

# CADMIUM 2024

## Matières premières

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 0,15 ppm.

Il n'existe pas de minerai de cadmium en quantités exploitables.

Le cadmium est principalement associé au [zinc](#) dans les minerais de zinc, avec une teneur en Cd comprise entre 0,01 et 0,05 % et de 0,2 à 0,3 % dans les concentrés de minerai. Il est donc co-produit de la métallurgie du zinc qui donne de 1,8 à 6 kg de cadmium par tonne de zinc élaboré et en moyenne 3 kg/t de Zn. Sa production est en conséquence proportionnelle à celle du zinc.

Le cadmium est également présent dans des minerais de [plomb](#) et de [cuivre](#), ainsi que dans des [phosphates naturels](#) (34 ppm pour les phosphates jordaniens, 380 ppm pour les phosphates tunisiens). Dans ce dernier cas, divers procédés de décadmiage peuvent être mis en œuvre.

## Métallurgie

La métallurgie du cadmium est une activité industrielle connexe à celle du zinc. Dans tous les cas, une partie du cadmium est récupérée par filtration du gaz provenant du grillage des concentrés miniers (voir le chapitre consacré au [zinc](#)).

Lors de la pyrométallurgie du zinc : le cadmium restant est récupéré lors du raffinage du zinc. L'éponge de cadmium obtenue est raffinée thermiquement par fusion, à 450°C, en présence de [soude](#) pour éliminer Zn et Pb sous forme de zincate et plombate puis par distillation à 770°C.

Lors de l'hydrométallurgie du zinc, le cadmium restant est en solution (0,2 à 0,3 g de  $\text{Cd}^{2+}$ /L) dans le bain destiné à l'électrolyse du zinc. Avant celle-ci, il est récupéré, avec le cuivre présent, par cémentation à l'aide de zinc. On obtient des « boues bleues » contenant environ 6 % de cadmium et 15 % de cuivre qui sont ensuite attaquées à l'aide d'[acide sulfurique](#). Le cadmium passe en solution alors que le cuivre reste inattaqué. Les ions  $\text{Cd}^{2+}$  sont à nouveau réduits en métal par cémentation par le zinc. Le raffinage a lieu soit par briquetage du cément de cadmium-zinc et distillation (les températures d'ébullition, à la pression atmosphérique, sont de 767°C pour Cd et 907°C pour Zn), soit par lixiviation à l'acide sulfurique et électrolyse avec anode en [plomb](#) et cathode en [aluminium](#).

## Recyclage

En 2019, le taux de recyclage, est estimé, à l'échelle mondiale, à 23 %, principalement à partir des accumulateurs [Ni-Cd](#), qui sont pratiquement à 100 % recyclables. Le cadmium est facilement récupéré, essentiellement par pyrométallurgie, du fait de sa température peu élevée d'ébullition, 767°C sous une atmosphère. Des procédés hydrométallurgiques de recyclage sont aussi utilisés.

Dans l'Union européenne :

- La société française [SNAM](#) (Société Nouvelle d'Affinage de Métaux), détenue à 57,9 % par le groupe belge [Floridienne](#), a produit, à Viviez (12) et Saint Quentin Fallavier (38), en 2013, 360 t de cadmium recyclé, représentant 50 % du marché de l'Union européenne.
- La société Eurodieuze Industries, filiale de [Veolia](#), située à Dieuze (57) met en œuvre un procédé hydrométallurgique.

- [Saft](#), filiale de TotalEnergies, recycle ses batteries Ni-Cd dans son usine d'Oskarshamn, en Suède.
- La société [Accurec](#), recycle par pyrométallurgie les métaux des batteries Ni-Cd, dans son usine de Mülheim, en Allemagne.

Aux États Unis :

La société [Cirba Solutions](#) recycle par pyrométallurgie des batteries Ni-Cd, à Lancaster dans l'Ohio.

## Productions

En 2024. Monde : 24 000 t, Union européenne, en 2016 : 1 770 t.

### Production de cadmium

*En 2024, en tonnes de Cd contenu, sur un total mondial de 24 000 t. Source : USGS*

en tonnes de Cd raffiné			
Chine	9 300	Kazakhstan	1 000
Corée du Sud	4 500	Australie	900
Japon	1 700	Russie	800
Canada	1 700	Pérou	620
Mexique	1 200	Pays Bas	400

*Source : USGS*

En 2024, la production primaire des États-Unis est de 300 t. Elle est réalisée pour la production primaire par [Nyrstar](#) avec son usine de Clarksville dans le Tennessee et pour la production secondaire par [Cirba Solutions](#), à Lancaster dans l'Ohio.

### Commerce international : en 2021.

Principaux pays exportateurs, sur un total de 15 088 t :

en tonnes			
Corée du Sud	4 611	France	769
Japon	1 672	Pérou	591
Canada	1 251	Hong Kong	583
Kazakhstan	963	Émirats Arabes Unis	527
Belgique	801	Russie	508

*Source : ITC*

Les exportations de la Corée du Sud sont destinées à 52 % à la Chine, 46 % à l'Inde.

Principaux pays importateurs sur un total de 17 073 t :

en tonnes			
Inde	8 609	Hong Kong	387
Chine	4 355	Russie	168
Belgique	1 350	Brésil	164
Suède	1 006	États-Unis	155
Pays Bas	518	France	129

*Source : ITC*

Les importations de l'Inde proviennent à 20 % de Corée du Sud, 20 % du Japon, 10 % de Russie, 8 % de Chine.

**Producteurs** : les principaux producteurs sont les producteurs de zinc ainsi que les sociétés recyclant les batteries Ni-Cd.

En Corée du Sud, les principaux producteurs sont :

- [Korea Zinc](#), à Onsan, avec une capacité de production de 3 000 t/an.
- [Young Poong](#), à Sukpo, avec une capacité de production de 1 750 t/an.

Au Japon, les principaux producteurs sont :

- [Mitsui Metal Mining Company](#), à Hachinohe et Kamioka.
- [Dowa Metals and Mining](#), à Akita.
- [Sumitomo Metal and Mining](#), à Harima.
- [Toho Zinc](#), à Annaka.

Au Canada, la production est assurée par [Teck](#), à Trail, en Colombie Britannique, avec une capacité de production de 1 400 t/an.

Au Mexique, les principaux producteurs sont :

- [Industrias Peñoles](#), à Torreón, avec une production de 600 t, en 2019.
- [Grupo México](#), à San Luis de Potosí, avec une production de 526 t, en 2021.

Au Kazakhstan, la production est assurée principalement par [Kazzinc](#), détenu à 69,7 % par [Glencore](#), à Ust-Kamenogorsk.

En Russie, la production est principalement assurée par [Chelyabinsk Zinc Plant OJSC](#) et [Ural Mining and Metallurgical Company](#).

Au Pérou, la production est principalement assurée par [Nexa](#), à Cajamarquilla.

Aux États-Unis, la production primaire est assurée par [Nyrstar](#) avec son usine de Clarksville dans le Tennessee.

Aux Pays Bas, la production est réalisée par [Nyrstar](#), à Budel.

En Pologne, la production est assurée par [Huta Cynku](#), dans la raffinerie de Miasteczko Slaskie.

En Inde, la production est principalement réalisée par [Hindustan Zinc](#), filiale de [Vedanta](#), à Chanderiya et Debari, avec une capacité de production de 718 t/an.

**Réserves** : dans le monde, en 2013 : 500 000 t.

en tonnes			
Chine	92 000	Inde	35 000
Australie	61 000, en 2011	États-Unis	32 000
Pérou	55 000	Kazakhstan	30 000
Mexique	47 000	Canada	23 000
Russie	44 000	Pologne	16 000

Source : USGS

Les réserves de cadmium sont estimées à partir de celles de zinc sur la base d'un rapport de 1 pour 200 à 400.

## Situation française

En 2024.

**Production** : la France n'a plus de production minière de cadmium depuis la fermeture, en décembre 1993, du gisement de zinc-germanium-argent de Saint-Salvy (81). La production provient principalement du recyclage de batteries Ni-Cd.

**Commerce extérieur** :

## Exportations :

- Métal brut : 569 t vers la Suède à 55 %, l'Inde à 43 %.
- Oxyde de cadmium : 3,7 t vers l'Allemagne à 25 %, les États-Unis à 16 %, le Royaume Uni à 16 %, l'Italie à 15 %, l'Espagne à 10 %.

## Importations :

- Métal brut : 506 t de Chine à 90 %, de Suède à 7 %.
- Oxyde de cadmium : 15,4 t de Chine à 73 %, de Belgique à 26 %.

## Utilisations

**Consommations** : en 2019, en t. Monde : 25 000 t.

La consommation importante de la Belgique est liée à la présence de l'usine [Flaurea Chemicals](#), située à Ath, dans le Hainaut, reprise, en 2014, par le groupe [Aurea](#). Cette usine, importe du cadmium dont celui recyclé par la société SNAM, pour le transformer en différents sels ou poudres qui sont ensuite, en grande partie, exportés.

## Secteurs d'utilisation du cadmium

**Secteurs d'utilisation** : en 2019, dans le monde.

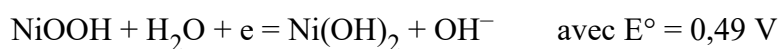
Batteries Ni-Cd	75 %	Pigments	3 %
Alliages	15 %	PVC	2 %
Cadmiage	4 %	Autres	1 %

*Source : ICdA*

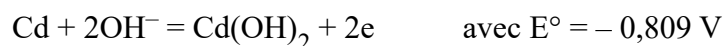
## Utilisations diverses :

- Accumulateurs (batteries rechargeables) Ni-Cd :  
La matière constituant l'anode est un mélange pulvérulent d'hydroxyde de nickel et de [graphite](#). La matière active de la cathode est constituée d'hydroxyde de cadmium mélangé à d'autres substances. Ces matières actives sont déposées sur divers substrats métalliques. L'électrolyte est une solution aqueuse de [KOH](#) à 6 à 8 moles/L. Les réactions suivantes se produisent :

A l'électrode positive :



A l'électrode négative :



Les batteries Ni-Cd portables (grand public) sont interdites dans l'Union européenne depuis la promulgation de la directive 2006/66/CE, avec quelques exemptions régulièrement réévaluées par la Commission européenne. Elles ne sont plus fabriquées dans l'Union européenne et sont exclusivement importées d'Asie. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, dans l'Union européenne, toute utilisation de batteries Ni-Cd dans les outils sans fil est interdite.

Cependant, les batteries Ni-Cd industrielles restent la solution préférée dans les applications de secours pour lesquelles leurs caractéristiques de fiabilité et de robustesse mécanique (résistance aux chocs), thermique (large plage de température d'utilisation) et électrique (forte résistance aux abus électriques : en cas de surcharge ou décharge profonde) sont indispensables. C'est à ce titre qu'elles sont la solution de référence pour le secours électrique dans les matériels de transport publics

(aéronautique, ferroviaire), des équipements médicaux, certains matériels industriels sensibles ainsi que les matériels de réseau (ex : stations de base de réseaux télécom dans les zones mal desservies et à climat rigoureux), et ce malgré un prix bien supérieur à la technologie standard plomb/acide. Enfin, les caractéristiques électrochimiques de ces batteries leur permettent de faire l'objet d'une maintenance préventive par un suivi de leur vieillissement, elles échappent ainsi au phénomène de mort subite, inacceptable dans des applications de secours.

Ces batteries font l'objet d'une obligation de collecte et de recyclage à la charge des producteurs au titre de la directive 2006/66/CE. Ainsi, une fraction importante des matériaux utilisés dans la fabrication de nouvelles batteries est issue de batteries Ni-Cd usagées collectées et recyclées.

- Alliages à bas point de fusion, pour brasures de conducteurs électriques ([Ag](#) : 50 %, Cd : 18 %, [Zn](#) : 16 %, [Cu](#) : 15 %), pour fusibles ([Bi](#) : 50 %, [Pb](#) : 27 %, [Sn](#) : 13 %, Cd : 10 %, fond à 70°C).
- Cadmiage : le cadmium est inaltérable à l'air et a un bon comportement en milieu marin. Le cadmiage est effectué par électrolyse. Utilisé, en particulier, pour protéger les rivets d'assemblage en aéronautique.
- Les pigments à base de sulfure de cadmium, jaune avec CdS, rouge avec Cd(S,Se) ou orange par mélange des précédents ont été utilisés à grande échelle dans les [matières plastiques](#) (gilets de sauvetage, casques de chantiers), [verres](#), céramiques. Le jaune des tournesols de Van Gogh est donné par le sulfure de cadmium.

La Communauté européenne a adopté une directive qui n'interdit pas l'emploi des pigments de cadmium, mais restreint leur utilisation aux cas pour lesquels ils ne peuvent être remplacés, en particulier dans des polymères.

Les pigments à base de sulfure de cadmium sont remplacés par des pigments à base de sulfure de [cérium](#).

- Les sels de cadmium, principalement sous forme de stéarates et laurates, ont été longtemps utilisés comme stabilisant du [PVC](#). Ils ne sont plus utilisés, dans l'Union européenne à 15, depuis 2001 et 2007 pour l'UE à 27. La teneur en cadmium dans le PVC destiné à la construction doit être inférieure à 0,1 %, sa présence étant due à l'emploi de PVC recyclé.
- Le cadmium a un fort pouvoir d'absorption des neutrons thermiques.
- Des cellules photovoltaïques sont en tellure de cadmium.

## Toxicité et pollution

**Toxicité**, d'après les fiches de l'[INERIS](#) : les principaux risques d'intoxication par le cadmium sont actuellement liés aux expositions prolongées et à de faibles doses.

Les intoxications par le cadmium résultent d'une absorption par voies respiratoires ou digestives. L'absorption dépend de la solubilité des sels, par inhalation elle varie de 10 % pour le sulfure à 90-100 % pour le chlorure ; par voie digestive l'absorption est de 5 %. L'absorption par voie digestive de plus de 0,9 g ou par voie respiratoire de poussières à des concentrations supérieures à 200 mg/m<sup>3</sup> peut entraîner des troubles graves. En France, la valeur limite d'exposition est fixée à 0,05 mg/m<sup>3</sup>, pour les fumées d'oxyde.

Transporté par l'hémoglobine, le cadmium se concentre préférentiellement, à 50-70 %, dans le foie et les reins, mais aussi dans le pancréas, la thyroïde, les testicules et les glandes salivaires. Dans les tissus, le cadmium se fixe sélectivement sur des protéines, les métallothionéines. La demi-vie du cadmium est de 20 à 30 ans dans le rein et de 30 jours dans le sang.

Dans le rein, la fixation du cadmium, entraîne des néphropathies irréversibles, une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie), caractéristiques des insuffisances

rénales.

Le cadmium se fixe également dans le squelette, par substitution du calcium de l'apatite, constituant minéral des os, donnant de l'ostéoporose avec des douleurs osseuses intenses observées lors de la maladie « d'itaï-itaï » survenue dans les années 50, au Japon, après consommation de riz contaminé. L'intoxication chronique par le cadmium se traduit également par des cancers pulmonaires et prostatiques.

**Sources de pollution** : d'après les données du [CITEPA](#), les émissions atmosphériques de cadmium ont été, en 2021, en France, de 2,6 tonnes, en diminution constante depuis 1990 où elles étaient de 21 t. L'origine des émissions est principalement dans la combustion de combustibles minéraux solides, de fioul lourd et de biomasse. La répartition est la suivante, en 2021 :

Industrie manufacturière et construction	44 %	Usage et activité des bâtiments	12 %
Transport	19 %	Agriculture	7 %
Industries de l'énergie	12 %	Déchets	6 %

Source : CITEPA

En France, en milieu urbain, la concentration atmosphérique en cadmium est comprise entre 1 et 10 ng/m<sup>3</sup>. Elle est comprise entre 0,1 et 0,5 ng/m<sup>3</sup> en milieu rural. Dans l'Union européenne, les émissions par les volcans sont de 15 t/an avec une concentration de 30 µm/m<sup>3</sup> près de l'Etna. La valeur limite proposée par l'OMS est de 5 ng/m<sup>3</sup>. En milieu professionnel, la VME est de 50 µg/m<sup>3</sup>. La consommation de tabac peut représenter jusqu'à 75 % de l'absorption alimentaire humaine quotidienne, 20 cigarettes apportant 2 µg.

En général, la concentration en cadmium des eaux douces est, en France, inférieure à 1 µg/L. La valeur limite pour les eaux de consommation est de 5 µg/L.

La principale origine du cadmium présent dans les organismes humains est l'alimentation et plus particulièrement, les poissons, crustacés, abats, légumes et céréales. Par exemple, les mollusques bivalves concentrent le cadmium d'un facteur 300 000. Le cadmium est présent dans les céréales et les légumes, son origine réside dans une présence naturelle dans les sols ainsi que dans les apports d'engrais phosphatés, l'apport de ces engrais étant de 2 à 6 g de Cd/ha/an. Le cadmium se concentre alors principalement dans les feuilles des plantes (salades, choux mais aussi tabac)... A noter que la tabagie est la source majoritaire d'absorption du cadmium chez les fumeurs.