45 g de sélénium/t. Les concentrés sont traités dans les fonderies et raffineries de Legnica et Glogów et les boues d'anodisation sont traitées à Glogów, avec, en 2016, une production de 81,7 t de sélénium de qualité technique à 99,94 %.
- Boliden, possède une capacité de production de 100 t/an de sélénium à 99,5 % dans ses raffineries de Rönnskär, en Suède et Harjavalta, en Finlande.

Recyclage

Il concerne, pour l'instant, le sélénium présent sur les tambours des anciennes photocopieuses qui sont récupérées en fin de vie. Cela représente de 100 à 200 t/an. Dans cette application, le sélénium, déposé en couche mince de 50 à 60 µm, était employé pour ses propriétés photoconductrices. Il est isolant en absence de lumière et conducteur lorsqu'il est éclairé. Depuis les années 1990, le sélénium est remplacé par des photoconducteurs organiques.

Situation française

En 2024.

Les exportations de sélénium étaient de 11 t avec comme principaux marchés à :

- 43 % la Belgique,
- 35 % l'Allemagne,
- 20 % le Maroc.

Les importations de sélénium s'élevaient à 29 t en provenance principalement à :

- 41 % d'Italie,
- 30 % de Belgique,
- 13 % de Corée du Sud,
- 9% de Chine.

Utilisations

Consommations annuelles : environ 3 500 t, en 2017, la Chine représentant de 40 à 50 % de la consommation mondiale.

Secteurs d'utilisation du sélénium

Secteurs d'utilisation : en 2024, dans le monde.

Métallurgies	40 %	Chimie, pigments	5 %
Industries verrières	20 %	Électronique	10 %
Agriculture	20 %	Autres	5 %

Source : USGS

- **Métallurgie** : en Chine, 75 % de la consommation est destiné à la production de manganèse par voie électrolytique où il remplace le dioxyde de soufre. Dans cette application, la consommation est de 1,2 à 2 kg de SeO_2 /t de manganèse.

Par ailleurs, il entre comme ajout dans le cuivre et les aciers pour faciliter leur usinage.

- **Soudage** : employé, avec le bismuth, comme alliage de brasage, en remplacement des soudures au plomb.
- **Industries verrières** : le sélénium est employé comme décolorant dans le verre d'emballage en faisant disparaître la couleur verte apportée par les traces d'oxyde de fer présentes dans la silice. Dans un premier temps, de l'oxyde d'arsenic oxyde Fe(II) en Fe(III) puis le sélénium ou des sélénites de baryum ou de sodium sont ajoutés à des teneurs de 10 à 30 g de Se/t de verre. Seul 20 % du sélénium reste présent dans le verre car la plus grande partie est volatilisée.
Dans les vitrages pour la construction et l'automobile, il réduit la transmission de la chaleur solaire.
- **Pigment** : il est employé dans des matières plastiques, des céramiques et des verres, sous forme de sulfoséléniure de cadmium, pour donner une couleur variant du jaune au rouge. En particulier il colore en rouge vif les feux de signalisation. Cette application est en décroissance du fait de la toxicité du cadmium.
- **Chimie** : il est employé comme catalyseur.
- **Électronique** : il est employé dans des redresseurs de courant, des cellules photoélectriques, en détection infrarouge pour des longueurs d'onde comprises entre 1,5 et 5,2 μm .
- **Photovoltaïque** : employé pour élaborer des couches minces d'environ 2 μm d'épaisseur de disélénium de cuivre et d'indium (CIS) ou de disélénure de cuivre, indium, gallium (CIGS) pour panneaux solaires.
- **Hygiène** : employé dans les shampoings antipelliculaires, sous forme de sulfure de sélénium, SeS ou SeS_2 , à des teneurs de 0,5 à 1 %.
- **Complément alimentaire** : les apports recommandés dans l'alimentation humaine sont de 20 à 70 $\mu\text{g}/\text{jour}$. Il est, en général apporté par l'alimentation. Par exemple le thon, les moules, le foie renferment de 40 à 100 μg de Se/100 g de produit, la dinde, le cabillaud, le saumon, de 20 à 40 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, le pain, le fromage, de 3 à 10 $\mu\text{g}/100\text{ g}$.
Il est recommandé de ne pas dépasser 400 $\mu\text{g}/\text{j}$, le sélénium étant toxique à haute dose en donnant la sélénose, se traduisant par la perte des cheveux, des dommages neurologiques, puis une cirrhose du foie, un œdème pulmonaire et la mort.
- **Agriculture et élevage** : il peut être ajouté dans les engrains dans des pays dont les sols sont déficients en sélénium. Il peut être ajouté à l'alimentation animale à des teneurs de 400 à 800 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d'aliment.