

1

Un **minerai** est une roche qu'on extrait pour en obtenir des métaux ou d'autres ressources minérales (ex. sel, soufre...) ou énergétiques (ex. charbon...) utiles.

2

On appelle **stériles miniers** les matériaux (terre, sable, roche...) qu'il faut extraire pour accéder au minerai (c'est-à-dire à la roche économiquement exploitable).

3

On appelle **résidus miniers** les déchets (solides ou liquides) produits lors du traitement du minerai, par exemple pour fabriquer le métal.

4



Un lac de résidus miniers près de la mine de cuivre-zinc Antamina Pérou  
(Xtremizta, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons)

5

Pour stocker les résidus miniers, on crée des lacs artificiels en construisant des barrages ou des digues. Les **ruptures de digues** sont une des causes de catastrophes environnementales liées aux mines.

### Définition

#### Ressources vs réserves

- On appelle **ressources** la quantité estimée d'un métal (ou autre minéral et combustible) dans la croûte terrestre.
- On appelle **réserves** les ressources qui sont actuellement exploitables.

### Définition

La **teneur en métal d'un minerai** est la proportion de métal contenue dans ce minerai.

### Définition

Un **métal** est soit l'un des éléments du système périodique, soit un alliage de plusieurs éléments. Par contre, tous les éléments chimiques ne sont pas des métaux (ex. l'oxygène).



## Définition

Un **minéral** est une substance inorganique (par opposition au végétal) caractérisée par sa composition chimique et une structure cristalline.

## Définition

On exploite souvent plusieurs métaux dans une mine (ex. cuivre et zinc). Si tous ont une valeur économique similaire, on parle de **co-produits**.

## Pour info

De nombreux métaux du numérique sont des **sous-produits**, c'est-à-dire qu'ils sont récupérés lors du traitement d'autres métaux. Par exemple, le gallium est un sous-produit de l'aluminium.

## Définition

Un **terril** est une colline artificielle formée par l'accumulation de stériles ou de résidus issus de l'exploitation d'une mine.

## Pour info

Les **terres rares** (à ne pas confondre avec les métaux rares !) sont des métaux qui, contrairement à ce que suggère leur nom, sont assez abondants dans la croûte terrestre mais généralement en très faible concentration.

## Pour info

La **bauxite** est le principal minerai qui permet de produire l'**aluminium** et le **gallium**. Les trois plus gros pays producteurs sont l'**Australie**, la **Chine** et la **Guinée**.

## Pour info

Le **coltan** est un minerai qui permet de produire le niobium et le tantale.

## Pour info

Même s'il existe de nombreuses mines **sous-terraines**, la majorité des mines actuelles sont exploitées à **ciel ouvert**.



## Pour info

L'extraction minière est une activité qui nécessite de grandes quantités d'eau, principalement pour les phases de broyage et de concentration du minerai.

## Pour info

En France, c'est le **code minier** qui définit la distinction entre mines et carrières, selon la nature plus ou moins stratégique et précieuse du matériau extrait.

## Conflit

**El Estor, Guatemala.** Depuis des décennies, les populations locales luttent contre la réouverture d'une mine de nickel qu'ils accusent de pollution des eaux et des sols à cause des poussières de la mine, mais aussi d'accaparement du territoire.

## Conflit

**Panguna, Papouasie Nouvelle-Guinée.** En 1989, le conflit environnemental et social autour de cette mine de cuivre et d'or se transforme en une guerre civile qui fera environ 20.000 morts en une décennie.

## Conflits

Les **besoins en eau** pour la production de cuivre au Pérou et de lithium en Argentine, au Chili et en Bolivie entrent en conflit avec les besoins des populations locales.

## Conflits

Étain, tantale, or et tungstène sont appelés **minerais de conflits**, ou **minerais de sang**, car leur exploitation est au coeur de conflits, comme en République Démocratique du Congo.

## Conflits

L'industrie minière est la première cause de **conflits environnementaux** dans le monde, c'est-à-dire de conflits sociaux qui émergent face à une menace pour l'environnement.

## Tensions

Environ 70% des exploitations minières des six plus grandes compagnies se situent dans des pays en situation de **stress hydrique**, où les besoins en eau dépassent les ressources disponibles.



## Tensions

En 2022, la Chine est le principal producteur de terres rares (70%) et d'autres métaux comme le tungstène (85%), le gallium (98%)... Cela représente des enjeux géopolitiques majeurs.

## Pollution

Les déchets miniers (stériles et résidus) contiennent souvent des métaux lourds naturellement présents dans les gisements mais non exploités: plomb, mercure, cadmium, arsenic...

## Pollution

Les mines d'or contiennent souvent naturellement du mercure et de l'arsenic.

## Pollution

Les mines de zinc contiennent souvent naturellement du mercure, de l'arsenic et du plomb.

## Pollution

Les déchets miniers (stériles et résidus) contiennent souvent du soufre, qui réagit chimiquement à l'air et à l'eau. La solution acide produite draine en s'écoulant d'autres polluants (plomb, arsenic...) présents dans les résidus.

## Pollution

Les produits chimiques utilisés pendant la phase de concentration du minerais (par exemple le cyanure pour l'or, ou l'acide sulfurique pour le cuivre) se retrouvent dans les résidus miniers.

## Pollution

**Hoboken, Belgique, 2020.** À cause des particules fines émises par une usine de recyclage de métaux, les enfants du quartier présentent des taux de plomb dans le sang qui dépassent le seuil de dangerosité.

## Catastrophe

**Baia Mare, Roumanie, 2000.** Rupture de digue près d'une usine de traitement des stériles. Les polluants (dont 115 tonnes de cyanure) détruisent la quasi-totalité de la faune et de la flore de la rivière Tisza sur près de 600 km.



## Catastrophe

**Ajka, Hongrie, 2010.** Rupture de digue près d'une usine d'aluminium. Une boue rouge fortement alcaline inonde plusieurs villages, causant 10 morts et 286 blessés. Il s'agit de la pire catastrophe industrielle qu'ait connue la Hongrie.

## Catastrophe

**Mariana, Brésil, 2015.** Rupture d'un barrage de résidus près d'une mine de fer, qualifiée par le gouvernement de 'plus grande catastrophe environnementale de ce pays'. La pollution s'étend durablement jusqu'à l'océan Atlantique à 650 km.

## Catastrophe

**Mount Polley, Canada, 2014.** Rupture de barrage près d'une mine de cuivre et d'or. Des résidus miniers, contenant entre autres des centaines de tonnes de plomb et d'arsenic, se déversent dans les lacs Polley et Quesnel.

## Catastrophe

**Brumadinho, Brésil, 2019.** Rupture d'un barrage de résidus d'une mine de fer, causant 243 morts, 27 disparus et des centaines de blessés. L'exploitant versera près de 6 milliards d'euros de dommages sociaux et environnementaux.

## Dépollution

Pour stopper (ou éviter) la pollution aux métaux lourds causée par le drainage minier acide, il faut empêcher l'oxydation des déchets miniers (stériles et résidus).

## En image



*La mine de cuivre de Roşia Poieni, Roumanie*  
(Cristian Bortes, CC BY 2.0, via Wikimedia Commons)

## En image



*La mine de coltan de Luwovo, République Démocratique du Congo*  
MONUSCO Photos, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons

## En image



*Camions dans la mine de cuivre Kennecott aux États-Unis*  
(Hermann Luyken, CC0, via Wikimedia Commons)



## Catastrophe



Rupture du barrage de Brumadinho, Brésil, 2019  
(TV NBR, CC BY 3.0, via Wikimedia Commons)

## En France

Actuellement en France, plusieurs projets d'ouverture de mines sont à l'étude ou en cours.

## En France

L'activité extractive en France a débuté dès le Néolithique et s'est développée au cours de l'Antiquité.

## En France

La France a par le passé occupé une place significative dans la production mondiale de tungstène (Salau et Échassières), d'antimoine (Lucette et Brioude-Massiac), et d'or (Salsigne).

## En France

L'ouverture d'une mine de lithium est prévue d'ici 2027 dans le Massif central. Ce sera l'une des plus grandes d'Europe.

## Géographie

En 2022, le Brésil représentait 90% de la production mondiale de niobium.

## Géographie

En 2022, la Chine représentait 98% de la production mondiale de gallium.

## Géographie

En 2022, l'Australie représentait 47% de la production mondiale de lithium.



## Géographie

En 2022, l'Indonésie représentait 48% de la production mondiale de nickel.

## Géographie

En 2022, la Russie représentait 42% de la production mondiale de palladium.

## Géographie

En 2022, l'Afrique du Sud représentait 74% de la production mondiale de platine.

## Géographie

En 2022, la République Démocratique du Congo représentait 68% de la production mondiale de cobalt, et 43% de celle de tantale.

## Géographie

En 2022, la Chine assurait 70% de la production mondiale de terres rares, contre 98% en 2010.

## Recyclage

Il existe très peu d'usines capables de recycler une grande diversité des métaux contenus dans une carte électronique, et aucune en France.

## Recyclage

Les principales difficultés techniques liées au recyclage des métaux du numérique sont l'identification de ces métaux par les industriels du recyclage, et leur séparation des autres métaux.

## Recyclage

En France, le recyclage des métaux du numérique est intégré à la gestion des DEEE, les Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques.



## Recyclage

Le recyclage des cartes électroniques nécessite des technologies de pointe et des infrastructures très coûteuses (un milliard de dollars par exemple pour l'usine d'Umicore en Belgique).

## Recyclage

Les métaux communs (cuivre, plomb, fer, aluminium...) et les métaux précieux (or, argent, platine...) sont recyclés à plus de 50%.

## Recyclage

Les métaux rares non précieux et les terres rares ne sont quasiment pas recyclés : moins de 1% par exemple pour l'indium, le néodyme, le tantale et le gallium.

## Recyclage

On parle de **décyclage** lorsque les métaux recyclés ne sont pas suffisamment purs pour être réutilisés pour le même usage, par exemple dans des appareils numériques.

