

Le tellure

www.mineralinfo.org



© www.lenntech.com

Décembre 2011

Métal rare, d'un coût élevé, utilisé de façon très spécifique, dans certains alliages, en chimie et en électronique.

> Propriétés

Le tellure (Te) est le 52^e élément du tableau de Mendeleïev. C'est un métal peu dense, cassant, de faible dureté, photoconducteur, avec d'intéressantes propriétés, sous forme d'alliages et de composés chimiques, dans plusieurs domaines industriels :

- **Métallurgie** : amélioration de l'usinabilité et de la résistance de l'acier et d'autres métaux ;
- **Chimie** : confection de catalyseurs, d'explosifs, de fongicides, de colorants...
- **Electronique** : éléments de cellules photovoltaïques, semi-conducteurs.

Dans le domaine médical, des composés au tellure servent de contrastant aux RX, de traceurs biologiques...

> Usages

Le tellure est utilisé surtout en métallurgie, qui représente 60% de la consommation de ce métal, dont 50% pour les aciers :

- il améliore l'usinabilité d'aciers destinés à la construction mécanique et automobile (50 à 200 g/t),
- ajouté au plomb ou à l'étain, il augmente la résistance à la vibration, à la fatigue et à la corrosion par les acides,
- ajouté au cuivre et à différents alliages (Ni-Fe et Co-Fe) le tellure améliore leur usinabilité ainsi que leur résistance mécanique et leur tenue à la corrosion, sans modifier la conductivité.

Dans l'industrie chimique (25% de la consommation de Te), le tellure est un accélérateur de vulcanisation pour la fabrication du caoutchouc synthétique. Il sert également, sous forme de catalyseur, pour l'oxydation de composés organiques, dans la production de fibres synthétiques, ainsi que pour les réactions d'hydrogénation, d'halogénéation et de chloruration.

Le tellure est utilisé pour la fabrication de pigments, d'explosifs (tellurite de sodium, comme gélifiant), de fongicides et pesticides (tellures d'antimoine, de bismuth, de cobalt, de cuivre..).

N° atomique	Masse atomique
52	127.6
Te	
Tellure	
Pt de fusion	Pt d'ébullition
449.5°C	988°C
Densité	Clarke
6.24	1 ppb

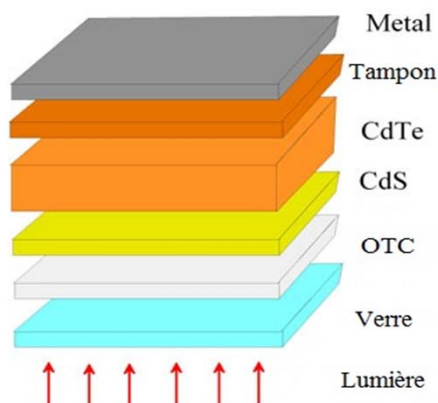


© www.5Nplus.com

> Usages (suite)

En électronique, le tellure a des applications très spécifiques, qui représentent près de 10% de sa consommation :

- Cellules photovoltaïques CdTe (tellure de cadmium), de plus en plus utilisées ..



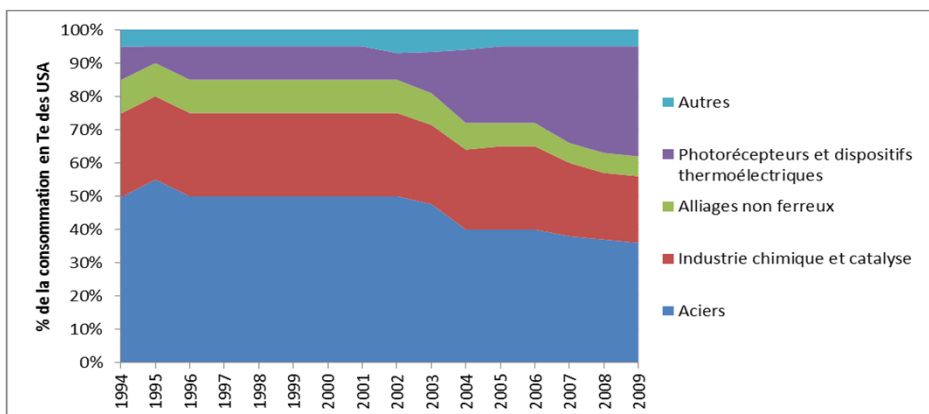
Coupe de cellule photovoltaïque CdTe
(adapté d'après SSE¹)

- Imagerie thermique, sous forme de CdHgTe, pour détecteurs infrarouges, circuits intégrés, diodes laser, instrumentation médicale, missiles, optoélectronique...
- Refroidisseurs thermoélectriques;
- Détecteurs à semi-conducteur CdZnTe, plus puissants que les détecteurs à Si et Ge (pour matériel médical, recherche en laboratoire, sécurité nationale...).

Substitution : le tellure est substituable dans la plupart de ses utilisations, notamment pour les aciers (par Bi, Ca, Pb, P, Se, S), ainsi que pour les cellules photovoltaïques et les photorécepteurs, mais avec des performances qui ne sont pas exactement équivalentes.

> Consommation mondiale

Très peu de données statistiques sont disponibles, aussi bien concernant la production que la consommation de tellure. Les chiffres sont en effet rarement publiés par les sociétés productrices. La consommation annuelle mondiale est estimée à environ 220 t, avec une tendance à une baisse en métallurgie, dans l'industrie chimique et les catalyseurs (substitués à moindre coût), et une part croissante dans l'électronique, tirée par la filière photovoltaïque, comme le montre le graphe suivant de répartition par usages aux USA, de 1994 à 2010 (USGS, 2010).



En Europe, la capacité de production photovoltaïque devrait tripler entre 2009 et 2014 et la part des couches minces à CdTe devrait atteindre 25 % de la puissance photovoltaïque (source EPIA²), d'où une consommation accrue de tellure dans cette filière.

Recyclage : les usages du tellure en métallurgie et en chimie sont dispersifs et il n'existe pas de filière de recyclage spécialisée, bien que des critères environnementaux pourraient le justifier.

En revanche, le tellure des cellules photovoltaïques CdTe devrait être récupérable lorsque les premières installations arriveront en fin de vie, d'ici vingt à trente ans. A cet effet, des usines pilotes de recyclage de panneaux photovoltaïques ont été construites récemment aux États-Unis et en Europe.

Risques sanitaires et réglementation : Le tellure et ses dérivés sont moyennement toxiques. Le tellure peut être nocif pour le foie et le système nerveux central, mais il n'est pas considéré comme cancérigène. Inhalé, il provoque une somnolence, des maux de tête et des nausées, ainsi qu'une sécheresse de la bouche et un goût métallique.

La valeur d'exposition admissible dans l'air est de 0,1 mg/m³ d'air.

1 : Solar Systems and Equipment, www.solar-sse.com

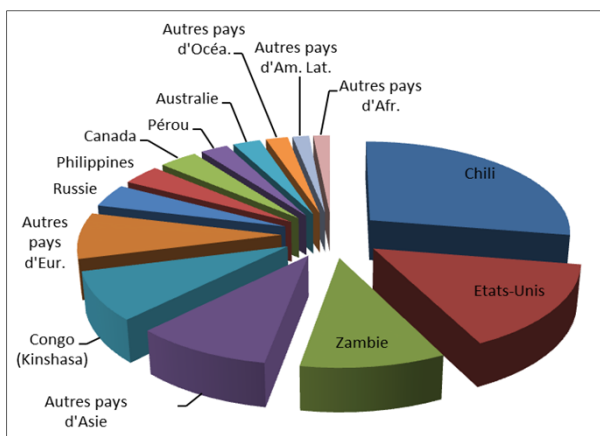
2 : European Photovoltaic Industry Association, www.epia.org

> Ressources et production

Il n'existe pas de gisements spécifiques de tellure (à l'exception de Dashuigou et Shimian en Chine, en cours d'étude d'après le Sichuan Apollo Star) mais Te est présent dans plusieurs types de corps minéralisés, associé au cuivre, au plomb ou à l'or (porphyres cuprifères, amas sulfurés, gisements hydrothermaux, amas pyriteux), dans des gisements de type copperbelt en Afrique, et Kupferschiefer en Pologne...

Le tellure est un sous-produit extrait, à plus de 90%, des résidus de l'électro-raffinage du cuivre (boues anodiques). Le reste de la production provient de l'écumage dans les raffineries de plomb ainsi que des poussières et gaz générés lors de la fonte des minerais de bismuth, cuivre et plomb. Environ 65 g de tellure est en principe récupérable par tonne de cuivre traitée, mais seule la moitié est effectivement récupérée.

Les réserves mondiales de tellure sont estimées par l'USGS à 22 000 t, et les ressources à 48 200 t, réparties pour plus de 50% entre 3 pays.



Répartition des réserves mondiales de tellure

Cependant, réserves et ressources sont dépendantes de la production et des ressources en cuivre, or et plomb, ce qui ne devrait pas poser de problème d'approvisionnement, compte tenu du niveau de production actuel de ces métaux.

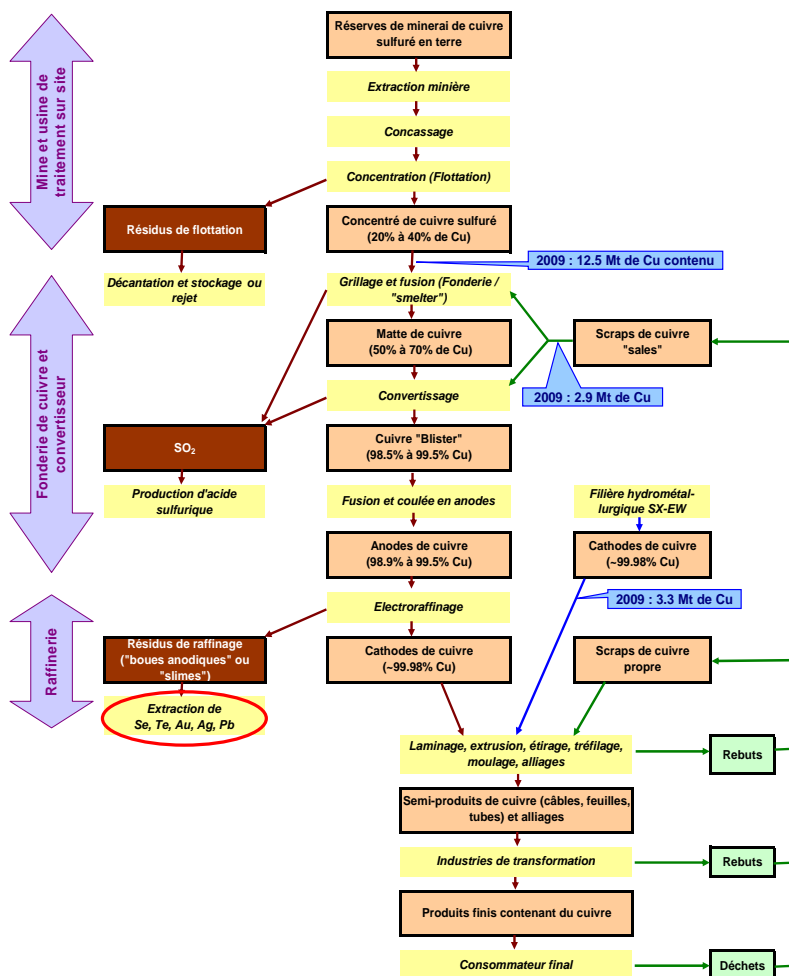
Les ressources potentielles de tellure en France sont très mal connues. La plupart des gisements susceptibles d'en contenir ont été exploités et sont fermés et le tellure n'y a pas été dosé : amas sulfuré à cuivre de Chessy (69), pyriteux à or de Rouez (72), gisements d'or et d'arsenic de Salsigne (11), et d'or-antimoine de La Lucette (53), filons à métaux de base de Saint-Salvy (81). Ces ressources potentielles restent dans tous les cas marginales, quelques tonnes tout au plus.

> Traitement des sous-produits de minerais et métallurgie

Les boues anodiques issues de l'électro-raffinage du cuivre contiennent Te, Se, Au, Ag, Pb, As...

Un grillage alcalin oxydant permet d'extraire le tellure, puis une opération de purification (dissolution dans HCl suivi de réduction par SO₂) permet d'obtenir le tellure commercialisable à une pureté de 99,5 %.

Schéma du processus de production du cuivre par pyrométallurgie



Position de la production des boues anodiques à tellure et autres éléments dans le processus de production de cuivre par pyrométallurgie

> Acteurs industriels

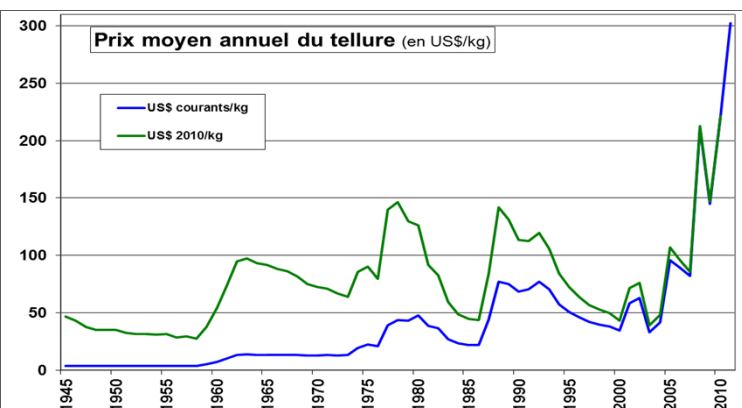
Les producteurs de tellure sont les sociétés de raffinage du cuivre ou de retraitement des boues anodiques issues de l'électroraffinage, ainsi que celles qui recyclent les déchets polymétalliques.

L'évolution de la production de Te est conditionnée par les choix de procédés de récupération du cuivre (pyrométallurgie et électroraffinage ou SX-EW).

Le marché du tellure reste assez opaque, les données sur sa production étant très partielles, et très variables: 175 t/ an pour l' USGS (2010), 800 t/an pour l'US Department of Energy (2010).

La France ne produit pas de tellure, mais des sociétés fournissent du Te importé (Azélys Electronics) ou développent son usage en électronique, comme Sofradir, fabricant des détecteurs infra-rouges CdHgTe (MCT) pour l'aérospatiale, le militaire..

Des fabricants de panneaux solaires photovoltaïques à CdTe comme First Solar et Wirsol Solar se sont implantés en France, cette dernière entreprise ayant ouvert une usine près de Lyon en 2010.



> Prix

Il n'existe pas de cotation publique du prix du tellure.

Metal-Pages publie deux fois par semaine une fourchette de prix (mini-maxi) du tellure en US\$/lb, tels que négociés entre vendeurs et acheteurs à la teneur commerciale de 99,99 % livré en UE (Rotterdam).

Le prix de Te a atteint 430 US\$/kg en mai 2011 (record historique) puis a fléchi à 400 US\$/kg en juin.

> Criticité

Les réserves et ressources en tellure sont suffisantes pour l'approvisionnement du marché mondial, le principal point critique étant son faible taux de récupération (environ 50% dans les boues anodiques). La hausse récente du prix favorise la recherche pour améliorer la récupération par cette filière, ainsi que pour la production du tellure à partir d'autres gisements (à Au, Pb, Zn), et pour le recyclage des cellules photovoltaïques CdTe. Les risques pesant sur les approvisionnements en tellure sont ainsi considérés comme étant de niveau « moyens ».

La criticité stratégique du tellure est modérée pour l'industrie française, dans la mesure où il n'est utilisé que dans des applications de niche qui en demandent un faible volume annuel, et en l'absence de sociétés clairement engagées dans le photovoltaïque CdTe. Cependant, cette évaluation est difficile à établir car il n'existe pas de données fiables sur les productions et les consommations, tant au niveau national que mondial.

Aussi la mise en place d'une veille économique sur l'ensemble de la filière serait utile, de même qu'une évaluation du potentiel minier de la France (gisements à Au, Cu et U et haldes des anciennes exploitations).

