

## Cristaux -Exos

### 1 Connaître les mots-clés

Définir les mots ou expressions suivants.

a. Cristal. b. Compacité. c. Maille. d. Solide amorphe.

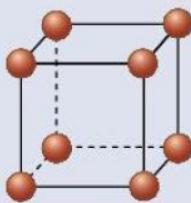
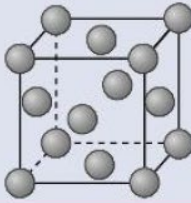
● **Maille** : parallélépipède contenant des entités qui, répétées dans l'espace, décrit la structure microscopique d'un cristal.  
 ● **Minéral** : solide possédant une structure cristalline.  
 ● **Roche** : matériau naturel formé d'un ou plusieurs minéraux et parfois de verre.  
 ● **Verre** : matériau amorphe, qui ne possède pas de structure cristalline.

● **Amorphe (solide)** : solide constitué d'entités empilées sans ordre géométrique.  
 ● **Compacité** : taux d'occupation des entités dans une maille.  
 ● **Cristal** : solide constitué d'un empilement régulier d'atomes, d'ions ou de molécules.

### Le vocabulaire à retenir

### 2 Questions à choix multiples

Pour chaque question, choisir la ou les bonnes réponses.

	1	2	3
<b>A -</b> Le chlorure de sodium :	est constitué de molécules.	est un cristal.	possède une maille cubique.
<b>B -</b> 	Il s'agit de la maille d'une structure cubique à faces centrées.	On dénombre huit entités par maille.	On dénombre une entité par maille.
<b>C -</b> 	C'est une représentation en perspective cavalière.	Il s'agit de la maille d'une structure cubique simple.	On dénombre quatre entités par maille.
<b>D -</b> La compacité :	s'exprime en $m^3$ .	est toujours supérieure à 1.	est plus petite pour une structure cubique simple que pour une structure cubique à faces centrées.
<b>E -</b> On peut trouver des cristaux :	dans les roches.	dans les végétaux.	dans certains organes d'un être humain.

A- 2 et 3 ; B- 1 et 3 ; C- 3 ; D- 1, 2 et 3.

### 2 Questions à choix multiples

### 3 Avoir un regard critique

Corriger les affirmations suivantes en justifiant.

- a. Les cristaux de chlorure de sodium sont cubiques car les ions qui le constituent ont une forme de cube.
- b. Tous les solides sont des cristaux.
- c. La masse volumique d'un cristal ne dépend que de sa composition chimique.
- d. Une espèce chimique peut cristalliser selon un seul type de structure.

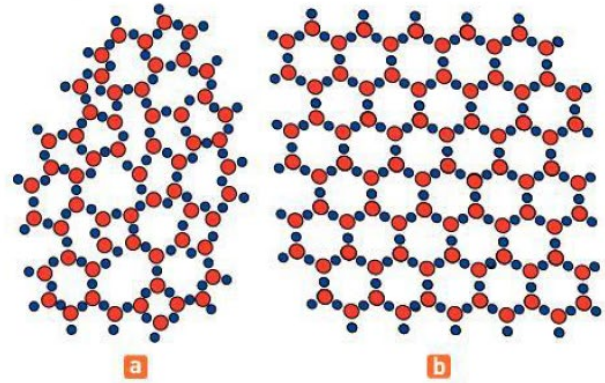
### 4 Connaître les notions essentielles

Recopier et compléter la phrase ci-dessous en utilisant les mots suivants : *maille(s)* ; *roche(s)* ; *cristal(aux)* ; *minéral(aux)*.

Les ..... sont formées par l'association de ..... d'un ou plusieurs ..... qui peuvent être décrits par la répétition d'.....

### 5 Reconnaître un cristal

1. Laquelle des deux représentations suivantes peut correspondre à un cristal ? à du verre ? Justifier.



2. Pourquoi certaines roches contiennent-elles du verre ?

1. Les cristaux de chlorure de sodium ont une forme de cube, car la maille du cristal est cubique.  
2. Tous les solides ne sont pas des cristaux. Dans certains solides, dits « amorphes », l'empilement des entités se fait sans ordre géométrique.  
3. La masse volumique d'un cristal dépend de sa composition chimique, mais aussi du type de structure cristalline.  
4. Une espèce chimique peut cristalliser selon des structures différentes, comme le carbone, qui cristallise en diamant ou en graphite.

### 3 Avoir un regard critique

1. La représentation a correspond à un verre, car la disposition des entités est sans ordre géométrique, contrairement à la b, qui peut correspondre à un cristal.  
2. Certaines roches contiennent du verre, car elles sont issues de la solidification très rapide d'une lave.

### 4 Connaître les notions essentielles

Les roches sont formées par l'association de cristaux d'un ou plusieurs minéraux, qui peuvent être décrits par la répétition d'une maille.

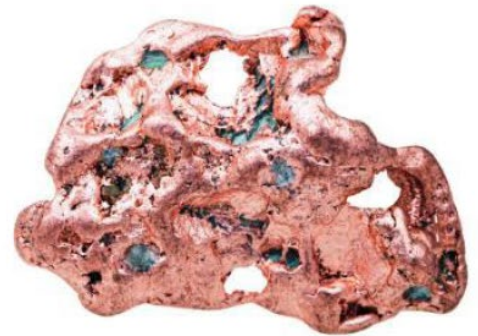
### 5 Reconnaître un cristal

### 7 Masse volumique du cuivre

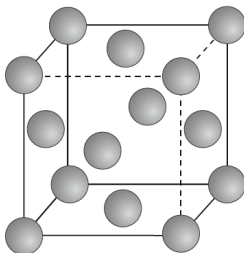
Le cuivre est un métal constitué d'atomes de symbole Cu qui cristallise dans la structure cubique à faces centrées.

Données : Pour le cuivre, paramètre de maille :  $a = 361 \text{ pm}$  / Masse atomique du cuivre :  $m_{\text{Cu}} = 1,05 \times 10^{-25} \text{ kg}$ .

- 1. Représenter la maille en perspective cavalière.
- 2. Déterminer le nombre d'atomes de cuivre par maille.
- 3. En déduire la masse volumique du cuivre et la comparer à la valeur de référence :  $\rho_{\text{Cu}} = 8,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .



2. Un huitième de chacun des huit atomes sur les sommets est situé dans le cube ; de même, la moitié des six atomes au centre des faces est située dans le cube.



1. La représentation de la maille du cristal de cuivre en perspective cavalière est la suivante :

### 7 Masse volumique du cuivre

Une maille contient donc quatre atomes.  
3. La masse volumique  $\rho$  du cuivre peut être calculée en divisant la masse d'une maille (4 atomes de cuivre) par le volume d'une maille.  
La maille étant cubique, le volume de la maille est égal à  $a^3$ .  
$$\rho = \frac{4 \times m_{\text{Cu}}}{a^3} = \frac{4 \times 1,05 \times 10^{-25}}{(361 \times 10^{-12})^3}$$
  
soit  $\rho = 8,93 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .  
Ce résultat correspond à la valeur de référence donnée.

$$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4.$$



## 11 Structure cristalline du polonium

Les cristaux de polonium sont constitués d'atomes organisés selon la structure cubique simple.

1. a. Représenter en perspective cavalière la maille du cristal de polonium.

b. Déterminer le nombre d'atomes de polonium par maille.

2. a. En considérant les atomes sphériques et tangents, établir la relation entre le paramètre de maille  $a_{Po}$  et le rayon  $R$  des atomes de polonium.

b. En déduire par un calcul la compacité du polonium.

3. Déterminer la valeur de la masse volumique  $\rho_{Po}$  du polonium et comparer cette valeur à la valeur de référence  $\rho_{Po} = 9,15 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Données : Pour le polonium, paramètre de maille :

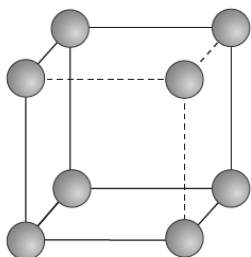
$a_{Po} = 336 \text{ pm}$  /

Masse atomique du polonium :  $m_{Po} = 3,47 \times 10^{-25} \text{ kg}$ .

b. Seulement un huitième de chacune des huit entités est situé dans le cube, ce qui se traduit par :

$$8 \times \frac{1}{8} = 1.$$

Une maille contient donc une entité sphérique de Le volume occupé par cette entité sphérique de rayon  $R$  est :

$$V_{\text{occupé}} = 1 \times \frac{4}{3} \pi R^3.$$


1. a. La représentation de la maille du cristal de polonium en perspective cavalière est la suivante :

11 Structure cristalline du polonium

Cette valeur est conforme à la valeur de référence.

soit  $p = 9,15 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  soit  $9,15 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

$$p = \frac{V}{m_{Po}} = \frac{V}{n \cdot m_{Po}} = \frac{(336 \times 10^{-12})^3}{1 \times 3,47 \times 10^{-25}}$$

La compacité du polonium est donc :

Le volume  $V$  d'une maille est  $V = a^3$ . La masse volumique de polonium de masse  $m_{Po} = 3,47 \times 10^{-25} \text{ kg}$ .

3. Dans une maille de polonium, il y a un atome

soit  $c_{CS} \approx 0,52$ .

$$c_{CS} = \frac{1 \times \frac{4}{3} \pi R^3}{(2 \times R)^3} = \frac{\pi}{6}$$

polonium est donc :

La compacité de la structure cubique simple du

$$V_{\text{maille}} = (a)^3 = (2 \times R)^3.$$

b. Le volume de la maille est donc :

$$a = 2 \times R.$$

cube :

2. a. Dans le cas d'atomes tangents sur l'arête du

Prépa  
BAC

CONTRÔLE CONTINU

## 13 Structures cristallines du fer

À la pression atmosphérique, le fer existe sous différentes structures cristallines selon la température. En dessous de  $910^\circ\text{C}$ , le fer est sous la forme dite  $\alpha$  (figure). Entre  $910$  et  $1394^\circ\text{C}$ , le fer est dit fer  $\gamma$ , sa structure est cubique à faces centrées.

1. La maille du fer  $\alpha$  est-elle celle d'une structure cubique simple ? Pourquoi ?

2. a. Représenter en perspective cavalière la maille du cristal de fer  $\gamma$ .

b. Déterminer le nombre d'atomes par maille.

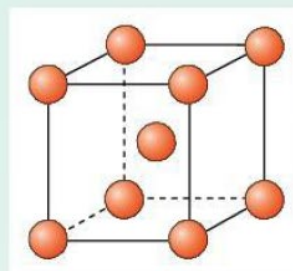
3. a. En considérant les atomes sphériques et tangents dans la maille du fer  $\gamma$ , établir la relation entre le paramètre de maille  $a_{Fe\gamma}$  et le rayon  $R$  des atomes de fer.

b. En déduire par un calcul la compacité du fer  $\gamma$ .

c. La structure des cristaux de nickel est aussi cubique à faces centrées. Quelle est la valeur de sa compacité si l'on considère les atomes de nickel sphériques et tangents ? Justifier.

4. a. Déterminer la valeur de la masse volumique  $\rho_\gamma$  du fer  $\gamma$ .

b. Comparer cette valeur à celle de la masse volumique du fer  $\alpha$  :  $\rho_\alpha = 7,53 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Conclure.

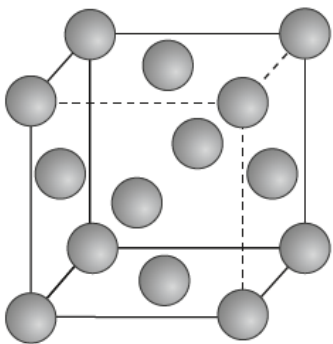


Maille du fer  $\alpha$ .

Données : Paramètre de maille du fer  $\gamma$  :  $a_{Fe\gamma} = 365 \text{ pm}$  / Masse atomique du fer :  $m_{Fe} = 9,28 \times 10^{-26} \text{ kg}$ .

1. La maille du fer  $\alpha$  n'est pas celle d'une structure cubique simple, car un atome de fer se trouve au centre du cube.

2. a. La représentation de la maille du cristal de fer  $\gamma$  en perspective cavalière est la suivante :

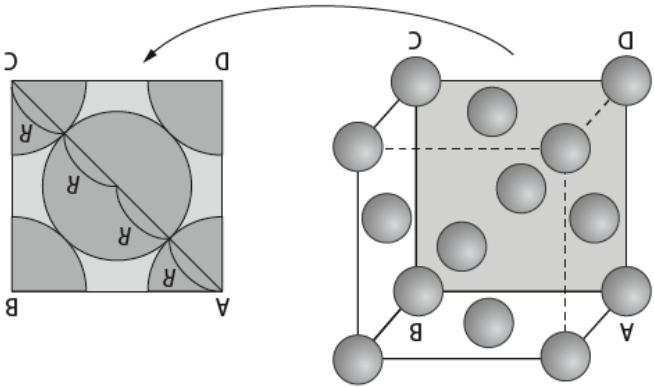


b. Un huitième de chacun des huit atomes situés sur les sommets appartient à la maille, et la moitié des six atomes au centre des faces appartient à la maille, ce qui se traduit par :

$$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4.$$

Une maille contient donc quatre atomes de fer.

3. a. Dans le cas d'atomes tangents le long de la diagonale de chaque face, la longueur de celle-ci est égale à quatre fois le rayon d'une entité, soit  $4R$  :



En appliquant le théorème de Pythagore dans le triangle rectangle ABC, on a :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 \text{ donc } (4R)^2 = a^2 + a^2 = 2a^2.$$

D'où la relation  $\sqrt{2}a = 4 \times R$ .

Le paramètre de maille  $a$  est :

$$a = \frac{4 \times R}{\sqrt{2}}.$$

b. Le volume occupé par les quatre atomes sphériques de rayon  $R$  est donc :

b. La valeur trouvée pour la masse volumique du fer  $\gamma$  est différente de celle du fer  $\alpha$ . On peut en conclure que la masse volumique du fer dépend de la structure cristalline.

soit  $\rho_\gamma = 7,63 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

$$4. a. \rho_\gamma = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{4 \times m_{\text{Fe}}}{a^3} = \frac{(365 \times 10^{-12})^3}{4 \times 9,28 \times 10^{-26}}$$

c. La compacité du nickel, qui cristallise selon la structure cubique à faces centrées, est aussi 0,74 car la compacité dépend uniquement de la structure, et pas de la nature des entités.

soit  $c_{\text{CFC}} \approx 0,74$ .

$$c_{\text{CFC}} = \frac{4 \times \frac{4}{3} \pi (R)^3}{\left( \frac{\sqrt{2}}{4R} \right)^3 \sqrt{2} \pi} = \frac{6}{3}$$

La compacité de la structure cubique à faces centrées est donc :

$$V_{\text{maille}} = a^3 = \left( \frac{\sqrt{2}}{4R} \right)^3.$$

Le volume de la maille est :

$$V_{\text{occupé}} = 4 \times \frac{4}{3} \pi R^3.$$