

# Carnet de Voyage : à la découverte des cristaux



Pour compléter ce carnet de voyage, vous passerez par plusieurs étapes. Celles-ci peuvent être visitées dans n'importe quel ordre, certaines sont à parcourir en classe , d'autres seront à voir hors de la classe . Cette carte vous présente les objectifs de chaque étape. Bon voyage !

### Etape 7. A Clermont-Ferrand dans le Puy-de-Dôme Pourquoi les bâtiments de Clermont Ferrand sont-ils sombres ?

- Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.
- Montrer que dans le cas du solide amorphe, l'empilement se fait sans ordre géométrique

### Etape 6. Les huîtres de Marennes Oléron, Charente-Maritime /

#### Comment se comportent les structures cristallines dans les organismes biologiques ?

- Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.
- La structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés macroscopiques.
- Montrer que des structures cristallines existent aussi dans les organismes biologiques.

### Etape 5. Un détour aux Etats-Unis / Quelles sont les caractéristiques du cuivre ?

- Représenter la maille en perspective cavalière
- Calculer la compacité dans le cas d'entités chimiques sphériques tangentes
- Dénombrer les atomes par maille et calculer la masse volumique du cristal.

### Etape 1. Marais salants à Noirmoutier Comment cristalliser une roche évaporitique ?

- Identifier les paramètres de cristallisation
- Mettre en œuvre un protocole de cristallisation



### Etape 4. Grès de Fontainebleau, Seine et Marne Comment la structure microscopique explique-t-elle les propriétés macroscopiques ?

- Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.
- macroscopiques, dont sa masse volumique
- Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes.
- Savoir que la structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés

### Etape 1bis. Marais salants à Noirmoutier Comment s'organise la matière dans un cristal de sel ?

- Utiliser une loupe binoculaire
- Utiliser une représentation 3D informatisée du cristal de chlorure de sodium.
- Représenter la maille en perspective cavalière
- Dénombrer le nombre d'atomes par maille et calculer la masse volumique
- Relier l'organisation de la maille au niveau microscopique à la structure du cristal au niveau macroscopique.

### Etape 2. Ile de Groix, Finistère Qu'est-ce qu'une roche ?

- Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.
- Les identifier sur un échantillon ou une image.
- Utiliser une clé de détermination de minéraux

### Etape 3. La Pologne, pays natal de Marie Curie /

#### Quelles sont les caractéristiques du polonium ?

- Identifier la maille cristalline et la représenter en perspective cavalière
- Calculer la compacité dans le cas d'entités chimiques sphériques tangentes
- Dénombrer les atomes par maille et calculer la masse volumique du cristal.

**Etape 1. Marais salants à Noirmoutier**

L'halite, communément appelé sel, est une roche évaporitique exploitée pour l'alimentation, le salage des routes et dans l'industrie chimique des produits chlorés.

En France, l'exploitation du sel marin est très importante puisque l'hexagone français est baigné de mers sur 3 de ses 6 côtés.



Marais salant de Noirmoutier

**Comment cristalliser une roche évaporitique ?**

- Regarder la vidéo « C'est pas sorcier : les trésors des salins du midi » jusqu'à 4min30
- lien direct : [https://www.youtube.com/watch?v=390d\\_F13bug](https://www.youtube.com/watch?v=390d_F13bug)
- lien explicite : <http://acver.fr/-le-sel>
- QR-Code



- 1- Quels sont les facteurs naturels qui permettent la cristallisation du sel ?
- 2- Donner le nom et la formule chimique du sel.
- 3- Pourquoi peut-on qualifier le sel de roche évaporitique ?

- Lire attentivement les protocoles suivants.

4- Pour les protocoles 2 et 3, identifier le paramètre qui est modifié par rapport au protocole 1

<b>Protocole 1</b>	<b>Protocole 2</b>	<b>Protocole 3</b>
Peser 26 g de sel	Peser 26 g de sel	Peser 3,5 g de sel
Mesurer 100 mL d'eau	Mesurer 100 mL d'eau	Mesurer 100 mL d'eau
Dissoudre le sel dans l'eau	Dissoudre le sel dans l'eau	Dissoudre le sel dans l'eau
Mélanger pour obtenir un mélange homogène	Mélanger pour obtenir un mélange homogène	Mélanger pour obtenir un mélange homogène
Verser l'eau salée sur une surface plane horizontale (par exemple plateau, saladier à fond plat...)	Verser l'eau salée sur une surface plane horizontale (par exemple plateau, saladier à fond plat...)	Verser l'eau salée sur une surface plane horizontale (par exemple plateau, saladier à fond plat...)
Laisser l'eau s'évaporer pendant quelques jours dans un endroit sec.	A l'aide d'un sèche-cheveu, évaporer l'eau jusqu'à disparition complète	Laisser l'eau s'évaporer pendant quelques jours dans un endroit sec.
Apporter le plateau à la prochaine séance.	Apporter le plateau à la prochaine séance.	Apporter le plateau à la prochaine séance.

- Mettre en œuvre un des protocoles au choix et prendre des photos des cristaux préparés pour illustrer le carnet de voyage

5- Répondre à la problématique.

Etape 1bis. Marais salants à Noirmoutier



Les cristaux de sel préparés lors de l'étape 1 sont nécessaires pour parcourir cette étape

Comment s'organise la matière dans un cristal de sel ?

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.

Un même motif est répété à l'identique selon un réseau régulier. La plus petite partie du réseau permettant de recomposer l'empilement est appelée une maille.

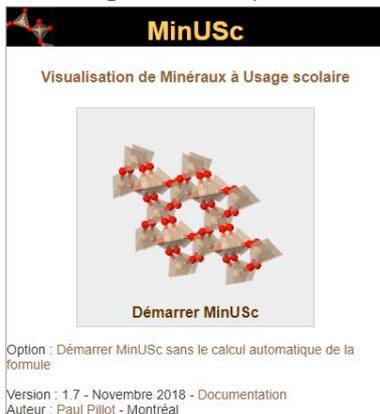
Observation des cristaux de sel à la loupe binoculaire

La loupe binoculaire permet l'observation d'un petit objet



Modélisation de la maille cristalline avec un logiciel « MinUsc »

(Minéraux à Usage Scolaire)



<http://www.librairiedemolecules.education.fr/outils/minusc/>

Dans l'onglet « fichier » choisir Halite (sel) : la maille et ses caractéristiques s'affichent. L'onglet « formule » permet de déterminer le nombre d'atomes par maille.

Structure cristalline : Les réseaux de Bravais

a, b et c : longueur des côtés

$\alpha, \beta$  et  $\gamma$  : angles

Type de réseau	Primitif (P)	Centré (I)	Bases centrées (C)	Faces centrées (F)
Cubique $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma$				
Rhomboédrique $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$				
Hexagonal $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$				
Quadratique $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
Orthorhombique $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$				
Monoclinique $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta \neq 90^\circ$				
Triclinique $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$				

Données physico-chimiques

Masse volumique d'un cristal  $\rho = \frac{m_{\text{atomeparmaille}}}{V_{\text{maille}}}$

Masse d'un ion sodium  $m(\text{Na}^+) = 3,8 \cdot 10^{-23}$  g

Masse d'un ion chlorure  $m(\text{Cl}^-) = 5,9 \cdot 10^{-23}$  g

Longueur des côtés  $a = 564$  pm

Répondre au problème « comment s'organise la matière dans un cristal de sel ? » en précisant :

- La structure du cristal de sel
- La position des ions chlorure et des ions sodium dans la maille
- La représentation de la maille en perspective cavalière
- Le nombre d'ions par maille
- Le calcul de la masse volumique du cristal

Après validation de votre travail de recherche par le professeur, demandez la fiche de synthèse.

## Etape 2. Ile de Groix, Finistère

---

L'île de Groix est une référence géologique car elle abrite des roches connues sous le nom de schistes bleus à grenats (témoignant d'une subduction passée).

Cette roche présente des tons bleuâtres ou légèrement violets. Son composant principal est le glaucophane, mais elle peut aussi présenter une grande variété de minéraux (calcite incolore, grenat rouge, quartz blanc, épidote jaune ...).



### Schiste bleu à glaucophane de l'île de Groix

<http://www.reserves-naturelles.org/francois-le-bail-ile-de-groix>

#### Qu'est-ce qu'une roche ?

- 1-Sur la photographie présentée, identifier les minéraux suivants : le glaucophane et le grenat (en pensant à légender le tracé).
- 2-Utiliser une clé de détermination des minéraux afin de :
  - Repérer au microscope polarisant le glaucophane en lumière polarisée, non analysée. Puis vérifier l'identification en lumière polarisée, analysée.
  - Repérer au microscope polarisant le grenat, de la même façon.
  - Conclure sur les propriétés optiques du grenat (ses propriétés optiques varient-elles selon l'orientation du cristal ?...)
- 3- Sur le logiciel informatique « MinUsc » (**Min**éraux à **U**sage **S**colaire), visualiser la maille du grenat et identifier la maille cristalline.

<http://www.librairiedemolecules.education.fr/outils/minusc/>

- 4- Effectuer une recherche Internet pour expliquer l'utilisation du grenat dans la société et l'intérêt qu'il présente pour un géologue.
- 5- Réaliser une affiche distinguant, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral et roche.

**Aide à la rédaction : Visite au laboratoire de planétologie et géodynamique de Nantes**

La plupart de pierres précieuses proviennent de cristaux.

Au cours du voyage, vous rencontrez un gemmologue, spécialiste des pierres précieuses. Il vous explique comment la présence de chrome Cr dans certains minéraux peut modifier la couleur de la pierre précieuse.



Rubis



Emeraude

Regarder la vidéo « France TV : le chrome »

- lien direct : <https://education.francetv.fr/matiere/physique-chimie/cinquieme/video/le-chrome>
- lien explicite : <http://acver.fr/chrome>

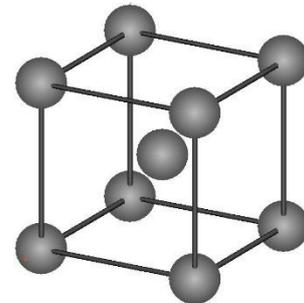


QR-code :

Le gemmologue vous donne ensuite quelques précisions sur le chrome

**Carte d'identité du Chrome :**

- Symbole chimique : Cr
- Masse d'un atome de chrome :  $m_{Cr} = 8,6 \cdot 10^{-23}$  g
- Rayon atomique :  $R = 140$  pm
- Maille cristalline : cubique centré
- Longueur de l'arête  $a = 3,23 \cdot 10^{-10}$  m
- Nombre d'atome dans la maille :
  - Chaque atome de chrome au sommet est partagé sur 8 mailles donc compte pour 1/8 dans la maille.
  - Chaque atome de chrome au centre compte 1 dans la maille.



Ainsi au total il y a  $n_{\text{atome}} = 8 \times 1/8 + 1 = 2$  atomes par maille

- Compacité de la maille cristalline

$$c = \frac{V_{\text{occupé}}}{V_{\text{total}}} = \frac{n_{\text{atome}} \times \frac{4}{3} \pi \times R^3}{a^3} = \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi \times (140 \times 10^{-12})^3}{(3,23 \times 10^{-10})^3} = 0,68$$

- Masse volumique du cristal.

$$\rho = \frac{m_{\text{atome}}}{V_{\text{total}}} = \frac{n_{\text{atome}} \times m_{Cr}}{a^3} = \frac{2 \times 8,6 \cdot 10^{-23}}{(3,23 \times 10^{-10})^3} = 5,1 \cdot 10^6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} = 5,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

### Etape 3. La Pologne, pays natal de Marie Curie



La visite au laboratoire de planétologie et géodynamique de Nantes est nécessaire pour parcourir cette étape

La Pologne, état de l'Europe centrale, est le pays natal de Marie Skłodowska-Curie.

Avec son mari Pierre Curie, elle découvre un nouvel élément chimique au cours de leurs travaux sur la radioactivité sur la pechblende en 1898.

Le mot polonium a été donné à ce nouvel élément chimique en hommage aux origines polonaises de Marie Curie.



#### Quelles sont les caractéristiques du polonium ?

On a retrouvé un cahier de laboratoire dans lequel les caractéristiques du polonium sont consignées. Malheureusement, avec le temps, ce n'est plus très lisible... à vous de compléter la page donnée.

19 janvier (à l'an) / 1 jour / C. rien / 

depuis 2 jours

Masse atomique :  $3,47 \cdot 10^{-25}$  kg

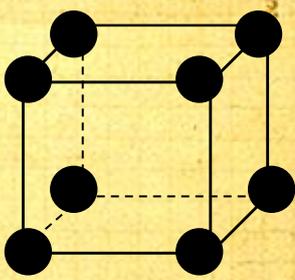
Compacité de la maille :

Masse vol

Nom : ????

Caractéristique : Métal argenté très radioactif

Maille cristalline : cub



Rayon de l'atome 168 pm

Atomes tangents le long d'une arête  
donc longueur d'une arête :      pm

### Etape 4. Grès de Fontainebleau, Seine et Marne

---

Fontainebleau est une ville réputée pour sa forêt et ses rochers de grès, très fréquentés par les amateurs d'escalade.



Rocher de grès en forêt de Fontainebleau

#### Comment la structure microscopique explique-t-elle les propriétés macroscopiques ?

##### Quelles sont les utilisations du grès ?

- 1- Identifier des utilisations du grès dans les constructions d'Arpajon ou de votre ville (prendre des photos pour illustrer le carnet de voyage).
- 2- Observer du grès au microscope polarisant. Déterminer le ou les minéraux qui le constitue(nt).
- 3- Sachant qu'une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux, pourquoi peut-on qualifier le grès de roche ?

##### Pourquoi le grès est-il couramment utilisé comme matériau de construction ?

- 4- Regarder la capsule vidéo « La cristallographie par Raphaël Haumont : de la structure aux propriétés »

-lien direct : [https://www.canal-u.tv/video/scavo/du\\_cristal\\_aux\\_applications.16492](https://www.canal-u.tv/video/scavo/du_cristal_aux_applications.16492)

-lien explicite : <http://acver.fr/cristallographie>

-QR-code :



Le grès, roche sédimentaire détritique (formée par l'accumulation de débris), résulte de l'accumulation de grains de sable (généralement du quartz). La circulation de fluides soude parfois ces grains, le sable devient alors un grès. Selon la qualité de la cimentation, le grès est plus ou moins dur. Quand le grès est pur, il est blanc. Selon le type et la quantité de pigments inclus (oxyde de fer...) il peut prendre une couleur jaunâtre, rouille...

Répondre à la problématique.

Etape 5. Un détour aux Etats-Unis



La visite au laboratoire de planétologie et géodynamique de Nantes est nécessaire pour parcourir cette étape

La statue de la liberté n'a pas toujours été verte !

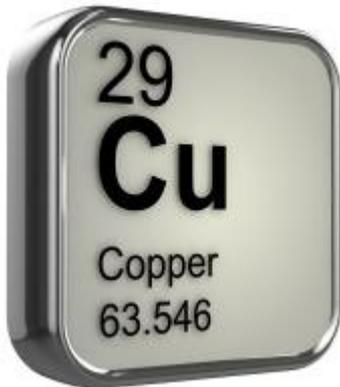
« Et oui, car elle est faite en cuivre, et que le cuivre, quand il s'oxyde, devient vert. Ceci signifie qu'à sa construction, les plaques de cuivre étant en bon état, non oxydées, la statue avait la couleur normale du cuivre. Elle a donc été rouge-orangé pendant les 30 premières années de son existence. C'est après qu'elle a viré au vert ! »

<https://www.merveilles-du-monde.com>



Quelles sont les caractéristiques du cuivre ?

Carte d'identité du cuivre :

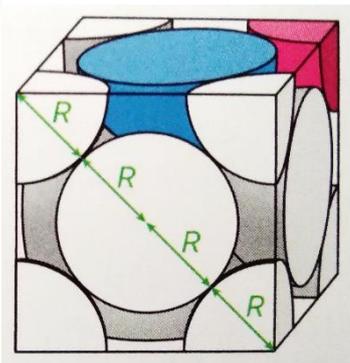


- Symbole chimique :
- Masse d'un atome de cuivre :  $1,05 \cdot 10^{-22}$  g
- Rayon atomique : 132 pm
- Maille : cubique faces centrées
- Représentation en perspective cavalière :
- Compacité
- Masse volumique

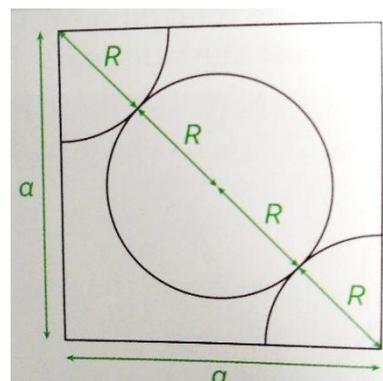
Compléter la carte d'identité du cuivre.



Un théorème utile...le théorème de Pythagore



$$a^2 + a^2 = (4R)^2$$



**Etape 6. Les huîtres de Marennes Oléron, Charente-Maritime**

Autrefois obtenue par le fruit du plus grand hasard, la perle est fabriquée par l'huître. Lorsqu'un corps étranger, irritant (tel qu'un grain de sable) passe à l'intérieur de l'huître, le mollusque a une réaction de défense. Il entoure ce corps d'une couche de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) sous la forme aragonite.

D'après <http://www.madeinjoaillerie.fr/guide/formation-de-la-perle/>



	<b>Calcite</b>	<b>Aragonite</b>
<b>Formule chimique</b>	CaCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>
<b>Test d'identification</b>	Dégagement gazeux lors de l'ajout d'une solution acide	Dégagement gazeux lors de l'ajout d'une solution acide
<b>Maille</b>	Rhomboédrique	Orthorhombique

**Comment se comportent les structures cristallines dans les organismes biologiques ?**

- 1- Proposer une expérience pour mettre en évidence le carbonate de calcium d'une coquille d'huître.
- 2- Quelle(s) différence(s) y a-t-il entre la coquille d'huître et sa perle d'un point de vue macroscopique et microscopique ?

Diagramme de stabilité d'un composé de formule chimique CaCO<sub>3</sub>

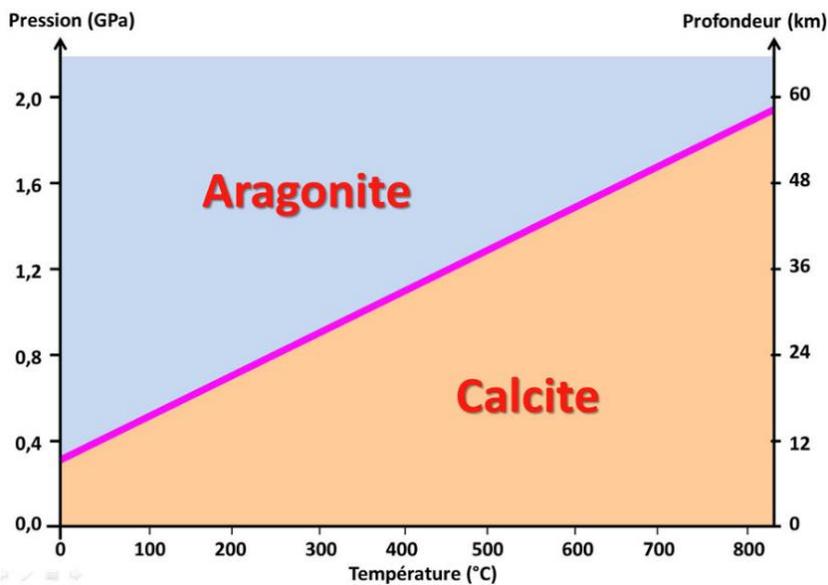


image : Pierre Thomas (droits réservés...)

- 3- En justifiant la réponse, déterminer le devenir au cours du temps, d'une perle d'huître laissée à l'air libre.

## Etape 7. A Clermont-Ferrand dans le Puy-de-Dôme



**Maison dans la région de Clermont-Ferrand**

Regarder la vidéo :C'est pas sorcier « le verre dans tous ses états »

-lien direct : <https://www.youtube.com/watch?v=ww6QJNiOn4c>

-lien explicite : <http://acver.fr/cps-verre>

-QR-code :



### Pourquoi les bâtiments de Clermont Ferrand sont-ils sombres ?

- 1- Rechercher la pierre utilisée historiquement pour la construction des bâtiments à Clermont Ferrand. Au sol, sur les trottoirs, on retrouve souvent une autre roche : le granite.
- 2- Comparer les deux roches prélevées à proximité de Clermont Ferrand pour les comparer à l'œil nu et au microscope polarisant (on comparera d'un point de vue de la composition minéralogique et de la texture).
- 3- Mettre en relation cette comparaison avec les informations liées à la fabrication de verre industriel (voir vidéo), afin d'expliquer la différence de texture entre ces 2 roches