EXPOSITION
LUMIÈRE MINÉRALE

14/09/2018
> 06/01/2019

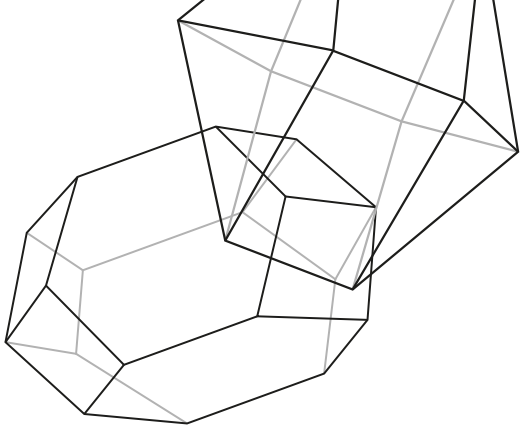


DOSSIER PÉDAGOGIQUE

MUSÉE HENRI DUPUIS
MUSÉE DE L'HÔTEL SANDELIN
14 RUE CARNOT, 62500 SAINT-OMER

VILLE DE SAINT-OMER

SOMMAIRE



Présentation de l'exposition 2

Plan du parcours 4

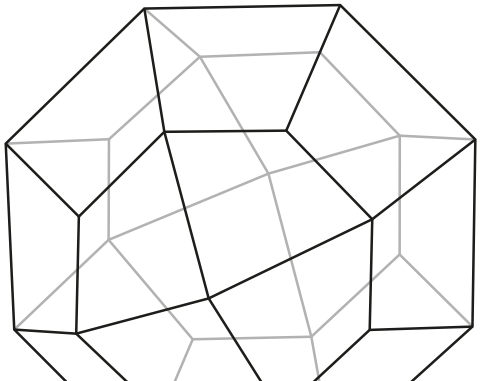
Découvrir l'exposition 5

Focus sur quelques minéraux 23

Offre pistes pédagogiques 33

Ressources annexes 38

Informations pratiques 45



PRESENTATION DE L'EXPOSITION

Outre le musée de l'hôtel Sandelin, les équipes des musées de Saint-Omer ont la charge du musée Henri Dupuis, le muséum de la ville. Elles travaillent assidument pour récoler, restaurer et mettre en valeur les collections depuis de nombreuses années. Afin de faire profiter le public de ce travail considérable, des expositions temporaires d'envergure seront désormais régulièrement organisées au musée Sandelin.

L'exposition ***Lumière minérale*** inaugure la série et valorise la très riche collection de minéraux (un gros millier d'items) du musée Dupuis.

LUMIÈRE MINÉRALE

14 septembre 2018 › 6 janvier 2019

Cette exposition propose de s'intéresser aux minéraux, pour leur **attrait esthétique** d'abord, mais également à travers une thématique peu abordée dans les collections publiques, leur **composition cristalline** et la **diffusion de la lumière**, à l'origine de **leurs couleurs**. Vous pourrez aussi bien observer des pièces translucides monochromes, que des pierres opaques aux reflets rappelant les couleurs de l'arc-en-ciel.

› DEUX COLLECTIONS, UNE MÊME PASSION ?

Cette exposition représente également la rencontre entre deux collections : celle du musée Henri Dupuis et celle d'Olivier Fumery, qu'un siècle et demi séparent.

L'origine des collections municipales*

Les collections municipales sont le résultat d'une longue accumulation commencée par **la Société d'Agriculture et d'Archéologie**, dont les acquisitions sont plus ou moins précisément inscrites à l'inventaire du musée. On y trouve essentiellement des minéraux de **dimensions réduites**, formant un ensemble presque systématique des minéraux **français** connus à l'époque, auquel il faut ajouter quelques spécimens étrangers (notamment **anglais**).

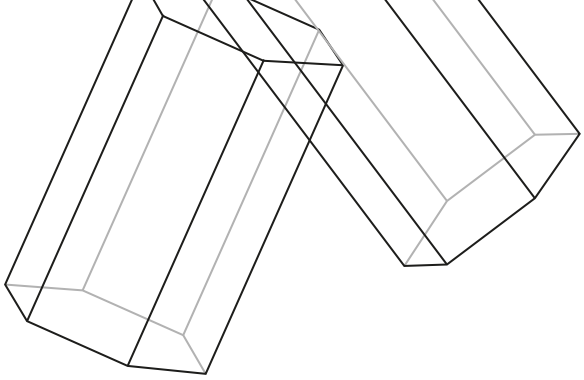
Le montage est toujours le même, l'étiquette indiquant la **terminologie** de l'époque et la **provenance**. Ces minéraux sont réunis au **musée Dupuis** au sein d'une pièce unique, selon un classement chimique systématique, facilitant la recherche et la comparaison. * (voir annexes p.43).











Les motivations du collectionneur

La fascination causée par ces pièces a joué un rôle moteur dans l'accumulation ;

- l'absence de moyens photographiques couleur avant le 20e siècle et la cherté du procédé durant sa première moitié ;
- le besoin de matérialité ;
- l'intérêt scientifique pour une discipline, la minéralogie*, qui n'émerge vraiment que dans la seconde moitié du 18e siècle ;
- la recherche d'universalité de la connaissance et de la collection caractéristique du 19e siècle.

Ces motifs ne sont que partiellement similaires à ceux qui peuvent animer l'amateur contemporain.

La collection d'Olivier Fumery

La collection d'Olivier Fumery s'intéresse quant à elle plus à leur esthétique, avec des spécimens impressionnants, de taille souvent imposante. Laissez-vous éblouir par la beauté des minéraux et surprendre par les secrets de la lumière et des couleurs !

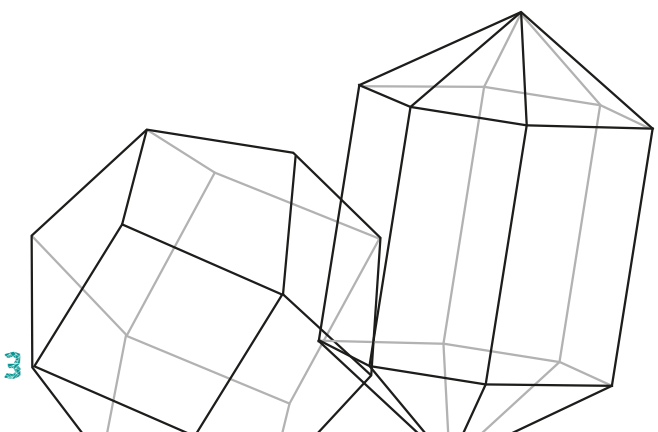
> POURQUOI LA LUMIÈRE ?

Les minéraux fascinent par leur variété et leur beauté et l'homme les a chargé d'une **puissance symbolique extrêmement forte** qui perdure aujourd'hui à travers la valeur marchande considérable que peuvent atteindre certaines pierres.

Dans le cadre de l'exposition, ces petits bijoux ne sont pas présentés sous forme d'une galerie minéralogique et selon les typologies physiques, mais nourissent le propos invitant le visiteur à découvrir et comprendre les **phénomènes optiques** à l'origine de leur **couleur**, de leur **brillance** et de tous ces autres phénomènes pour lesquels l'homme récolte et collectionne les minéraux depuis la Préhistoire.

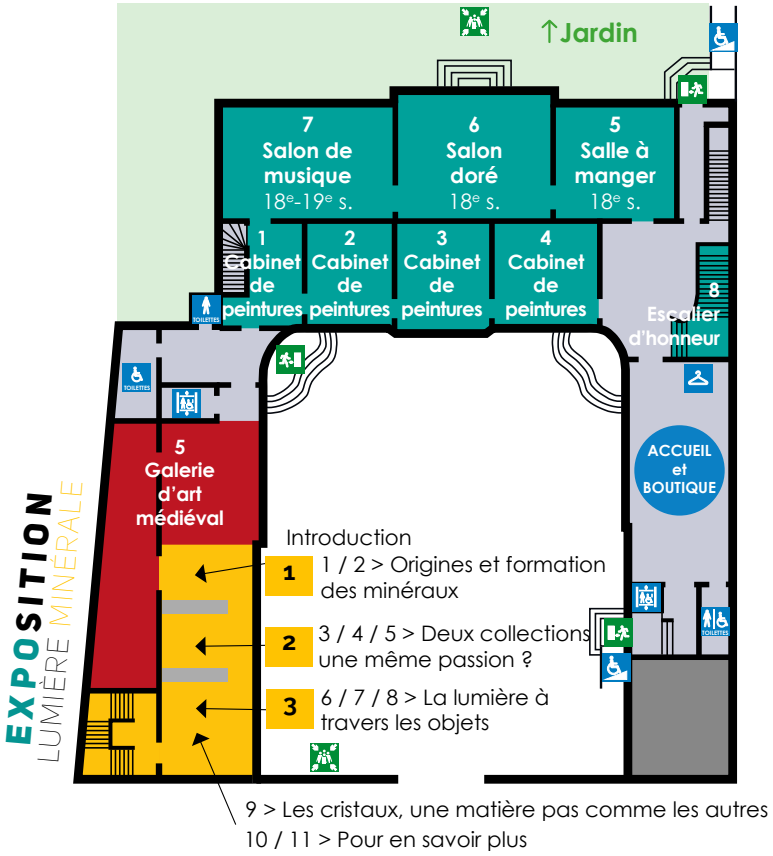
Exposition labelisée dans le cadre de la ***Fête de la science - Hauts-de-France 2018***
Du 6 au 14 octobre 2018
https://www.fetedelascience.fr/





PLAN DU PARCOURS

Niveau 0
Rez-de-chaussée



Niveau 1
1er étage



ART MÉDIÉVAL

Armes, mosaïques, sculptures, peintures, une des collections les plus importantes de France !

BEAUX-ARTS

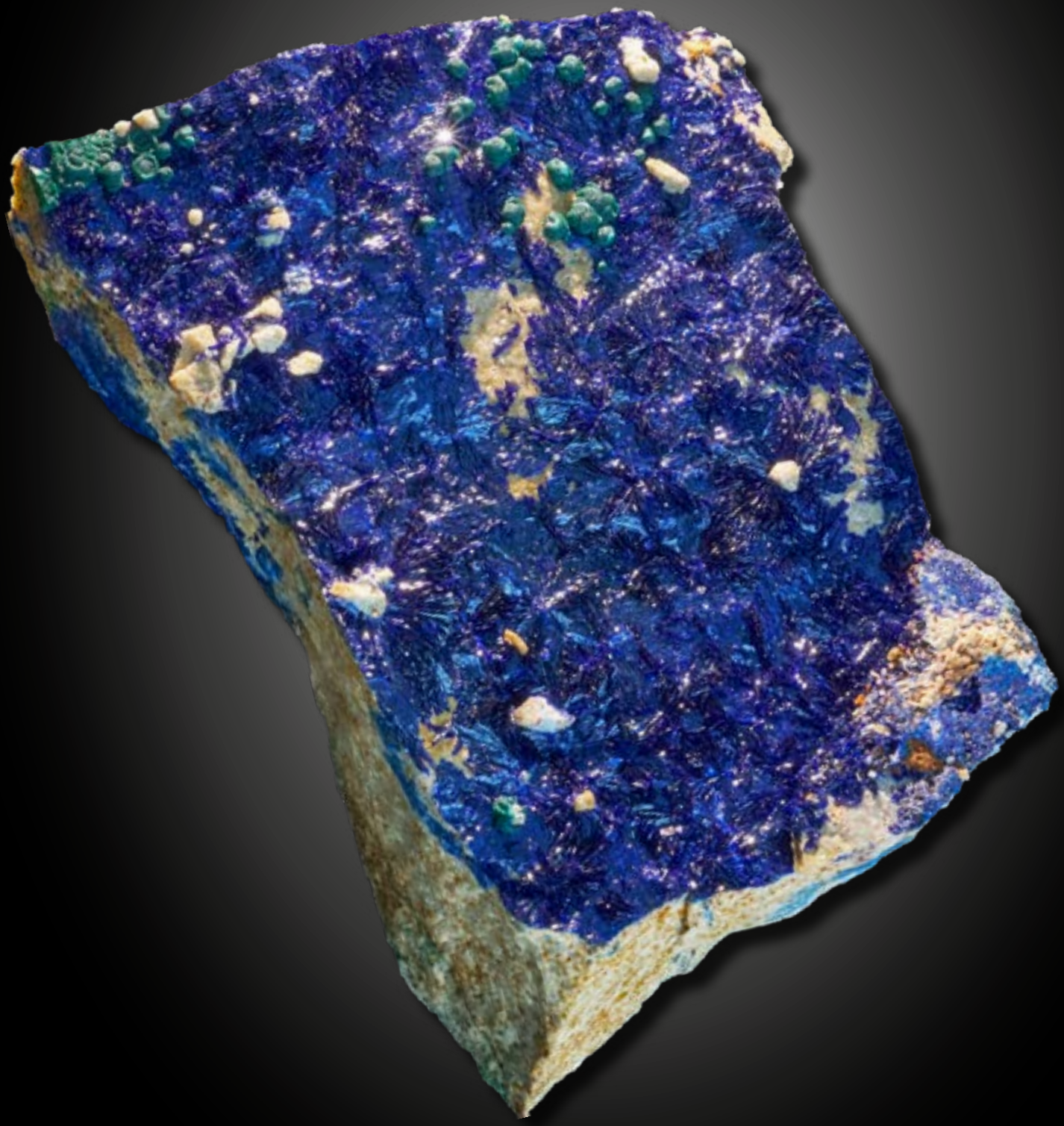
Peintures de maîtres, cabinets de curiosités, boiseries classées… un régal pour les yeux !

CÉRAMIQUES

Porcelaines, faïences, collections japonaises… voyagez entre l'Europe et l'Asie !



DÉCOUVRIR L'EXPOSITION



QU'EST-CE QU'UN MINÉRAL?

Un minéral est un solide naturel, homogène, possédant une composition chimique définie et une structure atomique ordonnée.
Il est :

• **SOLIDE**, à l'exception du mercure natif ;

• **NATUREL**, même si l'on est aujourd'hui capable de reproduire artificiellement certains minéraux ;

• **HOMOGENE**, même si de nombreuses espèces minérales contiennent des inclusions ;

• d'une C**OMPOSITION CHIMIQUE DEFINIE**, même si certains éléments proches peuvent parfois se retrouver alternativement dans un même minéral ;

• d'une **STRUCTURE ATOMIQUE ORDONNEE** : un minéral est un solide cristallisé, constitué par un arrangement périodique d'atomes d'éléments donnés ; Il en existe plus de 4000 espèces.

› LES PROPRIÉTÉS DES MINÉRAUX

Les minéraux possèdent des **propriétés physiques** qui permettent de les distinguer entre eux et qui permettent de les identifier.

• La dureté (résistance à la rayure)

La dureté d'un minéral correspond à sa résistance à se laisser rayer. Elle est variable d'un minéral à l'autre. Certains minéraux sont très durs et d'autre plutôt tendres
La dureté des minéraux est estimée grâce à l'**échelle de Mohs**, du nom du minéralogiste qui l'a établie. C'est une échelle de comparaison de dureté des matériaux qui possède dix degrés, du talc (très tendre) au diamant (très dur). Quand on veut comparer deux minéraux, on regarde lequel raye l'autre afin de déterminer le plus dur des deux. Les minéraux de dureté 1 et 2 peuvent être rayés par l'ongle. Une pièce de monnaie peut rayer ceux de dureté 3, un clou ceux de dureté 4. Une lame de canif et un couteau en acier inoxydable rayent respectivement les minéraux de dureté 5 et 6. Ceux de dureté 7 et plus rayent le verre. Le diamant est de dureté 10 et ne peut être rayé que par un autre diamant.

Dureté	Minéraux	
1	Talc	
2	Gypse	
3	calcite	
4	Fluorite	
5	Apatite	
6	Orthose	
7	Quartz	
8	Topaze	
9	Corindon	
10	Diamant	

Rayés par l'ongle.
Minéraux très tendres.

Rayés par une pièces de monnaie en cuivre.
minéraux assez tendres

Rayés par une lame de canif en acier. Minéraux assez durs.

Rayent le verre.
Minéraux très durs.

• La composition chimique
Un minéral est défini par sa composition chimique. Les minéraux peuvent être composés d'un seul élément chimique, comme le graphite ou le diamant, composés tous les deux de carbone (C), ou de plusieurs éléments chimiques.

• La structure cristalline (forme des cristaux)
Chaque minéral cristallise dans un système donné, qu'on appelle un système cristallin*. Un minéral donné reproduira toujours les mêmes formes régies par ce système. *Cf. p. 14 et suivantes du dossier.*

• La couleur du minéral
Il y a une grande variété de couleurs chez les minéraux et on ne peut identifier un minéral uniquement à sa couleur. La couleur des minéraux dépend des lumières absorbées.
- Des spécimens de couleurs différentes peuvent représenter le même minéral, comme le quartz qui présente plusieurs variétés selon la couleur : incolore limpide (cristal de roche), violet (améthyste), noir enfumé, bleu
- Des spécimens qui ont tous la même couleur peuvent représenter des minéraux tout à fait différents,

• Le trait : couleur de la poudre d'un minéral.
Le trait correspond à la couleur de la poudre des minéraux. Cette propriété se détermine par la trace laissée par le minéral lorsqu'on le frotte sur une plaque de porcelaine non émaillée.
Par exemple, l'hématite laisse apparaître un trait brun rougeâtre sur la plaque de porcelaine. La pyrite, de couleur jaune or, laisse un trait noir.

•L'éclat (réflexion de la lumière : métallique, vitreux, nacré, mat...)
Il s'agit de l'aspect qu'offre la surface de l'échantillon lorsqu'elle réfléchit la lumière. On distingue l'éclat métallique, brillant comme celui des métaux, et l'éclat non métallique que l'on décrit par des termes comme vitreux (comme le verre), gras (comme si la surface était enduite d'huile ou de graisse), adamantin (qui réfléchit la lumière comme le diamant), résineux (comme la résine), soyeux (comme la soie). *Cf. p. 21*.

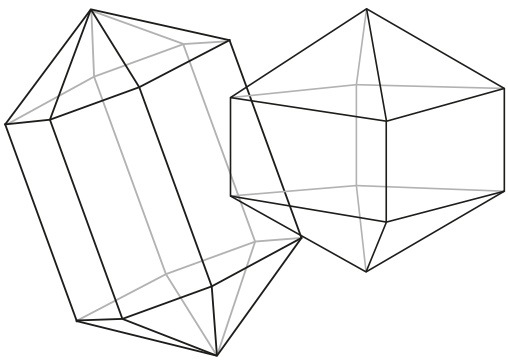
• La transparence
C'est la capacité d'un minéral à laisser passer la lumière.
Un matériau translucide* est traversé par la lumière mais diffuse une partie des rayons lumineux. Un milieu est transparent quand la lumière est propagée en ligne droite et qu'aucune onde lumineuse n'est absorbée. Un matériau opaque stoppe tous les rayons lumineux (la lumière est absorbée ou réfléchie)
Voir la partie sur la lumière p. 11 et 12.

•Clivage (plans de faiblesse déterminés)
Il s'agit de la propriété d'un minéral à se fracturer sous l'impact d'un choc, ou quand il est soumis à une pression, suivant des directions qui lui sont propres. Il correspond à des plans de faiblesse dans la structure cristalline. Un minéral va donc se briser facilement le long des plans de clivage, alors qu'il ne se brisera jamais selon ses faces cristallines.

•Densité (rapport entre le poids du minéral et son volume d'eau)
La densité des minéraux est une propriété mesurable ; elle est une constante physique qui caractérise un minéral donné. Beaucoup de minéraux ont une densité qui se situe autour de 2,7 gr/cm^3, soit 2,7 fois plus lourd qu'un volume égal d'eau. Mais certains ont une densité relativement faible, comme le sel qui a une densité de 2,1 ; d'autres se situent à l'autre extrême, comme la galène (sulfure de plomb) avec une densité de 7,5 et l'or dont la densité est de 19,3.

• Effervescence (réaction à l'acide)
Certains minéraux vont réagir au contact de l'acide. Les minéraux de la classe des carbonates sont décomposés chimiquement par les acides. Cette réaction chimique dégage des bulles de gaz carbonique, un phénomène qu'on qualifie d'effervescence (un bouillonnement).

• Propriétés optiques
Les propriétés optiques constituent un élément diagnostique fondamental dans l'identification d'un minéral. Chaque groupe de minéraux possède ses propriétés optiques, c'est à dire qu'ils transmettent différemment la lumière et qu'ils produisent des couleurs caractéristiques lorsqu'ils sont observés en lumière polarisée, ce qui permet de les identifier.

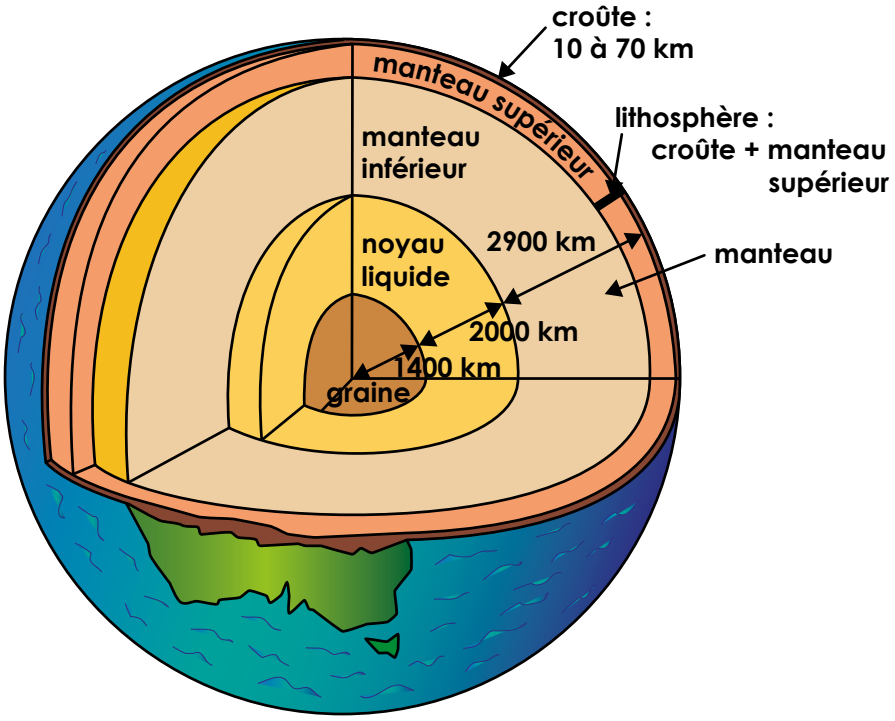


ORIGINES ET FORMATION DES MINERAUX

Les **minéraux** sont les constituants de base de la **Terre**. Ils sont les composants des **roches**, des sols et de l'environnement. Ils sont le fondement de notre vie car tout ce qui croît a besoin de substances minérales. Les **roches** sont partout autour de nous. Façonnées par les mouvements internes de la Terre et par l'érosion, elles forment les paysages. Elles proviennent des différentes couches du **globe terrestre**.

> LE GLOBE TERRESTRE

La Terre est une planète rocheuse. Sa surface est solide et composée d'une grande diversité de roches. La Terre est composée d'enveloppes concentriques et on divise le globe terrestre en différentes couches, depuis le coeur vers la surface : la **graine**, le **noyau externe**, le **manteau inférieur** et le **manteau supérieur** et la **croûte terrestre**.



L'écorce terrestre ou **lithosphère** (= sphères de roches) est la surface du globe sur laquelle nous marchons. Elle regroupe la **croûte** et le **manteau supérieur** (voir visuel). Elle se compose de plusieurs plaques qui dérivent sur un manteau visqueux. C'est ce qu'on appelle la **dérive des continents**, ou la **tectonique des plaques***.
La croûte terrestre est de deux types : continentale ou océanique. la croute océanique est composée surtout de basaltes, des roches sombres et assez denses. La croûte continentale, moins dense, est composée avant tout de granites et de gneiss.

Sous l'écorce terrestre se trouve **le manteau.** constitué des manteaux supérieur et inférieur. Il va jusqu'à 2900 kilomètres de profondeur. Il est plus ou moins solide ou pâteux selon les secteurs, la profondeur, la température et la pression, et il est composé de roches chaudes, denses et solides, animées de très lents déplacements,

Sous le manteau, le **noyau externe** métallique est liquide et enfin la **graine**, le coeur de la Terre, très chaud, est à l'état solide et constitué principalement de fer.
Certains éléments minéraux originellement absents des couches supérieures du globe terrestre se trouvent à la surface de la terre grâce à l'existence de **courants ascendants liquides** à l'origine de l'**activité volcanique**. Cependant, les **minéraux les plus lourds** sont globalement les plus **proches du noyau**.

› LA FORMATION DES ROCHES

Une roche est un matériau solide formé en général d'un assemblage de minéraux. Elles peuvent également se former de morceaux d'une autre roche ou de matériaux fossiles (végétaux, coquillages…). Elles résultent de processus géologiques variés, qui se produisent à l'intérieur et à la surface de la Terre, ou dans d'autres endroits de l'Univers (cas des météorites). Habituellement les roches sont solides, mais elle peuvent parfois être à l'état liquide, comme la lave qui s'écoule d'un volcan en activité ou le pétrole.

Il existe trois grandes catégories de roche :
- Roches magmatiques (roches ignées)
- Roches sédimentaires
- Roches métamorphiques

› **Les roches magmatiques** ou ignées* (venues du feu) se forment à partir de **magmas***. Les roches qui se forment à partir d'un magma qui **refroidit lentement** à de grandes profondeurs (30 à 35 km) sous la croûte terrestre présentent une **texture grenue,** comme le **granite** car les cristaux ont eu le temps de bien se former : elles sont appelées **roches intrusives ou plutoniques**

Les roches formées à partir d'un magma qui **refroidit rapidement** à la surface de la croûte terrestre sont les **roches volcaniques** et sont des roches à cristaux microscopiques et à grain très fin car les cristaux n'ont pas eu le temps de bien se former. Le **basalte** en est un exemple.



Le granite, roche magmatique à texture grenue.



Le basalte, roche volcanique à grain fin

› **Les roches sédimentaires*** sont des roches qui se forment à la surface de la croûte terrestre. Ce sont des roches qui résultent de la compaction et de la cimentation de boues, de sables, de graviers ou de fossiles. Certaines roches sédimentaires dites **détritiques*** sont issues de l'**érosion* de roches préexistantes** continentales comme le **grès**, issue de l'agrégation et la cimentation de grains de sable.

Certaines roches sédimentaires résultent de la précipitation d'une solution chimique, comme le **gypse**, formé par l'évaporation de l'eau de mer ou de l'eau douce. Les sels minéraux auparavant dissous se déposent en couches successives.

D'autres sont issues de l'accumulation de débris de squelette d'organisme (fossiles) comme le **calcaire** ou de la transformation de matière végétale comme le **charbon**.



Le grès



Le gypse



Le charbon

› **Les roches métamorphiques*** sont des roches sédimentaires ou magmatiques qui, en raison des mouvements tectoniques, et leur déplacement sous d'autres couches, sont soumises à des températures ou des pressions très fortes qui modifient leur structure et les déforment par recristallisation. Le marbre par exemple est un calcaire métamorphosé, une roche sédimentaire à l'origine, puis transformée.



Le marbre

› LA FORMATION DES MINÉRAUX

› Les minéraux sont constitués d'atomes*

Les minéraux sont des substances chimiques naturelles solides, dont l'assemblage constitue les roches. Imaginons que l'on soit si petit qu'on puisse se promener à l'intérieur d'un minéral, on pourrait observer que celui-ci est formé d'un empilement de boules de différentes tailles qu'on appelle des **atomes**.
Les atomes ont des poids, des volumes et des propriétés chimiques très différents les uns des autres. On les appelle aussi éléments chimiques car ce sont les particules élémentaires qui constituent la matière qui nous entoure.

Il existe environ 90 sortes d'atomes différents dans la nature. Certains sont très abondants, d'autres très rares. Dans la croûte terrestre continentale, soit dans les trente kilomètres environ qui se trouvent sous nos pieds, une **dizaine** d'éléments constituent à eux seuls **99.3 %** de cette partie de notre planète :

Oxygène (O) : 61.5 %	Calcium (Ca) : 1,8 %
Silicium (Si) : 20 %	Fer (Fe) : 1,8 %
Aluminium (Al) : 6 %	Magnésium (Mg): 1,7 %
Hydrogène : 2,8%	Potassium (K) : 1,2%
Sodium (Na) : 2,3 %	Titane (Ti) : 0,2 %

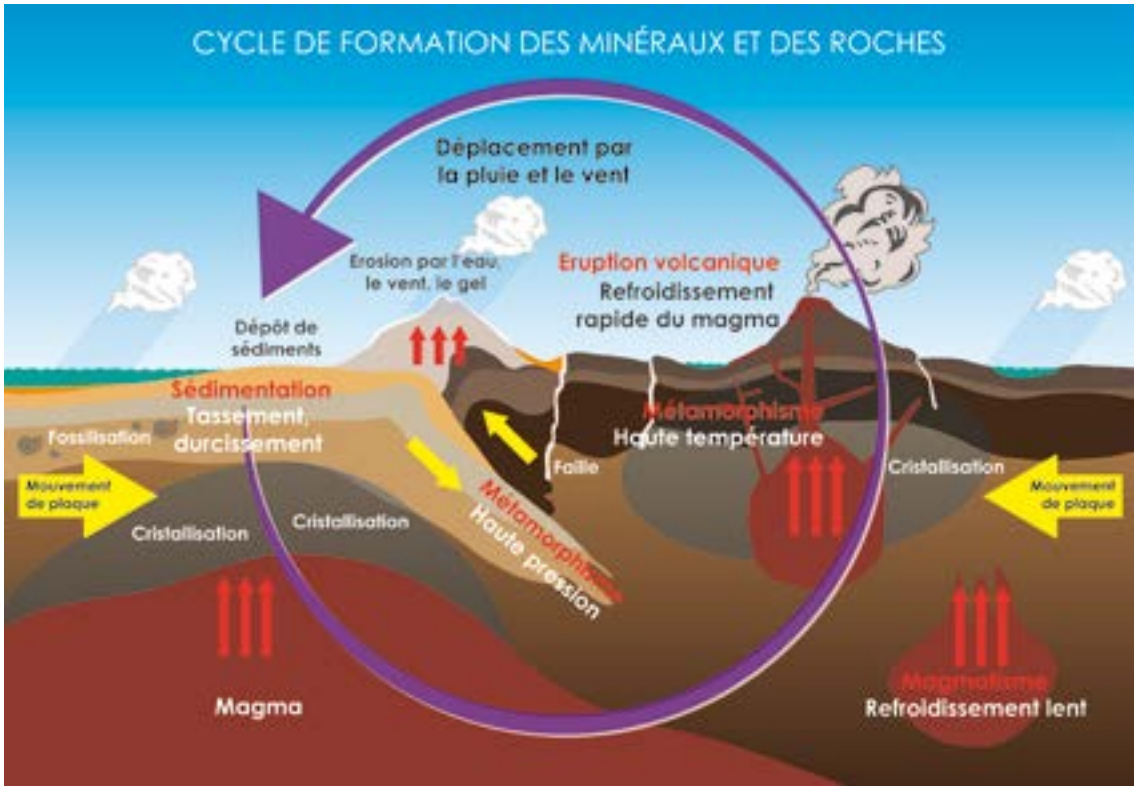
Ce sont ces **atomes** qui en s'assemblant et se combinant constituent les **minéraux** et les **roches**. Les conditions de **pressions** et de **température** au sein du globe terrestre peuvent favoriser **l'assemblage** des **atomes** et des **molécules** présents et donner naissance aux minéraux.



Géodes de quartz

le **volcanisme** est à l'origine d'une grande partie d'entre eux. De nombreux minéraux sont formés dans des **géodes**, c'est à dire des poches d'air emprisonnées dans la matière en fusion. Largement répandues à travers toute la planète, les géodes sont la source principale des minéraux des collections minéralogiques car c'est un milieu optimal pour diverses formations minérales.
Le quartz, par exemple, est un minéral que l'on va très souvent trouver dans les géodes : sa dureté le rend très peu sensible aux processus d'érosion, il est très présent sous forme de fluides dynamiques dans le sous-sol et ses capacités de cristallisation sont très bonnes.

Les minéraux se forment par **cristallisation*** (comme la glace qui se forme à partir de l'eau). Le phénomène de cristallisation dépend principalement de la pression et de la température. Presque tous les minéraux présentent des **formes géométriques parfaites** : ce sont des cristaux qui peuvent mesurer de quelques millièmes de millimètres, comme les argiles, à une dizaine de mètres comme certains quartz. Dans un cristal, les atomes ou les molécules sont régulièrement **ordonnés**, créant ainsi de minuscules briques, les **mailles élémentaires***. Empilées dans les trois directions de l'espace, cette infinité de minuscules briques définit un solide doté de formes géométriques variées, spécifiques à chaque minéral. Lorsqu'un cristal a de la place pour se développer, il évolue sous forme d'un solide géométrique régulier en trois dimensions (polyèdre)* (voir p. 14 du dossier). Quand il manque d'espace pour se développer de façon optimale, il remplit des failles ou des trous de manière plus compacte. On dit qu'il est **amorphe***.

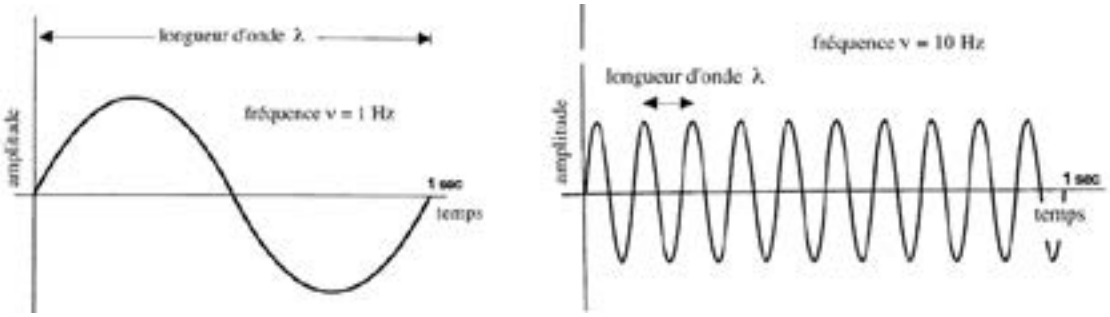


LA LUMIÈRE À TRAVERS LES OBJETS

La **vue** n'est qu'une **interprétation** faite par le **cerveau** de la **lumière** rencontrant les yeux. C'est elle qui pare les minéraux de ces qualités plastiques qui flattent l'œil humain et les font rechercher. Pour comprendre son **rôle** sur l'éclat et la couleur des minéraux, il faut comprendre ce qu'est la lumière et ses caractéristiques.

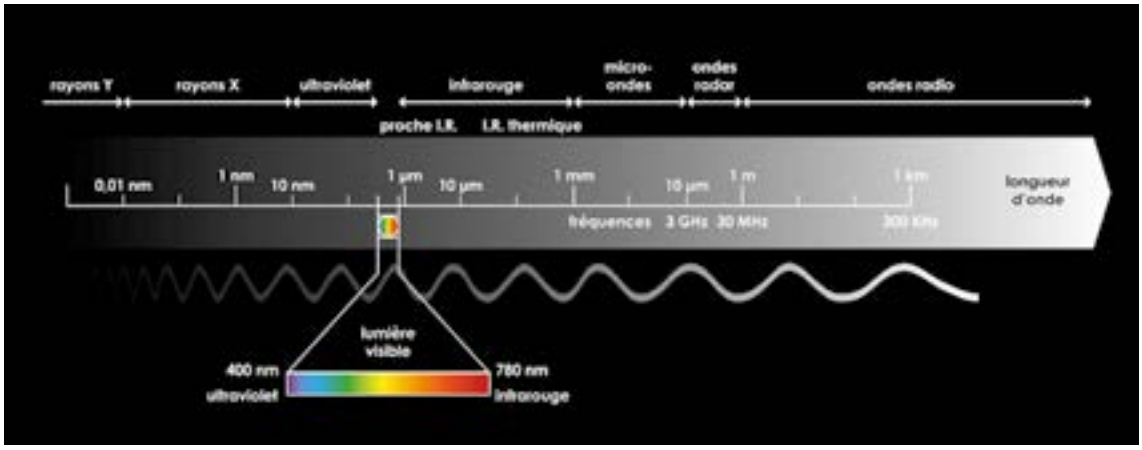
> QU'EST CE QUE LA LUMIÈRE ?

La lumière est un **phénomène naturel** que l'on perçoit grâce au sens de la **vue**. C'est un rayonnement qui nous permet de voir les choses. Elle est émise par les étoiles (par exemple le Soleil) ou les lampes que l'homme a inventées. Il y a donc deux types de lumière : la lumière produite naturellement et la lumière "fabriquée".
La lumière est une **onde** qui se définie par une **longueur d'onde** (λ) c'est à dire la distance séparant deux séquences et une **fréquence** (ν), c'est à dire la durée séparant le passage de deux séquences au même point. Dans le vide, la lumière se déplace dans le vide à une vitesse très grande, environ 300 000 km/s.



La lumière visible dans le spectre électromagnétique

Le spectre électromagnétique désigne toute la gamme des longueurs d'onde de toutes les radiations électromagnétiques connues. La **lumière** émise par le soleil se compose **de longueurs d'onde** de très **grande amplitude**. Nous en percevons une petite partie, celles dont la **fréquence est comprise entre entre 400 et 780 nm**.



Le schéma indique que **chaque longueur d'onde** appartenant au **domaine du visible** correspond à une **couleur**. Le spectre de la lumière visible représente les couleurs que l'œil humain est capable de voir. Il existe d'autres lumières que l'on ne voit pas, par exemple : l'infrarouge qui provoque un effet de chaleur et l'ultraviolet auquel la peau est sensible.
C'est **Isaac Newton** qui a démontré que la **lumière blanche** est composée d'une infinité de **couleurs** et qu'elle peut être **décomposée** en une gamme de couleurs pareilles à celles de l'arc-en-ciel.



Un faisceau de lumière blanche traverse un **prisme** (depuis la droite) et se décompose en une infinité de couleurs, semblables à celles de l'arc-en-ciel.

> LE PARCOURS DE LA LUMIÈRE

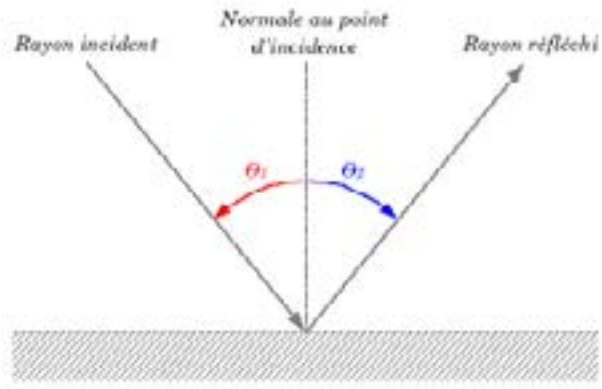
La réflection et la réfraction

La lumière traverse la matière selon des règles de bases exposées par **René Descartes.**
Pour les résumer, la **direction** d'une onde lumineuse est **constante** en **un milieu donné**. La lumière, dans un milieu **transparent et homogène** se propage en **ligne droite** tant qu'elle ne rencontre pas d'obstacle. Moins le milieu qu'elle traverse est dense, plus sa vitesse est grande.

Quand un faisceau lumineux atteint la surface de séparation de deux milieux différents, une partie de la lumière se réfléchit sur la surface comme sur un miroir : c'est la **réflexion** ; une autre partie se propage dans le second milieu, souvent en changeant de vitesse et donc de direction : c'est la **réfraction**.

La réflexion

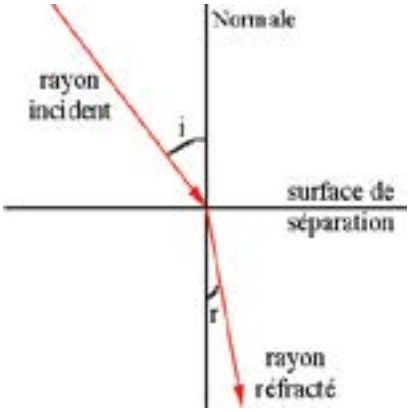
La réflexion est le phénomène par lequel la lumière **change brusquement de direction** au moment où elle rencontre la **surface** qui sépare **deux milieux différents** (eau-air, air-plastique). On peut comparer ce phénomène à une balle qui rebondit sur un mur. Lorsque la surface est plane, lisse et brillante comme un miroir, le rayon lumineux est réfléchi selon le même angle que l'angle d'incidence.



EXPÉRIENCE DU MIROIR :
Devant un miroir plan, lever un bras puis l'autre.
L'image **reflétée** apparaît **inversée** : à notre geste de la main droite correspond le geste de la main gauche de notre reflet.
Le miroir joue le rôle **d'axe de symétrie**. Quand la lumière réfléchie de notre corps touche le miroir devant nous, elle est renvoyée directement et **crée notre image inversée.**

La réfraction

Lorsqu'un faisceau lumineux passe d'un **milieu transparent** à **un autre** (air, eau, verre) avec un certain angle, il change légèrement de direction dès qu'il touche la surface du nouveau milieu. Cette déviation du rayon lumineux se nomme la **réfraction**. Ce phénomène est causé par la différence de vitesse de la lumière entre les deux milieux.





EXPÉRIENCE DU CRAYON BRISÉ :
L'aspect brisé d'un crayon plongé dans l'eau est dû au phénomène de **réfraction**.
Le **changement de milieu** fait **changer** la lumière de **direction** en fonction d'un **indice de réfraction** propre au milieu traversé.

> OPACITÉ ET TRANSPARENCE

Diffusion, aborption, réflection

Lorsque on regarde les objets, notre œil ne les voit pas directement, mais il perçoit la lumière que ces objets renvoient. Si nous voyons les objets qui nous entourent, c'est parce qu'ils **absorbent** ou **diffusent** toute ou partie de la lumière. Sans lumière, les objets ne sont plus visibles à l'œil parce qu'ils ne **réfléchissent** aucune lumière.

Quand la lumière rencontre un corps quel qu'il soit, **plusieurs phénomènes** peuvent avoir lieu simultanément :

- Une partie de la lumière sera **réfléchie**, une grande partie si le corps est un miroir ou s'il et très brillant (*réflexion = la lumière rebondit sur l'objet*).

- Une partie de la lumière sera **diffusée**, d'autant plus que le corps est **clair** et **mat**. Une feuille de papier blanc ou un écran de cinéma diffusent beaucoup de lumière.
(*diffusion = la lumière traverse l'objet et le rayon incident repart dans plusieurs directions*).

- Une partie de la lumière sera **absorbée**, d'autant plus si le corps est **opaque** et **sombre**.
(*absorption = la lumière disparaît dans l'objet. Elle est transformée en chaleur*).

La lumière rencontre un milieu opaque

Un matériau **opaque absorbe** une grande partie de la lumière et peut en **renvoyer** (réfléchir et/ou diffuser) une autre partie. Il est coloré voire brillant s'il y a réflexion.

La lumière rencontre un milieu translucide

Un matériau translucide **laisse passer** une grande partie de la lumière et **absorbe** une partie des **ondes lumineuses.** Si certaines des ondes font partie du **spectre perceptible par l'œil humain**, la couleur perçue par l'œil sera la **somme** des longueurs d'onde non absorbées.

La lumière rencontre un milieu transparent

Un matériau **transparent laisse passer** la lumière sans l'altérer. **Aucune onde** lumineuse **visible n'est absorbée.**

La lumière sur les minéraux

La plus grande partie des minéraux absorbe les rayons lumineux. Suivant les indications précédentes, **la lumière qui frappe les minéraux peut avoir différents parcours** :

- elle peut être **déviée** c'est à dire **réfractée** si le **minéral est transparent** (aucune onde n'est absorbée). Dans le cas d'un minéral transparent coloré, les atomes métalliques présents à l'état de trace dans sa composition, absorbent une petite partie des ondes lumineuses, à l'origine de sa couleur.

- Elle est **absorbée** ou **réfléchie** si le **minéral est opaque**. La couleur du minéral sera la somme des longueurs d'ondes non absorbées. Ce dernier sera **brillant** s'il y a réflexion.



Ex : le **quartz spéculaire (**salle 25 -2, vitrine 3) :
Transparent quand il est parfaitement cristallisé, ce quartz est ici en partie opaque et brillant. (spéculaire = comme un miroir).

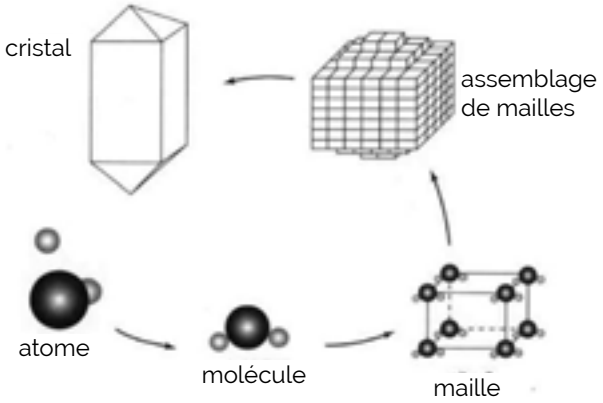
- Elle passe **à travers le minéral** s'il est **translucide** mais une partie sera absorbée. Le minéral sera alors **coloré**, la couleur étant la somme de toutes les longueurs d'onde non absorbées (voir partie sur la couleur p. 16 et suivantes).



Ex : l'**axinite (**salle 25 -2, vitrine 4)
Transparent à translucide, l'axinite présente un éclat vitreux. Elle peut être brune, violette ou bleue et change de couleur suivant le sens d'observation (pléochroïsme)
Son nom vient de l'angle tranchant de ses cristaux (axis, la hache en latin).

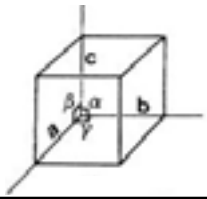
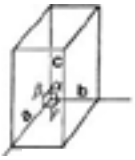
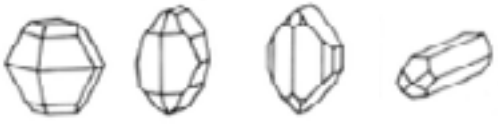
LES CRISTAUX, UNE MATIERE PAS COMME LES AUTRES

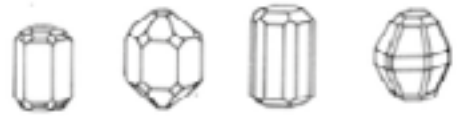
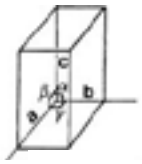
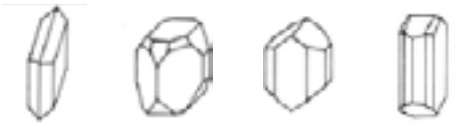
Un **cristal** est un solide dont les constituants sont assemblés de **manière régulière** par **empilement périodique** d'un grand nombre **d'atomes**, de **molécules** ou **d'ions**. L'aspect extérieur dérive de sa structure intérieure, c'est ce qu'on appelle un **système cristallin**.
La plus petite partie du réseau permettant de recomposer l'empilement est appelée une **maille**. L'organisation régulière signifie qu'un même motif (la maille) est répétée à l'identique selon un réseau régulier formant le **réseau cristallin.**



> LES SYSTÈMES CRISTALLINS

De nombreux cristaux ont une construction symétrique. Les faces gauches et droites sont égales soit à celles de devant et de derrière soit à celles du dessus et du dessous.
Un minéral donné reproduira toujours les mêmes formes régies par ce système.
Il existe **7 systèmes cristallins,** correspondant au classement des cristaux sur la base de leurs éléments caractéristiques de symétrie : axe, centre, plan.

Système cristallin	paramètres	polyèdre	Quelques formes cristallines caractéristiques
Cubique 	$a=b=c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90° = \pi/2$ rad	**cube**	 **galène** **magnétite** **pyrite** **almandin**
Quadratique 	$a=b\neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90° = \pi/2$ rad	**prisme droit à base carrée**	 **rutile** **zircon** **chalcopyrite** **scalpolite**
Orthorhombique 	$a\neq b\neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90° = \pi/2$ rad	**parallélépipède rectangle**	 **soufre** **cérusite** **olivine** **barytine**

Système cristallin	paramètres	polyèdre	Quelques formes cristallines caractéristiques
Hexagonal 	$a = b = c$ $\alpha = \beta = 90° = \pi/2$ rad $\gamma = 120° = 2\pi/3$	**Prisme droit à base hexagonale**	 **béryl** **apatite** **néphéline** **pyrhotite**
Rhomboédrique 	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90° \neq \pi/2$ rad	**Rhomboèdre**	 **rutile** **zircon** **chalcopyrite** **scalpolite**
Monoclinique 	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = 90° = \pi/2$ rad γ quelconque	**Prisme oblique à base parallélogramme**	 **gypse** **mélantérite** **augite** **orthose**
Triclinique 	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90° \neq \pi/2$ rad	**Prisme oblique sur toutes les arêtes**	 **disthène** **chalcanthite** **sassolite** **rhodonite**

Quelques principes régissant la cristallographie* :

- La constance des angles entre les faces des cristaux (angles dièdres*)

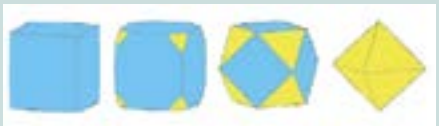
Les formes apparentes des cristaux ne sont pas régulières car ils ne se développent pas librement. Cependant, l'angle dièdre entre les faces est toujours égal à 120°

- Les cristaux ont une structure «périodique» en réseau.

Un cristal à la même forme que les parallélépipèdes élémentaires qui le constituent.
On peut assimiler la maille élémentaire à un parallélépipède quelconque que l'on définit par la longueur de trois arêtes adjacentes ou axes cristallographiques.

- **d'un même réseau cristallin découlent diverses formes cristallines**.

Les différentes formes cristallines que peut prendre une espèce minérale découlent toutes du parallélépipède de la maille élémentaire par un phénomène de **troncature** où une surface va remplacer soit un sommet, soit une arête.
Ex : formes cristallines du cube à l'octaèdre dans le système cubique :



- Loi de symétries :

La symétrie de la forme cristalline est décrite par les 3 éléments de symétrie suivants ;
les axes de symétries, les **plans de symétrie** (m) et les **centres de symétrie** (c)

Un **axe de symétrie** est un axe autour duquel on fait pivoter un cristal . Par exemple, lors d'une rotation de 360°, si ce cristal se trouve dans une position qui semble identique à quatre reprises (à chaque quart de tour), l'axe de symétrie est dit d'ordre 4, s'il se retrouve dans une position identique 6 fois (rotations de 60°), on dit qu'il est d'ordre 6 soit :
ordre 2 : rotations de 180° / ordre 3 : rotations de 120° / ordre 4 : rotations de 90°/ordre 6 : rotations de 60°

Un plan de symétrie divise le cristal en deux moitiés qui sont le miroir l'une de l'autre.

L'organisation des cristaux explique leurs propriétés optiques.

Du fait de sa régularité, la lumière traversant un cristal transparent ou translucide rencontre régulièrement les **mêmes atomes** avec lesquels elle interagit de la **même manière**.

Selon la face par laquelle rentre la **lumière**, elle ne rencontre pas les atomes de la même manière, ce qui change nécessairement son **parcours**. Par ailleurs, plus ce parcours est long, plus l'absorption est importante. Les joailliers en tiennent compte dans la taille des pierres pour mettre en valeurs les aspects de leur choix (couleur, brillance, etc.).

> LE RÔLE DE LA STRUCTURE PHYSIQUE DU MINÉRAL

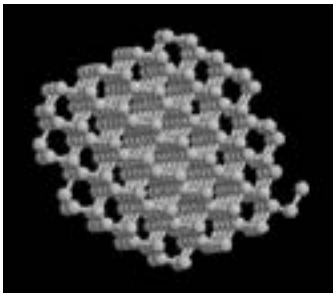
L'homogénéité physique d'un échantillon joue un grand rôle dans la propagation de la lumière. Le sulfate de cuivre, qui est bleu, devient blanc une fois réduit en poudre.

L'exemple du diamant et du graphite

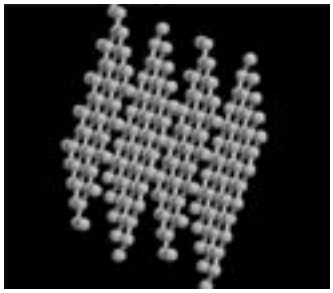
La structure des minéraux permet de faire des découvertes étonnantes. Le **diamant** et le **graphite** sont constitués des **mêmes atomes** de carbone, mais ils sont pourtant très **différents**.

GRAPHITE	**DIAMANT**
Matériau très mou	Matériau très dur
Conducteur de courant	Isolant électrique
Conduit moyennement la chaleur	Excellent conducteur de chaleur
Opaque à la lumière visible	Transparent à la lumière visible

Les atomes de **carbone** ne sont **pas organisés de la même manière** et donnent deux minéraux très **différents**. Les conditions de cristallisation déterminent l'apparition d'une structure plutôt qu'une autre.



Structure du diamant



Structure du graphite

Le **diamant** a une structure **cubique** due à sa cristallisation à très haute pression.
chaque atome est fermement lié à 4 voisins proches. L'ensemble ne forme qu'un seul bloc;

Le **graphite** (mine du crayon à papier) a une structure **hexagonale** due à une cristallisation à faible pression.

Pour en savoir plus : visionner l'animation 3D sur le diamant et le graphite, section 3 de l'exposition.
Vidéo intitulée "minéraux" également à votre disposition sur le Drive, dans le dossier "Lumière minérale". Pour y accéder, cliquer sur le ***lien***

LA COULEUR

> LUMIÈRE, LONGUEURS D'ONDE ET OEIL

La couleur n'existe pas, c'est une sensation.

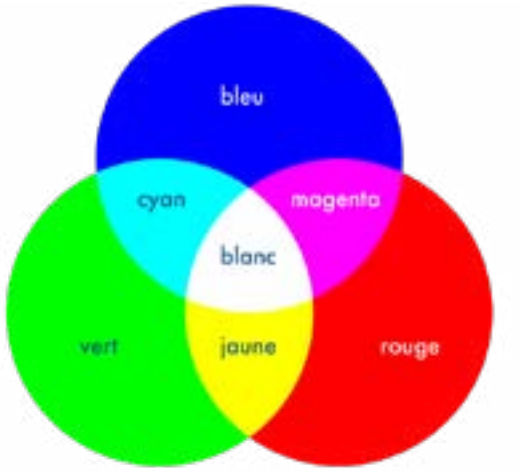
Comme nous l'avons vu précédemment, un rayon lumineux est doté d'une longueur d'onde spécifique comprise entre **400 et 780 nm**. Ce rayon traversant un prime, révèle, en se décomposant, les différentes radiations colorées du spectre lumineux. La couleur est **l'interprétation** de ce rayon lumineux par notre cerveau. Notre vision en couleur résulte en fait d'une i**nteraction entre la matière, la lumière, la réceptivité de l'oeil et le cerveau.**

Les deux systèmes de couleurs

La couleur d'un objet dépend de la couleur qu'il réfléchit, les autres couleurs sont absorbées. Pour déterminer, en fonction de la couleur d'un minéral, les ondes qu'il absorbe, il faut savoir que les **couleurs primaires de la lumière (bleu, rouge, vert)** ne sont pas celles de la **peinture (magenta, cyan, jaune primaire)**. En réalité, les couleurs primaires de la peinture sont les couleurs secondaires de la lumière.

Pour rappel, une **couleur primaire** est, dans un système de synthèse de couleurs, une couleur qui ne peut être reproduite par un mélange d'autres couleurs.

Il existe 2 systèmes : le système de la **synthèse soustractive** (procédé utilisé en peinture) et celui de la **synthèse additive** utilisé pour la télévision et les projecteurs couleur et le soleil.



La synthèse additive

Lorsqu'on superpose deux lumières colorées, il s'en forme une nouvelle : c'est le principe de la synthèse additive. Dans la synthèse additive, l'objet lumineux est une source de lumière primaire (source qui crée sa propre lumière : télévision, ampoule, soleil…). On obtient alors toutes les couleurs que l'on veut en mélangeant, en plus ou moins grande quantité, les trois couleurs additives primaires : **rouge**, **vert** et **bleu**.
Le schéma ci-contre permet de comprendre les combinaisons de ces trois couleurs primaires.

Si l'on superpose des faisceaux d'intensités égales on peut obtenir :
- la couleur blanche avec une lumière rouge, une verte et une bleue (addition des 3 couleurs primaires
- la couleur **cyan** avec une lumière **bleue** et une lumière **verte**
- la couleur **magenta** avec une couleur **bleue** et une couleur **rouge**
- la couleur **jaune** avec une couleur **verte** et une couleur **rouge**

L'addition de **deux couleurs primaires** donne une nouvelle couleur qualifiée de **secondaire**.
Les 3 couleurs secondaires du système additif sont donc le le **cyan**, le **magenta** et le **jaune**.
Dans cette synthèse, deux couleurs sont dites complémentaires lorsque leur addition donne du blanc.
- La couleur complémentaire du **rouge** est donc le **cyan**.
- La couleur complémentaire du **bleu** est jau **jaune**.
- La couleur complémentaire du **vert** est le **magenta**.

Au sein du parcours, section 4, visionner les vidéos "Alain et les couleurs". Vidéos à disposition en ligne sur le Drive dans le dossier "Lumière minérale". Pour y accéder, cliquer sur le ***lien***

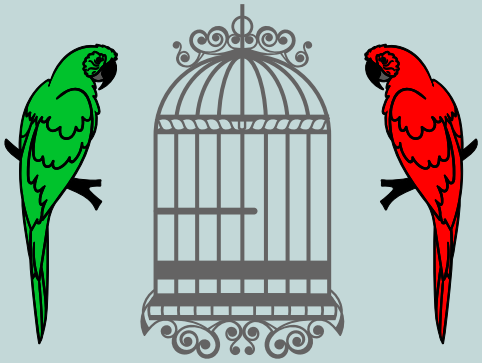
Pourquoi les couleurs ROUGE-VERT-BLEU sont-elles désignées comme les couleurs primaires de la lumière ?

La couleur est une interprétation du rayon lumineux que nous recevons. Notre cerveau doit analyser la lumière reçue par l'oeil et la traduire par l'information «couleur». Il est aidé par la **rétine,** capteur situé au fond de l'oeil. Celle-ci contient des **cellules sensibles uniquement au rouge,** au **vert,** au **bleu**. Ces cellules sont appelées des **cônes**. On en compte 6 millions par rétine !

Les couleurs **rouge**, **vert** et **bleu** sont dites **primaires** uniquement parce que notre oeil possède des récepteurs sensibles à ces trois nuances et pas à d'autres.

EXPÉRIENCE DE L'OISEAU MAGIQUE :

Les cônes de la rétine peuvent parfois **se fatiguer**. Dans «le labo» du parcours de l'exposition ou en classe, faire **l'expérience du perroquet :**



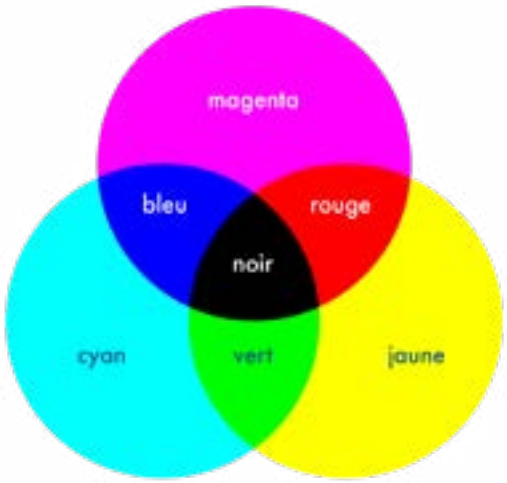
Fixer son oeil sur le perroquet rouge, pendant 15 à 20 secondes, puis regarder immédiatement et brusquement vers la cage : un **perroquet cyan apprait**.

Explication : Quand l'oeil fixe longtemps le rouge, les cônes sollicités et stimulés pour percevoir cette couleur se fatiguent et perdent de leur sensibilité. Quand l'oeil relâche l'attention sur le rouge en regardant le fond blanc de la cage, les cônes verts et bleus sont alors **suractivés** et on perçoit l'oiseau avec la **couleur complémentaire en lumière du rouge**, c'est-à-dire le cyan (le blanc moins le rouge).

L'image flottante perçue est une **image résiduelle** : elle persiste quelques instants sur la rétine de l'oeil après avoir arrêté de la regarder et le cerveau la projette. On a l'impression de voir une image et une couleur qui n'existent pas.

Procéder de la même manière avec le **perroquet vert**. L'image résiduelle dans la cage sera un **perroquet magenta** (couleur complémentaire en lumière du vert).

Pour tester en classe, les visuels sont en annexes, p. 39 et téléchargeables sur le Drive : lien



La synthèse soustractive

Dans la synthèse soustractive, l'objet lumineux est une source de lumière secondaire. Cet objet est éclairé en lumière blanche et il absorbe un certain nombre de couleurs (d'où le terme de soustraction) pour ne diffuser que les autres. On obtient alors toutes les couleurs que l'on veut en mélangeant en plus ou moins grande quantité les trois couleurs soustractives primaires : **jaune**, **magenta** et **cyan**. Leur addition donne du **noir**.

Les objets et les filtres réalisent une synthèse soustractive : ils diffusent une couleur obtenue en retirant des lumières colorées à la lumière incidente. La couleur d'un objet dépend de la nature de la lumière incidente, de l'absorption et de la diffusion de la lumière reçue par l'objet et de la synthèse des lumières reçues par l'œil.

Deux couleurs sont dites **complémentaires** lorsque leur synthèse donne du **noir**.

Sur le schéma on observe que :
la peinture **jaune** absorbe le **bleu** et renvoie le **rouge** et le **vert**.
La peinture **cyan** absorbe le **rouge** et renvoie le **bleu** et le **vert**.
La peinture **magenta** absorbe le **vert** et renvoie le **bleu** et le **rouge**.

Exemples sur la couleur d'un minéral

La couleur d'un minéral dépend des ondes lumineuses qu'il diffuse et de celles qu'il absorbe. C'est le principe de la synthèse soustractive qui s'applique ici.

Le minéral diffuse les radiations qu'il n'a pas absorbées : la **couleur perçue** par l'observateur de ce minéral est la **couleur des radiations qu'il diffuse ou transmet**. C'est la couleur **complémentaire** des r**adiations qu'il absorbe**.

- Un objet blanc n'absorbe aucune radiation et diffuse donc toutes les radiations qu'il reçoit;
- Un objet noir absorbe toutes les radiations qu'il reçoit.

> Un minéral bleu renvoie du bleu.
La couleur perçue par notre oeil est le bleu. Ce minéral aborbe donc le vert et le rouge. Il renvoie la couleur complémentaire de la synthèse des radiations absorbées soit **rouge** + **vert** = **jaune** dont la couleur complémentaire est le **bleu**.

> Un minéral jaune renvoie du jaune (couleur perçue).
Ce minéral absorbe la couleur **bleu** et renvoie le le **rouge** et le **vert** (dans la synthèse additive : vert + rouge = jaune).

La couleur d'un minéral dépend :
- de l'éclairage : couleur de la lumière incidente
- des lumières colorées qu'il absorbe : synthèse soustractive.
- de la synthèse des couleurs reçues par l'œil de l'observateur : synthèse additive

La lumière éclairant les minéraux joue donc un rôle fondamental : leur aspect change selon que l'éclairage est naturel ou pas. Ils n'auront pas non plus le même aspect à différents endroits de la Terre, puisque les rayons du soleil ne sont pas absorbés de la même manière par l'atmosphère selon le lieu.

> LES DIFFÉRENTES ORIGINES DE LA COULEUR

Si la lumière joue un rôle essentiel dans la perception de la couleur d'un minéral, d'autres paramètres sont également à l'origine de la couleur des minéraux.
On peut classer les minéraux en trois catégories :
• **idiochromatiques**, dont la couleur est directement liée à la composition chimique,
• **allo chromatiques**, dont la couleur provient d'impuretés,
• **pseudo-chromatiques**, dont l'aspect procède de phénomènes d'interférence.

Les minéraux idiochromatiques possèdent dans leur composition un **élément chimique** - dit **chromatophore** - directement responsable de la couleur.
Ce sont Fe, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni et Cu. Le cuivre colore les minéraux en vert (malachite, dioptase) ou (rhodochrosite), le vanadium en jaune (vanadinite). La présence de Fe^{3+} provoque une coloration jaune à rouge, alors que Fe^{2+} colore les minéraux en bleu-vert. La présence simultanée de Fe^{2+} et Fe^{3+} colore les minéraux en bleu foncé à noir.

Les minéraux allochromatiques doivent leur coloration soit à la **présence d'impuretés** (éléments chromatophores) en traces infimes, soit à une **déformation de leur structure sous l'effet de radiations.**
Par exemple, **le corindon** est normalement incolore. La présence de traces d'oxyde de chrome le colore en rouge (rubis) alors que des traces d'oxyde de fer et de titane lui confèrent une coloration bleue (saphir).
Pour des causes identiques le béryl peut être parfaitement incolore (goshénite), vert (émeraude), bleu (aigue-marine), ou rose (morganite). La coloration peut être due aussi à la **présence d'inclusions solides** microscopiques : quartz vert, coloré par des inclusions de chlorite.

Les minéraux pseudo-chromatiques

La couleur de ces minéraux est dûe à des interactions physiques et chimiques au sein du minéral qui engendrent des phénomènes de réflexion, d'interférence et de réfraction avec la lumière. Ceci provoque divers effets lumineux et chromatiques.

La couleur provient la plupart du temps d'**éléments métalliques** (chrome, fer, cobalt, cuivre, manganèse, nickel, titane, vanadium), comme c'est le cas des minéraux **idiochromatiques** ; Ce sont ces éléments qui absorbent une partie des longueurs d'onde.

> Si les **atomes métalliques** font partie de la **structure du minéral,** ce dernier **est opaque.**

> Quand les **atomes métalliques** sont présents **à l'état de trace,** le minéral apparait **transparent ou translucide.**

Dans ce cas, les atomes métalliques théoriquement étrangers à la composition normale d'un cristal prennent la place d'un autre atome de la structure de base du minéral, selon une organisation similaire, dans des proportions trop faibles pour en altérer la structure, mais suffisantes pour que sa couleur change.

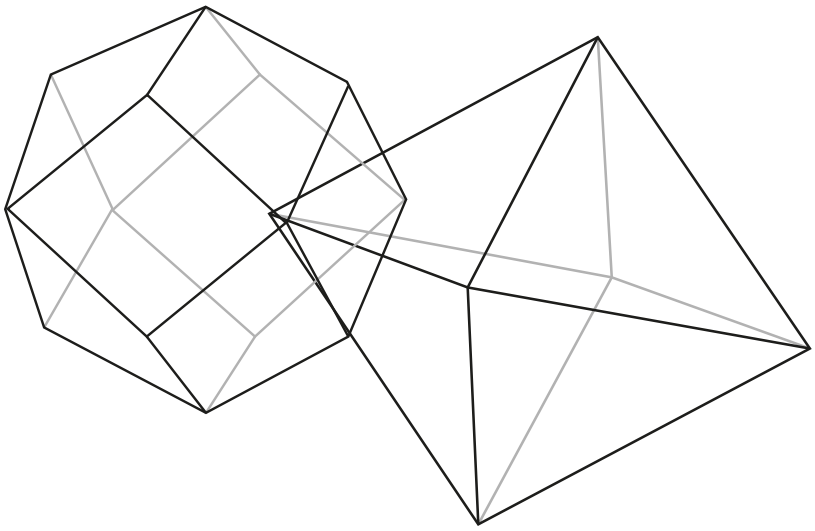
> LE CAS DU DIAMANT

Un cas particulièrement simple à exposer est celui du **diamant**, uniquement composé de **carbone** lorsqu'il est pur.

• Il devient **bleu** quand des atomes de bore se sont mêlés à sa composition avec une concentration de quelques millionièmes.

• Une concentration plus élevée entraîne un **bleu plus profond** tendant vers le **noir**.

• La présence d'un **atome d'azote** pour une dizaine de milliers de carbone donne un diamant **jaune et vert.**



LES BIZARRERIES

L'attrait que procurent les minéraux ne serait pas tel en l'absence d'autres phénomènes optiques à l'origine de leur éclat, de leurs variations de couleurs ou de leurs dégradés changeants.

> LA BIRÉFRINGENCE

A l'exception des minéraux de structure cubique, de l'opale et des verres, un rayon traversant un minéral est divisé en deux rayons polarisés d'indice de réfraction différent à leur entrée.
Le phénomène est visible à l'oeil nu lorsque la différence entre ces deux indices est forte (notamment le zircon, la titanite, la tourmaline et le péridot). On voit notamment se dédoubler les arrêtes opposées à la face par où l'on regarde.

> L'ECLAT

Une partie des **rayons** frappant la surface d'un minéral est **réfléchie** et non réfractée ; c'est ce que l'on appelle l'**éclat**. Les minéraux réfléchissent plus ou moins la lumière et ont donc plus ou moins d'éclat. Les bijoutiers les ont catégorisés selon ce critère. On en distingue plusieurs types en fonction de l'intensité de la réfexion :

- l'éclat vitreux : c'est le plus courant. Il rappelle l'éclat du verre comme le quartz.

- l'éclat Métallique : au sein des catégories créées par les joailliers, il est le plus fort ; il réfléchit pratiquement toute la lumière, tels des miroirs. La Piryte et la marcassite présentent un éclat métallique. (section 5, vitrine 13)



Pyrite
FeS_2 (disulfure de fer)
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis



Marcassittes maclées
Cap Blanc-Nez (Pas de Calais)
FeS_2 (disulfure de fer)
Coll. Olivier Fumery

- l''éclat adamantin : il rappelle l'éclat du diamant. Les minéraux les plus brillants sont dits adamantins.

- l'éclat gras : cet éclat caractérise des minéreaux dont la surface semble être enduite d'huile ou de graisse. Le soufre, par exemple, présente un éclat gras. (cf. Section 4, vitrine 8).



Soufre natif
S8
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

- l'éclat soyeux : il est typique des minéraux fibreux comme le gypse composé de feuillets liés entre eux par des liaisons faibles, ce qui le rend fragile.

- l'éclat nacré : il est caractéristique des minéraux transparents à semi-transparents comme la calcédoine ou l'agate (section 5, vitrine 11). La brillance et les dégradés nacrés de ces minéraux, quand ils sont polis, sont dus à sa composition, faite d'une succession de couches de natures légèrement différentes. Celles-ci témoignent de la variation des conditions de température et de pression au cours de la cristallisation.



Calcédoine
Pays de Caux (Seine-Maritime)
Variété de quartz microcristallin
Coll. Olivier Fumery



Agate
Variété de calcédoine
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

- l'éclat cireux : caratérise les minéraux dont la surface semble recouverte d'une couche de cire comme certaines opales.

- l'éclat terne ou terreux : les minéraux aux surfaces mates, sans poli ou granuleuses, présentent cet éclat.

> NUANCES DE COULEURS

Certains cristaux présentent des **couleurs différentes** selon leur **sens d'observation** et la **direction de la lumière**. Ce phénomène s'appelle le **pléochroïsme** (voir vitrine 12, ssection 5).
Ces nuances au sein d'un minéral sont dues à **l'absorption inégale** de la **lumière** par le cristal selon la direction et le point d'entrée des rayons lumineux qui le frappent. Ce phénomène est lié à la structure du minéral.



Barytine, Cumberland (Angleterre)
$BaSO_4$ (sulfate de baryum), Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Certains phénomènes lumineux sont liés aux **irrégularités** de la **structure** d'un minéral (inclusions, macles, etc.). Quelques exemples (voir vitrine 12, section 5):

- labradorescence :



Il s'agit d'un effet de miroitement métallique sous la surface du minéral causé par des microlamelles de feldspaths comme dans la sidérite.

Sidérite
$FeCO_3$
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

- chatoyance :



On parle de chatoyance quand la multitude des facettes d'un cristal favorise sa brillance. La fluorine ci-contre recouverte de cristaux de quartz présentent cette chatoyance.

Fluorine recouverte de quartz
CaF_2 (fluorure de calicum)
Coll. Olivier Fumery

- aventurinescence :



Elle caractérise un jeu de réfexions multicolores et brillantes provenant de paillettes incluses dans une matière le plus souvent opaque.

Aventurine, Groenland
Variété de quartz
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

- iridescence :



Jeu de couleurs vives irisées, dont les tons se modifent selon l'orientation. Il est dû à un empilement compact de particules sphériques de cristobalite (SiO_2)

Opale
Variété de calcédoine
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

> ASPECT TROUBLE

Certains minéraux présentent un aspect trouble et laiteux. Ce phénomène est dû à la présence d'eau, qui réfléchit la lumière selon des modalités différentes du minéral qui l'entoure (quartz laiteux ou girasol, opale) (voir le quartz fumé, vitrine 4, section 3). Quand ces inclusions sont très réduites, le cristal prend simplement une coloration bleutée (comme pour le bleu du ciel).

> COULEUR DUE À LA RADIOACTIVITÉ



La couleur noire d'un quartz fumé provient de l'irradiation ayant suivi sa formation. Celle-ci agit sur certaines impuretés présentes dans le cristal en déplaçant des électrons. Par suite de ce changement, la lumière est absorbée aux points transformés.
Le quartz fumé devient incolore si on le chauffe. Il ne reprend plus sa couleur une fois refroidi. Par contre on peut "fumer" artificiellement un quartz incolore en l'exposant à une source de radiations ionisantes.

Quartz gwindel fumé,
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Coll. Olivier Fumery

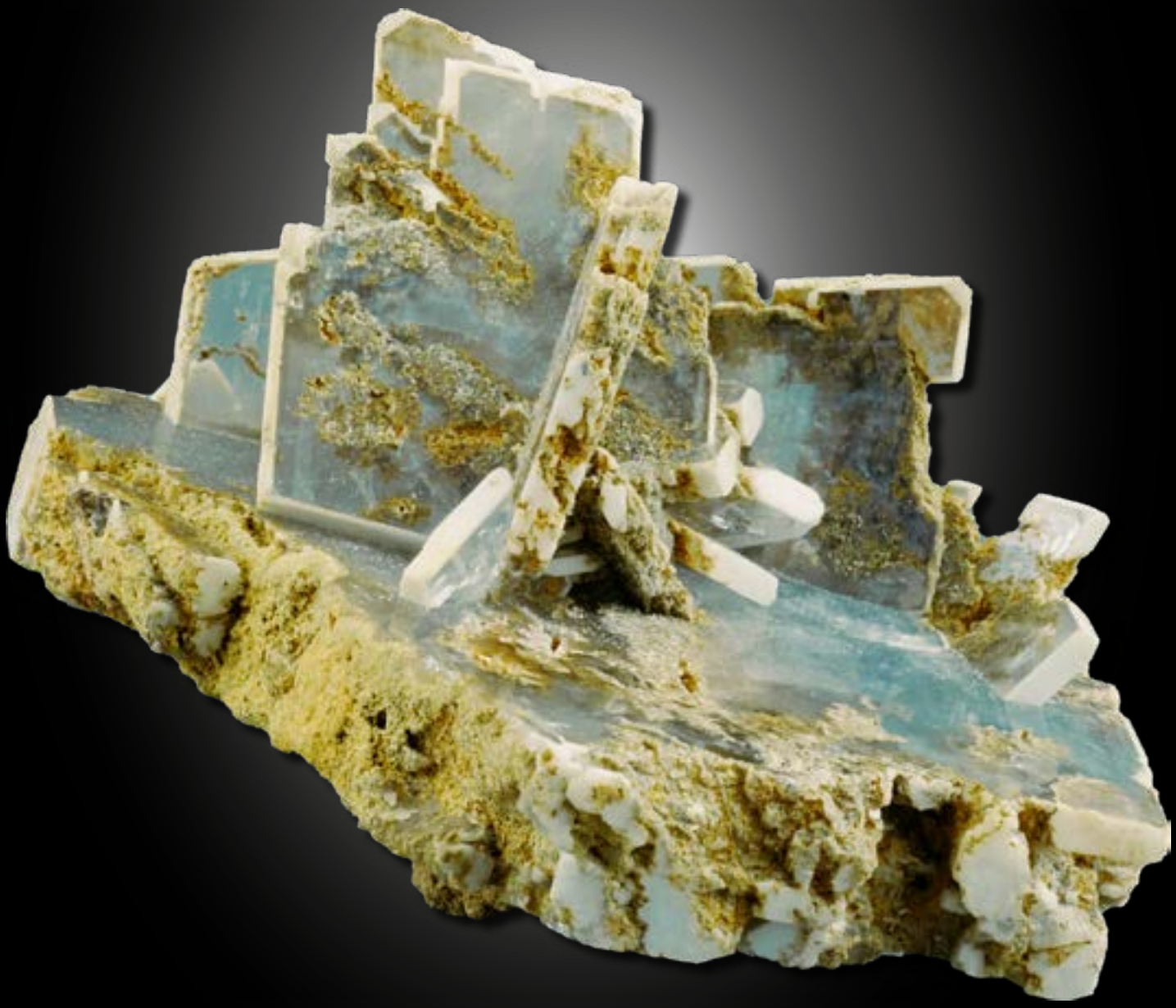
> SENSIBILITÉ DE LA COULEUR À LA LUMIÈRE

Certains minéraux **perdent** progressivement et définitivement leur couleur à la **lumière** : améthystes, quartz roses, kunzites, fluorines. (vitrine 8, section 4)

La fluorine est très sensible à la lumière. Cette dernière possède une énergie suffisante pour altérer la disposition des éléments à l'origine de la coloration.

Le topaze peut perdre sa couleur jaune d'origine quand il est exposé à la lumière par la substitution de certains atomes d'aluminium par d'autres métaux (chrome, fer, cobalt, etc.), du fait de la lumière.

FOCUS SUR QUELQUES MINÉRAUX





Disthène, Baud (Morbihan)
$[SiO_4]Al_2O$
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : triclinique
Propriétés optiques : Eclat vitreux à nacré. Couleur blanche à bleue. Transparente à translucide.
Le terme de disthène (du grec *dis*, deux, et *sthenos*, force) est une allusion à sa dureté, très variable selon les directions. Minéral très rare, le disthène se trouve généralement sous la forme de longs cristaux prismatiques à terminaisons aplaties. Le disthène peut être utilisé pour la fabrication de céramique à résistance thermique et chimique (résistance aux acides). Lorsqu'il est de qualité gemme, le disthène est utilisée en joaillerie.



Pyrite sur calcite, Stinkal (Pas-de-Calais)
FeS_2 (disulfure de fer)
Coll. Olivier Fumery

système cristallin : Cubique
Propriétés optiques : Eclat métallique. Couleur jaune pâle. Opaque.
Le terme de pyrite (du grec *pyros*) fait référence aux étincelles qui jaillissent lorsqu'on la frappe avec de l'acier. Elle a été appelée "or des fous" du fait de sa ressemblance avec le métal précieux. Son éclat ternit avec le temps. La pyrite se caractérise notamment par ses cristaux cubiques, octaédriques ou dodécaédriques. C'est un minéral qui a la particularité d'être insoluble dans l'acide chlorhydrique et légèrement soluble dans l'acide nitrique.
Ici, la pyrite s'est formée sur une calcite, minéral transparent à translucide, principal constituant des calcaires et des marbres, qui présente un éclat vitreux et nacré sur les clivages et dont la couleur va de l'incolore au jaune d'or à brun. La calcite est également connue pour sa biréfringence : si on lit un texte à travers un cristal de calcite, le texte apparait en double à cause de sa double réfraction.



Dioptase
$CuSiO_3$; H_2O
Saint-Omer, Musées Henri Dupuis

système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux. Couleur Vert émeraude, bleu-vert. Transparent à translucide
La dioptase est un minéral plutôt rare et riche en cuivre, prisé pour sa couleur vert intense qui peut la faire confondre avec l'émeraude. Sa dureté est cependant bien inférieure. Identifiée en 1797 par le minéralogiste René-Just Haüy en 1797, son nom est tiré du grec *dia* (je vois) et *optazo* (à travers) et fait référence au fait qu'on peut voir à travers ses cristaux les traces des plans de clivage.



Labrador
$Na[AlSi_3O_8]$, $Ca[Al_2Si_2O_8]$
Saint-Omer, Musées Henri Dupuis

système cristallin : triclinique, classe holoédrique
Propriétés optiques : Eclat nacré à vitreux. Couleur bleu, brun-bleuté à bleu vert, jaune. Opaque à translucide
Le labrador appartient à la famille des feldspaths. Rarement cristallisé, il est en masse, souvent de couleur brun bleuté à bleu-vert ou mauve et présente une irridescence très caractéristique : sa texture étant lamellaire, l'épaisseur optique des feuillets est de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière visible, ce qui provoque de vives interférences colorées rappelant le jeu de lumière de l'opale. On parle de labradorescence.



Axinite, Rocher d'Armentier, Bourg d'Oisan (Isère)
$Ca_2(Fe, Mg, Mn)Al_2[BO_3OH, Si_4O_{12}]$
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : triclinique
Propriétés optiques : Eclat vitreux. Couleur brun, violet ou bleu. Transparente à translucide.
L'axinite présente des cristaux généralement bien formés, en parallélépipèdes aplatis aux arêtes tranchantes et aux faces striées. Son nom fait d'ailleurs référence à l'angle tranchant de ses cristaux (*axis*, la hache en latin). Elle se caractérise par un fort **pléochroïsme** c'est à dire que sa couleur change selon le sens d'observation. Le specimen présenté est translucide.



Quartz, Saint-Ferréol (Haute-Loire)
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat Vitreux à gras. Couleur Incolore, blanc, rose, violet, noir, jaune. Transparent à opaque.

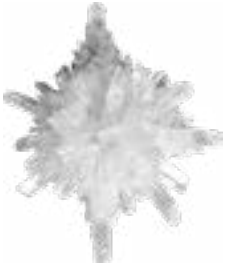
Très répandu à la surface du globe, en particulier dans les roches de la croute continentale, le quartz est un oxyde de silicium que l'on nomme aussi silice. Le cristal de quartz est normalement incolore et transparent. Lorsqu'il contient des impuretés, il se déclinent en différentes variétés définies par leur couleur : la citrine (jaune-orange), l'améthyste (violette), le morion (brun ou noir). Le spécimen présenté est une roche composée d'un amat de différents cristaux accolés les uns aux autres. Ces cristaux pris individuellement présentent des caractéristiques optiques très différentes du résultat visible ici.



Quartz gwindel fumé, pointe Helbronner, Massif du Mont-Blanc, Haute-Savoie
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux à gras. Couleur Incolore, blanc, rose, violet, noir, jaune. Transparent à opaque.

La couleur noire de ce quartz fumé provient de l'Irradlatlon ayant suivi sa formation. (Voir précédement page 22). Dans ce cristal, la présence d'eau donne une impression de flou qui altère ses propriétés optiques initiales.



Gypse, Angervilliers (essone)
$CaSO_4, 2H_2O$ (sulfate hydraté de calcium)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : Monoclinique
Propriétés optiques : Eclat vitreux ou soyeux (pour les variétés fibreuses), nacré sur les plans de clivage. Couleur Incolore, blanc, jaune, bleu, rose, rougeâtre. Transparent à translucide.
Le gypse tire son nom du grec *gupsos* qui signifient "pierre à plâtre". C'est un minéral assez courant dont les cristaux peuvent parfois être très gros. Ces derniers sont transparents incolores ou d'un jaune très pâle. Leurs formes peuvent être très variables. On distingue notamment **l'albâtre** qui se présente en grains fins et la **sélénite**, gypse fibreux entièrement transparent et incolore. Le spécimen présenté montre une cristallisation en étoile assez rare alliée à une forte translucidité, voire transparence.



Quartz Hyalin taillé
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux à gras. Couleur Incolore, blanc, rose, violet, noir, jaune . Transparent à opaque
Le quartz hyalin est plus connu sous le nom de cristal de roche. Sa transparence particulièrement forte, qui le rapproche des pierres fines ou précieuses utilisées en joaillerie (pierre gemmes), explique le fait qu'il ait été taillé en conséquence.



Agate, massif de l'esterel (Var)
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux . Couleur Bleu, orange, marron, jaune . Translucide à Opaque.

L'Agate doit son nom à une rivière sicilienne « achates » où on la trouvait en abondance. C'est une variété de **calcédoine** rubanée. Elle se caractérise par des bandes de couleurs différentes correspondant à la formation de ce minéral en dépôts successifs. Les bandes colorées peuvent être translucides ou opaques avec parfois une forte fluorescence jaune, blanche, bleutée, etc… Le specimen exposé présente des bandes de couleur bleu, marron et blanc.



Soufre natif
S_8
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : Orthorhombique
Propriétés optiques : Eclat résineux, gras, vitreux. Couleur jaune vif, parfois brûnatre. Transparent à translucide.

Comme les autres éléments natifs (cuivre, argent), le soufre est composé d'un seul élément : le soufre. Sa couleur particulièrement éclatante n'est pas due à une inclusion métallique, mais à sa structure. Le soufre, comme le carbone, a la particularité de pouvoir cristalliser dans plusieurs systèmes cristallins. Mélangé avec de l'hydrogène, il dégage une odeur d'oeuf pourri caractéristique.



Azurite, Cap Garonne (Var)
$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : Monoclinique
Propriétés optiques : Eclat vitreux. Couleur bleue ciel à bleue intense. Transparent à opaque.

Comme la plupart des minéraux d'un bleu soutenu, l'azurite doit sa couleur à l'oxyde cuivre. Elle est, avec la malachite, l'un des deux minéraux les plus communs d'altération du cuivre. L'azurite est très recherchée par les collectionneurs pour sa couleur bleu profond (d'où son nom) et la qualité de ses cristaux, malgré leur fragilité et leur faible dureté. Connue depuis l'antiquité, l'azurite a été utilisée comme pigment en peinture (voir p. 32).



Erythrite
$Co_3(AsO_4)_2$; $8H_2O$ (cobalt arséniate)
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : Monoclinique
Propriétés optiques : Eclat adamantin, nacré. Couleur rose, rouge, rose pâle, violet. Transparent à translucide.

Le nom de l'erythrite fait référence à sa couleur (du grec *erythros* signifiant rouge), due à la présence de l'oxyde de cobalt. Rarement bien cristallisée. l'erythrite présente des cristaux allongés, prismatiques et striés ou en agrégats massifs et fibreux Elle est plutôt recherchée par les collectionneurs pour sa couleur rose-rouge très vif.



Pyromorphite
$Pb_5(PO_4)_3Cl$
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : Hexagonal
Propriétés optiques : Eclat Résineux à adamantin. Couleur vert sombre, vert jaune, jaune-marron. Transparent à translucide.

Décrite en 1813 par le minéralogiste allemand Johann Friedrich Ludwig Hausmann, la pyromorphite doit son nom à la forme du globule produit lors de la fusion et qui refroidit avec une forme cristalline (du grec *pyros* signifiant feu et *morphos*, forme). De couleur jaune brillant, vert olive ou brun, c'est un minéral qui est recherché par les musées. Elle donne une fluorescence jaune à orange sous UV.



Aventurine, Groenland

SiO_2 (dioxyde de silicium), variété de quartz
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux. Couleur vert, rouge-brun. Translucide à Opaque.

L'aventurine est une variété de quartz contenant des inclusions de fuchsite, quand elle est verte, d'hématite ou de mica quand elle est rouge-brun. Ces fines particules incluses dans la matière opaque provoquent un jeu de réflexion coloré complexe dont les effets ont, de fait, été appelés aventurinescence.

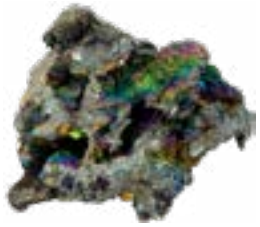


Opale

SiO_2 nH_2O (dioxyde de silicium hydraté), variété de calcédoine
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : Amorphe
Propriétés optiques : Veclat vitreux à nacré. Couleur blanc, bleu, jaune, violet, rouge, noir, irisé. Transparent à opaque.

Le nom opale, issu du sanscrit *upala*, passé au latin *opalus*, désigne une pierre précieuse. Le jeu de couleurs flamboyantes que l'opale peut présenter fascine de nombreux collectionneurs. Ce phénomène appelé **iridescence** est dû aux minuscules gouttes d'eau et à de petites inclusions de cristobalite piégées dans le réseau cristallin.



Fer antimonial, Ile d'Elbe

Sb ; Fe
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : amorphe
Propriétés optiques : Eclat métallique. Effet d'irisation. Opaque.

L'antimoine est un métal blanc argenté cassant et très toxique. Il est notamment utilisé dans les feux d'artifice car il procure un effet de scintillement aux couleurs. Le fer antimonial présenté se distingue par un effet d'irisation du à d'infimes fissures parcourant le cristal et interférant sur le parcours de la lumière.



Goethite, Mont-Roc (Tarn)

Fe[O(OH)] (hydroxyde de fer)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : orthorhombique
Propriétés optiques : Eclat adamantin ou métallique à soyeux. Couleur Brun noirâtre, noir. Translucide (en esquilles fines) à opaque..

La goethite doit son nom au poète et philosophe allemand Goethe, amateur de minéralogie, à qui elle a été dédiée. Elle est avec la sidérite, la magnétite ou l'hématite, un des principaux minerais de fer. La goethite se présente le plus souvent en masses compactes et prend une couleur noire métallique dans une gangue de limonite jaune ocre (assemblage complexe essentiellement composé d'oxyde de fer hydraté). Quand elle est cristallisée, les cristaux peuvent être de grandes dimensions. Comme le fer antimonial ci-dessus, elle présente une irisation due à d'infimes fissures parcourant le cristal et interférant sur le parcours de la lumière.



Marcassitte maclée avec sperkise, Cap Blanc-Nez (Pas de Calais)

FeS_2 (disulfure de fer)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : orthorhombique
Propriétés optiques : Eclat métallique. Couleur Blanc d'étain, irisé, jaune-bronze. Opaque.

Ce specimen de marcassite provient du gisement du Cap Blanc-Nez, qui a produit de remarquables cristaux de marcassite dont la particularité est d'avoir cristallisé dans le calcaire, groupés et présentant des macles* en fer de lance dits macle de la « sperkise ». La marcassite se caractérise par un fort éclat métalique qui lui valu d'être confondue avec la pyrite. *Une macle est une association orientée de deux ou plusieurs cristaux identiques reliés par une opération de groupe ponctuel de symétrie.



Lussatite helix ramondi, mine des Rois, Dallet (Puy-de-Dôme)
SiO_2 , Variété d'opale (donc de calcédoine)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : orthorhombique
Propriétés optiques : Eclat vitreux; résineux; nacré; cireux; gras; mat. Couleur blanche, grise, bleue. Transparente, translucide à opaque .

La lussatite doit son nom à l'un des gisements où elle a été trouvé, à Lussat, dans le Puy-de-Dôme. C'est une variété rare d'opale. L'exemplaire exposé provient du gisement de la Mine des rois, qui présente les plus beaux specimens. Ici, des helix ramondi (escargots), fossiles très courants, se sont fossilisés en servant de réceptacle à la cristallisation de la lussatite, prenant ainsi la forme de minéraux chôtoyants. Ce phénomène de fossilisation est ici dû à l'activité volcanique.



Barytine, mine de la Mure (Isère)
$BaSO_4$ (sulfate de baryum)
Coll. Olivier Fumery

Système cristallin : orthorhombique
Propriétés optiques : Eclat Vitreux à résineux. Couleur Incolore, brun, bleu, vert, rougeâtre, jaune. Transparente, translucide à opaque.

La barytine est ainsi nommée en référence à sa densité élevée (du grec *barys*, lourd). C'est un minéral dont les cristaux s'assemblent fréquemment en masses lamellaires. Ils sont quelquefois incolores et transparents, mais généralement colorés par des impuretés jaune, brun ou rouge. Ces nuances sont le résultat de la présence d'oxyde de fer, de sulfures ou de matières organiques. L'exemplaire exposé se colore de nuances brunes à rouges.



Quartz «hérisson», mine de la Gardette, Villard-Notre-Dame (Isère)
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Coll. Olivier Fumery, ancienne collection Caural

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux à gras. Couleur Incolore, blanc, rose, violet, noir, jaune . Transparent à opaque.

Le quartz est fréquent sous la forme de cristaux prismatiques à faces striées et terminés par des faces triangulaires. Les conditions de croissance peuvent cependant engendrer diverses morphologies. Le quartz présenté provient de la mine de la Gardette (Isère), gisement probablement le plus connu en France. Dit «hérisson», il se distingue par plusieurs touffes de longs cristaux, harmonieusement orientés et ayant des reflets variant avec l'angle d'observation.



Quartz cellulaire
SiO_2 (dioxyde de silicium)
Saint-Omer, Musée Henri Dupuis

Système cristallin : Rhomboédrique
Propriétés optiques : Eclat vitreux à gras. Couleur Incolore, blanc, rose, violet, noir, jaune . Transparent à opaque.

Ce quartz cellulaire témoigne de la diversité des morphologies qu'engendrent les conditions de croissance d'un cristal. Ici, la surface du quartz est creusée de cellules alvéolaires. L'aspect général est très éloigné de la transparence et des reflets du quartz hérisson par exemple. Les deux specimens ont cependant la même composition chimique.

LES MINÉRAUX SONT PARTOUT !

Nous ne nous en rendons pas compte mais les minéraux font partie intégrante de notre environnement quotidien. Les minéraux sont des substances essentielles à la **vie** et à la **croissance**. Les hommes, les plantes et les animaux en dépendent. Les principaux nutriments que les plantes absorbent par leurs racines sont le calcium, le phosphore et le potassium, complétés de petites quantités de fer, de cobalt, de zinc, de manganèse, de nickel et de cuivre. Les animaux trouvent principalement dans leur alimentation le **fer**, le **calcium**, le **sodium** et le **potassium** dont ils ont besoin. Pour rester en bonne santé, l'homme a besoin de consommer quotidiennement une certaine quantité de minéraux qu'une alimentation saine et variée lui apportera.

Les minéraux sont également exploités pour la **fabrication de produits de consommation** comme les ordinateurs, les voitures, les produits cosmétiques et les matériaux de construction. Nous les côtoyons donc au quotidien.

Voici quelques objets de notre vie quotidienne dans lesquels sont présents certains des minéraux présentés au sein de l'exposition.



LA PILE

A l'intérieur de la pile on trouve du **Zinc**. Il aide à faire passer le courant d'un bout à l'autre de la pile. Il est extrait de plusieurs minéraux. Parmi eux, le **zinc silicate** ou **hémimorphite** (salle 25-1).



LES PRODUITS DE SOINS CORPORELS (savon, shampoing, crème solaire)

Le **zinc** est également utilisé en cosmétique pour la fabrication de nombreux produits de soins corporels (savon, shampooing, crème solaire, etc.) et pour la galvanisation de l'acier (section 2)



LE CLOU

Pour obtenir du **Fer**, on doit l'extraire de **minerais de fer**. Les minerais de fer sont des oxydes ou des carbonates. Dans la classe des Oxydes, on utilise la **Goethite** (salle 34b) et **l'hématite** (salle 34a et 20) , dans celle des Carbonates la **Sidérite** (section 5)



LA BOUSSOLE

Au centre de la boussole se trouve un **rubis** ou **Corindon** sur lequel l'aiguille de la boussole tourne pour indiquer le Nord. C'est un minéral de la classe des Oxydes qui est très dur et ne s'abime pas. Le **saphir** comme le rubis est un corindon (section 4).



L'ALLUMETTE

Dans la tête de l'allumette se cache un élément : le **Soufre**. Il est extrait de la **Pyrite** (salle section 2 et 5) et de la **Chalcopyrite** (salle 34c). On le trouve aussi à l'**état natif** (section 4)



LES PNEUS

Tous les pneus sont traités avec du **soufre** : cela s'appelle la vulcanisation. Ce traitement leur donne force, élasticité et résistance. Le souffre est un **élément natif*** (section 4).



LA MONTRE À QUARTZ

En électronique et en horlogerie, on utilise le **quartz** pour ses propriétés piézoélectriques (il se polarise électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et, réciproquement, se déforme lorsqu'on leur applique un champ électrique). Les montres à quartz contiennent une fine lamelle de cristal de quartz qui les rend très précises : ce cristal vibre avec une grande régularité si on lui applique un champ électrique (pile miniature). Cette vibration fait bouger l'aiguille de la montre toujours avec le même rythme. Le quartz est le minéral le plus abondant sur la terre. Plusieurs spécimens sont présentés dans l'exposition (section 6). C'est une famille de minéraux parmi laquelle on trouve les **calcédoines** (section 3 et 5). La calcédoine prend des noms différents selon ses couleurs : **agate**, **cornaline** et **sardoine** (section 4), **jaspe**.



LE TÉLÉPHONE ET L'ORDINATEUR PORTABLE

Ces objets électroniques contiennent de minuscules particules d'**or** qui entre dans la fabrication des circuits électroniques. Les ordinateurs portables, par exemple, renferment environ un gramme d'or et les téléphones portables 30 mg !



LES PLAQUETTES DE FREINS D'UNE VOITURE ET LE PAPIER PEINT

Dans ces deux produits très différents, la **barytine** (section 3, 5 et 6) est présente. La barytine est utilisée pour sa densité élevée, sa neutralité chimique, sa blancheur et son absence d'abrasif. Elle sert de **charge minérale***.



LE DENTIFRICE

Le dentifrice est souvent enrichi en **fluor**. On l'extrait de la **fluorine** qui peut prendre des teintes roses, bleues, jaunes, selon les traces de métaux ayant pris place au sein de sa structure, comme on peut l'observer sur les différents spécimens présentés dans l'exposition (section 5 et 6).



LES TUYAUX DE ROBINETS ET LES RADIATEURS

La **Chalcopyrite** (section 4) est exploitée pour extraire du **minerai de cuivre**. Le cuivre est en effet un excellent métal pour les tuyaux de robinets car l'eau ne les altère pas. Il conduit aussi très bien la chaleur et sert à la fabrication de chaudières ou de radiateurs.



LE VERRE

La **silice***, dont la forme cristalline naturelle la plus en abondance dans la nature est le **quartz** (section 3 et 4), constitue la matière première la plus importante en volume utilisée dans la fabrication des différentes variétés de verre (verre plat, verre à bouteille, verre optique, fibre de verre, etc.). Ces différents types de verre sont obtenus par fusion d'un mélange constitué principalement de silice, de calcaire, de dolomie et de minéraux feldspathiques.



LE PLÂTRE

Le **gypse** est un minéral principalement utilisé pour fabriquer du plâtre. Ce produit est essentiel à la construction des maisons (section 3).



LE CIMENT

La **calcite** (et plus généralement le calcaire, qui est composé de calcite massive) est notamment utilisée dans la construction (ciment, chaux, briques et pierres d'ornement), comme fondant (section 5 et 6).



LES BIJOUX

L'or, métal rare et qui coûte cher est un minéral utilisé en joaillerie. Dans les bijoux, l'or est mélangé avec d'autres métaux, comme le cuivre, le platine, l'argent pour le durcir et faire varier sa couleur. L'or est beaucoup trop souple et malléable pour être employé seul. Selon l'alliage effectué, on parle d'or blanc, gris, jaune.

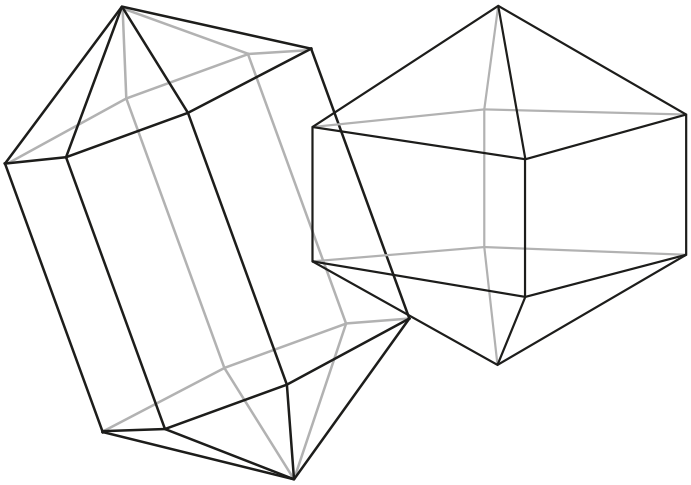
A RETENIR

Les **roches** sont un assemblage de **plusieurs minéraux** identiques ou différents. Les **minéraux** sont eux-mêmes constitués d'un **assemblage d'éléments** (atome). Par exemple :

Minéral	Eléments
Quartz (SiO_2)	Silice (Si)+ Oxygène (O)
Pyrite (FeS_2)	Fer (Fe) + Soufre (S)

On peut utiliser pour nos besoins aussi bien :
- La **roche** (Granite pour un plan de travail)
- Le **minéral** (ex :Quartz pour le verre).
- **L'élément** contenu dans le minéral (ex : Fer pour le clou).

La **roche** est directement extraite des **gisements**. Il faudra la traiter (concassage, séparation, ...) pour obtenir le **minéral** et plus encore (fusion, lessivage,....) pour en sortir l'élément. On parle alors de **minerai**.



QUELQUES MINÉRAUX À L'ORIGINE DES PIGMENTS

Avant la généralisation des pigments chimiques au 19e siècle, les minéraux et les plantes ont été la principale source de matière colorée. Les premiers présentent l'avantage d'être souvent beaucoup plus durables. Voici les minéraux les plus utilisés en peinture. Dans nombre de cas, la couleur provient d'oxydes métalliques, les mêmes que ceux employés pour les décors de céramique (émail peint) ou les émaux.

L'AZURITE (bleu soutenu)
L'azurite est un carbonate naturel de cuivre et fut l'un des pigments bleus les plus prisés de l'Antiquité grâce à sa couleur éclatante. Son succès est dû à sa luminosité naturelle.
Les analyses chimiques des peintures du Moyen Âge montrent que l'azurite est l'une des principales sources du bleu utilisé par les peintres médiévaux. Elle remplaçait le lapis-lazuli plus rare et plus onéreux. Cependant, l'instabilité de ce pigment fait que sa couleur a tendance à virer avec le temps au vert (malachite).

CINABRE (rouge vermillon) :
la cinabre est un sulfure de mercure utilisé surtout au Moyen Âge pour obtenir du rouge et de l'orange. Le vermillon a été ensuite fabriqué à partir d'un mélange de mercure et de soufre.

HÉMATITE (rouge, brun métallique) :
L'hématite est un minerai de fer riche en pigments rouges et bruns, qui ont servi très tôt au maquillage ou aux peintures de guerre.

LAPIS LAZULI (bleu outremer) :
Le lapis lazuli est un silicate d'aluminium et de sodium donnant un bleu outremer ; sa provenance lointaine (Afghanistan) et sa relative rareté en ont longtemps fait le pigment le plus cher et le plus coûteux.

LA MALACHITE (vert)
La malachite est un carbonate de cuivre dont la poudre, d'un vert éclatant, a été utilisée en Egypte à l'âge du Bronze.

ORPIMENT (jaune d'or) :
Au Moyen Âge, on utilisait ce minerai d'arsenic pour fabriquer de nombreuses couleurs et notamment pour imiter l'or;

OCRES
les terres et argiles vertes, rouges, brunes, jaunes sont les plus anciens colorants connus, ce qui s'explique par leur abondance. Leurs couleurs chaudes proviennent de la présence d'oxydes métalliques, notamment de fer.

OFFRE PEDAGOGIQUE TARIFS & PISTES



AUTOUR DE L'EXPOSITION VISITES, ATELIERS & CARTES MISSIONS

LUMIÈRE MINÉRALE

visite accompagnée

Durée : 1h30
Public : Du cycle 2 au lycée

Visite découverte de l'exposition.

MES PETITS TRÉSORS

visite-atelier

Durée : 2h
Public : Cycle 2

Après la découverte de l'exposition, les élèves sont invités à constituer une mini collection de minéraux à l'aide de matériaux de récupération. Un travail plastique qui aborde les minéraux selon leur aspect esthétique (forme, matière, aspect, couleur, etc.).

JEU DE L'OIE "LES MINÉRAUX"

visite-jeux
en autonomie

Durée : 1h30
Public : Cycle 2

Observation, défis et questions à caractère scientifique ponctuent ce parcours du jeu de l'oie pour une découverte ludique de l'exposition. en autonomie ou accompagné.

MON CARNET DE DÉCOUVERTES

en autonomie

Durée : 1h30
Public : Cycle 3

Découverte de l'expositon avec livret de visite en autonomie

FETE DE LA SCIENCE 2018

Du 6 au 14 octobre 2018
https://www.fetedelascience.fr/

LA CHASSE AUX MINÉRAUX - Gratuit

Visite-atelier Cycle 3
en partenariat avec **La Coupole**

Mardi 9 octobre de 14h à 16h
> 2 Créneaux ouverts pour 2 classes
(25 élèves max)
> Sur réservation au 03 21 38 00 94

LA CHASSE AUX MINÉRAUX

visite-atelier

Durée : 2h
Public : Cycle 3

Une visite-atelier avec expériences à caractère scientifique pour identifier différents minéraux. Découverte, manipulation, observation et déduction pour tout savoir sur les minéraux.

A noter *:*
2 visites-ateliers sont proposées gratuitement dans le cadre de la fête de la science 2018. Voir ci-dessous

AU COEUR DES CRISTAUX

visite-atelier

Durée : 2h
Public : Cycle 4

Visite-atelier alliant quelques notions de cristallographie et de géométrie. Après la découverte de l'exposition, les élèves travailleront sur la création d'un gabarit de maille de cristal à reconstituer en 3D et réaliseront un travail graphique sur la création d'une fiche descriptive du minéral en question.

MISSION IMPOSSIBLE : LES MINÉRAUX DANS TOUS LEURS ÉTATS

visite accompagnée
en autonomie

Durée : 1h30
Public : Cycle 4, 2nde

En mission au sein de l'exposition, les élèves doivent répondre aux questions posées et restituer leurs découvertes à l'oral au reste de la classe. Une formule active et ludique pour découvrir autrement l'exposition et être incollable sur les minéraux !

TARIFS DES VISITES & ATELIERS

FORMAT DE VISITE	DUREE	PRIX/GROUPE* Tarifs dégressifs à partir du 2e groupe
Visite en autonomie	Environ 1h30 (du CP au lycée)	GRATUIT
Forfait impression livrets de visite "Mon carnet de découverte" Vous avez la possibilité d'imprimer vous-même les livrets). Le document vous est transmis par mail en amont de la visite. Dans ce cas, il n'y a pas de forfait à régler.		10€/classe
Visite accompagnée	1h30 (Du Cycle 2 au lycée) Groupes de 25 élèves max.	55€ / 48€ (2e gpe) / 40€ (3e gpe)
Visite-jeu	1h30 - Groupes de 25 élèves max.	55€ / 48€ (2e gpe) / 40€ (3e gpe)
Visite + atelier	2h - Groupes de 25 élèves max.	75€ / 68€ (2e gpe) / 60€ (3e gpe)
ECOLES PUBLIQUES DE SAINT-OMER		
Visite accompagnée	1h30 (Du Cycle 2 au lycée) Groupes de 25 élèves max	GRATUIT
Visite-jeu	1h30 Groupes de 25 élèves max	
Visite + atelier	2h Groupes de 25 élèves max.	

INFOS, CONTACTS & RÉSERVATIONS

Pour obtenir des informations sur le contenu des activités, approfondir un thème ou concevoir un projet :

Musée de l'hôtel Sandelin
Delphine adams, responsable des actions éducatives
musees-mediation@ville-saint-omer.fr
03 21 38 00 94

Pour réserver

Service accueil et réservations / Musée de l'hôtel Sandelin
03 21 38 00 94 - musees-accueil@ville-saint-omer.fr
de 10h à 12h et de 14h à 18h
La réservation est obligatoire, également pour les visites libres de l'exposition

LIENS AVEC LES PROGRAMMES ET PISTES

CYCLE 2

QUESTIONNER LE MONDE DU VIVANT, DE LA MATIÈRE ET DES OBJETS

Identifier ce qui est animal, végétal, minéral ou élaboré par des êtres vivants.

La découverte des minéraux est une belle entrée pour une première découverte de la science concernant la matière sous toutes ses formes, naturellement présentes dans notre environnement

Expériences sur le changement de la matière à réaliser :

> créer un cristal en classe (voir protocole en annexes).

ARTS PLASTIQUES

L'expression des émotions

Expérimenter les effets des couleurs, des matériaux, des supports... en explorant l'organisation et la composition plastiques :

> Créer sa propre collection de minéraux

La découverte des minéraux, de leur aspect esthétique (brillance, éclat, transparence, couleur) et la notion de «pierre précieuse» peut engager un travail plastique sur la création de sa propre collection de trésors avec des matériaux de récupération.

> Sciences et arts : découvrir les minéraux à l'origine des pigments. Mener un travail sur la couleur.

MATHÉMATIQUES

Espace et géométrie : Reconnaitre, nommer, décrire, reproduire quelques solides

La forme cristalline des minéraux reprend différentes formes géométriques (polyèdres). la découverte de l'exposition et des minéraux peut engager un prolongement en classe sur les formes géométrique.

> Fabriquer le patron d'une maille cristalline (cube) et l'associer à différents minéraux.

CYCLE 3

SCIENCES ET TECHNOLOGIE « MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION »

Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière.

-Diversité de la matière : métaux, minéraux, verres sous différentes formes

> Mener un travail sur les minéraux et la cristallographie.

> Fabriquer son propre cristal. *Une séquence sur la cristallographie au cycle 3 est disponible sur le site de l'académie de Reims :*
http://web.ac-reims.fr/dsden52/ercom/?Ressources-scientifiques-diverses#fossi

> Réaliser de petites expériences sur l'identification des roches et des minéraux.

Des protocoles intéressants sur le site éclairs de science
http://www.eclairsdesciences.qc.ca/wp-content/uploads/2015/04/lesrochesetlesmineraux1.pdf

> Mener un travail et réaliser des expériences autour de la lumière et la perception des couleurs.

L'exposition traite du rôle de la lumière sur l'aspect et la couleur des minéraux, l'occasion d'aborder ces thématiques en classe.
Expériences intéressantes dans le dossier pédagogique Cycle 3 de l'exposition "Jeux de lumière" : http://www.cite-sciences.fr/fileadmin/fileadmin_CSI/fichiers/vous-etes/enseignant/Documents-pedagogiques/_documents/Expositions-permanentes/Jeux-de-lumiere/Jeuxdelumiere-dossierenseignants-cycle3.pdf

MATHÉMATIQUES

Espace et géométrie : Reconnaitre, nommer, décrire, reproduire, représenter, construire quelques solides et figures géométriques

Etudier la forme cristalline des minéraux et découvrir différents polyèdres. .

> Fabriquer le patron d'une maille cristalline (cube) .

ARTS PLASTIQUES

La matérialité de la production plastique et la sensibilité aux constituants de l'œuvre

> Sciences et arts : découvrir les minéraux à l'origine des pigments.

Fabriquer sa propre peinture à l'aide de matériaux naturels récupérés et de liant et mener ensuite un travail avec ces couleurs «naturelles ».

Réaliser ses propres peintures à l'aide de pigments.

CYCLE 4

MATHÉMATIQUES

Espace et géométrie

Utiliser, produire et mettre en relation des représentations de solides et de situations spatiales. Développer sa vision de l'espace.

L'exposition est une entrée pour aborder la géométrie dans l'espace, après la découverte de la structure cristalline des minéraux.

> cristallographie et géométrie

Une séquence de travail est disponible sur le site de l'académie de Paris avec supports à télécharger.

https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2_1008881/cristallographie-et-geometrie-cycle-4

PHYSIQUE-CHIMIE

Chimie et arts

Après la découverte de l'exposition et des minéraux à l'origine des pigments naturels, travailler sur la question des pigments synthétiques.

> Synthétiser un pigment : l'azurite

Une séquence de travail est disponible sur le site de l'académie de Paris avec supports à télécharger.

https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2_691026/synthetiser-un-pigment

SCIENCES ET VIE DE LA TERRE

La planète Terre, l'environnement et l'action humaine

-Explorer et expliquer certains phénomènes géologiques liés au fonctionnement de la Terre

- Caractériser quelques-uns des principaux enjeux de l'exploitation d'une ressource naturelle par l'être humain

La découverte de l'exposition et l'exploitation des minéraux peut être une introduction sur une séquence à mener autour de l'exploitation des ressources naturelles par l'homme.

LYCÉE - 2NDE

MPS : SCIENCE ET VISION DU MONDE
VOIR L'INFINIMENT PETIT

Mathématiques

Géométrie dans l'espace :

> C*onstruire en perspective des solides (cristaux)*

> *Etudier des polyèdres*

SVT : observation de cristaux naturels

Physique-chimie : *réaliser des cristaux en laboratoire*

L'exposition offre un point d'accroche pour mener eun projet interdisciplinaire autour de la cristallographie

> Séquences de travail et support en ligne sur le site de l'académie de Lille

http://mps.discipline.ac-lille.fr/les-themes/science-et-vision-du-monde/cristallographie

MPS : SCIENCE ET VISION DU MONDE
VOIR LE MONDE AVEC LES YEUX

physique-chimie

Maitriser les lois de l'optique pour les appliquer à l'oeil

Savoir analyser une lumière afin de connaître sa composition (analyse de spectre, couleurs, lumière naturelle polychromatique, intensité lumineuse...)

L'exposition aborde notamment le rôle de la lumière sur notre vision des minéraux, leur aspect et leur couleur)

LYCÉE - 1ÈRE

PHYSIQUE-CHIMIE

Couleur, vision et image

Matières colorées : pigments/extraction et synthèse

Agir- Synthétiser des molécules : Synthèses et propriétés de matériaux organisés (solides cristallins, exemple le sel)

SVT

géologie : roches et minéraux (microscope polarisant)

Identifier des minéraux au microscope polarisant

La visite de l'exposition peut faire l'objet d'un prolongement en classe en lien avec le thème roches et minéraux.

LYCÉE - TERMINALE

SVT

La convergence lithosphérique

étudier à la lame mince, des minéraux témoignant de transformations liées à la subduction

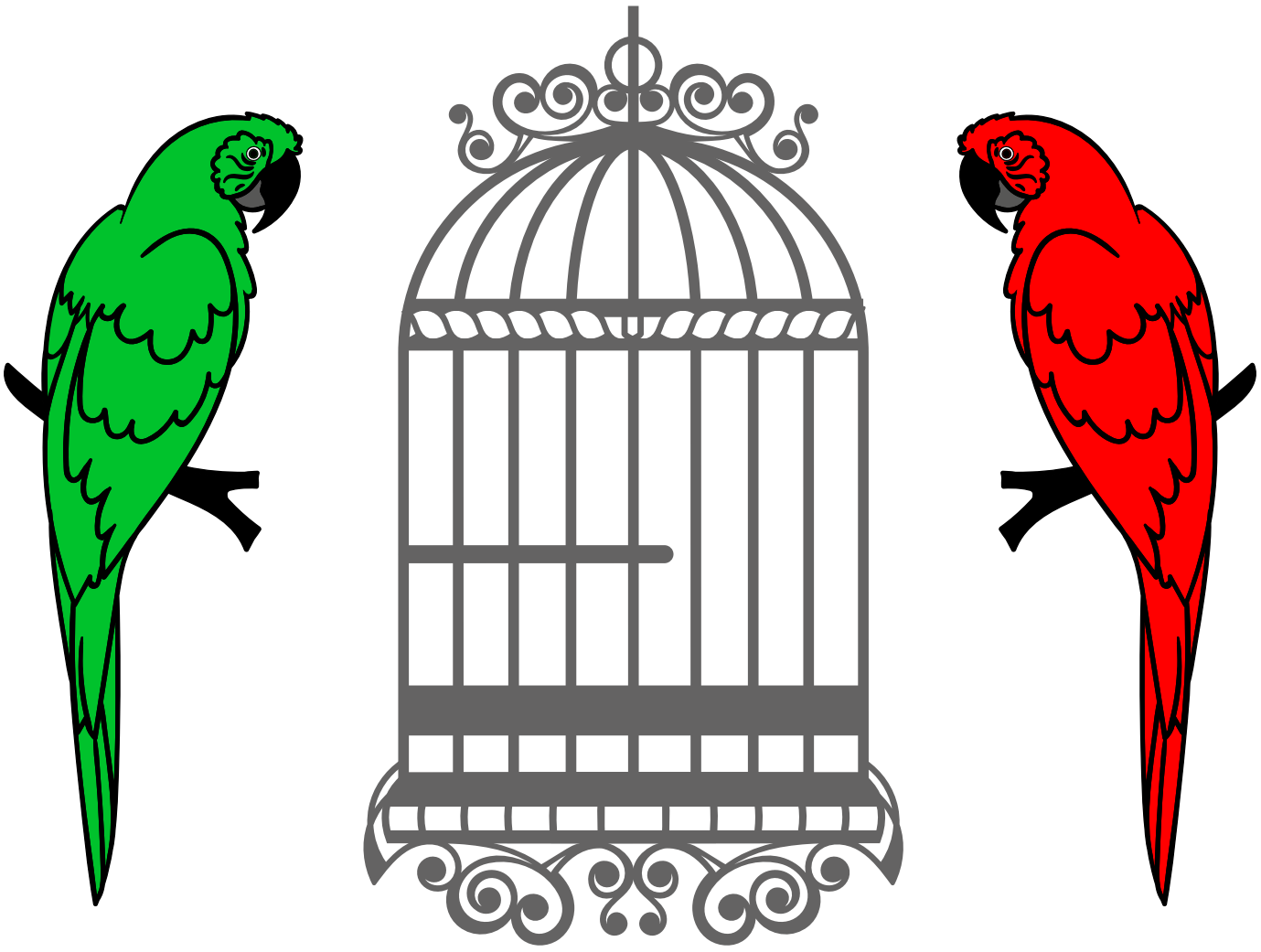
Identifier des minéraux au microscope polarisant

La visite de l'exposition peut faire l'objet d'un prolongement en classe en lien avec ce thème

RESSOURCES ANNEXES



EXPÉRIENCE DE L'OISEAU MAGIQUE



> Faites l'expérience dans le labo en fin de parcours (section 6, 1er étage)
> Pour un prolongement en classe, téléchargez les fichier à imprimer : lien

PROTOCOLE DE FABRICATION D'UN CRISTAL DE SULFATE DE CUIVRE



PROTOCOLE D'EXPÉRIENCE

Matériel
Sulfate de cuivre pentahydraté:
sulfate de cuivre, réchaud, grande casserole, bocal en verre (1L), fil, cailloux, cuiller, bassine, vernis, bâton, ciseaux
Utiliser blouse, lunettes et gants pour les manipulations. Bien aérer le local pendant la manipulation. Tout le matériel utilisé pour les manipulations ne devra plus resservir pour un usage alimentaire.

1 - Remplir la casserole à moitié d'eau, chauffer. Ajouter le sulfate de cuivre et remuer de temps en temps. Quantité: environ 2,3kg de sulfate de cuivre avec 1,5L d'eau (pour faire deux cristaux).



2 - Pendant le chauffage, préparer le caillou. Ne pas utiliser de calcaire (il réagit avec le sulfate de cuivre). Double nœud autour du caillou avec un fil en coton. Puis double nœud autour du bâton. Distance bâton-caillou: environ 4 cm.

3- Couper les fils qui dépassent. Remplir le bocal d'eau chaude pour éviter qu'il n'éclate lorsqu'on le remplira de solution bouillante.



4- La solution est prête lorsqu'elle est saturée: apparition d'une « peau » à la surface. Durée de chauffage: environ 30 minutes.



5- Placer le bocal préchauffé dans une bassine. Verser la solution avec précaution dans le bocal. Laisser le bocal dans la bassine pendant tout le refroidissement (il peut se fendre).



6- Centrer le caillou. Placer la bassine dans un endroit calme et non ensoleillé. Ne plus rien toucher.

7- La cristallisation commence. Lorsque la cristallisation est lente, les cristaux sont grands; lorsqu'elle est rapide, les cristaux sont petits.



8- On obtient de beaux cristaux au bout de 2 heures.

9- Le lendemain, sortir les cristaux, les laisser sécher à l'ombre plusieurs jours (ils sont très fragiles). Couper le fil, nettoyer les cristaux et les vernir.



10 - Eviter d'exposer les cristaux à la lumière du soleil à tout moment. Sinon il se forme du sulfate de cuivre anhydre qui désagrège le cristal. Ils sont beaucoup plus fragiles que les cristaux naturels

Source : site académique de metz-nancy

LEXIQUE

Angle dièdre :
en géométrie, on appelle angle dièdre l'angle situé entre deux plans qui se recoupent.

Atome :
élément chimique, extrêmement petit, constitutif de la matière, indivisible et homogène.

Altération :
modification d'un minéral ou d'une roche par l'eau, le froid, le gel ou le dégel, qui le rend friable et accélère sa désagrégation.

Calcaire :
roche sédimentaire très répandue, composée d'au moins 50% de carbonate de calcium auquel s'ajoutent, en quantités variables, du sable de quartz et des argiles.

Calcite :
minéral composé de carbonate naturel de calcium de formule $CaCO_3$.

Charge minérale :
roche ou minéral inerte qui, après avoir été finement broyé, est incorporé dans des produits manufacturés c'est à dire fabriqués (papier, peinture, plastique, caoutchouc, ciments à joint) dans le but d'améliorer ou de modifier certaines de leurs caractéristiques physiques.

Cristal :
corps solide montrant généralement une forme géométrique bien définie par des faces planes et des arêtes rectilignes. Les propriétés d'un cristal s'expliquent par sa composition atomique et l'arrangement dans l'espace des atomes qui le composent. Le mot «cristal» est d'origine grecque, et provient de : *kruos* (froid) et *stellesoai* (solidifier). En effet, les anciens croyaient que les cristaux des roches avaient été solidifiés par un refroidissement général (comme la glace) et avaient conservé leur état.

Cristallisation :
la cristallisation est le passage d'un état désordonné liquide, gazeux ou solide à un état ordonné solide, contrôlé par des lois cinétiques complexes. La fabrication d'un cristal se déroule en fonction de différents facteurs : la température, la pression et le temps d'évaporation.

La cristallographie :
science des cristaux, au sens large. Elle étudie : la formation, la croissance, la forme extérieure, la structure interne, et les propriétés physiques de la matière cristallisée.

Détritique :
se dit d'une roche composée de roches préexistantes ou de débris de substances animales ou végétales.

Elément natif:
corps simple qui se trouve naturellement à l'état de minéral dans sa forme pure et qui est indécomposable.

Erosion :
processus qui modifie les paysages par usure des roches à cause de l'eau, la glace, la chaleur, le froid et le vent...etc.

Fusion :
passage d'un corps de l'état solide à l'état liquide sous l'effet d'une température élevée.

Lave :
la lave est une roche en fusion, plus ou moins visqueuse, émise par un volcan en éruption. La lave est issue du magma, réserve de roche en fusion située dans des couches rocheuses solides et profondes de la terre. Elle se solidifie en surface au contact de l'air ou de l'eau.

Magma :
roche fondue, liquide, à très haute température (au minimum 600°C) située sous la croûte terrestre et qui, lors de son refroidissement et sa solidification produit des roches magmatiques (volcaniques ou plutoniques).

Un minerai:
minéral ou un assemblage de minéraux à partir desquels l'homme peut extraire une substance utile à l'industrie.

Minéral :
élément ou composé chimique, normalement cristallin et qui a été formé lors de processus géologiques.

Minéralogie :
science qui étudie les minéraux.

Molécule :
une molécule est une structure de base de la matière. C' est un ensemble d'atomes (au moins deux) identiques ou non, unis les uns aux autres par le biais de liaisons chimiques. Ces dernières sont les résultats de la mise en commun d'un certain nombre d'électrons gravitant sur la couche externe des atomes.

Nutriment :
substance nourricière dont les organismes vivants ont besoin pour se construire, se préserver et se renouveler.

Plaque tectonique :
partie rigide de l'écorce terrestre qui « flotte » sur le magma visqueux.

Roches ignées :
équivalent de roches magmatiques.

Roches métamorphiques :
roches issues de la transformation d'autres roches due à la pression et à la température.

Roches magmatiques :
roches issues du refroidissement et de la cristallisation du magma.

Roches plutoniques :
roches magmatiques issues d'un refroidissement lent du magma en profondeur dans la croûte terrestre.

Roches volcaniques :
roches magmatiques issues d'un refroidissement rapide de magma à la surface de la croûte terrestre.

Roches sédimentaires :
roches composées de sédiments ayant subi certaines transformations de structure, de composition, mais n'ayant pas été métamorphisées.

Système cristallin :
classification des cristaux selon l'arrangement symétrique de leurs plans (surfaces planes). Le réseau cristallin est le résultat de la répétition, dans les trois directions de l'espace, de la maille cristalline élémentaire.

Sédiment :
dépôt de matières provenant de l'érosion des sols.

Sédimentation :
ensemble des processus qui aboutissent à la formation des sédiments.

Translucide :
qui laisse passer la lumière mais la dévie de telle sorte que l'on ne peut pas voir clairement à travers l'objet translucide.

LE MUSÉE HENRI DUPUIS ET SA COLLECTION

Henri Dupuis est un grand collectionneur audomarois du 19e siècle, savant des choses de la nature, curieux du monde, amateur d'art et fervent catholique. Sa maison, devenue musée, conserve encore aujourd'hui certains de ses agencements qui rappellent les cabinets de curiosités, par l'extraordinaire accumulation de spécimens présentés.

LA COLLECTION DE HENRI DUPUIS

Célibataire et rentier, Henri Dupuis, consacra toute sa fortune et une bonne partie de son temps, à la collecte de spécimens naturels issus des de terres lointaines, en mandatant des explorateurs pour lui ramener les objets désirés. Dans les vingt dernières années de sa vie, Henri Dupuis parvint à réunir des dizaines de milliers d'objets : coquillages, fossiles, oiseaux naturalisés, peintures, objets d'art, orfèvrerie, faïences européennes et porcelaines asiatiques.

Il aménagea sa maison pour l'exposition de son extraordinaire collection, qu'il organisa dans le respect d'une classification ordonnée et précise (collection de minéraux, collection d'animaux naturalisés, collection de coquillages), encore sensible dans les salles de conchyliologie ou de géologie du musées et qui rappelle les Wunderkammern (Chambres des merveilles), loin du caractère hétéroclite des cabinets de curiosités.

À sa mort en 1889, il légua à la Ville de Saint-Omer sa demeure et l'ensemble de sa collection pour « être utile à tous, surtout à la jeunesse », avec le souhait que ses collections soient présentées au public, pour améliorer la connaissance des Audomarois sur le patrimoine flamand et sur les naturalia.

La collection actuelle du musée Henri Dupuis est issue des collections de cet illustre audomarois, des acquisitions de la société d'Agriculture et d'archéologie et d'autres dons, parfois importants.

Parmi ces bienfaiteurs, Charles Van Kempen, passionné d'ornithologie (l'étude des oiseaux), a accumulé durant toute sa vie des milliers de spécimens d'oiseaux naturalisés, issus de toutes les contrées du monde. Il a donné sa collection en 1921. La réunion du fonds Van Kempen, d'Henri Dupuis et d'autres naturalistes du Nord fait de la collection audomaroise l'une des plus intéressantes, notamment pour les espèces locales de volatiles, mais aussi pour certaines espèces exotiques. La collection de colibris est ainsi l'une des plus complètes après celle du Muséum d'Histoire Naturelle.

Les minéraux des collections municipales proviennent de divers collectionneurs audomarois formant la société d'agriculture et d'archéologie. Au fil des acquisitions, ces pierres ont été intégrées au museum créé en 1829 par cette même Société d'agriculture de Saint-Omer. Ce n'est que dans les années 50 que les minéraux, avec les collections d'histoire naturelle, ont été regroupés au musée Henri Dupuis.

LA NAISSA NCE DU « MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE » DE SAINT-OMER

Le musée demeura fidèle à la présentation conçue par Henri Dupuis lui-même, avec notamment les immenses vitrines remplies de coquillages ou de minéraux. En 1950, une nouvelle répartition des collections des deux musées de la ville visa à affirmer l'identité de chaque musée : les collections de Beaux-arts et d'arts décoratifs (oeuvres d'art et objets d'art) furent regroupées au musée de l'hôtel Sandelin, tandis que le musée Henri Dupuis fut entièrement consacré à l'histoire naturelle (minéraux, coquillages, animaux naturalisés), avec l'exception notable de la cuisine flamande.
C'est ainsi que l'hôtel particulier d'Henri Dupuis fut réaménagé en muséum d'histoire naturelle.

Dans les années 1970, des dioramas sont aménagés au rez-de-chaussée pour présenter de manière plus réaliste et vivante les collections d'oiseaux naturalisés. Le bureau d'Henri Dupuis, la cuisine flamande et la salle des coquillages demeurent dans leur présentation originale.

Depuis 2004, le musée Henri Dupuis est fermé, car le bâtiment n'est plus conforme aux normes d'accueil du public. L'équipe des musées de Saint-Omer poursuit cependant son travail sur les collections et le bâtiment. Des chantiers de collections sont en cours et les colibris ont inauguré ces campagnes. Les expositions hors les murs et les prêts sont l'occasion de valoriser cette collection exceptionnelle.

SITOGRAPHIE

Généralités sur les minéraux :

Site de la Galerie de mineralogie et geologie du museum d'histoire naturelle de Paris

Propriétés d'un minéral : http://www.galeriedemineralogieetgeologie.fr/fr/explorez/qu-est-qu-mineral/proprietes-mineral

Pour découvrir 150 espèces minérales
http://www.galeriedemineralogieetgeologie.fr/fr/explorez/150-especes-minerales

Site Gallimad Jeunsse, les thématique de l'encyclopedi@
http://www.gallimard-jeunesse.fr/encyclopedia-roches/home

Site france tv éducation
le chrome : https://education.francetv.fr/matiere/physique-chimie/cinquieme/video/le-chrome
le béryl : https://education.francetv.fr/matiere/physique-chimie/cinquieme/video/le-beryllium-1

Site futura-sciences
https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geologie-cles-identification-mineraux-1710/

Transparence, couleur et éclat des minéraux :

Site du musée de Minéralogie de l'Ecole des Mines - MINES ParisTech
http://www.musee.mines-paristech.fr/Accueil/docs/Documents/

Vidéo « La couleur des minéraux »
https://www.canal-u.tv/video/mines_paristech/la_couleur_dans_les_mineraux.32661

Autour de la lumière

Qu'est-ce que la lumière : https://www.youtube.com/watch?v=rBvI0L9VCPY

La réfraction : https://www.youtube.com/watch?v=q0MDIsEjhR4

Réflexion : https://www.youtube.com/watch?v=df1LnIkkQ-k

Réfraction : https://www.youtube.com/watch?v=df1LnIkkQ-k

Dispersion de la lumière : https://www.youtube.com/watch?v=l13573e25s0

La couleur

Site de la Cité des sciences
Cycles de vidéos sur les couleurs «Alain et les couleurs»
http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/expos-permanentes/expos-permanentes-dexplora/jeux-de-lumiere/approfondir-en-ligne/

Autour de la cristallographie

http://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=4187&rang=1
http://www.galeriedemineralogieetgeologie.fr/fr/explorez/nos-metiers/cristallographe
https://www.mineralogie.club/cristallographie

INFORMATIONS PRATIQUES

ADRESSE / CONTACT

Musée de l'hôtel Sandelin
14 rue Carnot, 62500 SAINT-OMER
Service accueil : 33 (0)3 21 38 00 94
musees-accueil@ville-saint-omer.fr

HORAIRES

Ouvert pour tous (individuels & groupes) du mercredi au dimanche de 10h à 12h et de 14h à 18h.
Ouvert aux groupes scolaires du lundi au vendredi (uniquement sur réservation).

TARIFS

Tarif plein : 5,50 € / Tarif réduit : 3,50 €.
Gratuité sous conditions.
Entrée gratuite tous les dimanches.

SUR LE WEB

Site internet : www.patrimoines-saint-omer.fr/Les-musees-et-oeuvres/Musee-de-l-hotel-Sandelin
Facebook : Musée De L'hôtel Sandelin
Twitter : Musee_Sandelin
Instagram : museesandelin

ACCÈS

Autoroutes : à 2h50 de Paris (A1 et A 26), à 2h20 de Bruxelles et 1h de Lille (A 25 et A 26).
Trains : à 2h de Paris, 3h de Bruxelles et 50 min de Lille.
Bus : Ligne 1 (Arrêt Victor Hugo, Saint-Omer).
A pied : à 10 min de la gare.

VILLE DE
SAINT-OMER