

Thème 1 : Une longue histoire de la matière

Classe : Première Enseignement Scientifique

Durée : 2 semaines

Nombre d'activités : 2

Chapitre 2

Les cristaux, des édifices ordonnés

Constats :

Les êtres vivants sont principalement composés de **matière organique** (glucides, lipides, protéines ...). Néanmoins, ils comprennent également des éléments sous forme minérale. Par exemple, un humain adulte comprend de l'ordre de 3 à 5 kg de matière minérale sous la forme d'os et dents.

La Terre et les roches sont constituées de matière minérale et présente des minéraux qui dépendent du type de magma mais aussi des conditions de formation (température).

Problématique : Comment les cristaux se forment-ils et interagissent-ils avec les êtres vivants ?

Activités:

- 1- Les cristaux au sein des êtres vivants
- 2- Les cristaux au sein des roches

I. Les cristaux des êtres vivants

Activité 1 : Les cristaux des êtres vivants

- Identifier les formes et molécules chimiques des cristaux
- Comprendre le lien entre structure du cristal et son rôle

1- Les coquilles et tests, des formes de protection

Les êtres vivants possèdent des cristaux qui ont diverses propriétés mécaniques. Ils sont souvent associés à des propriétés mécaniques telles que la protection ou la résistance à la pression.

C'est le cas de la coquille d'êtres vivants marins (bivalves) et aussi des tests (coquilles d'êtres vivants microscopiques comme les foraminifères). La plupart des coquilles sont composées de calcite (CaCO_3). Elle s'organise en réseau cristallin ce qui permet la solidité. De plus, l'intérieur des coquilles est généralement formé de nacre : c'est une forme de calcite (aragonite) dans laquelle s'intègre de la matière organique (5%), ce qui rend le minéral très lisse afin de protéger le corps des mollusques.

Certains tests sont faits à partir de silice (Si_4O_8). C'est un cristal très solide et très stable. Il se dégrade beaucoup moins que la calcite (soluble dans l'eau acide). Ceci permet aux êtres vivants siliceux de vivre à plus de 2500 m au fond des océans.

Dans le cas de la coquille d'œuf, la calcite est construite sous la forme de cônes, résistants à la pression et qui ménagent des espaces laissant passer l'air.

2- Les squelettes assurent le soutien et la locomotion

Les Vertébrés possèdent un squelette interne (endosquelette) qui est formé d'os réunis par des articulations. L'os est constitué de cristaux d'hydroxyapatite de calcium ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Ces cristaux, à section hexagonale, sont mélangés à des fibres de collagène, ce qui permet d'obtenir une structure rigide mais tolérant des pressions ou légères torsions. Ceci est dû à la fois à la forme du cristal (isodiamétrique) et aux stries formées au sein de l'os.

Le squelette assure donc le soutien et la locomotion (action des muscles).

3- Les cristaux de défense et de protection

D'autre part, de nombreux êtres vivants possèdent des cristaux permettant la défense. De nombreuses plantes comme la misère, la rhubarbe, l'épinard produisent des cristaux d'oxalo-acétate de calcium. Ces cristaux forment des baguettes très fines et urticantes (les raphides). Ces cristaux protègent les plantes contre les prédateurs (limace par ex). L'humain est peu sensible à ces cristaux, même s'il perçoit le caractère « rugueux » mais ils peuvent se retrouver sous forme de calculs rénaux dans les reins.

Certaines plantes utilisent la silice pour se protéger. C'est le cas de l'ortie qui possède des « poils » urticants qui sont composés d'une cellule allongée contenant un aiguillon (dard) en silice (qui comprend également de l'histamine et l'acide formique).

Enfin, certains cristaux permettent de moduler la couleur des êtres vivants (mimétisme). C'est le cas des cristaux de guanine des caméléons.

CONCLUSION :

La forme des cristaux et leur mélange avec des composés organiques (collagène de l'os) leur confère diverses propriétés: solidité, résistance à la pression, résistance à la dissolution, caractère lisse ou transparence.

II. Les cristaux au sein des roches

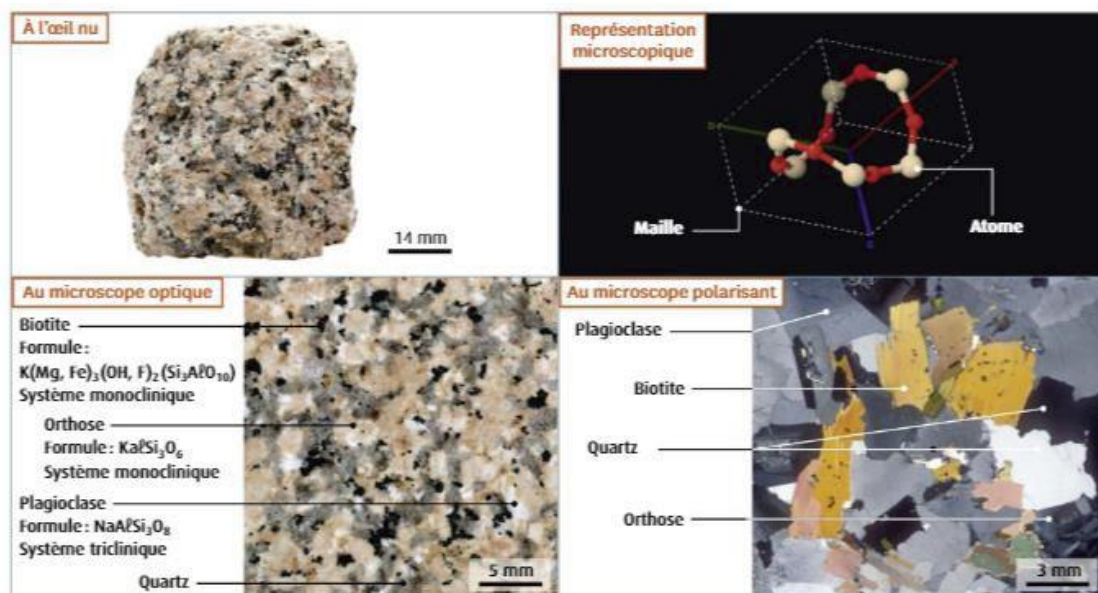
Activité 5 : Les cristaux des roches

- Identifier les minéraux au sein d'une roche
- Reconnaître des minéraux cristallisés et des minéraux amorphes
- Identifier une roche volcanique par rapport à une roche plutonique

1- Les roches, les minéraux et les cristaux (p37)

Une roche est formée de l'association d'un ou plusieurs minéraux. Par exemple, le granite est composé de 3 minéraux principaux : le quartz, le feldspath et le mica noir (biotite). Chaque minéral est défini par sa nature chimique (molécule) et peut exister sous différentes structures :

- structure cristalline ordonnée, comme le cristal de quartz (formé de silice Si_4O_8)
- structure amorphe sans ordre géométrique visible (pas de cristaux) comme le verre volcanique qui est également composé de silice.



DOC 3 Le granite observé à plusieurs échelles. Le granite est une roche qui forme l'essentiel de la croûte continentale de la Terre. Elle est constituée de plusieurs minéraux, dont de silice sous la forme de quartz.

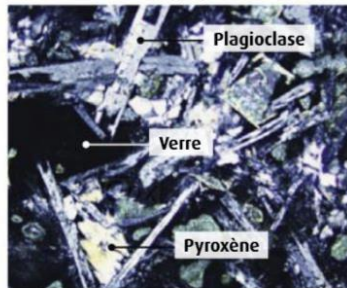
Le basalte résulte du refroidissement rapide d'un magma parvenu en surface : on parle alors de lave. Lorsque la lave s'épanche dans l'eau, les coulées prennent une forme en coussins qu'on appelle *pillow lavas*, dont la périphérie refroidit beaucoup plus rapidement que le cœur. Ces

structures contiennent du verre volcanique, composé des minéraux n'ayant pas eu le temps de cristalliser. Le verre est un solide amorphe, dans lequel les constituants sont assemblés sans ordre géométrique, et il apparaît donc en noir lorsqu'il est passé sous une lumière polarisée.

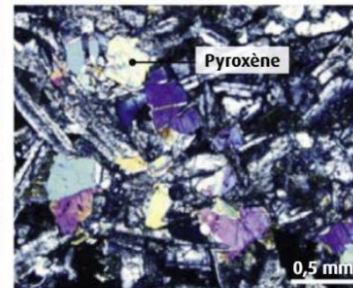
Un *pillow lava* sur le plancher océanique.



Périphérie du *pillow lava* au microscope polarisant.



Cœur du *pillow lava* au microscope polarisant.

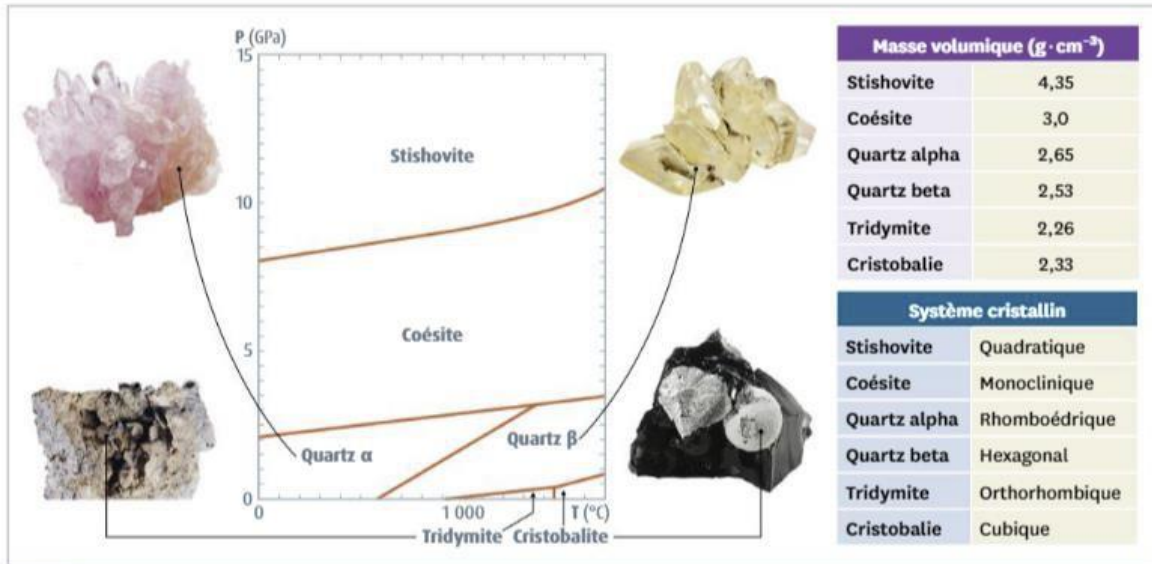


DOC 4 Composition des *pillow lavas*.

2- Les conditions de formation des cristaux (p.36)

Ce sont les conditions de pression et température qui déterminent la structure des minéraux, au moment de la formation de la roche par refroidissement. Plus le refroidissement est rapide, plus les cristaux seront petits. A l'inverse, plus le refroidissement est lent, plus les cristaux auront le temps de se développer et seront donc grands.

Modélisation : on peut modéliser ce comportement en faisant cristalliser de la vanilline. Lors du refroidissement brutal, la vanilline forme de petits cristaux alors qu'elle forme de gros cristaux si la température est plus importante (température ambiante).



DOC1 Les différentes formes cristallines de la silice. La silice, de formule chimique SiO₂, est un minéral qui cristallise sous différentes formes selon les conditions de pression et de température. Des études expérimentales menées en laboratoire ont permis de connaître ces conditions.

Document 4p.36 (BELIN)

Température <i>T</i> de refroidissement	Observation en lame mince
<i>T</i> = 60 °C	
<i>T</i> = 30 °C	
<i>T</i> = 5 °C	
<i>T</i> = 0 °C	Non observable au microscope (amas blanchâtre, opaque)


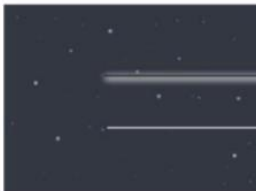

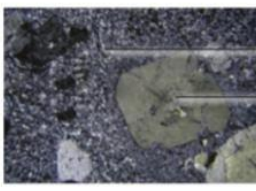

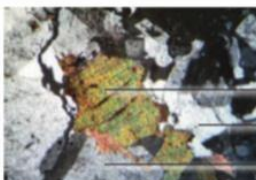
Document 2p41 (BORDAS)

3- Les différents types de roches magmatiques

Les roches magmatiques sont issues du refroidissement d'un magma. Ainsi selon les conditions de refroidissement de ce magma on pourra obtenir des roches de même nature chimique mais avec des structures différentes.

Par exemple, un magma de type granite peut produire 3 types de roches :

- Le granite : qui sera formé en profondeur avec un refroidissement lent, ce qui forme de gros cristaux (texture grenue). On parle de roche magmatique plutonique (RMP).
- La rhyolite : qui se forme en surface, refroidit très vite et les cristaux sont de petite taille (texture microlithique). De plus, une partie de la roche ne cristallise pas et reste amorphe : c'est de la pâte. On parle de roche magmatique volcanique.
- L'obsidienne : qui est due à un refroidissement extrêmement brutal qui ne permet pas de former de cristaux. La roche est donc formée de pâte volcanique, principalement du verre (silice).

	Observation à l'œil nu	Observation au microscope optique polarisant (x 40)
Obsidienne (structure vitreuse) roches volcaniques		 <p>refroidissement très rapide, aucun minéral n'a le temps de cristalliser → VERRE</p> <p>Verre</p> <p>Inclusion</p>
Rhyolite (structure microlithique)		 <p>Verre + feldspaths</p> <p>Quartz</p> <p>refroidissement rapide, minéraux incomplètement cristallisés → VERRE et cristaux de petite taille</p>
Granite (structure grenue) roche plutonique		 <p>refroidissement lent, minéraux complètement cristallisés → gros cristaux tous jointifs</p> <p>Biotite</p> <p>Quartz</p> <p>Feldspath</p>

Conclusion :

Les roches contiennent des minéraux caractéristiques selon leur nature chimique (composition). Les roches magmatiques possèdent des minéraux dont la structure et la taille nous renseignent sur les conditions dans lesquelles elles se sont formées : en profondeur (roche plutonique), en surface (roche volcanique).