

# PLOMB 2024

## Matières premières

La teneur moyenne en plomb de l'écorce terrestre est de 16 ppm.

Dans les minerais, le plomb est très souvent associé au [zinc](#) mais aussi à de nombreux autres éléments : [Fe](#), [Cu](#), [Cd](#), [Bi](#), [Sb](#), [Ge](#), [As](#), [Ag](#), [Au](#), ... qui sont en grande partie (sauf Fe) récupérés lors des opérations métallurgiques. Par exemple, en 2024, 29,4 % de la production mondiale d'argent provient de mines de plomb-zinc. En moyenne, pour 1 t de plomb, la production minière donne également 2 t de zinc et 3 kg d'argent.

Les revenus de la raffinerie de Trail, au Canada, du groupe Teck qui traite une partie du minerai de la mine de zinc-plomb de Red Dog, en Alaska, provenaient, en 2011, à 46 % de la production d'argent, 39 % de zinc, 12 % de plomb, 2,7 % d'[indium](#), 1,84 % de germanium, 0,18 % de cadmium.

Les minerais mixtes Pb-Zn représentent 70 % de la production minière de plomb, les minerais de plomb, 20 % et 10 % de la production de plomb provient d'une coproduction lors du traitement de minerais de cuivre, zinc ou d'autres métaux.

En 2023, environ 332 mines étaient exploitées dans le monde dont 127 en Chine.

La production minière mondiale ne représente, en 2023, que 34,3 % de la consommation totale, le recyclage du plomb étant particulièrement bien développé. La part de la production primaire était de 53 %, en 1999.

**Minerais** : le principal est la galène (PbS) très souvent associée à la blende et à la pyrite.

Les autres minerais exploités sont la cérusite (PbCO<sub>3</sub>) et l'anglésite (PbSO<sub>4</sub>) provenant de l'oxydation de PbS, présents dans les parties supérieures des gisements de galène.

La teneur des minerais tout venant est comprise entre 1 et 12 % de Pb.

**Minéralurgie** : elle est effectuée sur les lieux d'extraction, dans des laveries. La concentration a lieu par gravimétrie après broyage grossier ou par flottation après broyage plus fin. On obtient des concentrés de teneurs comprises entre 60 et 80 % de plomb, sous forme de PbS. Voir un exemple de flottation dans le chapitre [zinc](#).

## Productions minières

### Production minière de plomb

*En 2024, en milliers de t de plomb contenu, sur un total mondial de 4,555 millions de t. Sources : Ilzsg et USGS*

en milliers de t de Pb contenu

Chine	1 941	Russie	220
Australie	502	Mexique	198
États-Unis	302	Suède	70
Pérou	291	Turquie	70
Inde	223	Bolivie	60

*Sources : Ilzsg et USGS*

En 2024, la production minière mondiale est de 4,555 millions de t de plomb contenu.

La production de l'Union européenne, en 2018, est de 170 000 t, en Suède, Bulgarie, Espagne, Portugal, Irlande, Pologne, Grèce.

**En Australie** :

- [South32](#) exploite souterrainement la mine de Cannington, dans le nord-ouest du Queensland, avec une production, en 2024-25, dans les concentrés miniers, de 92 400 t de Pb, 44 500 t de zinc, 320 t d'argent et des réserves prouvées et probables de 10 millions de t de minerai contenant 5,30 % de Pb, 2,93 % de Zn et 177 g/t de Ag. 1,944 million de t de minerai ont été traitées avec une teneur de 5,6 % de Pb, 3,1 % de Zn, 191 g/t de Ag.
- [Glencore](#) exploite, en 2024, les mines de :
  - Mount Isa, au nord-ouest du Queensland, avec une production dans les concentrés miniers de 288 700 t de Zn, 92 200 t de Pb et 124,7 t de Ag et des réserves prouvées et probables d'un total de 59 millions de t contenant 6,72 % de Zn, 3,53 % de Pb et 66 g/t de Ag.
  - McArthur River, au nord-est du Territoire du Nord, avec une production dans les concentrés miniers de 259 700 t de zinc, 51 800 t de plomb et 54,7 t d'argent et des réserves prouvées et probables de 70 millions de t renfermant 9,01 % de Zn, 4,23 % de Pb et 43 g/t d'Ag.
- [MMG](#), détenu à 74 % par [China Minmetals Corporation](#), exploite, en 2024, les mines de :
  - Rosebery, en Tasmanie, avec une production dans les concentrés miniers de 56 313 t de Zn, 20 879 t de Pb, 1 288 t de Cu, 75,1 t de Ag et 1 t d'or et des réserves prouvées et probables, en 2024-25, de 8,9 millions de t renfermant 5,2 % de Zn, 1,8 % de Pb, 0,17 % de Cu, 80 g/t de Ag et 1,0 g/t d'or.
  - Dugald River, dans le Queensland, avec contenu dans des concentrés, 163 588 t de Zn, 20 781 t de Pb et 57,6 t de Ag. Les réserves prouvées et probables, en 2024-25, sont de 24 millions de t renfermant 10,7 % de Zn, 1,6 % de Pb, 28 g/t de Ag.

**Aux États-Unis**, en 2024, 9 mines sont en activité, 5 mines de plomb dans le Missouri et 4 mines où le plomb est co-produit, deux en Alaska (mines à ciel ouvert de Red Dog et souterraine de Greens Creek), deux dans l'Idaho (mines Lucky Friday et Galena). En 2000, 19 mines étaient exploitées, avec une production de 465 000 t de plomb contenu.

- [Doe Run](#), filiale du groupe [Renco](#), exploite les mines du Missouri (mines souterraines de Buick, Casteel, Fletcher, Brushy Creek, n°29 et Sweetwater).
- [Teck](#) exploite la mine de plomb-zinc de Red Dog. La mine de Red Dog, en Alaska, a produit, en 2024, dans les concentrés miniers, 555 600 t de zinc, 109 100 t de plomb et, en 2021, 358 t de Ag, voir le chapitre [zinc](#). Les réserves prouvées et probables sont de 29,1 millions de t de minerai renfermant 11,5 % de zinc, 3,3 % de plomb et 61,8 g/t d'argent.
- [Hecla Mining](#) exploite les mines d'argent de Greens Creek, en Alaska, avec, en 2024, une production de 51 288 t de zinc, 18 320 t de plomb, 1 874 t de Cu, 264 t d'argent, 1,7 t d'or et des réserves prouvées et probables de 10,45 millions de t de minerai renfermant 6,2 % de Zn, 2,3 % de Pb, 308 g/t de Ag et 2,5 g/t de Au et Lucky Friday, dans l'Idaho, avec, en 2024, une production de 31 265 t de plomb, 13 513 t de zinc, 152 t d'argent et des réserves prouvées et probables de 6,07 millions de t de minerai renfermant 3,5 % de Zn, 7,6 % de Pb et 367 g/t de Ag.
- La mine d'argent de Galena, exploitée à 60 % par [Americas Gold and Silver](#), a produit, en 2024, 4 546 t de plomb et 46,5 t d'argent et possède des réserves prouvées et probables de 784 000 t renfermant 7,14 % de Pb et 257 g/t de Ag.

#### **Au Pérou :**

- [Volcan](#) a produit, en 2024, 230 000 t de Zn, 55 000 t de Pb, 4 000 t de Cu, 432 t de Ag. Exploite 4 complexes miniers :
  - Yauli avec 4 mines souterraines et la production de 159 000 t de Zn, 24 000 t de Pb, 3 000 t de Cu et 218 t de Ag.
  - Changar avec 2 mines souterraines et l'extraction de 43 000 t de Zn, 16 000 t de Pb, 1 000 t de Cu et 52,9 t de Ag.

- Alparama avec une mine souterraine et une à ciel ouvert et l'extraction de 5 000 t de Zn, 4 300 t de Pb, 200 t de Cu et 24,9 t de Ag.
- Cerro de Pasco avec 2 mines souterraines et une à ciel ouvert et l'extraction de 23 000 t de Zn, 10 000 t de Pb et 46,7 t de Ag.

Fin 2024, les réserves prouvées et probables de Volcan sont de 46,8 millions de t renfermant 4,1 % de Zn, 1,3 % de Pb, 0,1 % de Cu et 65,3 g/t de Ag. En 2017, le groupe Glencore a acquis 55,03 % des actions de classe A de la société Volcan et détient 23,3 % des parts de la société. En mai 2024, la participation de Glencore a été vendue à [Integra Capital](#).

Les revenus, en 2023, proviennent à 48,4 % des ventes de zinc, 32,9 % de celles d'argent, 12,9 % de plomb, 3,4 % d'or, 3,3 % de cuivre.

- Milpo, devenu, en 2017, [Nexa Resources Perú](#), est détenue à 80,06 % par [Nexa Resources](#), ex-Votorantim. La société exploite, en souterrain, 5 mines : El Porvenir, Cerro Lindo, Vazante, Aripuanã et à 62,03 % Atacocha. En 2024, la production a été de 326 995 t de zinc, 69 303 t de plomb, 35 698 t de cuivre, 364 t d'argent et 1,12 t d'or.
  - En 2024, la mine de Porvenir a produit 50 637 t de zinc, 26 805 t de plomb, 292 t de cuivre, 144,4 t d'argent et 248 kg d'or contenu dans les concentrés. Les réserves prouvées et probables sont de 14,65 millions de t de minerai renfermant 4,11 % de Zn, 1,20 % de Pb, 0,23 % de Cu et 73 g/t de Ag.
  - La mine de Cerro Lindo a produit, en 2024, 86 207 t de zinc, 13 891 t de plomb, 29 888 t de cuivre, 132,7 t d'argent et 59,2 kg d'or contenu dans les concentrés. Les réserves prouvées et probables sont de 41,15 millions de t de minerai renfermant 1,49 % de Zn, 0,22 % de Pb, 0,55 % de Cu et 22,6 g/t de Ag.
  - La mine de Vazante a produit, en 2024, 140 740 t de Zn, 947 t de Pb et 14,6 t de Ag. Les réserves prouvées et probables sont de 13,7 millions de t renfermant 8,22 % de Zn, 0,25 % de Pb et 11,5 g/t de Ag.
  - La mine d'Atacocha a produit 10 404 t de zinc, 12 295 t de plomb, 37,7 t d'argent et 283 kg d'or contenu dans les concentrés.
  - La mine de Aripuanã, entrée en production en juillet 2022, a produit en 2024, 31 613 t de Zn, 13 062 t de Pb, 5 519 t de Cu, 34,2 t de Ag et 436 kg d'or. Les réserves prouvées et probables sont de 32,7 millions de t renfermant 4,53 % de Zn, 1,73 % de Pb, 0,13 % de Cu, 40,9 g/t de Ag et 0,20 g/t de Au.
- La [Sociedad Minera Corona](#), détenue à 81,84 % par [Sierra Metals](#), qui exploite la mine souterraine de Yauricocha, a produit, en 2024, 20 362 t de zinc, 4 999 t de plomb, 7 650 t de cuivre, 32,6 t d'argent et 78 kg d'or. En 2024, les réserves prouvées et probables sont de 6,353 millions de t de minerai renfermant 1,83 % de Zn, 0,43 % de Pb, 1,02 % de Cu, 34,4 g/t de Ag et 0,36 g/t de Au. Les revenus de la mine, en 2024 sont réalisés à 44 % par Cu, 29 % par Zn, 17 % par Ag, 8 % par Pb et 2 % par Au.
- [El Brocal](#), détenue à 61,43 % par [Buenaventura](#), exploite à ciel ouvert la mine de plomb-zinc de Tajo Norte et celle souterraine de cuivre de Marcapunta Norte. En 2024, la production a été de 1 985 t de zinc, 56 524 t de cuivre, 66 t d'argent, 730 kg d'or et 5 026 t de plomb, en 2023. Les réserves prouvées et probables de Tajo Norte sont de 1,766 million de t de minerai renfermant 4,06 % de zinc, 1,96 % de plomb et 126 g/t d'argent.
- La société Los Quenuales, vendue, en 2021, par [Glencore](#) avec 3 mines : Iscaycruz, qui a produit, en 2020, pour la mine souterraine, 68 000 t de minerai renfermant 11,4 % de Zn, 0,1 % de Pb, 0,3 % de Cu et 12 g/t de Ag avec des réserves prouvées et probables de 2,2 millions de t renfermant 5,8 % de Zn, 0,7 % de Pb, 0,2 % de Cu et 45 g/t de Ag, Yauliyacu qui a produit, en 2020, 1 million de t de minerai renfermant 2,2 % de Zn, 0,8 % de Pb et 79 g/t d'argent avec des réserves prouvées et probables de 9 millions de t renfermant 2,1 % de Zn, 0,9 % de Pb, 0,2 % de Cu et 118 g/t de Ag et Contonga qui a produit, en 2019, 0,156 million de t de minerai renfermant 2,3 % de Zn, 0,4 % de Pb, 0,8 % de Cu et 42 g/t de Ag avec des réserves prouvées et probables de 1,2 million de t de minerai renfermant 3,4 % de

Zn, 1,1 % de Pb, 0,6 % de Cu et 61 g/t de Ag. En 2020, la mine de Contonga a été mise en sommeil. La société Los Quenuales a été acquise, en 2022, par [Alpayana](#).

### Principaux producteurs :

en milliers de t de plomb contenu dans les concentrés miniers

<a href="#">Hindustan Zinc</a> (Inde), en 2023-24	224	<a href="#">Zhongjin Lingnan</a> (Chine), en 2019	96
<a href="#">Glencore</a> (Suisse), en 2024	186	<a href="#">Newmont</a> (Mexique), en 2024	96
<a href="#">JSC Gorevsky</a> (Russie), en 2019	155	<a href="#">South32</a> (Australie), en 2024-25	92
<a href="#">Doe Run</a> (États-Unis), en 2021	115	<a href="#">Industrias Peñoles</a> (Mexique), en 2023	85
<a href="#">Teck</a> (Canada), en 2024	109	<a href="#">Western Mining</a> (Chine), en 2019	60

Sources : rapports des sociétés et Volcan

- [Glencore](#) exploite des mines :
  - Au Kazakhstan au travers de 69,7 % de [Kazzinc](#), avec, en 2024, une production de 227,500 t de zinc, 41 900 t de plomb, 17 400 t de cuivre, 107 t d'argent et 19 t d'or et des réserves prouvées et probables de 53 millions de t renfermant 3,44 % de Zn, 0,96 % de Pb, 0,16 % de Cu, 14 g/t de Ag et 0,58 g/t de Au.
  - En Australie, Mount Isa, au nord-ouest du Queensland, avec une production dans les concentrés miniers de 288 700 t de Zn, 92 200 t de Pb et 124,7 t de Ag et des réserves prouvées et probables d'un total de 59 millions de t contenant 6,72 % de Zn, 3,53 % de Pb et 66 g/t de Ag et McArthur River, au nord-est du Territoire du Nord, avec une production dans les concentrés miniers de 259 700 t de zinc, 51 800 t de plomb et 54,7 t d'argent et des réserves prouvées et probables de 70 millions de t renfermant 9,01 % de Zn, 4,23 % de Pb et 43 g/t d'Ag.

En 2017, Glencore a pris une participation dans la société péruvienne [Volcan](#) lui assurant 65 % des votes. En mai 2024, Glencore a vendu sa participation dans Volcan à [Integra Capital](#).

- [Hindustan Zinc](#) (Inde), détenu à 64,9 % par le groupe [Vedanta](#) exploite 5 mines souterraines dans le Rajasthan avec une production, en 2023-24, de 855 001 t de zinc, 224 052 t de plomb et de 746 t d'argent contenu dans les concentrés :
  - Rampucha Agucha, qui a produit, en 2023-24, 515 397 t de Zn, 52 022 t de Pb avec des réserves de 44,4 millions de t de minerai renfermant 11,0 % de Zn, 1,2 % de Pb et 40 g/t de Ag.
  - Sindesar Khurd, qui a produit 146 000 t de Zn, 96 000 t de Pb, avec des réserves de 40,1 millions de t de minerai renfermant 3,1 % de Zn, 2,0 % de Pb et 101 g/t de Ag.
  - Zawar, avec 4 mines, a produit 115 000 t de Zn, 64 000 t de Pb avec des réserves de 42,2 millions de t de minerai renfermant 2,6 % de Zn, 1,5 % de Pb et 22 g/t de Ag.
  - Rajpura Dariba, qui a produit 46 000 t de Zn, 9 000 t de Pb avec des réserves de 47,1 millions de t de minerai renfermant 5,4 % de Zn, 1,7 % de Pb et 63 g/t de Ag.
  - Kayad, qui a produit 33 000 t de Zn, 4 000 t de Pb avec des réserves de 1,3 millions de t de minerai renfermant 5,2 % de Zn, 0,7 % de Pb et 12 g/t de Ag.
- [Industrias Peñoles](#), au Mexique, avec une production y compris Fresnillo, en 2024, de 270 847 t de zinc, 89 652 t de plomb, 23 539 t de cuivre, 2 195 t d'argent, 21 t d'or, exploite les mines suivantes :
  - Velardeña, dans l'État de Durango, avec, en 2024, une production de 80 941 t de Zn, 2 877 t de Pb, 2 877 t de Cu, 22,5 t de Ag, 150 kg de Au et des réserves prouvées et probables de 25 millions de t de minerai renfermant 3,15 % de Zn, 0,16 % de Pb, 0,16 % de Cu, 11,2 g/t de Ag, 0,12 g/t de Au.
  - Tizapa, dans l'État de Mexico, détenue à 51 %, avec 26 935 t de Zn, 5 268 t de Pb, 1 133 t de Cu, 111 t de Ag, 731 kg de Au et des réserves de 5,6 millions de t de minerai renfermant 4,63 % de Zn, 1,17 % de Pb, 0,21 % de Cu, 195 g/t de Ag, 1,20 g/t de Au.

- Sabinas, dans l'État de Zacatecas, avec 12 848 t de Zn, 6 296 t de Pb, 1 339 t de Cu, 63,7 t de Ag et des réserves de 8,8 millions de t de minerai renfermant 2,36 % de Zn, 1,53 % de Pb, 0,42 % de Cu, 136 g/t de Ag.
- Capela, dans l'État de Guerrero, avec 20 327 t de Zn, 989 t de Pb, 5 324 t de Cu, 56,4 t de Ag et 415 kg de Au et des réserves de 16 millions de t de minerai renfermant 2,99 % de Zn, 0,72 % de Pb, 0,77 % de Cu, 106 g/t de Ag et 1,16 g/t de Au.

Par ailleurs, Industrias Peñoles possède 75 % de la société [Fresnillo](#) qui, avec en 2024, une production de 116 646 t de zinc, 66 400 t de plomb, 1 751 t d'argent et 19,6 t d'or, exploite les mines suivantes :

- Fresnillo, dans l'État de Zacatecas, avec, en 2024, une production de 50 702 t de Zn, 27 088 t de Pb, 319 t de Ag, 1,6 t de Au et des réserves prouvées et probables de 12,1 millions de t renfermant 3,11 % de Zn, 1,48 % de Pb, 253 g/t de Ag, 0,70 g/t de Au.
- Saucito, dans l'État de Zacatecas, avec 34 097 t de Zn, 22 729 t de Pb, 450 t de Ag, 2,6 t de Au et des réserves de 10,1 millions de t de minerai renfermant 2,04 % de Zn, 1,30 % de Pb, 343 g/t de Ag, 1,27 g/t de Au.
- Ciénega, dans l'État de Durango, avec 3 168 t de Zn, 2 922 t de Pb, 150 t de Ag, 1,2 t de Au et des réserves de 2,7 millions de t de minerai renfermant 1,20 % de Zn, 0,85 % de Pb, 253 g/t de Ag, 2,46 g/t de Au.
- San Julián, dans l'État de Chihuahua, avec 11 942 t de Zn, 3 704 t de Pb, 368 t de Ag, 1,6 t de Au et des réserves de 2,2 millions de t de minerai renfermant 1,09 % de Zn, 0,50 % de Pb, 157 g/t de Ag, 0,11 g/t de Au.
- Juanicipio, détenue à 56 %, dans l'État de Zacatecas, qui a débuté son exploitation en 2022, avec, en 2024, la production de 16 737 t de Zn, 9 957 t de Pb, 323 t de Ag et 680 kg de Au et des réserves de 15,4 millions de t de minerai renfermant 4,80 % de Zn, 2,64 % de Pb, 248 g/t de Ag et 1,58 g/t de Au.
- [Newmont](#), société productrice d'or, exploite, au Mexique, dans l'État de Zacatecas, la mine à ciel ouvert de Peñasquito qui a produit, en 2024, 9,3 t d'or, 1 026 t d'argent, 258 000 t de zinc et 96 200 t de plomb. Fin 2024, les réserves prouvées et probables sont de 257 millions de t renfermant 0,68 % de Zn, 0,31 % de Pb, 30,7 g/t de Ag et 0,50 g/t de Au.
- [Boliden](#), avec une production, en 2024, de 164 000 t de zinc, 45 000 t de plomb, 91 000 t de cuivre, 12 000 t de nickel, 348 t d'argent, 5,88 t d'or, 45,8 t de tellure, exploite des mines en Suède et en Irlande. En Suède, les mines de Renström, Kristineberg, Mauriden, ont produit, en 2024, 49 000 t de Zn, 3 000 t de Cu, 4 000 t de Pb, 45,8 t de Te, 68,2 t de Ag et 3,2 t de Au avec des réserves prouvées et probables de 10,8 millions de t renfermant 5,1 % de Zn, 0,9 % de Pb, 0,6 % de Cu, 194 g/t de Te, 90 g/t de Ag, 3,8 g/t de Au, ainsi que la mine de Garpenberg avec, en 2024, 109 000 t de Zn, 1 000 t de Cu, 40 000 t de Pb, 256 t de Ag et 821 kg de Au, et des réserves prouvées et probables de 106 millions de t renfermant 2,6 % de Zn, 1,1 % de Pb, 0,04 % de Cu, 90 g/t de Ag et 0,32 g/t de Au.  
En Irlande exploite la mine de Tara, avec, en 2024, la production de 6 000 t de zinc, 1 000 t de plomb et 60 kg d'argent et des réserves prouvées et probables de 13,9 millions de t renfermant 5,5 % de Zn et 1,5 % de Pb. En juillet 2023, la production minière de la mine de Tara a été suspendue et devrait reprendre début 2025

**Commerce international** : en 2024, pour les concentrés miniers.

Exportations des principaux pays sur un total mondial de 3,253 millions de t.

en milliers de t de concentrés miniers

Pérou	476	Mexique	174
Australie	435	Turquie	124
Russie	401	Bolivie	115



États-Unis	272	Chili	95
Belgique	196	Espagne	89

Source : ITC

Les exportations du Pérou ont été dirigées à 73 % vers la Chine, 21 % vers la Corée du Sud, 3 % le Japon.

Importations des principaux pays, sur un total de 2,735 millions de t.

en milliers de t de concentrés miniers

Chine	1 255	Kazakhstan	93
Corée du Sud	543	Bulgarie	63
Allemagne	247	Australie	42
Belgique	198	Canada	39
Japon	120	Indonésie	32

Source : ITC

La Chine malgré sa production très importante a importé, en 2024 1,255 million de t de concentrés de plomb provenant à 30 % de Russie, 11 % des États-Unis, 7 % d'Australie, 7 % de Turquie.

**Réserves mondiales** : en 2024. Monde : 96 millions de t de Pb contenu.

en milliers de tonnes de Pb contenu

Australie	35 000	États-Unis	4 600
Chine	22 000	Iran	2 000
Russie	8 900	Inde	1 900
Mexique	5 600	Suède	1 700
Pérou	5 000	Bolivie	1 600

Source : USGS

### Situation française :

Il n'y a plus de production minière après la fermeture, en décembre 1991, de la mine des Malines (30), exploitée par la société [Metaleurop](#). La production française avait atteint 30 000 t, en 1970. En 2024, les exportations représentent 9,2 t à destination à 82 % des Pays Bas, 18 % de l'Allemagne, les importations étant de 11 t de concentrés en provenance quasi totalement du Maroc.

## Métallurgie de première fusion

Traditionnellement cette métallurgie était réalisée en 2 étapes (grillage puis réduction), mais de nouveaux procédés pyrométallurgiques, en une étape, (KIVCET, Q.S.L, Isasmelt, ...) sont de plus en plus utilisés.

### Procédés en deux étapes

**Grillage** : il consiste à éliminer le [soufre](#) et à agglomérer le concentré afin qu'il résiste à l'écrasement lors de la réduction. La charge obtenue doit être poreuse afin de permettre sa réduction par le monoxyde de carbone. Le grillage est réalisé vers 1000°C, [SO<sub>2</sub>](#) est récupéré pour produire [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>](#). La réaction principale est la suivante :



Le procédé le plus utilisé dans le monde consiste à effectuer le grillage sur des machines Dwight-Lloyd qui se présentent comme une bande sans fin de chariots mobiles munis de grilles, glissant sur des caissons étanches. L'air est soufflé à travers les grilles. Afin de décomposer PbSO<sub>4</sub> qui se forme au cours du grillage, la température de grillage doit dépasser 950°C. Lors du grillage il se forme

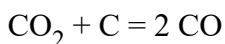
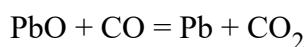
également une faible quantité de plomb fondu, qui reste dans le concentré, selon les réactions :



La réaction de grillage étant très exothermique, il faut éviter une teneur trop importante en combustible (PbS) qui entraînerait une élévation trop importante de la température. Il ne faut pas atteindre 1114°C, température de fusion de PbS, ce dernier, à l'état fondu, ne pouvant plus être grillé. Pour cette raison la teneur des concentrés qui est, comptée en soufre, de 10 à 14 % est abaissée à une teneur moyenne de 6 % en ajoutant des concentrés préalablement grillés. Une partie du concentré grillé est donc recyclée en amont du grillage.

L'épaisseur de la couche grillée est de l'ordre de 30 cm, la surface de 50 à 90 m<sup>2</sup>, la vitesse de défilement d'environ 1 m/min, le débit d'air de 15 à 40 m<sup>3</sup>/min/m<sup>2</sup>.

**Réduction** : par pyrométallurgie entre 500 et 1000°C.



Avant réduction, le minerai est aggloméré et additionné de [coke](#) (180 kg/t de Pb) et de fondants, les ajouts de fondant intervenant souvent lors du grillage. La réduction a lieu selon 2 types de procédés :

- Au four à cuve, selon le principe du haut fourneau. Le four est rectangulaire, avec souvent un refroidissement extérieur par circulation d'eau (water jacket). Les 3/4 du plomb de Metaleurop à Noyelles-Godault étaient produits selon ce procédé, la production atteignait jusqu'à 350 t/jour.
- Imperial Smelting (ISP) qui permet de traiter des minerais mixtes Pb-Zn et de produire simultanément les deux métaux. Le four est de type haut-fourneau. Le plomb d'œuvre fondu sur lequel surnagent les scories est récupéré dans le bas du four. Les vapeurs de [zinc](#) (température d'ébullition : 907°C) qui doivent être condensées le plus rapidement possible pour éviter leur oxydation sont absorbées dans des condenseurs par une pluie de plomb à 440°C. Dans les condenseurs, la température du plomb liquide s'accroît jusqu'à 550°C. Le plomb zingueux obtenu est refroidi vers 440 °C. Les différences de solubilité et de densité, entre ces deux températures, permettent de séparer les deux métaux. Il faut faire circuler une quantité de plomb de l'ordre de 420 fois la quantité de zinc récupéré. Ce procédé était utilisé par Metaleurop à Noyelles-Godault pour 1/4 de la production et des capacités annuelles de 90 000 t de zinc et 35 000 t de plomb.

Le plomb d'œuvre obtenu selon ces deux procédés titre 98,5 %. Un raffinage est nécessaire.

### Procédés en une seule étape : Kivcet, QSL, Isasmelt

Ils consistent à réaliser, dans le même réacteur, le grillage et la réduction, le grillage apportant la chaleur nécessaire à la réduction. Ils utilisent du [dioxygène](#) pur ou de l'air enrichi en dioxygène pour le grillage. Le bilan énergétique est nettement amélioré, l'étape de frittage sur machine Dwight-Lloyd est inutile, la teneur des gaz émis est élevée en [dioxyde de soufre](#) permettant ainsi une transformation plus aisée en acide sulfurique et une pollution atmosphérique moindre.

**Le procédé Kivcet** a été mis au point en Union Soviétique pour traiter, en 1971, un minerai Cu-Zn kazakh puis en 1985 un minerai Zn-Pb. La fonderie de Trail, au Canada, d'une capacité de 120 000 t/an de plomb, exploitée par la société [Teck](#), utilise, depuis 1997, ce procédé. Un mélange de concentré de plomb, matières recyclées, [charbon](#) et [coke](#), [silice](#) et argile, est introduit dans la chambre d'oxydation en présence de dioxygène. Les sulfures sont transformés en oxydes qui en

présence des fondants introduits (silice et argile) donnent un bain semi-fondu qui percole au travers d'une couche de coke où l'oxyde de plomb est réduit en donnant du plomb fondu. Les matériaux obtenus, laitier et plomb passent ensuite dans une chambre où la fusion totale et la séparation laitier-plomb est achevée. Dans cette chambre, l'énergie est apportée par des électrodes de [graphite](#). Un gaz contenant environ 15 % de [dioxyde de soufre](#) est refroidi, purifié et envoyé à la production d'[acide sulfurique](#). A Trail, le passage du procédé classique au procédé Kivcet a permis de diminuer de 127 à 1,6 t/an les émissions atmosphériques de plomb.

**Le procédé QSL** (Queneau-Schumann-Lurgi) consiste à alimenter par un mélange aggloméré de concentré de plomb, matières à recycler, charbon ou coke et fondants (argiles et silice) un four horizontal légèrement incliné (0,5 % de pente), comportant deux zones, l'une d'oxydation, l'autre de réduction. La fonderie du groupe [Eco-Bat Technologies](#), à Stolberg, en Allemagne, produit ainsi, depuis 1990, 155 000 t/an de plomb, 100 000 t/an d'acide sulfurique et 700 t/an d'argent. Par rapport au procédé classique, la consommation d'énergie est passée de 15,2 à 4,5 GJ/t de Pb. Le four possède un diamètre de 3,5 m dans la zone d'oxydation et 3 m dans la zone de réduction pour une longueur de 33 m. Dans la zone d'oxydation, à 1000°C, alimentée en [dioxygène](#) pur par des tuyères plongeant dans le bain fondu, du plomb fondu se forme et est évacué. Le laitier, riche en oxyde de plomb passe, à contre courant dans la deuxième zone où il est réduit, vers 1250°C, à l'aide d'une injection de [charbon](#) finement divisé. Le plomb formé coule vers la chambre d'oxydation où il rejoint le plomb obtenu lors de la première étape. Le laitier est évacué du côté de la chambre de réduction. Les gaz produits sont refroidis à 400°C, purifiés et le dioxyde de soufre est transformé, par le procédé de contact, en acide sulfurique. En février 2023, la vente à Nyrstar (Trafigura) de l'usine [Eco-Bat Technologies](#) de Stolberg a été effective.

**Le procédé Isasmelt**, proposé par Glencore, a été développé à Mount Isa (Australie) où il a fonctionné de 1991 à 1995. Il est employé également dans le traitement pyrométallurgique des concentrés de cuivre. A Quijing, en Chine, le groupe Yunnan Metallurgical produit ainsi, depuis 2005, 80 000 t/an de plomb. Le procédé consiste à agglomérer le concentré de plomb, les matières à recycler et le fondant (argile, silice...) qui sont introduits dans un four vertical (4 m de diamètre pour 11 m de hauteur) contenant un bain fondu de laitier. La fusion du bain est obtenue à l'aide d'une lance immergée alimentée en air enrichi en dioxygène et en charbon pulvérisé. Une oxydation rapide a lieu avec formation de PbO qui réagit, en partie, avec PbS restant pour donner du plomb liquide. Plus de 40 % du plomb est ainsi récupéré. Le plomb restant, sous forme de PbO est récupéré dans le laitier dont une partie est prélevée régulièrement. Ce laitier est réduit ensuite de façon classique dans un haut-fourneau.

## Raffinage

Il est soit pyrométallurgique (environ 80 % de la production), soit électrométallurgique (environ 20 % de la production).

**Pyrométallurgique** : par purifications successives du plomb à l'état liquide. Il consiste en un décuivrage en présence de [soufre](#), une élimination de [As](#), [Sn](#) et [Sb](#), par oxydation à l'aide de nitrate de sodium (procédé Harris), une désargentation en présence de [Zn](#) (procédé Parkes), un débismuthage en présence de [Ca](#) et [Mg](#) (procédé Kroll-Betterton). Les divers sous-produits sont récupérés lors de ces opérations. Par exemple, pour une tonne de Pb peuvent être récupérés : 6 kg de [Sb](#), 4 kg de [Cu](#), 3,5 kg de [As](#), 2 kg de [Bi](#), 1 kg de [Ag](#), 0,3 kg de [Sn](#).

Le plomb obtenu appelé plomb doux à une teneur de 99,99 %. Il est coulé en lingots de 45 kg appelés saumons.

**Électrométallurgique** : par électrolyse à anode soluble. Il est utilisé pour le plomb d'œuvre contenant plus de 2 % d'impuretés autres que le cuivre et lorsqu'on désire obtenir du plomb à faible teneur en bismuth (< 10 g/t de Pb), le procédé pyrométallurgique donnant couramment 100 g de Bi/t de Pb. L'électrolyte est généralement de l'acide fluosilicique ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ). La cathode est en plomb pur



de 12 mm d'épaisseur, l'anode (200 kg) en plomb d'œuvre préalablement décuivré. La durée de l'électrolyse est de 4 à 8 jours, à 40-50°C, sous 0,3 à 0,5 V, avec une densité de courant de 150 A/m<sup>2</sup>, la consommation électrique est de 150 kWh/t de Pb.

## Recyclage

Ou métallurgie de deuxième fusion ou d'affinage

L'obtention du métal a lieu à partir de la récupération de déchets, les batteries constituant la part la plus importante. Celle-ci est, en 2019, de 93 % aux États-Unis.

Le taux de récupération du plomb est important car il est facile de récupérer le plomb des batteries. En France, la quasi totalité du plomb utilisé dans les batteries est récupéré.

Aux États-Unis, en 2024, 70 % de la consommation provient du recyclage. A côté d'une seule fonderie primaire, fermée fin 2013, il y a environ 20 fonderies secondaires dont 12 produisant plus de 30 000 t/an et représentant plus de 95 % de la production.

### Composition moyenne (en masse) d'une batterie :

Sulfate de plomb 24,5 %    Oxyde de plomb 16 %

[H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>](#)                      24 %    [Polypropylène](#)                      7,7 %

Alliage de plomb 21 %    [PVC](#)                                      3,8 %

### Principe de la récupération des batteries :

- Casse des batteries, puis triage des sels de plomb, alliages de plomb, polypropylène qui est recyclé. Le polypropylène recyclé est destiné, à 50 % à des pièces automobiles (bacs de batteries), à 30 % à des conteneurs horticoles, à 10 % à des batteries.
- Réduction des oxydes par CO à 800-1200°C, déchloration par Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, désulfuration par [Fe](#), dans des fours réverbère, à cuve ou rotatif.
- Obtention de plomb d'œuvre contenant 0,2 à 10 % de Sb, 200 à 400 g Cu/t, 200 à 800 g Sn/t.
- Un raffinage donne du plomb doux à 99,97 % ou des alliages (Pb-Sb, Pb-Sb-As, Pb-Sb-Sn...).

Une partie du recyclage est réalisé dans les fours de réduction de première fusion en même temps que le traitement des concentrés de plomb.

Le principal producteur européen de plomb recyclé est le groupe [Eco-Bat Technologies](#), voir plus loin.

En France, La société [Recylex](#), reprise en juillet 2022 par le groupe belge [Campine](#), récupère et casse des batteries à Escaudœuvres (59) et Villefranche-sur-Saône (69). Le polypropylène est conditionné à Villefranche-sur-Saône, le plomb et les sels de plomb sont traités par pyrométallurgie dans l'usine de la société Campine à Beerse, en Belgique. En 2021, a traité 86 500 t de batteries usagées.

Le groupe suédois [Boliden](#), est, en Europe, un producteur important de plomb recyclé avec ses installations métallurgiques de Bergsöe qui a traité, en 2023, 55 000 t de batteries et produit 53 000 t d'alliages de plomb à partir de plomb recyclé.

## Productions métallurgiques

En 2024, 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> fusion et ( ) 2<sup>ème</sup> fusion, en 2018. Monde : 13,013 millions de t (6,6 millions de t), Union européenne, en 2020 : 955 105 t (1,156 million de t).

en milliers de t, en 2024

Chine	5 277 (2 140)	Royaume Uni, en 2020	361 (168)
Inde	1 100 (428)	Allemagne, en 2020	320 (214)
États-Unis	1 023 (1 170)	Japon	290 (118)
Corée du Sud	797 (390)	Australie	200
Mexique	432 (330)	Brésil, en 2020	195 (195)

Sources : ILZSG, USGS et [Word Bank Report](#)

Aux États-Unis, la production de plomb de première fusion, avec 114 000 t en 2013, était assurée par une seule usine pyrométallurgique, qui a fermé fin 2013, exploitée depuis 1892, par [Doe Run](#), à Herculanum, dans le Missouri.

Au Canada la production de plomb de première fusion a été assurée par 2 usines avec, en 2019, une production de 97 000 t et celle de deuxième fusion par 5 usines avec une production de 147 358 t. Les concentrés de plomb produits par les mines exploitées par [Boliden](#), en Suède et en Irlande, ne sont qu'en partie traités par le groupe dans ses installations métallurgiques de Rönnskär, avec une production, en 2021, de 27 000 t de plomb, le reste étant livré à des producteurs européens. En France toute production de première fusion a cessé avec l'arrêt de l'usine Metaleurop de Noyelles-Godault, en mars 2003.

**Producteurs** : principaux groupes mondiaux hors Chine.

- [Eco-Bat Technologies](#) exploite 29 usines, aux États-Unis, en Afrique du Sud et en Europe avec une capacité de production de 840 000 t/an de plomb, à 80 % de plomb recyclé et 500 t/an d'argent.  
La production de plomb primaire était assurée par un four et celle de plomb secondaire par 12 fours, dont 3 aux États-Unis, un en Afrique du Sud et 9 en Europe situés :
  - En Allemagne, avec une usine de plomb primaire exploitée par la filiale Berzelius, à Stolberg, qui produit 155 000 t/an et une usine de production de plomb secondaire situées à Freiberg avec 50 000 t/an. En février 2023 l'usine de production primaire de Stolberg a été vendue à Nyrstar.
  - En Italie, avec deux usines qui produisent du plomb secondaire à Paderno Dugnano et Marcianise avec 70 000 t/an.
  - En France, avec trois usines qui produisent du plomb secondaire à Toulouse (31), Bazoches-les-Gallerandes (45) et Pont Sainte Maxence (60) avec 60 000 t/an de plomb secondaire.
  - Au Royaume Uni, avec une usine, à Matlock, qui produit 80 000 t/an de plomb secondaire.
  - En Autriche, avec une usine, à Arnoldstein, qui produit 25 000 t/an de plomb secondaire.  
En Europe, 2 usines produisent des laminés de plomb, au Royaume Uni à Welwyn Garden City, avec une capacité de production de 60 000 t/an et en France, à Estrée Saint Denis (60) avec [Le Plomb Français](#) et une capacité de 22 000 t/an.
- [Glencore](#) : 235 300 t, en 2024. Les usines de production sont situées :
  - Au Kazakhstan, avec 69,61 % de la société [Kazzinc](#) qui exploite une fonderie à Ust-Kamenogorsk, selon le procédé Isasmelt, avec une capacité de production de 144 000 t/an et une production, en 2024, 37 400 t pour la part attribuée à Glencore.
  - En Europe, au Royaume Uni, à Northfleet, selon le procédé Isalmelt, avec une capacité de production de 30 000 t/an de plomb secondaire et en Italie à Portovesme, en Sardaigne, selon le procédé Kivcet, avec une capacité de production de 85 000 t/an et un total de 197 900 t de plomb produites en Europe, en 2024.
- [Korea Zinc](#), en Corée du Sud, à Onsan, a produit, en 2019, 413 000 t de plomb, en utilisant un procédé DRS, proche du procédé QSL.
- [Nyrstar](#) (Australie), acquis en 2019, par le groupe suisse de négoce [Trafigura](#) : 160 000 t, en

2018, à Port Pirie, en Australie.

- [Hindustan Zinc](#) (Inde), détenu à 64,9 % par le groupe [Vedanta](#) : 216 000 t, en 2023-24, produites dans le Rajasthan, à Chanderiya avec une capacité de production de 90 000 t/an et Dariba avec une capacité de production de 120 000 t/an.
- [Doe Run](#) (États-Unis) : en décembre 2013, la production primaire à Herculanum a cessé après avoir produit 124 900 t en 2013. Une production secondaire est effectuée à Boss, dans le Missouri, avec une capacité de production de 160 000 t/an.
- [Teck](#) (Canada) : 61 100 t, en 2024, à Trail, en Colombie Britannique.

### Commerce international : en 2024.

Principaux pays exportateur de plomb brut sur un total mondial de 3,606 millions de t.

en tonnes de métal brut			
Inde	399 099	Royaume Uni	175 756
Corée du Sud	318 590	Allemagne	157 778
Australie	280 367	Canada	147 989
Malaisie	240 858	Mexique	129 457
Belgique	189 788	Bulgarie	120 603

Source : ITC

Les exportations indiennes sont destinées à 34 % à Singapour, 28 % à la Corée du Sud, 8 % au Bangladesh, 7 % au Vietnam.

Principaux pays importateurs de plomb brut.

en tonnes de métal brut			
Inde	449 115	Allemagne	207 447
États-Unis	414 375	Corée du Sud	158 655
Vietnam	294 069	République tchèque	145 202
Singapour	253 430	Royaume Uni	136 015
Chine	221 063	Turquie	134 681

Source : ITC

Les importations indiennes proviennent à 26 % de Corée du Sud, 20 % de Malaisie, 8 % des Émirats Arabes Unis, 5 % d'Indonésie.

## Situation française

**Production métallurgique** : 52 467 t de plomb de 2<sup>ème</sup> fusion, en 2020.

**Usines métallurgiques** de production de plomb de 2<sup>ème</sup> fusion :

- Sociétés du groupe [Eco-Bat Technologies](#) :
  - [Société de Traitements Chimiques des Métaux \(STCM\)](#) à Toulouse (31) et Bazoches-les-Gallerandes (45),
  - Affinerie de Pont Sainte Maxence (APSM) à Pont Sainte Maxence (60) : 85 000 t/an de capacité de production,
  - [Le Plomb Français](#), à Estrée Saint Denis (60), pour la fabrication de feuilles laminées.
- [Métal Blanc](#), à Bourg Fidèle (08) : 25 000 t/an de capacité de production.

**Commerce extérieur** : en 2024.

Plomb affiné brut :

- Exportations : 41 593 t vers l'Allemagne à 72 %, l'Espagne à 9 %, la Belgique à 7 %, la

- République tchèque à 6 %.
- Importations : 28 077 t du Royaume Uni à 74 %, de Belgique à 24 %.

Alliages bruts plomb-antimoine :

- Exportations : 3 766 t vers l'Allemagne à 96 %, la Belgique à 4 %.
- Importations : 40 t du Royaume Uni à 96 %, d'Espagne à 3 %.

## Utilisations

### Consommations mondiales

En 2024. Monde : 12,977 millions de t.

		en milliers de t
Chine	5 390	Mexique, en 2021 315
États-Unis	1 393	Japon 292
Inde	997	Espagne, en 2021 280
Corée du Sud	662	Brésil, en 2021 231
Allemagne, en 2021	371	

Sources : ILZSG et [Word Bank Report](#)

### Secteurs d'utilisation du plomb

En 2022, dans le monde. Source : ILZSG

Accumulateurs	86 %	Munitions	1 %
Produits laminés et extrudés	7 %	Autres	1 %
Composés chimiques	5 %		

Source : Ressources naturelles Canada

En 1960, la part des accumulateurs était de 28 %.

Aux États-Unis, en 2024, 86 % de la consommation du plomb est destinée aux accumulateurs.

**Accumulateurs** : vu l'importance de la part des accumulateurs, la consommation de plomb est liée à la production automobile (parc automobile mondial : 500 millions de véhicules). Marché mondial annuel : 250 millions de batteries (9 millions en France pour le démarrage, dont 3,2 millions en premier équipement). En 10 ans, la durée de vie des batteries a été multipliée par 2 (de 3 à 4 ans en moyenne, actuellement) et la quantité de plomb utilisé a diminué de 12 à 8 kg.

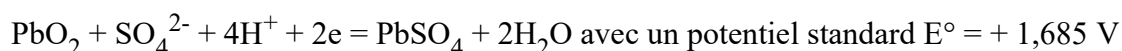
Les batteries pour usage « stationnaire » sont conçues pour durer 25 ans.

En Amérique du Nord, en 2015, consommation de 127 millions de batteries, à 83,5 % destinées au remplacement de batteries usées, renfermant 1,2 million de t de plomb soit une moyenne de 9,84 kg de Pb/batterie.

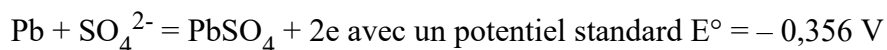
En 2015, dans le monde, les batteries au plomb sont destinées à 58 % aux automobiles, 18 % aux vélos électriques (surtout en Chine), 8 % aux véhicules de traction électriques (chariots élévateurs...), 7 % aux télécom, 5 % sous forme de batteries scellées, 4 % comme batteries stationnaires utilisées en appoint du réseau électrique (hôpitaux, ...).

Principe de fonctionnement :

A la plaque positive :



A la plaque négative :



Les cellules de 2 V sont connectées en série. La matière active est préparée sous forme de pâte constituée de poudre très fine ( $< 5 \mu\text{m}$ ) d'oxyde de plomb, de plomb (20 à 30 %), d'[acide sulfurique](#) et d'[eau](#), transformée par électrolyse en dioxyde de plomb à la plaque positive et en plomb spongieux à la plaque négative.

La matière active est déposée sur des grilles en alliage de plomb. L'alliage traditionnel (4 à 5 % de Sb) a de bonnes qualités mécaniques, mais [Sb](#) de la grille positive a tendance à passer en solution et à se redéposer sur la plaque négative. La surtension moindre de Sb/Pb entraîne un dégagement de [H<sub>2</sub>](#) qui décharge la batterie (autodécharge) et consomme de l'eau. L'alliage Pb-[Ca](#) permet d'éviter la consommation d'eau mais du fait de la formation d'une couche passive sur la plaque positive gênant la charge de la batterie après décharge complète, cet alliage n'est utilisé que pour la grille négative. La grille positive est en alliage à 2 % de Sb.

L'électrolyte est de l'[acide sulfurique](#) à 4 à 5 moles/L. Les matériaux des séparateurs entre compartiments + et -, en papier cellulosique imprégné de [PVC](#), sont de plus en plus remplacés par des [fibres de verre](#) ou du [polyéthylène](#) poreux, afin de diminuer la résistance interne de la batterie.

Le plomb représente 1/5 du prix d'une batterie.

On assiste au développement de grosses batteries destinées à réguler les réseaux de [distribution électrique](#) : 2 500 t de plomb dans des batteries, à Los Angeles, pour une puissance électrique de 400 MW.

**Alliages** : les éléments d'addition peuvent permettre d'abaisser le point de fusion de plomb, d'augmenter les propriétés mécaniques ou d'améliorer les caractéristiques électrochimiques :

- alliages pour soudure « à l'étain » : (62 % [Sn](#), 32 % Pb, température de fusion : 183°C). Par exemple, une lampe à incandescence demandait 300 mg de plomb pour les soudures du culot. En France, la consommation dans ce domaine était de 75 t/an avant la fin programmée de ce type de lampe.
- alliages pour grilles de batteries : ajout de 2 % de Sb.

**Revêtement des câbles électriques** : le plomb est utilisé pour les câbles sous marins haute tension car il est parfaitement imperméable aux liquides.

**Bâtiment** : en France, consommation d'environ 2 000 t/an de feuilles de plomb pour l'entretien et la rénovation des monuments historiques. Utilisé comme matériau de couverture et de décoration pour la rénovation du dôme des Invalides à Paris. Le plomb est également utilisé en insonorisation, particulièrement basse fréquence et comme matelas antivibrations. Utilisation de 10 000 t/an comme accessoires de couverture (souches de cheminées, chenaux, recouvrement de balcons).

Notre-Dame de Paris avait sa toiture recouverte de 210 t de plaques de plomb de 5 mm d'épaisseur et 250 t étaient présentes dans la flèche construite par Viollet le Duc. Lors de l'incendie du 15 avril 2019, des températures comprises entre 600 et 900°C ont été atteintes et le plomb a fondu et, en partie, été volatilisé. La plus grande partie s'est retrouvée à l'intérieur de la cathédrale mais une fraction a été dispersée dans l'environnement, sous forme de poussière, autour de l'édifice.

**Oxydes** : PbO (litharge), Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (minium), voir également le paragraphe verres au plomb.

- Les plaques positives des accumulateurs sont constituées d'une grille en alliage de plomb sur laquelle est déposée du dioxyde de plomb (PbO<sub>2</sub>). La litharge est utilisée, en partie, pour la fabrication de cet oxyde qui se forme lors de la première charge de la batterie.
- Utilisés sous forme de litharge comme stabilisant du [PVC](#) (qui contient 1 % d'oxyde de plomb) lorsqu'il est employé de façon durable (bâtiment...). Toutefois, dans l'Union



européenne, cette utilisation est terminée depuis 2015.

- Dans la fabrication des céramiques : le minium, utilisé dans les glaçures, sert d'opacifiant en formant un silicate. De 70 à 90 % de l'oxyde utilisé dans ce secteur est employé à la fabrication de carrelages (59 g de PbO/m<sup>2</sup>).
- Les pigments, élaborés à partir de litharge : jaune (chromate : PbCrO<sub>4</sub> entrant dans la fabrication de la peinture des ex-bandes jaunes routières), rouge (molybdate : PbMoO<sub>4</sub>) ne sont plus utilisés.
- Le minium a été pendant longtemps utilisé comme peinture anti-rouille. Il est de moins en moins employé, l'appellation « minium » ayant été conservée pour des produits anti-rouille qui ne contiennent pas d'oxyde de plomb.

**Verres au plomb** : l'oxyde de plomb augmente l'indice de réfraction des verres qui de  $n = 1,5$ , peut atteindre  $n = 1,8$ . Les verres de cristal ont des teneurs exprimées en PbO d'au moins 24 %. Des fibres optiques sont constituées d'une peau en verre ordinaire ( $n = 1,5$ ) et d'un cœur en verre au plomb (50 % de PbO) d'indice 1,62.

Le numéro atomique élevé du plomb en fait le meilleur élément pouvant entrer dans la composition de verres de protection contre les rayonnements (X et nucléaires). Le verre du cône des tubes de télévision contenait jusqu'à 30 % de PbO, soit 1 kg de plomb par téléviseur couleur. Ce verre brunissant sous l'impact des rayons X, le verre de l'écran contenait des oxydes de strontium et baryum, éléments possédant également des numéros atomiques élevés. L'usine de retraitement des combustibles irradiés de La Hague utilise plus de 200 fenêtres de verre au plomb (jusqu'à 80 % de PbO). Les fenêtres sont formées par des dalles de verre collées les unes aux autres. L'épaisseur peut atteindre 1,2 m et la masse, plusieurs tonnes.

**Plomb de chasse** : l'alliage (1,5 % [Sb](#), 0,8 % [As](#)), est fabriqué selon le procédé « de la tour ». Par exemple, entre 1824 et 1836, la tour Saint Jacques à Paris a été utilisée pour produire du plomb de chasse. Il en a été de même à Rouen pour la tour Saint André.

## Pollution de l'atmosphère et toxicité

**Pollution de l'atmosphère par le plomb** : d'après pour la Science n°228.

L'étude de la composition en plomb de carottes glaciaires prélevées au Groenland a montré que celle-ci a varié de 0,5 pg (10<sup>-12</sup> g) de plomb par g de glace en l'an - 1000 à 2 à 3 pg entre - 500 et 200 pour atteindre 10 pg vers 1770, 50 pg vers 1900, 100 pg vers 1969 pour décroître ensuite à environ 10 pg après la quasi-disparition d'abord aux États-Unis et au Japon de l'essence contenant des additifs à base de plomb. La pollution à l'époque romaine et jusqu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle est principalement due au fonctionnement des fours de réduction qui, à l'époque romaine, rejetaient dans l'atmosphère jusqu'à 5 % de la production soit 4 000 t/an à l'apogée de l'Empire romain. Depuis 1923 et l'utilisation de l'essence plombée, ce sont le [plomb tétraéthyle](#) et tétraméthyle qui transformés en plomb triéthyle et diéthyle ont été les principaux polluants de l'atmosphère.

### Toxicité :

Le saturnisme est une maladie liée à une intoxication aiguë ou chronique au plomb. Incorporés dans l'organisme, les ions Pb<sup>2+</sup> entrent en compétition avec Ca<sup>2+</sup> dans la formation des os constitués de phosphate de calcium pour leur partie minérale. Le plomb peut aussi bloquer plusieurs enzymes. L'ingestion doit être limitée à 3 mg Pb/semaine.

Les normes de l'Union européenne sont pour l'eau potable d'un maximum admissible de 10 µg Pb/L depuis fin 2013 et d'une concentration maximale admissible dans l'atmosphère de 0,5 µg/m<sup>3</sup>, en moyenne annuelle.

La plombémie, taux de plomb dans le sang, varie, en général, de 7 à 20 µg/100 mL de sang, en fonction de la contamination atmosphérique (0,1 à 0,2 µg/m<sup>3</sup> dans les zones rurales, 1 à 2 µg/m<sup>3</sup> en

moyenne dans les grandes villes). En Europe, la valeur maximale admissible est de 35  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ . Chez l'enfant, 15  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$  sont considérés comme une limite maximale.

La céruse ( $2\text{PbCO}_3, \text{Pb}(\text{OH})_2$ ) qui a été pendant longtemps employée comme pigment blanc dans les peintures est interdite d'usage par les professionnels dans ce secteur depuis 1948 mais elle reste présente dans des vieilles peintures et présente l'inconvénient d'avoir un goût sucré. Par ailleurs son interdiction de mise sur le marché ne date que de 1993 et l'interdiction définitive de son emploi de 2003. On évalue, en France, le nombre d'enfants en contact avec ces peintures à 140 000 dont la moitié dans l'Île de France. En 1988, à Paris, 2 enfants sont morts après avoir ingéré des vieilles peintures contenant de la céruse et de nombreux autres sont intoxiqués chaque année.