



Le livre de la valise (Briefcase) de minéraux à usage quotidien

Supported by



Co-funded by the
European Union

3D 
Briefcase
of mineral applications

AVANT-PROPOS

Chers lecteurs!

Nous sommes heureux de partager avec vous ce livre interactif qui utilise des outils numériques modernes. «Le livre de la valise sur les minéraux d'usage quotidien» est à la fois l'un des produits du projet 3D Briefcase (valise didactique) et un outil pédagogique. Il est destiné à être utilisé pour enseigner les disciplines des géosciences dans les écoles ainsi que pour informer le public sur l'importance de l'exploitation minière et des minéraux dans notre vie quotidienne. Si l'on remonte loin dans l'histoire, les peuples préhistoriques recherchaient des pierres pour fabriquer divers outils permettant de couper, creuser, marteler et chasser. Ils utilisaient principalement des silicites, des roches dures à haute teneur en silicium, comme le silex, le chert et la radiolarite, ainsi que des matériaux de haute qualité comme l'obsidienne, le jaspe et l'opale. La pierre était utilisée dans la production de récipients en pierre et plus tard de céramiques (argile). Il était également utilisé dans la production de verre, de moules (grès), de bijoux (opale, calcédoine et cristal) et dans la construction d'habitations. Avec le développement et la croissance progressive de la population et l'agrandissement des habitations, nos ancêtres ont découvert d'autres matières premières. Plus tard dans la préhistoire, certains métaux, dont le cuivre, l'or et l'argent, puis des alliages tels que l'électrum (Au + Ag), le bronze (Cu + Sn) et le laiton (Cu + Zn) ont été utilisés. La découverte du minerai de fer a joué un rôle important dans le développement humain. Les humains ont inventé une méthode pour extraire le métal du minerai par fusion (l'origine de la métallurgie) et ont commencé à extraire des roches et des minéraux non seulement en surface mais aussi sous terre (l'émergence de l'exploitation minière). Ensuite, de nouveaux secteurs manufacturiers ont émergé (forgerons), le commerce s'est développé et les premières monnaies ont commencé. Notre mode de vie actuel dépend également des ressources minérales. Les minéraux sont partout autour de nous. Lorsque vous buvez un café dans votre tasse préférée le matin, regardez par la fenêtre, montez dans votre voiture, allumez un ordinateur, appelez vos amis depuis votre smartphone, ... tout cela contient des ressources minérales.

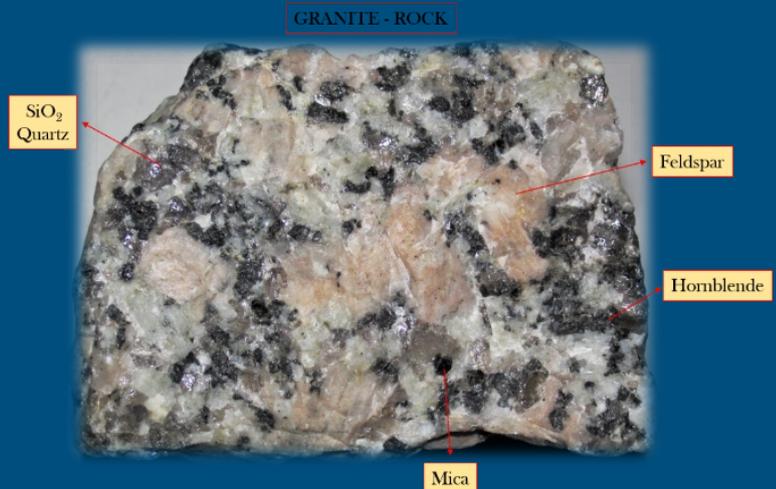
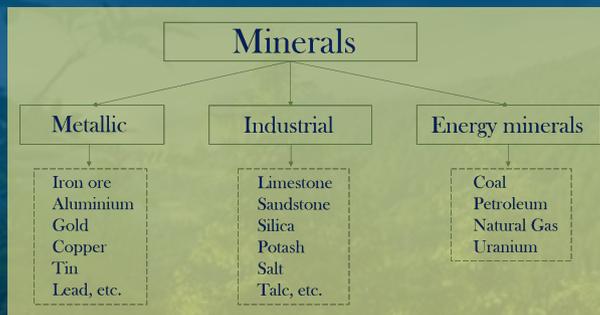
Nous espérons que vous vous amuserez avec notre livre interactif et que vous apprendrez beaucoup de choses intéressantes sur les minéraux !

INTRODUCTION

Tout d'abord, nous expliquons les termes clés pour vous aider à comprendre les informations sur les ressources minérales contenues dans ce livre. Qu'est-ce qu'un minéral, une roche, une matière première ? Quelle est la différence entre eux ?

Les minéraux sont des « produits » naturels cristallins homogènes (uniformes), pour la plupart solides, formés au cours de divers processus géologiques. Ils ont les mêmes propriétés physiques et chimiques dans chaque pièce. Ils peuvent être des éléments ou des composés d'éléments et peuvent être exprimés par des formules chimiques. Leur origine est majoritairement inorganique, mais ils peuvent également provenir de processus organiques, comme c'est le cas de l'ambre (résine d'arbre solidifiée).

Les roches sont des « produits » naturels hétérogènes (non uniformes) composés de plusieurs minéraux. Cependant, certaines roches sont constituées d'un type de matière minérale ou organique ou contiennent des substances naturelles autres que des minéraux. Les roches se forment dans la croûte ou le manteau terrestre et forment de grands corps géologiques.



Une **matière première minérale** peut être un élément, un minéral ou une roche (en différentes phases), qui fait partie de la croûte terrestre. Elle peut servir à répondre aux besoins de la société directement ou par le biais de modifications technologiques. En d'autres termes, les matières premières minérales sont les minéraux ou les roches utilisés pour obtenir des éléments ou des composés utiles. Cela signifie que toutes les roches ou minéraux ne sont pas des matières premières. Les matières premières minérales sont généralement divisées en trois groupes: les minerais (minéraux métalliques), les non-minerais (minéraux industriels non métalliques) et les minéraux énergétiques (caustobioalites).

Les **minéraux métalliques** sont des minéraux qui contiennent un ou plusieurs éléments métalliques. Ils ont généralement une densité élevée et un éclat métallique, par ex. étain, plomb, fer, or. Les métaux bruts sont obtenus à partir de matériaux de base métalliques, connus sous le nom de minerais (le mot anglais «ore» n'a pas de traduction dans de nombreuses langues, parfois traduit par minéral précieux, contrairement à déchet). Des produits comme le fer ou l'aluminium sont fabriqués à partir de leurs minerais en appliquant des techniques spécifiques.

Les **minéraux industriels** sont des roches, des minéraux ou d'autres matériaux naturels ayant une valeur économique tels que le calcaire, la dolomite, le talc, la silice et bien d'autres. Les métaux, les minéraux énergétiques et les pierres précieuses ne sont pas pris en compte dans ce groupe. Cependant, un minéral industriel peut contenir des éléments métalliques, comme de la magnésite contenant de l'oxyde de



Photo 3D d'un minéral polymétallique Pb – Zn – Fe
(galène, sphalérite, sidérite)

magnésium. Sa propriété réfractaire (appropriée à la fabrication du clinker) en fait un minéral industriel.

Un **gisement minéral** représente une accumulation naturelle unique de matière première dans la croûte terrestre ou à sa surface, avec une valeur matérielle et financière définissable (taille des réserves versus valeur économique). Il s'agit d'une partie de la croûte terrestre où, sans intervention humaine et en raison de facteurs géologiques et du temps, les matières premières se sont accumulées dans des conditions minières et géologiques appropriées, ainsi qu'en quantité et en qualité pour une utilisation actuelle ou future.

Chaque gisement contient une quantité finie de matière première, qui représente les réserves du gisement. Ces réserves sont réduites par l'extraction des minéraux et l'opération d'extraction finit par prendre fin. Les gisements minéraux sont donc classés comme ressources naturelles non renouvelables et nécessitent des conditions spécifiques pour leur utilisation et leur protection. L'extraction de matières premières non renouvelables doit tenir compte de leur caractère unique, de leur rareté et de leur non-renouvelabilité, et doit respecter le niveau de technologie et la disponibilité de ressources alternatives.



Ce livre présente des exemples de minerais et minéraux utilisés comme matières premières dans les pays du consortium du projet 3D Briefcase :

Minéraux métalliques – minerais de fer, lithium, aluminium, zinc, tungstène, mercure, cuivre, étain, or

Minéraux industriels - magnésite, talc, quartz

Chaque matière première minérale est présentée avec des photographies intéressantes et les informations suivantes : description de la matière première minérale ; propriétés physiques de la formule minérale et chimique ; méthodes d'extraction et de transformation; gisements minéraux et applications courantes.

**Veillez utiliser l'application AR pour
les images avec étiquette.**



FER



Le fer métallique ou natif est rarement trouvé à la surface de la Terre. La source de son symbole chimique Fe est le mot latin ferrum. Le fer est un métal relativement dense doté de propriétés magnétiques distinctives. C'est le quatrième élément le plus abondant de la croûte terrestre après l'oxygène, le silicium et l'aluminium. Lorsqu'il est exposé à l'air et à l'eau, il rouille rapidement. Il fond à une température de 1538 °C. Le métal pur est malléable et peut être facilement façonné par martelage. Le fer se trouve généralement sous forme de minerais de fer représentés par les minéraux suivants : magnétite (72,4 % Fe), hématite (69,9 % Fe), goethite (62,9 % Fe), limonite (55 % Fe) et sidérite. (48,2 % Fe). Les minerais de fer sont l'une des principales matières premières utilisées pour fabriquer l'acier, un alliage fer-carbone.

HÉMATITE

Formule chimique



Propriétés physiques

Classification	Oxydes
Système de cristallisation	trigonal
Couleur	gris acier à noir, rouge rouille
Habitude	en bloc, tabulaire
Dureté	5 - 6 Échelle de Mohs
Clivage	aucun observé
Fracture	irrégulier, conchoïdal
éclat	mue, sous-métallique, métallique, terreux
Traînée	brun rougeâtre
Densité	5,26 g/cm ³
Transparence	opaque



Utiliser dans la vie

Près de 98 % du fer est utilisé pour fabriquer de l'acier. L'acier est le matériau d'ingénierie le plus important en raison de sa haute résistance et de son faible coût. Il est utilisé pour la construction de machines et d'outils, de rails, d'automobiles, de coques de navires, de barres à béton et d'éléments structurels de bâtiments. L'acier inoxydable est utilisé dans la fabrication de toits, d'appareils de restauration et d'équipements hospitaliers.

Méthode d'extraction et de traitement

Habituellement, le minerai de fer est extrait par exploitation minière à ciel ouvert, mais certaines mines souterraines existent. Après le forage et le dynamitage, la prochaine étape de la production du minerai est le concassage. Après cela, le matériau est traité de deux manières, en fonction de la qualité. Les minerais de haute qualité (contenant plus de 30 % de Fe) sont criblés, lavés et triés à l'aide d'un capteur. Les minerais de qualité inférieure sont traités en utilisant une séparation à milieu dense, puis le minerai est à nouveau concassé pour devenir à grain fin. Les gisements minéraux de fer sont présents dans tous les types de roches – ignées, métamorphiques ou sédimentaires, et dans divers environnements géologiques. Les minéraux ferrifères les plus répandus sont les oxydes (hématite, magnétite, limonite). Les gisements contenant moins de 30 pour cent de fer sont commercialement peu intéressants.

Gisements minéraux

Les minerais de fer sont présents dans tous les types de roches – ignées, métamorphiques ou sédimentaires, et dans divers environnements géologiques. Les minéraux ferrifères les plus répandus sont les oxydes (hématite, magnétite, limonite). Les gisements contenant moins de 30 pour cent de fer sont commercialement peu intéressants.

Les plus grands producteurs de minerai de fer au monde sont la Chine, le Brésil, l'Australie, la Russie et l'Ukraine. Les pays producteurs de fer en Europe comprennent la Suède, la Turquie, l'Autriche et l'Allemagne.



Sidérite massive



Minerais de fer en Autriche

En Autriche, le minerai de fer est extrait de l'Erzberg, en Styrie. L'Erzberg est la mine à ciel ouvert la plus grande et la plus moderne d'Europe centrale et abrite le plus grand gisement de sidérite au monde. L'exploitation minière à ciel ouvert est en activité à l'Erzberg depuis 1820. Comme l'exploitation minière se faisait sur des bancs depuis 1890, la montagne ressemble aujourd'hui à une pyramide.

Le minerai de fer micacé de la mine Waldenstein est utilisé dans la production de peintures résistantes à la corrosion, utilisées dans le monde entier.

Faits intéressants:

Le fer est un élément abondant sur terre et constitue un composant biologiquement essentiel de tout organisme vivant. C'est un élément essentiel à la production de sang. Le fer se trouve dans les globules rouges sous forme d'hémoglobine, essentielle au transport de l'oxygène dans le sang, et sous forme de myoglobine, qui transporte et libère l'oxygène dans les cellules musculaires. Une carence ou une surconsommation de fer a des effets notables sur la santé humaine. Lorsque votre corps ne dispose pas de suffisamment de fer, le taux d'hémoglobine dans les globules rouges diminue, ce qui provoque une anémie. Une surconsommation peut entraîner des lésions tissulaires et la concentration en fer dans les tissus corporels doit être strictement réglementée.

LITHIUM



Le lithium est un élément chimique de symbole Li. C'est un métal alcalin mou de couleur blanc argenté et le plus léger des éléments solides. C'est un élément hautement réactif et inflammable. Il n'est pas présent librement dans la nature, mais on le trouve dans les gisements de saumure et les minerais de pegmatite, tels que le spodumène, la lépidolite, l'amblygonite et la pétalite.

LÉPIDOLITE

Formule chimique



Propriétés physiques

Classification	Silicates
Système de	monoclinique
Couleur	rose, violet clair, rose
Habitude	feuilleté, lamellaire, massif
Dureté	Échelle de 2,5 à 3,5 Mohs
Clivage	parfait
Fracture	micacé
éclat	sous-vitré, gras, nacré
Traînée	blanc
Densité	2,83 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide



Spodumene, variante hidenite
Li minéral utilisé en bijoux



Utiliser dans la vie

Le lithium est utilisé dans la production de céramique et de verre, dans la métallurgie de l'aluminium et dans la fabrication de caoutchouc synthétique et de lubrifiants. Les applications bien connues du lithium vont des batteries à la fabrication de bromure de lithium. Il est utilisé dans l'industrie pharmaceutique pour le traitement de la dépression, où il se présente sous forme de carbonate de lithium.

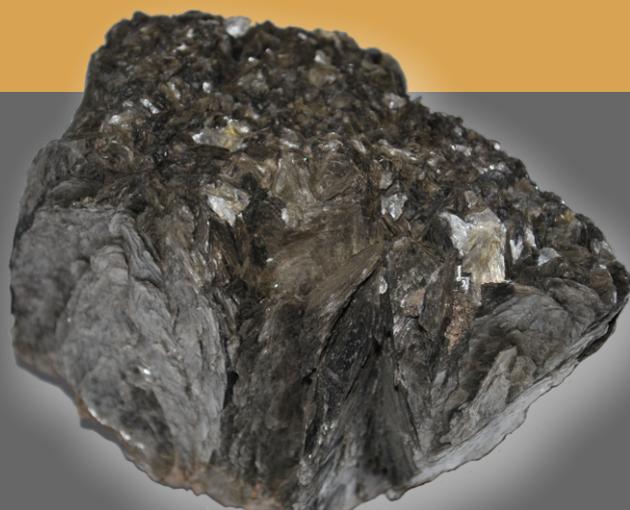
Méthode d'extraction et de traitement

Le lithium est souvent récupéré à partir de saumures (appelées salars). La production de lithium commence par le pompage de la saumure dans des bassins d'évaporation. La concentration de la saumure augmente par évaporation solaire et lorsque le chlorure de lithium atteint une concentration optimale, le liquide est pompé vers une usine de récupération et traité avec du carbonate de sodium, précipitant le carbonate de lithium, qui est ensuite filtré, séché et expédié. Le lithium des minerais est généralement extrait par des mines à ciel ouvert. Dans ce cas, la méthode d'exploitation minière consiste à enlever les morts-terrains, exposant les veines de pegmatite qui sont ensuite sélectivement retirées et traitées.

Le gisement Cinovec-Zinnwald

en République Tchèque

Le gisement Cinovec-Zinnwald est situé à la frontière de la République tchèque et de la Saxe (Allemagne), dans la région de Krušné hory (Erzgebirge). C'est l'un des gisements les plus importants du massif de Bohême et la localité type du minéral Li-mica Zinnwaldite. La première trace historique d'une activité minière dans la région de Cinovec-Zinnwald date de 1378. Depuis cette époque, l'exploitation plus ou moins intensive du gisement a duré jusqu'en 1990. Le gisement a été exploité par des méthodes souterraines à partir de plusieurs puits historiques. De nos jours, plusieurs explorations géologiques sont en cours dans la région de Cinovec pour l'extraction du lithium des bassins de résidus, ainsi que pour l'exploration d'exploitations potentielles de lithium, d'étain et de tungstène.



Le minéral zinnwaldite

Dépôts

Les gisements de lithium se trouvent dans les gisements de saumure et sous forme de sels dans les sources minérales ou dans les minerais de pegmatite. Des corps lithinifères de pegmatite affleurent dans des roches métasédimentaires et des granitoïdes.

Les plus grands fournisseurs mondiaux de lithium sont l'Australie et le Chili. L'un des plus grands gisements de lithium d'Europe se trouve sur la péninsule ibérique. Le principal producteur est le Portugal. D'autres gisements européens sont situés en Espagne, en République tchèque et en Serbie.

Faits intéressants:

L'une des dernières utilisations du lithium concerne les céramiques électro-optiques. Ce sont des matériaux transparents dont les propriétés optiques changent avec la tension électrique. Le niobate de lithium et le tantalate de lithium sont utilisés dans les commutateurs et les modulateurs pour la transmission de données à grande vitesse via des fibres optiques.

Veine de quartz - zinnwaldite sur le gisement Cinovec

ALUMINIUM



L'aluminium est rarement trouvé à l'état élémentaire en raison de sa forte affinité pour l'oxygène. Le seul minéral important d'aluminium (Al) est la bauxite. La bauxite n'est pas un minéral, mais une roche sédimentaire qui n'a pas de composition définie et contient des hydroxydes d'Al, à savoir la gibbsite ($\text{Al}(\text{OH})_3$), la boehmite ($\text{AlO}(\text{OH})$) et la diasporite ($\text{AlO}(\text{OH})$), les oxydes de Fe (hématite et goéthite) et d'autres minéraux tels que le quartz, l'anatase, le rutile, le kaolin et l'ilménite.

L'aluminium est relativement bon marché, hautement conducteur, a une faible densité et résiste à la corrosion. L'aluminium est normalement allié pour améliorer ses propriétés mécaniques. Les principaux agents d'alliage sont le cuivre, le zinc, le magnésium, le manganèse et le silicium.

DIASPORE

Formule chimique



Propriétés physiques

Classification	Oxydes, Hydroxydes
Système de cristallisation	orthorombique
Couleur	blanc, marron, incolore, jaune pâle, grisâtre, lilas, rosâtre
Habitude	lamellaire, tabulaire
Dureté	Échelle de 6,5 à 7 Mohs
Clivage	parfait
Fracture	conchoïdal
éclat	vitreux, nacré
Traînée	blanc
Densité	3,38 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide

Bauxite



Utiliser dans la vie

L'aluminium est principalement utilisé dans l'industrie des transports en raison de sa faible densité: automobiles, avions, wagons de chemin de fer, vélos, etc. L'aluminium est largement utilisé pour l'emballage (canettes, papier d'aluminium, cadres). Il est également utilisé dans les applications du bâtiment, de la construction et de l'électricité, telles que les alliages conducteurs, les moteurs, les générateurs et les transformateurs, ainsi que dans une large gamme d'articles ménagers, des ustensiles de cuisine aux meubles.



Méthode d'extraction et de traitement

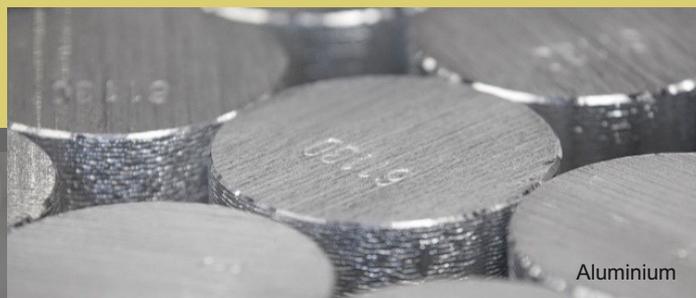
L'exploitation minière à ciel ouvert est principalement utilisée car la bauxite se trouve près de la surface. Les morts-terrains restants sont enlevés et le revêtement est brisé par dynamitage, mise au rebut ou excavation. Le chargement de la bauxite a lieu et son transport vers les installations de concassage est effectué. La bauxite broyée passe à travers un tamis vibrant qui classe les matériaux les plus fins. Par la suite, la bauxite tamisée est encore réduite à une granulométrie d'environ 7,5 cm. Après le tri, un lavage et une valorisation sont effectués si nécessaire. La bauxite broyée est transférée vers des raffineries où le « procédé Bayer » est couramment utilisé. L'étape finale du procédé Bayer est la calcination des cristaux de trihydrate d'aluminium à 1 100 °C, produisant de l' Al_2O_3 anhydre. Cette alumine anhydre est le produit final. Dans la plupart des cas, les raffineries d'alumine sont situées à proximité des mines de bauxite, où 2 à 3 tonnes de bauxite produisent 1 tonne d'alumine (Al_2O_3).

Aluminium de Grèce

La Grèce est un des principaux pays producteurs de bauxite en Europe. Les gisements grecs de bauxite les plus importants (de type « karstique ») se trouvent dans les zones montagneuses d'Helikon, Parnassus et Giona. Les bauxites grecques sont du type diasporique.



bauxite de type karstique



Aluminium



Alumina

Dépôts

La bauxite est formée par l'altération de nombreuses roches différentes. Les principaux gisements de bauxite se trouvent sous les tropiques, où se trouvent principalement des bauxites latéritiques, formées par latéritisation de diverses roches silicatées. D'autres types sont les bauxites carbonatées ou les minerais de bauxite karstiques, formés par l'altération latéritique et l'accumulation résiduelle de couches d'argile.

Les plus grands producteurs d'aluminium au monde sont l'Australie, la Chine, le Brésil et l'Inde. En Europe, les minerais d'aluminium ont été largement extraits en France,

Faits intéressants:

L'aluminium est un métal précieux et a des impacts positifs importants sur l'environnement et l'économie lorsqu'il est recyclé. La production d'aluminium à partir de métaux recyclés (aluminium secondaire) permet d'économiser plus de 90 % de l'énergie nécessaire à la production primaire. En outre, l'utilisation accrue d'aluminium secondaire réduit l'utilisation de ressources naturelles pour fabriquer de l'aluminium primaire.

ZINC



Le zinc est un métal largement présent dans la nature mais très rarement présent comme élément minéral natif. On le trouve dans les minéraux de zinc et notamment dans la blende (également appelée sphalérite ou sulfure de zinc, ZnS), qui est le minerai de zinc le plus important. D'autres minerais sont, par exemple, la smithsonite ($ZnCO_3$) et la zincite (ZnO). Lorsqu'elle est pure, avec peu ou pas de fer, la sphalérite forme des cristaux clairs dont les couleurs varient du jaune pâle à l'orange. Si la teneur en fer augmente, il forme des cristaux sombres et opaques. Le zinc est un composant essentiel de certains alliages comme le laiton, utilisés pour produire de nombreux objets couramment utilisés.

Utiliser dans la vie

Le zinc est utilisé en métallurgie comme agent anticorrosion grâce à un processus appelé galvanisation, qui consiste à appliquer une couche de zinc sur des matériaux métalliques, principalement du fer et de l'acier, pour donner au produit fabriqué une plus grande résistance et le protéger de la détérioration. Le zinc entre dans la composition de certains types de batteries, comme les batteries classiques, et est de plus en plus utilisé dans les technologies de nouvelle génération liées au stockage d'énergie issue de sources renouvelables. L'avantage du zinc pour les producteurs de batteries réside principalement dans le faible coût du processus de production, car le zinc ne nécessite pas de traitements

SPHALERITE

Formule chimique ZnS

Propriétés physiques

Classification	Sulfures
Système de cristallisation	isométrique
Couleur	jaune, marron, noir, rouge-brun
Habitude	colloforme, cristaux euédriques
Dureté	Échelle de 3,5 à 4 Mohs
Clivage	parfait
Fracture	conchoïdal
éclat	adamantin, résineux
Traînée	blanc brunâtre
Densité	4 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide



Sphalérite

spéciaux comme le lithium. L'oxyde de zinc, également connu sous le nom de zinc blanc en raison de sa couleur, a de nombreuses applications : il est présent dans certains types de carreaux de céramique et d'émaux car il améliore la durabilité et la luminosité ; il peut être utilisé comme agent de renforcement du caoutchouc et comme pigment dans les peintures, où il contribue à préserver la couleur et confère d'importantes propriétés fongicides ; on le trouve également en agriculture, comme nutriment dans les engrais et les mélanges alimentaires. Ces dernières années, l'intérêt pour l'oxyde de zinc s'est accru dans le domaine de l'électrotechnique, notamment dans la production de produits optoélectroniques tels que les LED, les lasers et les photodétecteurs.

Méthode d'extraction et de traitement

Les minerais de zinc sont extraits à l'aide de différentes techniques minières. Les gisements oxydés, situés à proximité de la surface de la Terre, sont récupérés grâce à l'exploitation minière à ciel ouvert. Des méthodes souterraines sont utilisées pour les minerais sulfurés situés plus profondément. Les minéraux de zinc sont généralement associés aux minéraux de plomb, présentent une faible teneur en métaux et contiennent des impuretés comme le fer et le cadmium, ils doivent donc être concentrés et fondus pour être transformés en métal correspondant. Le procédé de récupération du zinc le plus répandu, qui assure plus de 80 % de la production, est le procédé hydrométallurgique : le concentré de zinc issu de la mine est grillé (à 600 °C) et transformé en oxyde (ZnO), qui est ensuite dissous dans de l'acide sulfurique dilué. La solution, qui contient le sulfate de zinc, est purifiée et soumise à une électrolyse qui provoque le dépôt du zinc métallique au niveau des cathodes d'où il est ensuite récupéré par fusion.

Dépôts

Les gisements de zinc se présentent principalement sous forme de gisements de sulfures, mais ils peuvent se présenter sous forme de carbonate. Les dépôts contenant du zinc provenant de fluides hydrothermaux chauds peuvent s'écouler le long des fractures souterraines et les minéraux de zinc peuvent précipiter pour former des dépôts filoniens. Là où se trouvent les roches carbonatées, les fluides s'écoulent à travers des cavités et forment de riches dépôts. Un autre type de gisement de zinc sont les gisements volcanogènes.

Les principaux pays producteurs de zinc sont la Chine, l'Australie, les États-Unis et l'Inde.

En Europe, les activités minières ont connu un ralentissement au cours des dernières décennies et sont actuellement concentrées en Irlande et en Suède.

Extraction de zinc en Italie

Autrefois, les minerais de zinc étaient extraits en Italie. Après une série de fermetures dans le passé, l'Italie commence à entreprendre une nouvelle phase de développement : ces dernières années, l'autorisation de reprise de l'activité minière sur le site de Gorno, dans la région de Bergame (région de Lombardie), a été accordée. Le gisement Gorno est un gisement Pb-Zn-Ag.

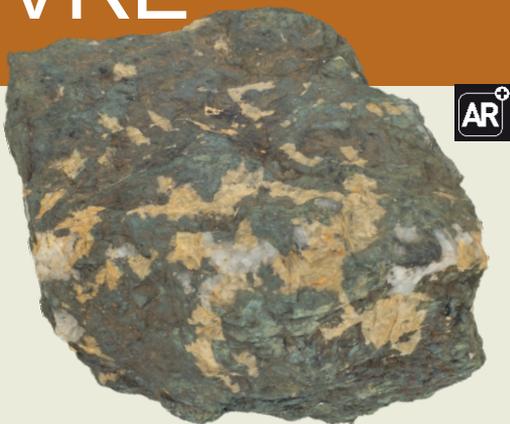


Faits intéressants:

Zinc est aussi trouvé dans le humain corps, dans animal et légume tissus. Bien que il est seulement présent dans traces, il est d'une importance cruciale, par exemple pour aider à la transcription du code génétique. Il est essentiel au bon fonctionnement de notre organisme en raison de propriétés importantes qui aident à lutter contre le vieillissement cellulaire et à améliorer la réparation des tissus et le fonctionnement du système reproducteur. Il est donc largement utilisé en cosmétique et en pharmacie, généralement sous forme d'oxyde de zinc : dans les compléments alimentaires et les crèmes émollientes, anti-rougeurs et anti-inflammatoires, notamment pour les affections cutanées comme l'acné.



CUIVRE



Le cuivre est un élément chimique portant le symbole Cu dans le tableau périodique. Sous sa forme minérale native, c'est un métal mou de couleur rosé – orange – marron lorsqu'il est frais. Une fois oxydé, il prend une couleur bleu verdâtre. C'est un métal ductile et malléable avec une très haute conductivité thermique et électrique. Le nom vient du grec « Kyprios », signifiant Chypre, où le cuivre était exploité à l'époque romaine. C'est l'un des rares métaux présents dans la nature sous forme d'élément natif pur. Les minerais de cuivre les plus fréquents sont les sulfures (chalcopyrite, chalcocite, bornite et covellite), les oxydes (cuprite) et les carbonates (azurite et dans une moindre mesure, malachite).

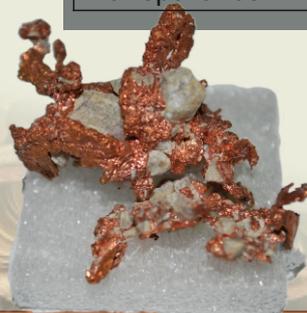
CHALKOPYRIT

Formule chimique



Propriétés physiques

Classification	Sulfures
Système de	tétragonal
Couleur	laiton jaune
Habitude	cristaux druses, striés, euédres
Dureté	Échelle de 3,5 à 4 Mohs
Clivage	pauvre, indistinct
Fracture	irrégulier, inégal
éclat	métallique
Traînée	noir verdâtre
Densité	4,18 g/cm ³
Transparence	opaque



Cuivre pur



Utiliser dans la vie

Le cuivre est principalement utilisé comme métal pur, mais lorsqu'une plus grande dureté est requise, il est transformé en alliages tels que le laiton (Cu + Zn) et le bronze (Cu + Sn). Il est très utile en raison de propriétés inhérentes et bénéfiques, telles qu'une conductivité électrique élevée, une résistance à la traction, une ductilité, une résistance à la déformation, une résistance à la corrosion, une faible dilatation thermique, une conductivité thermique élevée, une malléabilité, une facilité de brasage et une facilité d'installation. Le cuivre est un conducteur électrique très efficace et est utilisé dans la production de fils électriques et de conducteurs de câbles. Il est généralement utilisé pour la toiture, la plomberie, la fabrication de machines industrielles et de bijoux. Il est également utilisé dans les circuits intégrés en électronique, les magnétrons des fours à micro-ondes et les moteurs électriques. Les alliages de cuivre sont devenus des matériaux importants dans les secteurs médical et aquacole car ils sont antimicrobiens et empêchent l'encrassement biologique.

Méthode d'extraction et de traitement Le cuivre en Espagne

L'exploitation souterraine est relativement coûteuse et se limite généralement aux minerais riches. Les minerais de cuivre sont plus fréquemment extraits de grandes mines à ciel ouvert, en particulier lorsque les gisements sont étendus, à faible teneur et relativement proches de la surface, où ils peuvent être extraits après l'enlèvement des morts-terrains. La voie pyrométallurgique pour l'enrichissement du cuivre à partir des minerais commence par la réduction de la taille, qui est suivie d'une concentration par flottation. Le concentré de cuivre est ensuite envoyé vers une fonderie où il est fondu, raffiné et coulé dans des anodes. Les anodes se transforment en cathodes à 99,99 % de Cu par électroraffinage. La voie hydrométallurgique commence également par la réduction de taille, mais est suivie d'une lixiviation, d'une purification puis d'une extraction électrolytique pour produire des cathodes de Cu à 99,999 %.

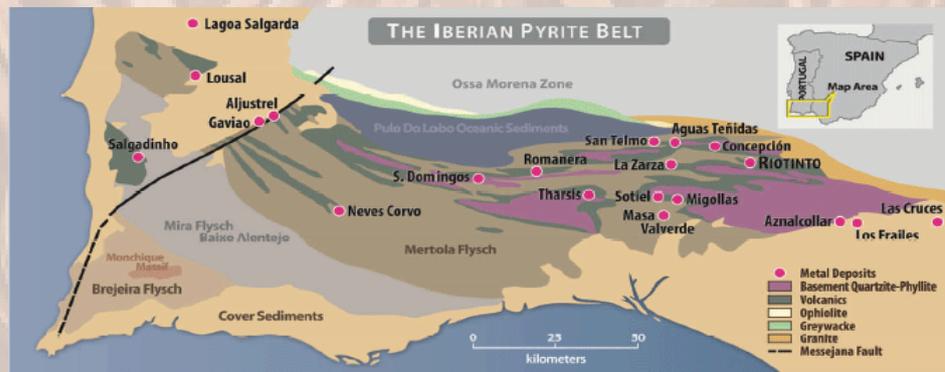
Dépôts

Les minéraux de cuivre se trouvent dans des gisements qui peuvent être classés en gisements de cuivre porphyriques, en gisements liés à des strates et en gisements de sulfures massifs, selon la lithologie et l'environnement géologique.

Pour une exploitation commerciale, les gisements de cuivre doivent généralement contenir plus de 0,5 % de cuivre, de préférence plus de 2 %. Les réserves connues de minerai à plus haute teneur dans le monde s'élèvent à près d'un milliard de tonnes de cuivre.

Les principaux pays producteurs de cuivre sont le Chili, le Pérou et la Chine. Les pays de l'UE producteurs de cuivre sont (par ordre alphabétique) : la Bulgarie, Chypre, la Finlande, la Pologne, le Portugal, la Roumanie, la Serbie, l'Espagne et la Suède.

L'Espagne possède certains des territoires les plus minéralisés d'Europe occidentale, tels que les gisements de sulfures massifs (VMS) volcaniques de la ceinture de pyrite ibérique (IPB) du sud de l'Espagne, où se situe l'activité minière de cuivre. Cette zone représente une concentration importante de sulfures massifs, qui s'étend sur une grande partie de la partie sud de la péninsule ibérique, où se trouvent plus de 80 grands gisements de sulfures et plus de 300 mines. Cette zone s'étend sur environ 250 km de long et 30 à 50 km de large, depuis Alcácer do Sal (Portugal) au nord-ouest jusqu'à la province de Séville (Espagne) au sud-est. Le district minier de Río Tinto est l'un des huit gisements de sulfures importants de la ceinture de pyrite ibérique et possède peut-être la plus forte concentration de sulfures dans la croûte terrestre.



Faits intéressants:

Le cuivre peut être recyclé sans perdre sa qualité et est le troisième métal le plus recyclé après le fer et l'aluminium.

Le cuivre est un nutriment essentiel pour le corps humain. Avec le fer, il permet à l'organisme de former des globules rouges. Le cuivre est présent dans le corps humain, notamment dans le foie, le cerveau, le cœur, les reins et les muscles squelettiques. Un excès ou une pénurie de cuivre peut affecter les fonctions cérébrales, et un déséquilibre en cuivre a été associé à la maladie d'Alzheimer.



MERCURE



Le mercure est un élément chimique présent naturellement dans les roches de la croûte terrestre, notamment dans les gisements de charbon. Dans le tableau périodique, il porte le symbole Hg. L'élément doit son nom au dieu romain Mercure, connu pour sa vitesse et sa mobilité. Le mercure est communément appelé mercure et s'appelait autrefois hydrargyrum. C'est un élément lourd et argenté et c'est le seul élément métallique liquide dans des conditions ordinaires de température et de pression. On le trouve soit sous forme de métal natif (ce qui est rare), soit dans le cinabre, le métacinnabre, la corderoite, la Livingstonite et d'autres minéraux. On le trouve dans des gisements à travers le monde, principalement sous forme de cinabre (sulfure mercurique).

CINABRE

Formule chimique **HgS**

Propriétés physiques

Classification	Sulfures
Système de cristallisation	trigone
Couleur	teinte ou nuance de rouge
Habitude	druse, massif
Dureté	Échelle de 2 à 2,5 Mohs
Clivage	parfait
Fracture	irrégulier, inégal
éclat	métallique
Traînée	brun rouge à écarlate
Densité	8,2 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide



Mercure pur

Utiliser dans la vie

Le mercure est hautement toxique, et donc son utilisation et sa production sont interdites dans la plupart des pays !

Il y a quelques années, le mercure était utilisé dans les piles électriques (remplacé aujourd'hui par le zinc, le lithium ou le nickel). En raison du fait que le mercure se dilate à mesure que la température augmente, il a longtemps été utilisé dans les thermomètres, les baromètres ou les manomètres. Il est également utilisé dans l'éclairage fluorescent. L'électricité qui passe à travers la vapeur de mercure dans une lampe fluorescente produit une lumière ultraviolette à ondes courtes, qui provoque ensuite la fluorescence du phosphore dans le tube, produisant ainsi de la lumière visible. Le mercure est utilisé dans les amalgames pour la restauration dentaire. Cependant, les cliniques dentaires doivent installer des filtres performants, qui réduisent considérablement les rejets de mercure dans l'eau.

Il est désormais clair que le mercure est hautement toxique pour l'environnement, les animaux et les humains. C'est pourquoi, en 2013, un traité signé par presque tous les pays a été conçu pour protéger notre santé et mettre fin à la production et à l'utilisation du mercure. L'UE a interdit les piles, les thermomètres, les baromètres et les tensiomètres contenant du mercure. Il n'est également plus autorisé dans la plupart des interrupteurs et relais des équipements électroniques.



Méthode d'extraction et de traitement

La méthode la plus courante de récupération du minerai est l'exploitation minière souterraine, avec forage et dynamitage conventionnels suivis d'un scarification ou d'un chargement mécanique dans des wagons à minerai.

Une méthode courante pour séparer le mercure du cinabre consiste à broyer le minerai puis à le chauffer dans un four pour vaporiser le mercure. Cette vapeur est ensuite condensée en mercure liquide.

Dépôts

La majeure partie de l'approvisionnement mondial en mercure provient de Chine, du Kirghizistan et du Chili. Les grands gisements commerciaux de mercure en Europe comprennent Almadén (Espagne), Idrija (Slovénie) et Monte Amiata (Italie).



Antonijev rov

Mercure en Slovénie

Entre le XVI^e siècle et la fin du XX^e siècle, les mines slovènes étaient d'importants fournisseurs de minerais métalliques au niveau européen (notamment Hg, Pb et Zn). La seule grande mine de mercure de Slovénie se trouve à Idrija. Le gisement de minerai d'Idrija a été formé par un processus volcano-sédimentaire. La paragenèse minérale du gisement est presque monométallique et se compose de cinabre, de métacinabre, de mercure natif, de sulfures de fer sporadiques et de minéraux de gangue, de calcite et de quartz. La veine la plus riche est celle d'Antonijev rov avec une profondeur maximale de 385 m. Antonijev rov a été fouillé dans les années 1500 et constitue la plus ancienne entrée préservée d'une mine en Europe. Malgré les riches gisements et la forte consommation de mercure dans le monde, la décision a été prise en 1986 de fermer les mines de mercure pour des raisons commerciales, géologiques et écologiques. Aujourd'hui, le rov Antonijev et la fonderie de mercure présentent un intérêt particulier pour les touristes.

Faits intéressants:

La poudre de cinabre est utilisée comme pigment vermillon depuis l'Antiquité. Des substituts synthétiques (moins toxiques) sont désormais utilisés.

Le mercure était idéal pour la production de thermomètres car il change de volume de manière significative avec de très faibles changements de température.



ÉTAIN



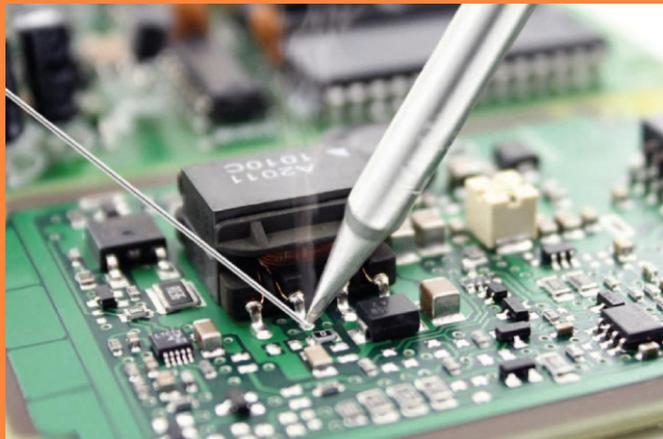
L'étain est un élément chimique connu pour sa résistance à la corrosion et sa capacité à recouvrir d'autres métaux. Dans le tableau périodique, il est représenté par le symbole Sn, une abréviation du mot latin pour étain, stannum et numéro atomique 50. L'étain est un métal doux, blanc argenté, avec une teinte bleuâtre. Il peut se présenter sous forme de métal natif dans les grains, mais on le trouve principalement sous forme d'oxyde stannique, SnO_2 , dans le minerai de cassitérite.

CASSITÉRITE

Formule chimique SnO_2

Propriétés physiques

Classification	Oxydes
Système de cristallisation	tétragonal
Couleur	noir, jaune, marron, rouge
Habitude	prismatique, massif
Dureté	Échelle de 6 à 7 Mohs
Clivage	imparfait
Fracture	irrégulier
éclat	adamantin, sous-métallique
Traînée	blanc brunâtre, blanc
Densité	7 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide, opaque



Utiliser dans la vie

Près de la moitié de l'étain produit est utilisé dans la soudure. Le reste est utilisé pour l'étamage, les produits chimiques à base d'étain, le laiton et les alliages de bronze. L'étain est utilisé depuis longtemps dans les alliages avec le plomb comme soudure pour assembler des tuyaux ou des circuits électriques. L'étain est également utilisé pour recouvrir le plomb, le zinc et l'acier afin de prévenir la corrosion. Les récipients en fer blanc sont largement utilisés pour la conservation des aliments. Les oxydes d'indium et d'étain sont électriquement conducteurs et transparents, ils sont donc utilisés dans les dispositifs optoélectroniques tels que les écrans à cristaux liquides. L'étain percé ou l'acier étamé poinçonné est une technique permettant de créer des articles ménagers à la fois fonctionnels et décoratifs.

Méthode d'extraction et de traitement

L'étain est extrait de différentes manières, selon la genèse et la localisation des gisements. Lorsqu'elle se produit dans des alluvions, la technique de dragage (extraction de débris) est adaptée, notamment dans une zone préalablement exploitée et inondée. Lorsque les gisements sont de type skarn, des techniques d'exploitation à ciel ouvert ou souterraines sont appliquées.

Une fois le minerai d'étain extrait, la gangue est séparée du minerai par des procédés physiques ou chimiques pour concentrer l'étain. Des procédés physiques, notamment le broyage, le criblage, la classification hydraulique, la séparation sur tables vibrantes, la séparation magnétique, les gabarits et les équipements centrifuges, et parfois la flottation avec des mousses, sont utilisés pour produire un concentré contenant jusqu'à 70 à 77 % d'étain par épauillage et filtration.

Lorsque la concentration requise en étain est atteinte (55 à 75 % de SnO_2), le concentré d'étain est mis en fusion. Il est chauffé dans un four avec du charbon sous forme de charbon ou de pétrole jusqu'à environ 1 400 °C. Le carbone réagit avec le dioxyde de carbone dans le four pour former du monoxyde de carbone, et le monoxyde de carbone réagit avec la cassitérite dans le concentré d'étain pour former de l'étain brut et du dioxyde de carbone. Les scories résiduelles formées par ce procédé contiennent souvent de l'étain et sont réchauffées pour récupérer l'étain brut.



Extraction d'étain en Cornouailles

L'étain est exploité en Cornouailles, dans le sud-ouest de l'Angleterre, depuis 2 300 avant JC, et les opérations à grande échelle ont commencé dans les années 1600. South Crofty était l'une des mines les plus célèbres de Cornwall et est située à Pool, le district minier central de Cornwall. L'évaluation initiale de la viabilité économique de la réouverture de la mine a été achevée en 2017. Le projet South Crofty a été entièrement autorisé et les forages d'essai ont commencé en juin 2020.

Dépôts

La cassitérite, le principal minerai d'étain, se trouve dans les veines hydrothermales et les pegmatites associées aux intrusions granitiques. On le trouve également souvent concentré dans les gisements alluviaux de placers.

Le premier producteur mondial d'étain est la Chine. Les autres principaux producteurs sont l'Indonésie, le Pérou et la Bolivie. Les plus anciennes mines d'étain d'Europe se trouvaient en Cornouailles (Angleterre) et en Espagne.

Faits intéressants:

Les boîtes en fer blanc pour conserver les aliments (« canettes ») ont été fabriquées pour la première fois à Londres en 1812. De nombreuses casseroles en cuivre sont recouvertes d'étain car la combinaison d'aliments acides avec du cuivre peut être toxique.



TUNGSTÈNE



Il existe deux noms différents pour ce métal : tungstène et wolfram. C'est pourquoi le tungstène est répertorié dans le tableau périodique sous la lettre « W ». Les deux noms sont apparus en même temps. « Wolfram » vient de la langue allemande et « tungstène » de la langue suédoise. Le tungstène peut être trouvé dans des minéraux tels que la wolframite, un tungstate de fer et de manganèse $(\text{Fe, Mn})\text{WO}_4$, ou la scheelite, un minéral de tungstate de calcium CaWO_4 , et est économiquement important. Le tungstène sous sa forme brute est un métal dur gris acier et l'un des métaux les plus lourds avec une densité de $19,25 \text{ g/cm}^3$.

WOLFRAMITE

Formule chimique



Propriétés physiques

Classification	Tungstates
Système de cristallisation	monoclinique
Couleur	grisâtre-noir
Habitude	tabulaire, prismatique court
Dureté	Échelle de 4 à 4,5 Mohs
Clivage	parfait
Fracture	fragile
éclat	sous-métallique
Traînée	brun rougeâtre
Densité	$7,3 \text{ g/cm}^3$
Transparence	opaque



Scheelite

Utiliser dans la vie

Le tungstène est principalement consommé dans la production de matériaux durs – le carbure de tungstène. Sa dureté est proche de celle du diamant. C'est un conducteur électrique efficace. Il est utilisé pour fabriquer des outils de coupe tels que des couteaux, des perceuses et des scies circulaires ainsi que des outils de fraisage et de tournage pour les industries du travail des métaux, du bois, des mines et de la construction. Le tungstène est ajouté à différents alliages pour de nombreuses applications, notamment les filaments d'ampoules à incandescence et les tubes à rayons X. C'est un matériau approprié pour les applications militaires dans les projectiles en raison de sa dureté et de sa haute densité. L'industrie de la bijouterie fabrique des bagues en carbure de tungstène fritté.



Méthode d'extraction et de traitement

Les minerais de tungstène sont extraits d'une mine à ciel ouvert ou d'une mine souterraine. Le traitement des minerais de scheelite et de wolframite comprend le concassage et le broyage, la préconcentration, l'ébauche, le nettoyage et la purification dans les étapes finales. La concentration gravitationnelle et la flottation sont appliquées aux minerais de scheelite. La séparation gravitationnelle ou magnétique est appliquée aux minerais de wolframite. La dernière étape consiste à convertir les minerais en trioxyde de tungstène ($W\text{O}_3$) en les chauffant avec de l'hydrogène ou du carbone pour produire du tungstène en poudre. Ensuite, la poudre est mélangée à de petites quantités de nickel en poudre ou d'autres métaux, puis frittée. Pendant le processus de frittage, le nickel ou l'autre métal diffuse dans le tungstène pour produire un alliage.



Usine de traitement du minerai

Le tungstène au Portugal

Au Portugal, plusieurs mines de tungstène ont été exploitées au cours du XXe siècle et principalement pendant la Seconde Guerre mondiale. Actuellement, la wolframite est exploitée dans la mine de Panasqueira au Portugal, une mine historique très importante reconnue pour posséder l'une des formes de wolframite les plus pures au monde. Son extraction se fait par des méthodes souterraines.



Dépôts

Panasqueira

Les deux minéraux (wolframite et scheelite) résultent de processus de minéralisation en milieu géologique hydrothermal. Il existe plusieurs types de gisements où l'on peut trouver du tungstène, mais les plus importants sont les minéralisations dans les gisements de granite, de greisen et de pegmatite, et les gisements de type filonien, où le fluide hydrothermal s'est infiltré dans les fractures déjà existantes des roches préexistantes et les gisements de skarn, qui se produisent lorsque le fluide hydrothermal envahit les roches carbonatées contenant du calcium, comme le calcaire. La wolframite apparaît de manière plus significative dans les dépôts de type veineux et la scheelite dans les dépôts de skarn, où le calcium est également disponible.

En tungstène sont géographiquement étendues. Entre 2017 et 2018, environ 80 % du marché mondial provenait des États-Unis, d'Autriche, de Bolivie, de Chine, du Portugal, de Russie, du Rwanda, d'Espagne, du Royaume-Uni et du Vietnam. La Chine se classe au premier rang mondial en termes de ressources et de réserves de tungstène et possède certains des plus grands gisements de scheelite. La mine de Mittersill en Autriche abrite le plus grand gisement de tungstène d'Europe. Le gisement se compose de deux parties, une mine à ciel ouvert et une mine souterraine.

Faits intéressants:

Le tungstène possède le point de fusion le plus élevé ($3\,422^\circ\text{C}$) et la résistance à la traction la plus élevée de tous les métaux sous forme pure. C'est l'élément le moins réactif : il ne réagit pas avec l'eau, l'oxygène ou l'air à température ambiante et résiste à la plupart des acides et des bases.

OR



L'or est un élément natif et un métal précieux. Il a longtemps été apprécié pour sa beauté, sa résistance aux attaques chimiques et sa maniabilité. Il a un point de fusion relativement bas (1 063 degrés Celsius) et est malléable. C'est un bon conducteur électrique. L'or se présente souvent sous sa forme élémentaire native, sous forme de pépites, de grains, de veines, etc. L'or pur est légèrement jaune rougeâtre, mais il peut être produit dans une couleur blanche par alliage avec de l'argent ou dans une couleur rouge par alliage avec du cuivre. L'alliage d'or et d'argent est connu sous le nom d'électrum.

L'OR NATIF

Formule chimique **Au**

Propriétés physiques

Classification	Éléments natifs
Système de	isométrique
Couleur	jaune d'or
Habitude	arborescent, granuleux, lamellaire
Dureté	Échelle de 2,5 à 3 Mohs
Clivage	aucun
Fracture	hackly
éclat	métallique
Traînée	jaune
Densité	19,3 g/cm ³
Transparence	opaque

Utiliser dans la vie

L'or en tant que métal précieux a été utilisé pour la monnaie, les bijoux et d'autres arts tout au long de l'histoire. En raison de sa résistance à la corrosion et à la plupart des autres réactions chimiques et de sa conductivité électrique, l'or est utilisé dans les connecteurs électriques de tous les types d'appareils informatisés. Les éléments dorés sont utilisés depuis longtemps à des fins médicinales. Certains sels d'or ont des propriétés anti-inflammatoires et sont utilisés comme produits pharmaceutiques. Les alliages d'or sont utilisés en dentisterie restauratrice.



Méthode d'extraction et de traitement

La nature d'un gisement d'or détermine les techniques d'extraction et de traitement des minéraux appliquées. Les dépôts alluviaux sont soit dragués au fond des étangs et des rivières, soit évacués des berges et des plaines inondables à l'aide de tuyaux hydrauliques à haute pression. Ensuite, une boue est passée sur des tables rainurées ou striées qui séparent les particules d'or les plus denses des sables et graviers.

L'or élémentaire des gisements endogènes est fréquemment disséminé dans un minéral sulfuré de métaux communs. Ces gisements sont exploités, concassés et broyés, puis concentrés par séparation gravitaire pour récupérer les grosses particules d'or natif avant d'être soumis à une flottation par mousse. L'or élémentaire est soluble dans le mercure et, lorsque les particules d'or sont mises en contact avec du mercure frais, elles sont mouillées et dissoutes, formant un alliage appelé amalgame. Ce procédé est utilisé pour récupérer et concentrer l'or. L'or extrait par fusion contient une variété d'impuretés et deux méthodes sont couramment utilisées pour la purification : le procédé Miller et le procédé Wohlwill.

Dépôts

L'or est présent en quantités importantes dans trois principaux types de gisements : dans les veines de quartz hydrothermales et les gisements associés dans les roches métamorphiques et ignées ; dans les gisements de sulfures volcaniques-exhalatifs; et dans les dépôts de placers consolidés à non consolidés.

Le minerai exogénétique le plus connu est l'or alluvial qui fait référence à l'or trouvé dans les lits des rivières, des cours d'eau et des plaines inondables. Ces dépôts se forment sous l'action du vent, de la pluie et des changements de température sur les roches contenant de l'or. Les minerais d'or endogènes comprennent des gisements filoniens d'or élémentaire dans du quartzite ou son mélange avec divers minéraux sulfurés de fer, en particulier la pyrite et la pyrhotite.

Les plus grands producteurs d'or au monde sont la Chine, l'Australie et la Russie. Les leaders européens en matière de production d'or sont la Bulgarie, la Finlande et la Suède. L'or est également produit en Slovaquie, en Serbie, en Pologne, en Roumanie et au Royaume-Uni.

Faits intéressants:

De fines couches d'or réfléchissent 98 % du rayonnement infrarouge incident. Ils sont donc utilisés dans la protection thermique des satellites et dans la fabrication de combinaisons spatiales pour les astronautes.



TALC



Le talc est un minéral de silicate de magnésium hydraté, qui est le minéral le plus mou et est généralement de couleur vert pâle, blanc ou gris-blanc. On le reconnaît car il est gras au toucher et peut être rayé par un ongle. Il se présente sous forme de masse feuilletée et exceptionnellement sous une forme cristalline rare. Il provient de l'altération hydrothermale de silicates de magnésie non alumineux.

TALC

Formule chimique



Propriétés physiques

Classification	Silicates
Système de cristallisation	triclinique
Couleur	incolore, blanc, vert pâle
Habitude	feuilleté, massif
Dureté	1 échelle de Mohs
Clivage	parfait
Fracture	fibreuse, micacé
éclat	vitreux, nacré
Traînée	blanc
Densité	2,78 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide

Utiliser dans la vie

Le talc trouve de nombreuses applications dans de nombreux secteurs industriels et dans la production de produits quotidiens. Il est utilisé dans l'industrie cosmétique pour la fabrication de savons, de dentifrices, de poudres, de crèmes et de maquillage comme le fard à paupières ou le rouge à lèvres. Dans l'industrie papetière, le talc est utilisé comme charge pour le papier et dans l'industrie textile comme imprégnation des tissus. Le talc est utilisé dans la fabrication de récipients résistants aux acides et aux alcalis et dans l'industrie chimique pour la production de peintures, d'engrais synthétiques et de pâtes à polir. Le talc pur est utilisé comme agent de remplissage pour les pilules et les médicaments dans l'industrie pharmaceutique et dans la production de porcelaine électrique dans l'industrie céramique.



Méthode d'extraction et de traitement

La majeure partie du talc est produite à partir d'exploitations minières à ciel ouvert et souterraines. Les roches sont forées, dynamitées et partiellement concassées. Les roches partiellement concassées sont transportées de la mine vers un broyeur, où une réduction supplémentaire de la taille des particules a lieu. Les impuretés sont éliminées par flottation par mousse ou par traitement mécanique.

Dépôts

Le talc se trouve souvent dans les roches métamorphiques des limites de plaques convergentes. La plupart des grands gisements de talc se sont formés lorsque des eaux chauffées transportant du magnésium et de la silice dissous ont réagi avec des marbres dolomitiques. Le talc peut également se former en raison de l'altération provoquée par la chaleur et le contact avec des fluides chimiquement actifs tels que la serpentinite.

Les principaux pays producteurs de talc sont la Chine, l'Inde, le Brésil et les États-Unis. Les producteurs européens connus de talc sont la Finlande, la France, l'Autriche, l'Italie et la Slovaquie.

Talc de Gemerska Poloma (Slovaquie)

Le gisement de talc de Gemerska Poloma en Slovaquie est l'un des plus grands gisements de talc au monde. Il a été découvert dans les années 1980. Elle est située dans un environnement de roches sédimentaires métamorphiques et de complexe granitique. Le corps de magnésite à talc est de forme lenticulaire et est situé à une profondeur d'environ 215 à 760 m sous la surface. Il mesure 3 km de long et environ 408 m d'épaisseur. En plus de la magnésite et du talc, il se compose de quartz, de dolomite et de chlorite.



Faits intéressants:

Il existe d'autres noms donnés au talc. Les agrégats compacts de talc et d'autres minéraux formant des roches sont appelés stéatite (en raison de leur sensation savonneuse ou grasse). La célèbre statue du Christ Rédempteur de Rio de Janeiro (Brésil) est en pierre ollaire. Les agrégats denses de talc de haute pureté sont appelés stéatite.

MAGNÉSITE



La magnésite est la source minérale la plus importante de magnésium. Son nom vient d'un mot grec, «magnesia lithos», une sorte de minerai de magnésie, district côtier de l'ancienne Thessalie, en Grèce, et également d'après sa composition chimique. Il se présente généralement sous la forme d'un minéral translucide, incolore ou blanc ou gris. Il peut contenir certaines impuretés comme la silice, le fer et le calcium. Les gisements de magnésite se trouvent dans des roches riches en magnésium – dolomites et serpentinites. Il est formé par l'altération de roches ultramafiques en présence d'eau et de dioxyde de carbone à des températures et des pressions élevées.

MAGNÉSITE

Formule chimique MgCO_3

Propriétés physiques

Classification	Carbonates
Système de cristallisation	trigone
Couleur	incolore, blanc, blanc grisâtre
Habitude	massif
Dureté	Échelle de 3,5 à 4,5 Mohs
Clivage	parfait
Fracture	fragile
éclat	vitreux
Traînée	blanc
Densité	3,01 g/cm ³
Transparence	transparent, translucide



Magnésite



Utiliser dans la vie

L'oxyde de magnésium (MgO – périclase) est un matériau réfractaire important utilisé comme revêtement dans les hauts fourneaux, les fours et les incinérateurs. La magnésite peut être utilisée comme liant dans les revêtements de sol (chape en magnésite). Il est également utilisé comme catalyseur et agent de remplissage dans la production de caoutchouc synthétique et dans la préparation de produits chimiques et d'engrais à base de magnésium. La magnésite est utilisée en bijouterie sous forme de perles polies. De plus, il est utilisé dans le papier, la peinture, l'encre et dans l'industrie pharmaceutique.

Méthode d'extraction et de traitement

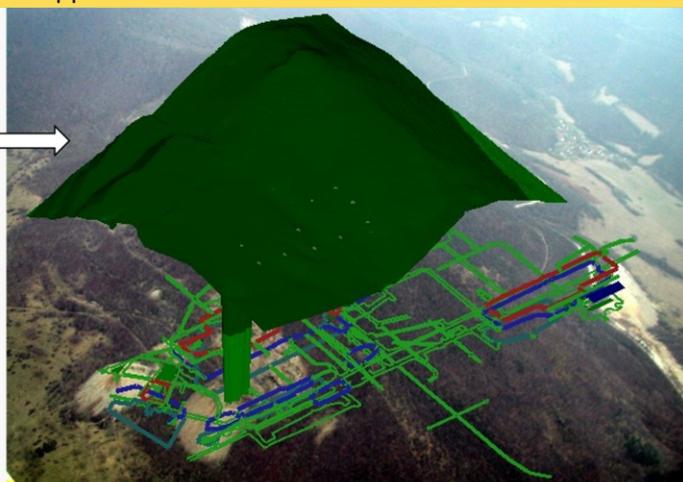
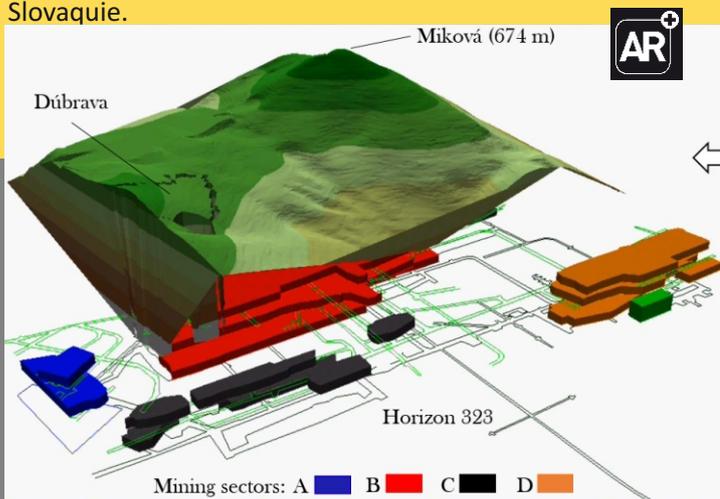
L'extraction de la magnésite des mines est suivie de sa séparation des stériles. Les minerais de magnésite sont séparés des impuretés silice, fer et autres composés par concassage, broyage, criblage et autres méthodes physico-chimiques telles que la lixiviation chimique et la flottation. La prochaine étape consiste en une séparation qualitative. La magnésite peut être brûlée en présence de charbon de bois pour produire du MgO, connu sous le nom de minéral périclase.

Dépôts

La magnésite peut être formée par plusieurs processus : la carbonatation de roches riches en magnésium telles que la serpentinite ou la péridotite lors d'un métamorphisme régional, de contact ou hydrothermal, l'altération de calcaires ou d'autres roches riches en carbonate par des solutions riches en magnésium lors du métamorphisme, la formation au-dessus de l'altération. roches ultramafiques, ou précipitations comme minéral secondaire dans les veines et les fractures des roches carbonatées et ultramafiques. Les principaux producteurs mondiaux de magnésite sont la Chine, la Russie et le Brésil. Les principaux producteurs de l'UE sont la Turquie, l'Autriche, l'Espagne, la Grèce et la Slovaquie.

Magnésite de Slovaquie

Le gisement de magnésite de Jelšava est la plus grande usine d'extraction et de transformation de Slovaquie et également l'un des plus grands producteurs de magnésie calcinée à mort au monde. La magnésite du gisement de Jelšava est extraite du sous-sol en utilisant une méthode de barrage aérien avec des piliers inter-blocs avec remblayage. Cette méthode d'extraction augmente la sécurité de la procédure d'extraction. Il permet la séparation sélective de la magnésite extraite et, sur la base de critères de qualité définis, il évite également la génération d'amas de stériles dolomite. Quant aux équipements de transport, on utilise des foreuses électrohydrauliques, des transporteurs à godets et des chargeuses à pelle frontale. Les concentrés de magnésite sont traités dans des fours rotatifs. Les calcinateurs et les fours à cuve produisent du clinker à base de cendres volantes pressées. Les clinkers sont ensuite traités par concassage, classification selon la granulométrie et séparation magnétique, et sont utilisés pour la fabrication de composants réfractaires ou pour la production de briques de magnésite avec une large gamme d'applications.



Faits intéressants

Le magnésium confère une résistance structurelle aux alliages avec l'aluminium, le zinc ou le manganèse. C'est pourquoi les composants en alliage de magnésium sont utilisés dans l'aérospatiale, la construction mécanique et l'industrie automobile, où résistance et faible poids sont requis. Le magnésium est un minéral très important dans l'alimentation humaine. Des doses accrues de magnésium aident à lutter contre l'hypertension artérielle et les maladies cardiovasculaires.

SILICE



La silice est le nom donné à un groupe de minéraux composés de silicium et d'oxygène de formule chimique SiO_2 . Les formes cristallines les plus courantes de silice sont le quartz, la tridymite et la cristobalite. Le quartz fait partie des minéraux les plus répandus dans la croûte terrestre. Le point de fusion de la silice est de 1610°C , ce qui est supérieur à celui du fer, du cuivre et de l'aluminium. C'est pour cette raison que la silice est utilisée pour produire des moules et des noyaux pour la production de pièces moulées en métal. Le quartz est généralement incolore ou blanc mais peut être coloré par des impuretés. C'est un minéral dur, relativement inerte, qui ne réagit pas avec l'acide dilué, qualités importantes pour diverses utilisations industrielles.

QUARTZ

Formule chimique SiO_2

Propriétés physiques

Classification	Tectosilicates
Système de	trigone
Couleur	incolore et de différentes couleurs
Habitude	cristallin, druse
Dureté	Échelle de 7 Mohs
Clivage	aucun
Fracture	conchoïdal
éclat	vitreux
Traînée	blanc
Densité	$2,62 \text{ g/cm}^3$



Kremítě plesky



Utiliser dans la vie

La silice est une matière première essentielle au développement industriel, notamment dans les industries du verre, de la fonderie et de la céramique. Les dérivés du quartz sont utilisés dans l'industrie chimique, notamment dans les pesticides, les engrais et les préparations pharmaceutiques. La silice sous sa forme la plus fine est utilisée comme charge pour les peintures, les plastiques et le caoutchouc. Le sable siliceux est utilisé dans la filtration de l'eau et dans l'agriculture.

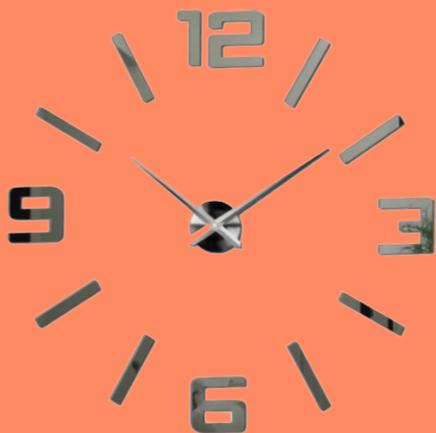
Méthode d'extraction et de traitement

La silice est généralement exploitée en carrière. Le traitement comprend le nettoyage des grains de quartz, le criblage pour produire la distribution granulométrique optimale du produit en fonction de l'utilisation finale, puis l'élimination des impuretés par séparation par gravité, flottation par mousse et séparation magnétique.

Dépôts

Les sables siliceux peuvent être produits à partir de grès, de quartzites ou de dépôts de sable non consolidés. On le trouve également sous forme de veines de quartz de plusieurs mètres d'épaisseur dans d'autres roches.

La silice est produite par de nombreux pays européens, dont la Belgique, le Royaume-Uni, la France, l'Italie, les Pays-Bas, l'Espagne, le Portugal et la Slovénie.



Faits intéressants:

Les cristaux de quartz ont des propriétés piézoélectriques. Ils développent un potentiel électrique lors de l'application d'une contrainte mécanique. L'une des utilisations piézoélectriques les plus courantes du quartz est celle d'oscillateur à cristal. L'oscillateur fonctionne en déformant le cristal de quartz avec un champ électrique. En éliminant le champ électrique, le quartz génère un champ électrique avec une fréquence précise. Cette application est utilisée dans les montres à quartz, qui utilisent un oscillateur électronique régulé par un cristal de quartz pour mesurer le temps.

Supported by



Co-funded by the
European Union

PROJECT PARTNERS:



Research Centre
Trust, Peace and
Social Relations



MUNI
FACULTY
OF SCIENCE



OROVALLÈ

