

# CUIVRE 2019

## Matières premières

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 55 ppm.

## Minerais

Ils sont très divers avec plus de 165 variétés de minéraux. Les teneurs des minerais exploités sont généralement comprises entre 0,3 et 2 %, exceptionnellement jusqu'à 5 % par exemple au début de l'exploitation de la mine de Neves Corvo, au Portugal. La teneur moyenne des minerais exploités est passée de 1,34 % en 1990 à 0,78 % en 2008. Au Chili, en 2019, la teneur moyenne des minerais exploités est de 0,67 %. Les minerais se présentent sous deux formes chimiques principales qui conditionnent leur traitement :

- Sulfurée : qui représentent 80 % de la production mondiale sous forme de chalcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ ), bornite ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), chalcosine ( $\text{Cu}_2\text{S}$ )... Les gisements sulfurés sont principalement de type porphyres cuprifères et sont présents dans les cordillères ouest américaines et les chaînes alpines.
- Oxydée (principalement sous forme de carbonates) : avec la malachite ( $\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$ ), l'azurite ( $2\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$ ), la cuprite ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )... Les minerais oxydés sont souvent présents dans les parties supérieures des gisements, zones d'altérations importantes, le cœur de ces derniers étant sulfuré.

De nombreux autres éléments métalliques sont souvent associés au cuivre : [Fe](#), [Ni](#), [Zn](#), [Pb](#), [Co](#), [Mo](#), [Ge](#), [Au](#), [Ag](#)... Les minerais de cuivre sont une ressource importante de [molybdène](#) (48 % de sa production provient de mines de cuivre) et de [rhénium](#). Dans le cas particulier de la mine d'Olympic Dam, en Australie, le cuivre est associé à de l'[uranium](#). La présence d'autres éléments valorisables peut parfois permettre l'exploitation de gisement de faible teneur en cuivre. En 2010, pour une production minière de 16 millions de t de cuivre, les éléments suivants ont été coproduits : [molybdène](#) (250 000 t), [cobalt](#) (98 000 t), [bismuth](#) (8 500 t), [sélénium](#) (2 600 t), [tellure](#) (450 t), [rhénium](#) (54 t), [terres rares](#) (130 000 t), ainsi que de l'uranium, de l'argent et de l'or.

## Quelques exemples d'exploitations minières

### Au Chili :

- La mine souterraine de cuivre la plus importante au monde est celle d'[El Teniente](#), exploitée par la société [Codelco](#) avec plus de 3 000 km de galeries. La production, en 2019, est de 459 744 t de cuivre, 7 503 t de molybdène, 98,1 t d'argent, 746 kg d'or et 1,051 million de t d'[acide sulfurique](#). La mine est exploitée industriellement depuis 1905 avec, en 110 années, une production de 22,45 millions de t de cuivre. Les réserves prouvées et probables sont de 1,338 milliard de t de minerai renfermant 0,83 % de cuivre.
- La mine de cuivre à ciel ouvert la plus importante au monde est celle d'[Escondida](#), découverte en 1981, ouverte en 1991, située à 3 100 m d'altitude dans le désert d'Atacama, avec, en 2019, 1,185 million de t de cuivre extraites. La teneur moyenne des minerais extraits, est de 0,99 % de cuivre. Par ailleurs, la production d'argent a été de 200,0 t et celle

d'or de 5,5 t. L'exploitation est constituée de 2 mines à ciel ouvert, l'une de 645 m de profondeur et de 3,9 x 2,7 km, l'autre de 525 m de profondeur sur 2,5 x 2,2 km. Les concentrés, avec 925 900 t de cuivre contenu, sont évacués sous forme de pulpe par une canalisation de 170 km, jusqu'au port de Coloso sur l'océan Pacifique. Les cathodes produites, avec 259 400 t, sont exportées par le port d'Antofagasta. Les réserves prouvées et probables sont de 5,21 milliards de t de minerai sulfuré contenant 0,66 % de cuivre, 1,66 milliard de t de minerai sulfuré à 0,42 % de cuivre, destinées à la lixiviation et 206 millions de t de minerai oxydé à 0,58 % de cuivre également destinées à être lixiviées. La mine est exploitée par [BHP-Billiton](#) qui possède 57,5 % de la société Minera Escondida, aux côtés de [Rio Tinto](#) (30 %) et d'intérêts japonais menés par Mitsubishi (10 %).

- De nombreuses autres mines chiliennes sont parmi les plus importantes au monde : Collahuasi, Los Bronces, Chuquicamata, Los Pelambres, Radomiro Tomic, Andina...

#### **Au Pérou :**

- La mine d'[Antamina](#), située à 4 300 m d'altitude est exploitée, à ciel ouvert, depuis 2001. En 2019, la production a été de 448 600 t de cuivre, 303 400 t de zinc, 5 040 t de plomb, 3 540 t de molybdène, 465,5 t d'argent. La teneur moyenne du minerai exploité, en 2014-15, est de 1,03 % de cuivre et 0,60 % de zinc. Les réserves prouvées et probables sont de 430 millions de t de minerai contenant, en moyenne, 0,91 % de cuivre, 0,95 % de zinc, 0,024 % de molybdène et 10 g/t d'argent. Les concentrés de cuivre et de zinc sont acheminés à l'aide d'une canalisation de 21 à 25 cm de diamètre sur une distance de 302 km jusqu'au port de Punta Lobitos situé près de la ville de Huarney. La société (Compania Minera Antamina) exploitant la mine est détenue à 33,75 % par [Glencore](#), 33,75 % par [BHP-Billiton](#), 22,5 % par [Teck](#) et 10 % par Mitsubishi.
- La mine à ciel ouvert de [Cerro Verde](#) détenue à 53,56 % par [Freeport](#), au côté de Sumitomo avec 21 % et [Buenaventura](#) avec 19,58 %, a produit, en 2019, 453 600 t de cuivre, 13 150 t de molybdène et 145,7 t d'argent. Les réserves prouvées et probables sont de 4,17 milliards de t de minerai contenant 0,36 % de Cu, 0,01 % de Mo, 1,89 g/t de Ag.

**Aux États-Unis :** les mines sont situées, par ordre décroissant des productions, dans les États suivants : Arizona, avec 68 % de la production, Utah, Nouveau Mexique, Nevada, Montana. En 2019, 15 mines sur un total de 24, extraient 99 % de la production.

- La mine la plus importante, [Morenci](#), dans l'Arizona, est exploitée, à 72 %, par [Freeport](#) en association avec [Sumitomo](#) (15 %). Ouverte, en souterrain en 1872, la mine est devenue à ciel ouvert en 1937. Elle est exploitée en partie de façon classique par extraction mécanique du minerai et concentration et en partie par lixiviation en tas du minerai ou par lixiviation directe dans la mine suivie d'une extraction par solvant puis d'une électrolyse donnant directement des cathodes de cuivre. En 2019, sa production a été de 453 600 t de cuivre et 2 270 t de molybdène. Les réserves prouvées et probables sont de 939 millions de t à 0,38 % de cuivre et 0,02 % de molybdène destinées à fournir des concentrés, 538 millions de t à 0,41 % de cuivre destinées à être lixiviées en tas et 2,958 milliards de t de minerai à 0,16 % de cuivre destinées à être lixiviées directement dans la mine.
- La mine de [Bingham Canyon](#), dans l'Utah, près de Salt Lake City, est exploitée par [Rio Tinto](#). En 2019, sa production a été de 186 800 t de cuivre, 11 200 t de molybdène, 87,6 t d'argent, 7,3 t d'or. Les réserves prouvées et probables sont de 612 millions de t de minerai contenant 0,43 % de cuivre, 0,034 % de molybdène, 2,04 g/t d'argent, 0,16 g/t d'or. La

mine, ouverte en 1903, a produit depuis son ouverture, 19 millions de t de cuivre. C'est l'excavation réalisée par l'homme la plus importante au monde (4,4 km de diamètre pour 1,2 km de profondeur).

**Dans l'Union européenne** : les principales mines sont situées en Pologne. Les autres pays producteurs miniers sont l'Espagne, la Bulgarie, la Suède, le Portugal et la Finlande.

- Les mines polonaises sont exploitées par [KGHM](#), voir ci-dessous.
- La mine souterraine de [Neves Corvo](#), au Portugal, a commencé à être exploitée en 1990 pour le cuivre et 2006 pour le zinc. La production, en 2019, a été de 41 436 t de cuivre, 73 202 t de zinc, 4 591 t de plomb et 24,9 t d'argent. Les réserves prouvées et probables sont de 27,9 millions de t de minerai de cuivre contenant 2,2 % de cuivre, 0,7 % de zinc, 0,2 % de plomb, 32 g/t d'argent et 29,7 millions de t de minerai de zinc contenant 7,5 % de zinc, 0,3 % de cuivre, 1,8 % de plomb, 64 g/t d'argent. La mine est exploitée par la société canadienne [Lundin Mining](#).

### Exploitation de gisements sous-marins :

Des projets d'exploitation d'amas sulfurés polymétalliques sous-marins sont en cours de développement, en particulier, celui de [Deep Sea Mining](#), dans la mer de Bismarck, en Papouasie Nouvelle Guinée, à 1 600 m de profondeur. Le gisement, [Solwara 1](#), possède des ressources de 1,03 million de t contenant 7,2 % de Cu, 0,4 % de Zn, 23 g/t de Ag, 5 g/t d'or.

**Principales mines** : en 2020.

en milliers de t de capacité annuelles de production			
Escondida (Chili)	1 400	Péninsule de Taimyr (Russie)	450
Collahuasi (Chili)	610	Las Bambas (Pérou)	430
Buenavista (Mexique)	525	Grasberg (Indonésie)	400
Morenci (États-Unis)	520	El Teniente (Chili)	399
Cerro Verde (Pérou)	500	Chuquicamata (Chile)	370
Antamina (Pérou)	450	Los Bronces (Chili)	370

Source : ICSG

### Traitement des minerais

La plus grande partie des minerais (représentant 80 % de la production minière de cuivre) subit une concentration avant des opérations pyrométallurgiques suivies d'un raffinage. L'autre partie des minerais (représentant 20 % de la production minière de cuivre) est traitée, sans concentration, selon le procédé dénommé SX/EW (dissolution – extraction par solvant – puis électrolyse) donnant directement du cuivre de qualité commerciale sous forme de cathodes. Voir plus loin la partie métallurgie.

**Concentration** : elle concerne les minerais sulfurés. Le broyage fin des minerais (grains < 0,15 mm) est suivi d'une concentration par flottation dans des cellules de 60 à 100 m<sup>3</sup>. La molybdénite (MoS<sub>2</sub>) contenue flotte naturellement, le sulfure de cuivre étant alors déprimé à l'aide de sulfure de sodium (0,2 g/L). Le taux de récupération du [molybdène](#) est compris entre 27 et 60 %. La flottation des sulfures de cuivre est réalisée en présence de xanthates (25 à 300 g/t) ou de dithiophosphates (100 à 150 g/t). Le taux de récupération du cuivre est de 90 à 95 %. Les concentrés obtenus contiennent environ 31 % de cuivre. Les opérations de concassage et broyage représentent jusqu'à 85 % des coûts de concentration.

## Productions minières

En 2019. Monde : 20,671 millions de t de Cu contenu, Union européenne (Pologne, Espagne, Bulgarie, Suède, Portugal...) : 913 700 t.

en milliers t de Cu contenu

Chili	5 787	Russie	773
Pérou	2 455	Mexique	770
Chine	1 601	Zambie	759
R. D. du Congo	1 433	Kazakhstan	711
États-Unis	1 285	Canada	573
Australie	938	Pologne	449

Sources : Cochilco

Au Chili, les principaux producteurs sont, en 2019, en milliers de t de cuivre : Codelco (1 706), [Antofagasta](#) (770), BHP-Billiton (751), Anglo American (638), Rio Tinto (342), Glencore (328), Freeport (82), KGHM (78). Dans ce pays, la production est pénalisée par la situation géographique des principaux gisements dans le désert d'Atacama et les besoins en eau et en énergie.

Les besoins en eau de la mine d'Escondida (60 m<sup>3</sup>/t de Cu) ont nécessité la construction d'une usine de dessalement d'eau de mer près d'Antofagasta, sur la côte du Pacifique avec une amenée de l'eau, par 2 canalisations de 180 km.

La société [GNLM](#) détenue à 63 % par Engie et 37 % par Codelco possède, à Mejillones, un terminal gazier recevant du gaz naturel liquéfié et le regazéifiant pour alimenter une centrale électrique de 1 100 MW de capacité.

### Principaux producteurs : en 2019.

en milliers de t de cuivre extrait des exploitations minières

<a href="#">Codelco</a> (Chili)	1 706	<a href="#">Antofagasta</a> (Chili)	770
<a href="#">Glencore</a> (Suisse)	1 371	<a href="#">KGHM</a> (Pologne)	702
<a href="#">BHP-Billiton</a> (Australie)	1 220	<a href="#">First Quantum</a> (Canada)	702
<a href="#">Freeport</a> (États-Unis)	1 170	<a href="#">Anglo American</a> (Afrique du Sud)	638
<a href="#">Grupo México</a> (Mexique)	1 094	<a href="#">Rio Tinto</a> (Australie)	577

Sources : rapports d'activité des sociétés

- [Codelco](#) (Corporation National del Cobre de Chile), société d'État chilienne, exploite 7 complexes miniers :
  - Chuquicamata (385 309 t, en 2019) précédemment à ciel ouvert, l'exploitation, à compter de 2019, se poursuit souterrainement,
  - Radomiro Tomic (266 415 t),
  - El Teniente (459 744 t),
  - Andina (170 274 t),
  - Gabriela Mistral (104 274 t),
  - Salvador (50 561 t),
  - Ministro Hales, près de Chuquicamata, (104 087 t),
  - détient 49 % de la mine d'El Abra, exploitée par Freeport, avec une part de 40 000 t,
  - et 20 % d'Anglo American Sur qui exploite les mines de Los Bronces et El Soldado, avec une part de 84 450 t.

En 2019, la production de molybdène, associée à celle de cuivre, a été de 22 353 t, celle d'argent de 556,0 t, d'or de 2,4 t et d'acide sulfurique de 2,1 millions de t.

En 2019, les minerais extraits ont une teneur moyenne de 0,68 % de cuivre.

En valeur, les revenus de la société ont été réalisés, en 2018, à 92 % par la production de cuivre, 3,4 % par celle de molybdène et 3,4 % par celle des autres coproduits (argent, or et acide sulfurique).

Le cuivre a été vendu à 56 % sous forme de cathodes, 40 % de concentrés, 4 % de blister et anodes. 12 % de l'électricité chilienne est consommée par Codelco.

Les réserves prouvées et probables sont de 7,698 milliards de t de minerai à 0,65 % en moyenne.

- Les mines de [Glencore](#) sont situées en :
  - Australie (Mount Isa avec 220 500 t de cathodes et Cobar avec 43 500 t dans des concentrés),
  - Chili (44 % de Collahuasi avec 248 800 t dans des concentrés et Lomas Bayas avec 78 900 t de cathodes),
  - Pérou (33,75 % d'Antamina avec 151 400 t et Antapaccay avec 197 600 t dans des concentrés),
  - République Démocratique du Congo (Katanga, avec 234 500 t de cathodes et Mutanda, avec 103 200 t de cathodes),
  - Zambie (Mopani, avec 21 600 t de cathodes).

La production de cuivre a donné une co-production de 102 400 t de zinc, 42 200 t de cobalt, 346,9 t d'argent et 5,8 t d'or. Par ailleurs, la production de zinc a donné une coproduction de 85 800 t de cuivre et celle de nickel, de 44 200 t de cuivre.

- Les mines de [BHP-Billiton](#) sont situées :
  - au Chili, avec la mine de Pampa Norte (242 700 t de cathodes en 2019-20) et avec 57,5 % de la mine d'Escondida (359 900 t dans des concentrés et 149 200 t de cathodes),
  - au Pérou, avec 33,75 % de la mine d'Antamina (124 500 t dans des concentrés),
  - en Australie avec la mine Olympic Dam (171 600 t de cathodes).
- [Freeport-McMoRan](#) a produit, en 2019 :
  - 660 350 t aux États-Unis avec les mines, dans l'Arizona, de [Morenci](#) détenue à 72 % (331 000 t), [Bagdad](#) (98 900 t), [Sierrita](#) (72 600 t), [Miami](#) (6 890 t) et [Safford](#) (49 800 t) et au Nouveau Mexique de [Chino](#) (79 400 t) et [Tyrone](#) (21 800 t),
  - 81 650 t au Chili avec 51 % de la mine de [El Abra](#) – en commun avec Codelco,
  - 453 600 t au Pérou avec 53,56 % de la mine de [Cerro Verde](#),
  - 272 160 t en Indonésie, avec 90,64 % de la mine de [Grasberg](#).

Outre celle de cuivre, la production de molybdène a été de 34 900 t, celle d'or de 22,4 t.

Les réserves prouvées et probables sont de 37,8 millions de t de cuivre, 1,5 million de t de molybdène, 7 820 t d'argent et 501 t d'or.

- [Grupo México](#), au travers de sa filiale [Southern Copper](#), exploite :
  - au Mexique, dans l'État de Sonora, les mines à ciel ouvert de Buenavista avec, en 2019, 338 000 t de cuivre dans des concentrés et 100 100 t sous forme de cathodes et La Caridad avec 107 200 t de cuivre dans des concentrés et 25 900 t sous forme de

cathodes et les mines souterraines de Charcas, San Martin et Santa Barbara, avec 8 300 t de cuivre,

- au Pérou, Cuajone avec 156 400 t de cuivre dans des concentrés et Toquepala, avec 231 700 t de cuivre dans des concentrés et 26 300 t de cathodes,
- et au travers de sa filiale [Asarco](#), aux États-Unis, dans l'Arizona, en 2018, Mission avec, 43 500 t de cuivre dans des concentrés, Ray, avec 37 400 t dans des concentrés et 18 300 t de cathodes et Silver Bell, avec 19 100 t de cathodes.

Les réserves prouvées et probables sont de 67,6 millions de t de cuivre.

- [Antofagasta](#), exploite, au Chili les mines de :
  - Los Pelambres, détenue à 60 %, avec une production, en 2019, de 363 400 t de cuivre, 11 200 t de molybdène et 1,9 t d'or,
  - Centinela, détenue à 70 %, avec 276 600 t de cuivre, 400 t de molybdène et 6,9 t d'or,
  - Antucoya, détenue à 70 %, avec 71 900 t de cuivre,
  - Zaldivar, détenue 50/50 avec Barrick Gold, avec 58 100 t de cuivre, en propre.

Les réserves prouvées et probables sont de 4,482 milliards de t de minerai renfermant 0,45 % de cuivre. L'exploitation du cuivre a engendré la coproduction de 11 600 t de molybdène et 8,8 t d'or.

- [KGHM](#) exploite :
  - 3 mines souterraines dans le sud-ouest de la Pologne :
    - à Lubin, avec, en 2019, 73 500 t de cuivre dans les concentrés,
    - Polkowice-Sieroszowice, avec 194 600 t,
    - Rudna, avec 181 300 t,
  - et après l'acquisition, en 2012, de la société canadienne Quadra FNX Mining, KGHM exploite :
    - deux mines au Canada, dans la région de Sudbury, dans l'Ontario, Morrison (fermée en mars 2019) et Mc Creedy West, avec 4 200 t de cuivre, 900 t de nickel, 1,2 t de palladium, platine et or,
    - deux mines aux États-Unis, Robinson, dans le Nevada, avec 48 800 t de cuivre, 1,1 t d'or et du molybdène et Carlota dans l'Arizona avec 3 200 t de cuivre,
    - deux mines au Chili, Franke, avec 19 000 t de cuivre et 55 % de Sierra Gorda, avec 45 % pour Sumitomo, avec 108 200 t de cuivre (59 500 t pour KGHM), 5 100 t de molybdène, 14,6 t d'argent et 1,3 t d'or.

En Pologne, la production d'argent coproduit est de 1 393 t. Le gisement polonais, découvert en 1957, est situé entre 600 et 1380 m de profondeur avec une épaisseur moyenne de 4,8 m et occupe une surface de 550 km<sup>2</sup>. La production a commencé en 1968. En Pologne, en 2019, 29,9 millions de t de minerai ont été extraites avec une teneur moyenne de 1,50 % de Cu et 48,7 g/t d'argent. Les réserves prouvées et probables sont de 22,7 millions de t de cuivre, 178 875 t de molybdène, 52 388 t d'argent, 67 232 t de nickel, 8,4 t d'or, 2,4 t de palladium, 1,1 t de platine.

En 2018, la production totale a été de 633 900 t de cuivre, 30 100 t de plomb, 6 946 t de molybdène, 2 210 t de nickel (en 2015), 1 205 t d'argent, et en 2015, 87 t de sélénium, 5 t de rhénium, 2,7 t d'or, 2 t de platine et palladium.

- [First Quantum](#), exploite :
  - en Zambie, les mines de Kansanshi, avec, en 2019, une production de 232 200 t de cuivre et 4,5 t d'or, et de Sentinel, qui a démarré sa production en novembre 2016, avec 220 000 t de cuivre,
  - en Espagne, la mine de Las Cruces, avec 48 100 t de cuivre,
  - en Turquie, la mine de Çayeli, avec 16 700 t de cuivre et 5 000 t de zinc,
  - en Mauritanie, la mine de Guelb Moghreïn, avec 29 600 t de cuivre, 1,4 t d'or et 542 000 t de concentré de magnétite,
  - en Finlande, la mine de Pyhäsalmi, avec 8 000 t de cuivre, 12 000 t de zinc et 554 000 t de pyrite.
  - au Panama a débuté, en 2019, l'exploitation de la mine à ciel ouvert de [Cobre Panama](#), dans le district de Donoso, avec une production de 79 800 t de cuivre et 1,9 t d'or. Les réserves prouvées et probables sont, fin 2019, de 3,075 milliards de t de minerai renfermant 0,38 % de Cu, 0,0059 % de Mo, 1,36 g/t de Ag et 0,07 g/t de Au.
- [Anglo American](#), exploite au Chili :
  - les mines de Los Bronces et El Soldado avec une participation de 50,1 % et une production, en 2019, de 296 000 t de cuivre dans des concentrés, 39 000 t de cathodes à Los Bronces et de 54 200 t de cuivre dans des concentrés à El Soldado,
  - la mine de Collahuasi avec une participation de 44 % et une production de 248 800 t de cuivre, en propre, dans des concentrés.

Les réserves prouvées et probables sont de 37,9 millions de t de cuivre.

- Les mines de [Rio Tinto](#) sont situées :
  - aux États-Unis où [Kennecott Utah Copper](#) exploite la mine de Bingham Canyon avec, en 2019, 186 800 t,
  - au Chili, avec 30 % de la mine d'Escondida et 341 600 t,
  - en Mongolie, avec 33,5 % de la mine d'Oyu Tolgoi et 49 100 t,
  - en Indonésie, avec une participation dans la mine de Grasberg qui n'a pas donné de production en 2019.

Les coproductions associées à l'extraction du cuivre sont, en 2019, de 11 200 t de molybdène, 168,3 t d'argent et 12,1 t d'or. Les réserves prouvées et probables sont de 15,5 millions de t de cuivre, 136 000 t de molybdène, 1 508 t d'argent et 163 t d'or.

**Réserves** : en 2019. Monde : 870 millions de t de cuivre contenu.

en millions de t de cuivre contenu			
Chili	200	États-Unis	51
Australie	87	Indonésie	28
Pérou	87	Pologne, en 2015	28
Russie	61	Chine	26
Mexique	53	Kazakhstan	20

Source : USGS

En 1950, les réserves étaient de 90 millions de t. En 1970, de 280 millions de t. Entre 2005 et 2015, alors que 182 millions de t ont été exploitées, les réserves ont augmenté de 250 millions de t.

Une [étude de l'USGS](#), à partir d'un raisonnement géologique sur les types de gisements de cuivre, leur teneur moyenne en cuivre..., estime en 2013, que les réserves étant de 690 millions de t, les ressources identifiées sont de 2 100 millions de t et les ressources non identifiées seraient de 3 500 millions de t.

**Marché international** : il est important car les pays producteurs et consommateurs (sauf les États-Unis) sont distincts. Le commerce international porte sur les concentrés, le blister et surtout sur le cuivre raffiné (voir plus loin).

Principaux pays exportateurs de minerai et concentrés de cuivre, en 2019, sur un total exporté de 36,585 millions de t.

en milliers de t de produit

Chili	13 111	Brésil	1 130
Pérou	8 259	Kazakhstan	1 073
Australie	1 944	Espagne	1 031
Mexique	1 405	Indonésie	677
Mongolie	1 404	Arménie	562

*Source : ITC*

Les exportations chiliennes ont porté, en cuivre contenu, en 2019, sur un total de 5 420 500 t dont 1 843 800 t dans des minerais ou concentrés, 396 000 t de blister et 3 179 300 t de cuivre raffiné. Les exportations chiliennes de concentrés ont été destinées, en 2019, à la Chine pour 54 %, au Japon pour 18 %, à la Corée du Sud pour 8 %, à l'Inde pour 4 %...

Principaux pays importateurs de minerai et concentrés de cuivre, en 2019, sur un total importé de 36,070 millions de t.

en milliers de t de produit

Chine	22 024	Inde	758
Japon	4 790	Bulgarie	731
Corée du Sud	1 732	Russie	483
Espagne	1 493	Finlande	458
Allemagne	1 020	Brésil	451

*Source : ITC*

Les importations chinoises proviennent du Chili à 35 %, du Pérou à 27 %, de Mongolie à 6 %, du Mexique à 6 %.

**Situation française** : pas de production minière et l'industrie métallurgique est peu développée. Les réserves sont très faibles, avec 200 000 t à Rouez dans la Sarthe, 150 000 t à Chessy dans le Rhône, 15 000 t à [Salsigne](#) dans l'Aude.

## Métallurgie

Selon 2 voies :

- Pyrométallurgie destinée aux minerais sulfurés. Elle concerne, en 2019, 82 % de la production et nécessite un raffinage ultérieur. Elle est approvisionnée principalement par des concentrés qui représentent 84 % du cuivre traité. Les 16 % restant proviennent du recyclage de déchets.

- Hydrométallurgique destinée aux minerais oxydés ou aux minerais sulfurés pauvres traités par biolixiviation. Elle concerne, en 2019, 18 % de la production et ne nécessite pas de raffinage ultérieur. Elle est réalisée dans des installations obligatoirement proches de l'extraction minière.

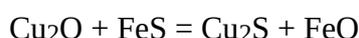
## Pyrométallurgie

Elle est effectuée en 3 étapes suivies d'un raffinage.

**Grillage partiel** des concentrés vers 550-650°C : l'oxydation partielle des sulfures de fer, présents à des teneurs élevées systématiquement dans tous les minerais sulfurés, donne un « mixte » composé de sulfures de cuivre et de fer et d'oxyde de fer. [As](#) et [Sb](#) sont éliminés sous forme de composés volatils et récupérés.

**Fusion pour matte** : la poursuite de l'oxydation, à 1100-1200°C, a lieu après la fusion des concentrés.

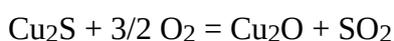
L'oxyde de cuivre formé réagit avec le sulfure de fer restant selon la réaction :



FeO passe, sous forme de silicates, dans les scories qui surnagent sur une matte fondue (formée de Cu<sub>2</sub>S et FeS restant). La plus grande partie du fer est ainsi éliminée ainsi qu'une partie du plomb. La fusion a lieu dans des fours réverbères, électriques ou flash-smelting afin de limiter la pollution par les fumées riches en [SO<sub>2</sub>](#). En 2019, les fours flash-smelting donnent 67 % de la production, les fours réverbères 14 %, les fours électriques 4 %.

**Conversion** : poursuite de l'oxydation de la matte liquide par de l'air ou du [dioxygène](#), vers 1300°C, en 2 étapes dans des convertisseurs de type Pierce-Smith ou Hoboken pendant une durée d'environ 4 heures.

- 1<sup>ère</sup> phase de soufflage scorifiant : élimination totale du fer et des autres éléments métalliques plus oxydables que le cuivre qui passent dans des scories. Il reste Cu<sub>2</sub>S appelé matte blanche.
- 2<sup>ème</sup> phase de soufflage pour cuivre selon la réaction :



On obtient du cuivre noir, appelé blister, contenant de 98 à 99,5 % de Cu. Il reste un peu de Cu<sub>2</sub>O. Le [dioxyde de soufre](#) est récupéré pour produire de l'[acide sulfurique](#), avec une production moyenne de 2,7 t d'acide par t de cuivre.

Principales installations industrielles d'élaboration de blister, en 2020 :

	en milliers de t de capacité annuelle		
Guixi (Jiangxi, Chine)	600	Besshi (Ehime, Japon)	450
Birla Copper (Gujarat, Inde)	500	Saganoseki (Ohita, Japon)	450
Chuquicamata (Chili)	450	El Teniente (Chili)	400
Jinchuan (Chine)	450	Xangguang (Chine)	400
Hambourg (Allemagne)	450	Sterlite (Inde)	400

Source : ICSG

**Raffinage du blister** : principalement par électrolyse à anode soluble.

Le blister est coulé sous forme d'anodes de 350 kg, 1 m<sup>2</sup> de surface, 13 à 50 mm d'épaisseur.

Les cathodes sont formées de feuilles de départ minces de cuivre raffiné (8 kg). Chaque cellule contient par exemple 30 anodes et 31 cathodes. L'électrolyse est réalisée à 65°C. Les cathodes sont changées tous les 10 jours, les anodes solubles tous les 20 jours (chaque anode donne 2 cathodes). Les cathodes obtenues ont une teneur en cuivre de 99,99 %. La tension appliquée entre les électrodes est de 0,25 à 0,4 V avec une consommation électrique de 250 kWh/t Cu. La composition du bain d'électrolyse est la suivante : Cu<sup>2+</sup> : 45 g/L, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : 185 g/L.

Les impuretés métalliques présentes dans le blister soit restent en solution ou précipitent ([Zn](#), [Fe](#), [Ni](#), [Co](#), [Sn](#), [Pb](#)) soit sont insolubles ([Ag](#), [Au](#), [Pt](#)) et elles sont récupérées dans les boues anodiques. D'autres impuretés ([As](#), [Sb](#), [Bi](#)) se déposent, en partie avec le cuivre, et devront être éliminées ultérieurement. La purification de 100 t de cuivre donne de 0,5 à 1 t de boues de composition moyenne : Cu : 20 à 50 %, Ag : 5 à 25 %, Au < 4 %, ainsi que : As, Sb, Sn... On estime que 80 % de l'argent et 15 % de l'or produits dans le monde, sont extraits de boues provenant de l'électro-affinage de métaux, principalement de cuivre.

Les coûts, par exemple pour la société Codelco, se répartissent ainsi : extraction minière : 18 %, concentration : 34 %, pyrométallurgie : 31 %, raffinage : 12 %, services communs : 5 %.

En France, la seule usine de raffinage du cuivre, la Compagnie Générale d'Électrolyse du Palais (87, contrôlée à 58 % par Pechiney), qui produisait 63 113 t de cuivre, en 1996, a fermé en 1998. Elle traitait du cuivre recyclé et du blister importé.

Principales installations industrielles de raffinage, en 2020 :

en milliers de t de capacité annuelle			
Guixi (Jiangxi, Chine)	1100	Birla Copper (Gujarat, Inde)	500
Shandong (Chine)	700	Sterlite (Inde)	460
Daye (Hubei, Chine)	600	Pyshma (Russie)	460
Jinchuan (Chine)	600	Toyo/Niihama (Japon)	450
Yunnan Copper (Chine)	500	Chuquicamata (Chili)	450

Source : ICSG

Le blister peut être également purifié par affinage thermique afin d'éliminer une partie des impuretés plus oxydables que le cuivre : Fe, S, As, Pb, Sb. On procède par soufflage d'air dans le bain de blister liquide. Lors de cette opération une partie du cuivre s'oxyde en Cu<sub>2</sub>O. Afin de réduire cet oxyde on peut procéder par perchage avec du bois vert (Codelco utilisait de l'eucalyptus) dont l'immersion provoque un dégagement brutal de CO et H<sub>2</sub> lors de sa combustion. Le bois peut être remplacé par des produits pétroliers ou divers autres réducteurs. Ce procédé est très minoritaire par rapport au raffinage électrolytique à anode soluble.

## Hydrométallurgie

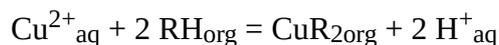
Le traitement des minerais par ce procédé entraîne une pollution atmosphérique nettement plus faible que lors des opérations pyrométallurgiques, mais les métaux précieux restent dans la gangue et ne sont donc pas récupérés. Ce procédé concerne, principalement les minerais « oxydés » facilement solubles mais aussi, de plus en plus, les minerais sulfurés de faible teneur à l'aide de l'assistance de bactéries lors des opérations de lixiviation, appelées alors biolixiviation.

Historiquement, les premières opérations d'hydrométallurgie ont été effectuées, en 1670, lors du traitement du minerai de Rio Tinto, en Espagne. Après lixiviation, la solution contenant de 0,3 à 3,5 g/L de Cu était traitée par cémentation à l'aide de fer (1,4 à 2 kg de Fe/kg de Cu). Le ciment obtenu contenait de 85 à 90 % de cuivre. Depuis la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, cette technique est abandonnée et supplantée par l'extraction par solvant.

L'hydrométallurgie des minerais de cuivre comporte trois opérations successives (le procédé est dénommé SX/EW : extraction par solvant/électro-extraction) :

**Une dissolution** des minerais par lixiviation généralement réalisée à l'aide d'[acide sulfurique](#) (1 à 15 g d'acide/L). Lorsque la gangue est basique (calcaire ou dolomitique), le coût de la lixiviation acide devient prohibitif, elle est remplacée par une lixiviation à l'aide d'une solution aqueuse d'[ammoniac](#). La solution obtenue titre de 1 à 6 g de Cu par litre, concentration trop faible pour pouvoir subir une électrolyse, car sa faible conductivité entraînerait une résistance élevée au passage du courant électrique et une consommation d'énergie importante par effet Joule.

**Une extraction par solvant** spécifique qui permet après déextraction à l'aide d'acide sulfurique (160 à 260 g d'acide/L) d'obtenir une solution contenant de 40 à 70 g de Cu<sup>2+</sup>/L. Les solvants utilisés, qu'élates bidentates, sont des hydroxyphényloximes ((C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>)R(OH)NOHA) avec R un radical C<sub>9</sub>H<sub>19</sub> ou C<sub>12</sub>H<sub>23</sub> et A : H pour les aldoximes ou CH<sub>3</sub> ou C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> pour les kétoximes. Le solvant est dilué dans du kérosène. L'équation de l'équilibre mis en jeu lors de l'extraction – déextraction est la suivante :



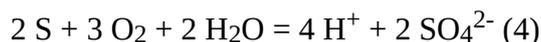
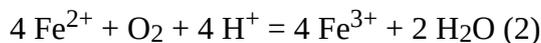
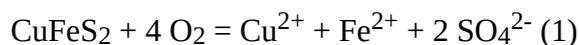
L'équilibre est déplacé vers la droite lors de l'extraction puis vers la gauche lors de la déextraction avec récupération et recyclage du solvant.

**Une électrolyse** de la solution aqueuse contenant Cu<sup>2+</sup> entre une anode insoluble en [plomb](#) (avec ajout de 6 % de Sb) de 100 kg qui a une durée de vie d'environ 4 ans et une cathode en cuivre sous forme d'une feuille de départ de 5 kg. La composition du bain d'électrolyse varie de 15 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L et 70 g Cu<sup>2+</sup>/L avant électrolyse jusqu'à 80 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L, et 25 g Cu<sup>2+</sup>/L après électrolyse, la solution appauvrie en Cu<sup>2+</sup> et enrichie en acide, étant recyclée. La tension est comprise entre 2 et 2,5 V (dont tension thermodynamique : 0,89 V, surtension O<sub>2</sub> : 0,6 V, chute ohmique : 0,6 V) avec une densité de courant de 150 à 300 A/m<sup>2</sup>. La consommation électrique est importante (de 2000 à 2500 kWh/t de Cu) et l'acide sulfurique représente 16 % des coûts de production du procédé hydrométallurgique.

Les cathodes sur lesquelles se dépose le cuivre sont déchargées tous les 5 à 6 jours lorsqu'elles atteignent 60 kg. Elles titrent 99,8 % Cu et sont utilisées sans raffinage ultérieur pour des usages non électriques du cuivre (le [plomb](#) est dans ce cas une impureté gênante).

**Biolixiviation** : l'hydrométallurgie est également utilisée pour traiter des minerais sulfurés mais il faut, à la lixiviation classique associer une attaque bactériologique, appelée biolixiviation car les minerais sulfurés sont difficilement solubles. Les bactéries utilisées (thiobacillus ferrooxidans, thiobacillus thiooxidans, leptospirillum ferrooxidans) se développent naturellement dans les gisements sulfurés, le maximum de leur développement étant atteint pour des pH compris entre 1,8 et 2,8 et des températures comprises entre 30 et 35°C. Leur concentration naturelle dans les gisements varie de 10<sup>6</sup> à 10<sup>10</sup>/cm<sup>3</sup> en surface à 10<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> en profondeur. Par ailleurs, les solutions ne

doivent pas être trop concentrées en cuivre, toxique pour ces bactéries si sa concentration dépasse 3 g/L. Elles tirent leur énergie de l'oxydation des formes réduites du soufre et de celle du fer (II) en fer (III). Ces bactéries catalysent l'oxydation, par le dioxygène de l'air, des ions sulfures et du soufre en ions sulfates et des ions Fe (II) en Fe (III) (réactions 1,2,4) :



La biolixiviation est employée pour traiter des minerais de faible teneur ou les stériles de traitements antérieurs. Elle peut être utilisée in situ mais est surtout employée pour traiter des minerais ou des stériles disposés en tas (concassés en grains de 6 à 10 mm puis agglomérés avec 3 à 7 kg d'acide sulfurique par tonne de minerai) sur des sols étanches. La solution lixiviante (pH de 1,5 à 2) enrichie d'éléments nutritifs pour les bactéries (azote...) percole à travers le minerai en s'enrichissant en cuivre (II). La biolixiviation en tas dure de 3 à 6 mois. Par exemple, à Bingham Canyon, aux États-Unis, un minerai de faible teneur (inférieure à 0,4 % de Cu) disposé en amas de plusieurs millions de t permet de récupérer ainsi jusqu'à 200 t/jour de cuivre. La biolixiviation de minerais sulfurés de faible teneur a débuté en mai 2006 à la mine d'Escondida avec 180 000 t de Cu/an. Le minerai est disposé sur une aire de traitement de 5 km sur 2 km. Le taux de récupération du cuivre est d'au moins 36 %. Les réserves sont ainsi, en 2018, de 1,67 milliard de t de minerai sulfuré à 0,42 % de Cu.

Après dissolution du cuivre par biolixiviation, la solution obtenue subit la suite des opérations classiques d'hydrométallurgie (voir plus haut).

Production de cuivre par hydrométallurgie : en 2019. Monde : 3,825 millions de t, Union européenne (Espagne et Chypre) : 48 700 t.

en milliers de t

Chili	1 580	Birmanie	133
R. D. du Congo	842	Pérou	66
États-Unis	535	Laos	60
Zambie	238	Chine	55
Mexique	158	Espagne	48

Source : Cochilco

Au Chili, en 2019, sur une production totale de 5 787 400 t, 1 580 200 t sont obtenues directement sous forme de cathodes par hydrométallurgie, 1 011 200 t sous forme de blister soit exportées soit raffinées sur place pour donner 688 900 t raffinées par anode soluble. Il y a 7 unités de production de blister et 3 raffineries par anodes solubles.

Aux États-Unis, en 2019, sont en activité : 3 fonderies produisant du blister, 3 raffineries par anodes solubles, 4 raffineries thermiques, 14 exploitations de lixiviation-extraction par solvant-électrolyse.

Après métallurgie, quel que soit le procédé utilisé, le cuivre se présente sous forme de cathodes.

## Productions métallurgiques

**Blister** : en 2019. Monde : 17,952 millions de t, Union européenne (Pologne, Allemagne, Bulgarie, Espagne...) : 2,226 millions de t.

en milliers de t

Chine	7 083	Pologne	541
Japon	1 507	Allemagne	526
Chili	1 011	États-Unis	486
Russie	964	Kazakhstan	440
Zambie	829	Australie	392
Corée du Sud	573	Iran	304

Source : Cochilco

**Cuivre raffiné** : en 2019. Monde : 23,619 millions de t, Union européenne (Allemagne, Pologne, Espagne, Belgique...) : 2,547 millions de t.

en milliers de t

Chine	9 447	Corée du Sud	638
Chili	2 269	Allemagne	600
Japon	1 495	Pologne	567
États-Unis	1 057	Kazakhstan	477
Russie	1 020	Zambie	458
R. D. du Congo	842	Mexique	448

Source : Cochilco

En 2018, pour l'ensemble de la production de cuivre raffiné 83 % provient d'une production primaire et 17 % d'une production secondaire.

**Principaux pays exportateurs de cuivre raffiné** : en 2019, sur un total de 9,276 millions de t.

en milliers de t

Chili	2 234	Australie	414
Russie	702	Chine	316
R. D. du Congo	674	Pologne	290
Japon	555	Corée du Sud	275
Kazakhstan	443	Pérou	257

Source : ITC

Les exportations chiliennes sont destinées à 44 % à la Chine, 19 % aux États-Unis, 10 % à la Corée du Sud, 7 % à Taipei chinois.

**Principaux pays importateurs de cuivre raffiné** : en 2019.

en milliers de t

Chine	3 720	Émirats Arabes Unis	424
États-Unis	678	Thaïlande	407
Allemagne	608	Turquie	341
Italie	573	Malaisie	299
Taipei chinois	485	Vietnam	264

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent à 29 % du Chili, 8 % du Kazakhstan, 7 % de Russie, 6 % de République Démocratique du Congo.

### **Évolution historique de la production de cuivre** (d'après Pour la Science n°228) :

Elle a débuté il y a 7 mille ans à partir de cuivre natif. A l'époque de l'empire romain la production atteignait 15 000 t/an (entre 250 avant J.C. et 350 après J.C., la production cumulée aurait été de 5 millions de t). En Europe, jusqu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle, on assiste à une stagnation de la production à des valeurs inférieures à 2 000 t/an. En Chine, sous la dynastie Sung (X – XII<sup>ème</sup> siècle), la production était de 13 000 t/an. Ces pointes de production ont été retrouvées par analyse des glaces du Groenland. Dans l'Antiquité et au Moyen Age, la dissémination de cuivre dans l'atmosphère représentait 15 % de la production. Actuellement celle-ci n'est que de 0,25 %. Les quantités de cuivre déposées sur la calotte glaciaire du Groenland au cours des 2500 ans qui ont précédé la révolution industrielle sont 15 fois plus importantes que celles déposées entre le début de la révolution industrielle et nos jours.

Fin 1992, on a assisté à la fermeture, sûrement du plus vieux lieu de travail industriel, au monde : la mine de Falun, en Suède, en activité depuis plus de 1000 ans. Au XVI-XVII<sup>ème</sup> siècle, elle produisait les 2/3 du cuivre mondial et a fait la richesse de la Suède. Au total ont été extraites de cette mine 500 000 t de Zn, 400 000 t de Cu, 160 000 t de Pb, 380 t de Ag, 5 t de Au.

### **Recyclage**

Lors de son utilisation, une grande partie du cuivre ne se dégrade pas et peut donc être recyclé. On estime que 85 % du cuivre en circulation est récupérable et que sa durée moyenne d'utilisation est de 30 ans (de quelques années dans les applications en électronique jusqu'à plus de 100 ans dans la construction). Le cuivre recyclé est soit raffiné, de façon identique au blister, soit réutilisé directement (dans le cas des câbles électriques, de certains alliages ou des chutes neuves de fabrication).

On estime que 80 % du cuivre extrait depuis la préhistoire est toujours en circulation. En 2016, le stock de cuivre en cours d'utilisation est de 452 millions de t sur un total de 590 millions de t de cuivre produit depuis 1900. Ce cuivre en cours de circulation est présent à 70 % dans des applications électriques, immobilisées à 55 % dans la construction, 15 % dans des infrastructures, 10 % dans l'industrie, 10 % dans les transports, 10 % dans les équipements.

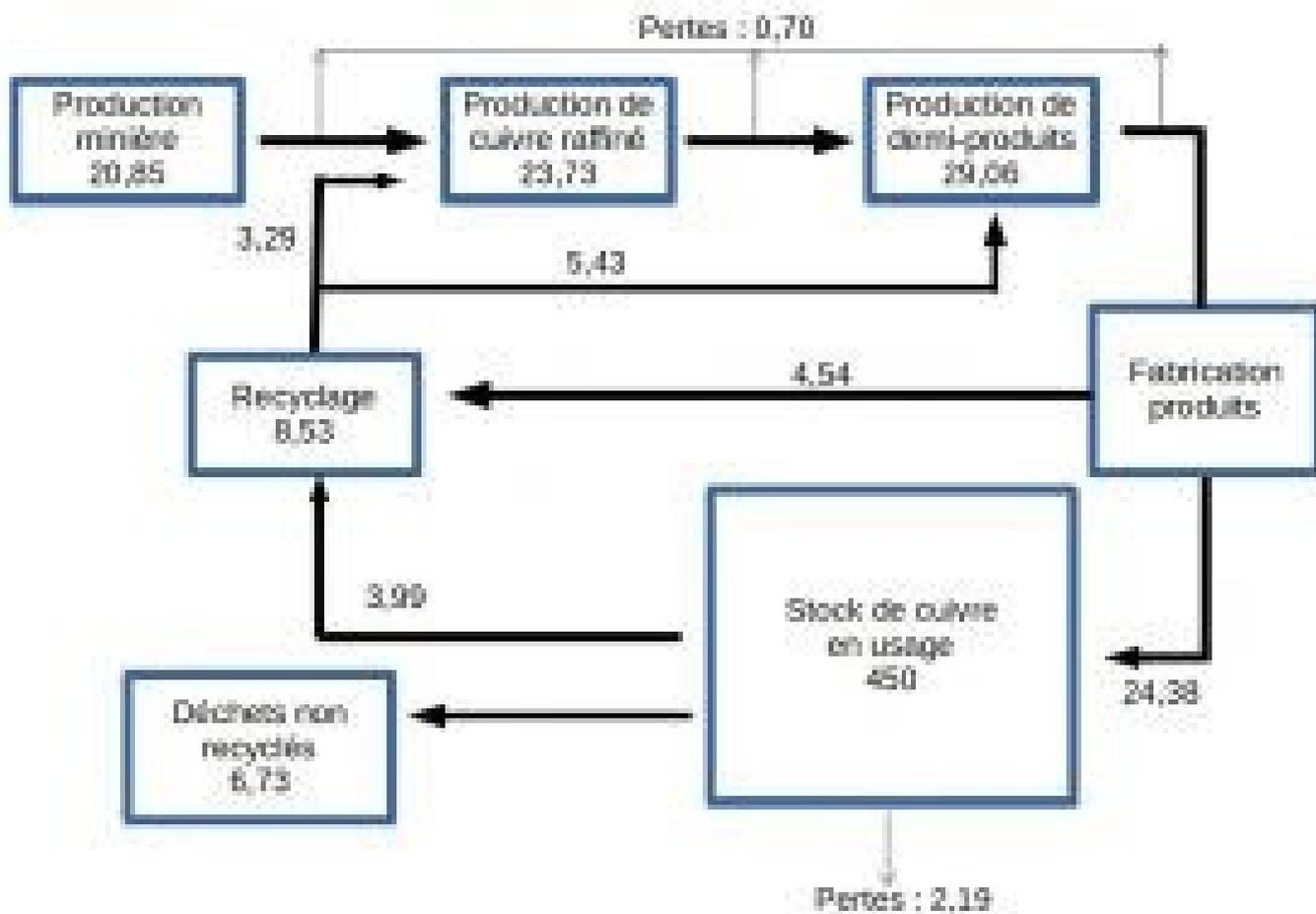
En 2018, sur une consommation mondiale de 30,053 millions de t de cuivre, 5,721 millions de t proviennent de cuivre recyclé après simple fusion et 3,365 millions de t de déchets de cuivre ayant subi un raffinage, soit 30,2 % de la consommation.

En 2014, la part du recyclage est de 45 % en Europe, 34 % en Asie, 31 % en Amérique du Nord et 20 % dans le reste du monde.

On estime que le stock de cuivre présent dans les véhicules automobiles est d'environ 3 millions de t en Europe et aux États-Unis, avec le recyclage de 200 000 à 250 000 t de cuivre par an dans chacune des entités géographiques.

Aux États-Unis, en 2019, 710 000 t ont été recyclées à partir de chutes de fabrication, 160 000 t à partir de matériaux usagés. Au total, dans ce pays, le recyclage couvre 35 % de la consommation.

**L'économie circulaire du cuivre** : en 2018, en millions de t, schéma simplifié d'après « The World Copper Factbook 2020 », document de l'[ICSG](#).



## Situation française

En 2019.

### Commerce extérieur

#### Exportations :

- Cuivre raffiné sous forme de cathodes : 3 681 t, vers l'Espagne à 52 %, l'Italie à 37 %, l'Allemagne à 6 %.
- Fil machine : 89 542 t vers la Belgique à 14 %, la Suisse à 14 %, l'Italie à 11 %, le Maroc à 8 %.
- Tuyaux : 3 235 t vers l'Algérie à 30 %, le Maroc à 17 %, la Serbie à 8 %.
- Sulfate de cuivre : 743 t vers l'Espagne à 23 %, l'Allemagne à 14 %, la Turquie à 14 %, l'Iran à 10 %.

#### Importations :

- Cuivre raffiné sous forme de cathodes : 176 072 t du Chili à 60 %, de Pologne à 15 %, de Belgique à 7 %, de République Démocratique du Congo à 6 %.
- Fil machine : 44 662 t d'Italie à 54 %, de Belgique à 23 %, d'Allemagne à 19 %.
- Tuyaux : 28 944 t d'Italie à 33 %, de Grèce à 31 %, d'Allemagne à 18 %, de Chine à 8 %.
- Sulfate de cuivre : 5 342 t de Turquie à 47 %, de Pologne à 16 %, du Mexique à 7 %, d'Espagne à 7 %.

### **Consommation de cuivre raffiné**

En 2019 : 199 400 t.

La France est absente d'une grande partie du cycle du cuivre, en particulier de la métallurgie et du raffinage, contrairement à l'Allemagne et la Belgique. Par contre, elle possède une importante industrie de première transformation.

### **L'industrie française de première transformation de cuivre**

**Fabrication de fils et câbles** : elle est réalisée par tréfilage lui même alimenté par « fil machine ». Le « fil machine » est réalisé par coulée continue puis laminage à chaud. Il se présente sous forme de bobines pesant jusqu'à 7 t (fils de diamètre, en général, 8 mm et jusqu'à 20 mm).

Principal producteur : [Nexans](#), société française, parmi les deux premiers mondiaux pour les câbles de télécommunications et d'énergie.

Produit des câbles en cuivre ou en [aluminium](#) mais aussi des fibres optiques. Les câbles sont utilisés pour transporter de l'électricité, des communications, des données informatiques...

Consommation, en 2019, dans le monde de 525 000 t de cuivre et 110 000 t d'aluminium.

En France, une usine de fabrication de « fil machine », exploitée par la Société Lensoise de Cuivre (SLC), avec une capacité de production de 180 000 t/an.

Une usine de recyclage de cuivre et d'aluminium à Noyelles Godault (62) avec 36 % de la société [Recycâbles](#), en association avec [Sita](#), filiale du groupe Suez Environnement, production 18 000 t/an. Par ailleurs, Next Metal, filiale de Sita, recycle des câbles et des métaux non ferreux à Isigny-le-Buat (50).

Autres producteurs en France :

[Prysmian France](#), filiale du groupe italien [Prysmian](#) (ex Pirelli depuis 2005). Usines à Paron (89) : 25 000 t/an de câbles, Charvieu (38) : 34 000 t/an de câbles, Chavanoz (38), Amfreville (76), Angy (60), La Bresse (88).

[General Cable](#), avec une usine à Montereau (77), production de 70 000 t/an de câbles (en tous matériaux). En 2018, la société a fusionné avec Prysmian.

Alsafil, à Sélestat (67), filiale de [Lebronze Alloys](#), produit du fil machine et des fils de divers alliages de cuivre.

**Fabrication de demi-produits** (barres, fils, profilés, tubes, laminés) directement ou après élaboration d'alliages par fonderie.

Principal producteurs : [KME Group](#), société italienne, 1<sup>er</sup> producteur mondial de demi-produits en cuivre et alliages, avec 392 000 t/an.

Usines de production en France (Tréfinmétaux jusqu'en 2007) : Boisthorel (61), Givet (08), Niederbrück (68).

Autres producteurs en France : [Gindre Duchavany](#) (filiale du groupe autrichien Umcors Holding), usine à Pont-de-Cheruy (38), Le Bronze Industriel, filiale de [Lebronze Alloys](#), à Suippes (51), Taverny (95), Forges de Trie-Château (60)...

## Utilisations

**Consommations mondiales** : en 2019, hors recyclage par simple fusion. Monde : 23,886 millions de t, Union européenne : 3,136 millions de t.

en milliers de t de cuivre raffiné

Chine	12 799	Inde	527
États-Unis	1 850	Turquie	464
Allemagne	1 017	Mexique	442
Japon	1 011	Taipei chinois	371
Corée du Sud	633	Espagne	361
Italie	553	Thaïlande	356

Source : Cochilco

En prenant en compte le cuivre recyclé par simple fusion, la consommation mondiale est, en 2018, de 30,053 millions de t.

En 1995, la consommation chinoise représentait 10 % de la consommation mondiale, 53,6 % en 2019.

**Formes d'utilisations** : en 2019.

Dans des demi-produits, sur un total de 23,102 millions de t, répartition :

en %

	Monde	Chine	Union européenne
Câbles	74 %	71 %	77 %
Barres	3 %	2 %	3 %
Feuilles	11 %	12 %	8 %
Tubes	13 %	14 %	12 %

Source : IWCC

Dans des alliages, sur un total de 6,815 millions de t, répartition :

en %

	Monde	Chine	Union européenne
Câbles	10 %	12 %	4 %
Barres	45 %	31 %	63 %
Feuilles	38 %	47 %	26 %
Tubes	8 %	10 %	7 %

Source : IWCC

Pour l'élaboration des semi-produits en cuivre, la Chine possède 40 % des capacités mondiales de production avec 559 usines.

Le fil machine représente 61 % des capacités mondiales de production des semi-produits en cuivre avec 34,9 millions de t/an.

Pour les [alliages de cuivre](#), voir ce chapitre.

## Secteurs d'utilisations : dans le monde, en 2019.

Équipements 32 % Transports 13 %  
Constructions 28 % Industries 12 %  
Infrastructures 16 %

Source : IWCC

Parmi les équipements, en 2019, les produits de consommation représentent 2,538 millions de t de cuivre, ceux destinés au froid (réfrigérateurs, climatisation), 2,376 millions de t, à l'électronique, 1,395 million de t.

Dans la construction, l'électricité représente 6,069 millions de t de cuivre, la plomberie, 1,345 million de t, l'air conditionné, 235 000 t.

Dans les infrastructures, le transport de l'électricité représente 3,859 millions de t de cuivre, les télécommunications, 834 000 t.

Les industries électriques ont consommé 1,782 million de t de cuivre, les autres, 1,682 million de t. Dans les transports, les équipements électriques des automobiles ont représenté 2,234 millions de t de cuivre, les équipements non électriques des automobiles, 226 000 t, les autres types de transports, 1,317 million de t.

### Utilisations particulières :

- On estime, en Europe, que 8 millions de km de câbles de cuivre assurent le transport de courant électrique.
- Résistant à la corrosion marine, il est utilisé pour des pompes et canalisations d'eau de mer.
- Le transport de l'eau potable dans des canalisations en cuivre permet d'éviter le développement de bactéries telles que, par exemple, celles du genre légionella.
- Fongicide : utilisé sous forme de chlorure ou de sulfate, par exemple dans la bouillie bordelaise qui contient, en présence de [chaux](#), 20 % de sulfate de cuivre, afin de lutter en viticulture ou arboriculture, en particulier contre le mildiou.
- Pigment pour céramiques et [verres](#).
- Le corps humain adulte contient 100 mg de cuivre. L'apport journalier recommandé par l'OMS est de 2 mg/jour avec une limite supérieure de 12 mg/jour qui ne doit pas être dépassée. Les principaux aliments riches en cuivre sont le foie de bœuf (39 mg/kg), le chocolat (36 mg/kg), les huîtres et légumes secs (9 mg/kg).
- Couvertures et évacuation des eaux pluviales dans le bâtiment : utilisation relativement faible en France (5 000 t/an), plus importante en Allemagne (70 000 t/an) et Italie (60 000 t/an). En France, les couvertures de l'église de la Madeleine et de la Bourse, datant de Napoléon 1<sup>er</sup>, sont en cuivre. Le panthéon de Rome, au 2<sup>ème</sup> siècle après J-C, était recouvert de cuivre. Dans cette application, outre l'aspect esthétique et la résistance à la corrosion, l'avantage du cuivre réside dans son faible coefficient de dilatation : 1,68 mm/m pour 100°C.
- L'[or](#) de bijouterie (750/1000) contient 15 % de Cu.
- Automobile : un véhicule de gamme moyenne contient 2 km de câbles en cuivre ou en alliage de cuivre soit une masse d'environ 22,5 kg qui peut atteindre 45 kg pour les véhicules hybrides.
- Les pièces de 1, 2 et 5 centimes d'euro, sont en acier recouvert par un mince dépôt électrolytique de cuivre. Les pièces de 10, 20 et 50 centimes d'euro sont en « nordic gold » c'est-à-dire en alliage contenant, en masse, 89 % de Cu, 5 % de Al, 5 % de Zn et 1 % de Sn.

Les parties jaunes des pièces de 1 et 2 euros sont constituées d'un alliage (maillechort) contenant 75 % de Cu, 20 % de Zn et 5 % de Ni. Les parties blanches de ces pièces sont formées par un cœur de nickel pur inséré entre 2 couches d'un cupronickel constitué de 75 % de Cu et 25 % de Ni. Lors de la fabrication des premières pièces en euro, la consommation de cuivre a été de 180 000 t sur 2 ans, soit 2 % de la consommation européenne de cuivre pour produire 60 milliards de pièces.

Aux États-Unis, les pièces de 1 cent sont en zinc recouvert d'un dépôt de cuivre, soit 2,5 % du poids de la pièce, les pièces de 5 cents renferment 75 % de cuivre.

- Le cuivre est concurrencé par les fibres optiques dans les réseaux de télécommunications.
- En 1997, début de l'utilisation, par IBM, du cuivre, en remplacement de l'aluminium, pour le transport des électrons dans les puces en microélectronique. La mise au point d'une couche barrière entre le [silicium](#) et le cuivre a permis d'éviter la diffusion de ce dernier dans le substrat de silicium.