

# Indium 2023

## Matières premières

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

Il n'y a pas de gisements propre d'indium, celui-ci étant principalement co-produit par la métallurgie du [zinc](#). En effet, il est présent, en solution solide, dans le principal mineral de zinc, la sphalérite, sulfure de zinc, ZnS, appelée également blende. La teneur en indium d'un gisement de zinc peut atteindre 100 ppm. Lors du traitement des minerais de zinc, il accompagnera celui-ci pendant la concentration du minerai et le grillage des concentrés obtenus jusqu'aux opérations, appelées raffinage, de purification. Celles-ci ont principalement lieu par hydrométallurgie. Voir le chapitre consacré au [zinc](#).

De l'indium est également récupéré lors des métallurgies du [cuivre](#) et de l'[étain](#), mais cela représente moins de 5 % de la production primaire d'indium.

## Extraction métallurgique des concentrés miniers de zinc

Divers procédés hydrométallurgiques, pyrométallurgiques ou combinant les deux sont employés. Lors du traitement hydrométallurgique, après grillage, des concentrés de [zinc](#), l'indium, sous forme d'oxyde, avec le [plomb](#) et les métaux précieux, se retrouve dans le résidu d'une première lixiviation à l'[acide sulfurique](#), appelée lixiviation neutre.

Ce résidu peut être traité par hydrométallurgie à l'aide d'une lixiviation à l'acide sulfurique concentré et chaud afin de dissoudre l'indium. Il peut être également traité par pyrométallurgie, selon le procédé Waelz, dans un four tournant, en présence de [coke](#). L'indium est dans ce cas récupéré dans les fumées et mis en solution.

Quel que soit le procédé, une série de purifications, par cémentation, extraction par résines échangeuses d'ions ou solvants organiques, électrolyses extractives, est mise en œuvre pour obtenir, par électrolyse, de l'indium impur à la cathode.

Une purification finale est réalisée par électrolyse à anode soluble. L'indium impur est placé à l'anode et se dépose à la cathode, en éliminant les impuretés qui forment des boues d'électrolyse.

Lors du traitement pyrométallurgique de concentrés de [plomb](#) et de zinc, l'indium est récupéré lors des opérations de purification du plomb, voir le chapitre [plomb](#).

Seulement une partie des raffineries de zinc récupère l'indium contenu dans les concentrés miniers. La part récupérée est estimée à 35 %.

## Productions

### Production métallurgique d'indium

*En 2023, en tonnes de In contenu, sur un total mondial de 990 t.*

Chine	650	Belgique	18
Corée du Sud	200	France	12
Japon	64	Russie	5
Canada	37	Ouzbékistan	1

Source : USGS

La production métallurgique comprend une production primaire, à partir de concentrés miniers, mais aussi secondaire, à partir du recyclage.

Les principaux pays producteurs d'indium sont les principaux pays producteurs de [zinc](#) raffiné, l'indium pouvant provenir de concentrés miniers importés, ce qui est le cas de la France, ou du recyclage, ce qui est le cas de la Belgique.

**Réserves minières** : estimées, en 2013, dans le monde, à 15 000 t, d'après celles de zinc.



en tonnes		
Chine	10 400	Canada 180
Pérou	480	Russie 80
États-Unis	200	

Source : NREL

**Principaux producteurs :**

- En Chine, le principal producteur est Zhuzhou Smelting Group, à Zhuzhou dans la province du Hunan, avec 50 t/an.
- Le principal producteur coréen est [Korea Zinc](#), à Onsan, avec une capacité de production de 260 t/an. Young Poong possède, à Sukpo, une capacité de production de 30 t/an.
- La production japonaise provient, en grande partie, du recyclage. Le groupe [Dowa](#) possède, à Akita, une capacité de production de 70 t/an d'indium primaire et de 150 t/an d'indium recyclé. Les autres principaux producteurs sont [Mitsui Mining and Smelter Co. Ltd.](#) à Takehara, [Sumitomo Metal Mining Co. Ltd.](#) à Harima, [Asahi Pretec Corp.](#) avec une capacité de 200 t/an d'indium recyclé, à Fukuota.
- La production canadienne provient de la raffinerie de Trail, en Colombie Britannique exploitée par [Teck](#), avec une capacité de production de 75 t/an.
- La production française provient de la raffinerie de zinc d'Auby (59), exploitée par [Nyrstar](#), avec une capacité de production de 48 t/an. En juillet 2019, Nyrstar est devenue filiale du groupe de négoce [Trafigura](#).
- La production belge provient de l'usine d'Hoboken d'[Umicore](#) avec une capacité de recyclage de 50 t/an.
- La production péruvienne provient de la raffinerie de Cajamarquilla, exploitée par le groupe brésilien [Nexa](#), avec une capacité de production de 50 t/an et de la raffinerie de La Oroya avec une capacité de production de 5 t/an.
- La société russe [Chelyabinsk Zinc Plant](#), possède une capacité de production de 15 t/an à Chelyabinsk.  
La société [Ural Mining and Metallurgical](#) possède une raffinerie à Vladikavkaz, en Ossétie du Nord, avec une capacité de 5 t/an.

## Recyclage

Le recyclage concerne principalement l'indium utilisé pour la production d'écrans plats. Lors du dépôt en couches minces d'ITO, seulement une partie, soit environ 30 %, de l'indium utilisé se retrouve sur le substrat. Le reste, 70 %, est récupéré à l'intérieur de la chambre de pulvérisation et est recyclé.

Le recyclage a porté, en 2017, sur 1002 t, sur un total de production de 1 722 t, soit un taux de recyclage de 58 %. Il se pratique principalement au Japon.

## Situation française

En 2023.

A Auby (59), dans sa raffinerie de zinc, [Nyrstar](#) récupère, depuis 2007, de l'indium dans des concentrés renfermant 25 % d'indium, qui, depuis 2012, sont traités sur place pour donner de l'indium à 99,998 % de pureté. Par ailleurs la production de zinc de la raffinerie d'Auby a été de 155 200 t. En novembre 2015, un incendie dans l'atelier de cémentation de l'indium a entraîné l'arrêt de la production qui a repris début 2017. La capacité de production est de 48 t/an.

La France avait été, jusqu'en 2002, avec 65 t/an, le deuxième pays producteur d'indium, juste après la Chine. La production provenait de la raffinerie de plomb-zinc de Metaleurop à Noyelles-Godault qui a fermé en novembre 2002. Cette fermeture s'était traduite par une brusque montée du cours de l'indium. Cette raffinerie traitait des minerais de plomb-zinc selon un procédé pyrométallurgique.

**Production** : en 2015, la production avait été de 41 t.

## Commerce extérieur :

- Exportations : 7,5 t à 81 % vers la Belgique, 8 % l'Allemagne, 4 % l'Italie.
- Importations : 1,6 t à 38 % du Luxembourg, 31 % du Royaume Uni, 12 % de Chine, 8 % d'Allemagne.

## Utilisations

**Consommations**, en 2017. Monde : 1 682 t, dont, en 2023, 300 t aux États-Unis.

**Secteurs d'utilisation** : en 2013, dans le monde.

Films minces d'ITO 89 % Composés chimiques 4 %

Soudage et alliages 4 % Semi-conducteurs 2 %

Source : *SMG Indium Resources*

- Électrode transparente pour écrans LCD en oxyde d'indium et d'étain (ITO) qui contient 78 % d'indium sous forme d'oxyde d'indium ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ), à 90 % avec 10 % d'oxyde d'étain  $\text{SnO}_2$ . L'ITO présente l'avantage d'être un bon conducteur, transparent sous faible épaisseur. Il est déposé sur du [verre](#), en phase vapeur, sous vide, par ablation laser, avec une épaisseur d'environ 150 nm. La capacité de production d'ITO est, en 2015, hors Chine, de 1 980 t/an, principalement au Japon, en Corée du Sud et aux États-Unis. En 2013, la production chinoise est encore faible, avec 70 t.  
La masse d'indium par appareil est, en moyenne, de 39 mg pour un ordinateur portable, 79 mg pour un écran d'ordinateur de bureau, 254 mg pour un écran LCD de téléviseur, ce qui a représenté, en Allemagne, en 2010, plus de 2,5 t d'indium.
- Alliages à faible point de fusion : l'alliage à 24 % d'indium et 76 % de gallium est liquide à la température ambiante.
- Semi-conducteur : sous forme de nitrure d'indium-gallium,  $\text{InGaN}$ , utilisé pour apporter la couleur bleue des lampes électroluminescentes (LED). La longueur d'onde d'émission varie avec la composition, elle est de 450 nm pour un rapport In/Ga de 40/60. Un lampe LED contient, en moyenne, 29  $\mu\text{g}$  d'indium.
- Cellules solaires : l'indium entre dans la composition des cellules de sélénure de cuivre, indium et germanium (CIGS) qui comptent, en 2015, pour 2 % de la production mondiale de cellules solaires. En 2015, la consommation en indium de ce secteur a été de 40 t.