

PACK CHAPITRE · UNE LONGUE HISTOIRE DE LA MATIÈRE

Les cristaux

Le sel de ta cuisine est un cristal. De la maille au grain de sel, du minéral à la roche, de la nacre au verre volcanique : à la fin, tu sais **lire un cristal en 3D, relier sa structure à sa masse volumique, distinguer cristal, minéral et roche, et lire dans une roche l'histoire de son refroidissement.**



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours clair, repères à retenir, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On part de la maille du sel, on termine sur le verre des roches volcaniques et deux sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les confusions à éviter dans le chapitre, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les six savoir-faire exigibles du chapitre, cités dans les termes du programme. **Chaque partie s'ouvre sur la liste des capacités qu'elle travaille.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire du chapitre, où chaque repère dit s'il est à savoir par cœur, à retrouver ou fourni par l'énoncé, et la page « ce que la question demande, ce que tu écris ».

4

parties
progressives

12

exercices corrigés
pas à pas

12

repères
à retenir

8

méthodes
pas à pas

Conforme au programme d'enseignement scientifique de première générale - B.O. n° 25 du 22 juin 2023, thème 1 « Une longue histoire de la matière », partie 1.2 « Des édifices ordonnés : les cristaux ». Un test de positionnement en page 4 t'indique par quelle partie commencer.

« Un grain de sel contient près d'un milliard de milliards de mailles.
Le verre d'une vitre, lui, n'en a aucune. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions sur les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer**.

01 Le chlorure de sodium solide est constitué :

- ☐ a d'un empilement régulier d'ions ☐ b de molécules d'eau
☐ c d'un gaz comprimé

02 Le petit volume qui, reproduit dans les trois directions, reconstitue tout le cristal s'appelle :

- ☐ a la roche ☐ b la maille ☐ c l'atome

03 Dans un cristal, les entités sont rangées de façon ordonnée et périodique.

☐ VRAI ☐ FAUX

04 La maille est plus grande que le cristal tout entier.

☐ VRAI ☐ FAUX

05 La masse volumique se calcule par :

- ☐ a $\rho = m \times V$ ☐ b $\rho = V / m$ ☐ c $\rho = m / V$

06 Le long d'une arête de 1 mm, un grain de sel compte environ :

- ☐ a 10 mailles ☐ b 10^6 mailles ☐ c 10^{15} mailles

07 La structure microscopique d'un cristal influence sa masse volumique.

☐ VRAI ☐ FAUX

08 Une masse volumique peut s'exprimer :

- ☐ a en g/cm^3 ☐ b en cm^3 ☐ c en kg

09 Un minéral est défini par :

- ☐ a sa seule couleur ☐ b sa composition et son organisation cristalline ☐ c sa taille

10 Une roche est :

- ☐ a une association de cristaux ☐ b un seul atome ☐ c un liquide

11 Le sel gemme, fait uniquement de cristaux de halite, est :

- ☐ a un minéral ☐ b une roche ☐ c une maille

12 Des structures cristallines existent chez les êtres vivants (coquilles, squelettes).

☐ VRAI ☐ FAUX

13 Un solide amorphe est :

- ☐ a très ordonné ☐ b sans ordre géométrique ☐ c un liquide

14 Le verre est un solide :

- ☐ a amorphe ☐ b cristallin ☐ c gazeux

15 Un magma qui refroidit lentement, en profondeur, donne :

- ☐ a de gros cristaux ☐ b du verre ☐ c aucun solide

16 Une lave qui se solidifie très vite peut donner du verre.

☐ VRAI ☐ FAUX

QUESTIONS PARTIE SI TU EN RATES UNE...

1 à 4	1	l'état cristallin, la maille et les échelles
5 à 8	2	de la maille au cristal, structure et masse volumique
9 à 12	3	minéraux, roches et cristaux du vivant
13 à 16	4	solides amorphes et refroidissement

✓ Où sont les réponses

Elles ne sont pas sur cette page, pour que tu répondes sans les voir : tu les trouveras **en tête des corrigés**, page 26.

★ Comment lire ton résultat

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre. Le pack est construit pour ce parcours complet.

? D'où viennent ces questions

Chaque question correspond à une **capacité exigible** du programme, ou à un savoir dont elle a besoin.



R2 LA MAILLE**PAR CŒUR**

La **maille** est un petit volume du cristal qui, **reproduit par translation** dans les trois directions, reconstitue tout le cristal, sans vide ni chevauchement.

Pour le chlorure de sodium, on choisit une maille cubique, de côté $a = 0,564 \text{ nm}$. On ne la voit pas : c'est un découpage du cristal par la pensée.

R3 DES ÉCHELLES À NE PAS CONFONDRE**PAR CŒUR**

ion ou atome : de l'ordre de 10^{-10} m

maille du sel : $a = 0,564 \text{ nm}$, soit $5,64 \times 10^{-10} \text{ m}$

cristal : en général du micromètre à quelques centimètres

La maille ne mesure que quelques diamètres d'ion : elle contient peu d'ions. Un cristal, même minuscule, contient un très grand nombre de mailles ; un grain de sel mesure environ 10^{-3} m .

Regarde bien la figure : chaque ion chlorure (en orange) est entouré d'ions sodium (en bleu), et inversement. Cette alternance régulière, répétée dans les trois directions, se retrouve à notre échelle : à la loupe, les grains de sel de cuisine ont souvent la forme de petits cubes. La figure est dessinée en **perspective cavalière** : la face avant est en vraie grandeur, les arêtes qui partent vers l'arrière sont inclinées et raccourcies.

3 Les méthodes, pas à pas**MÉTHODE****1 Lire une maille en trois dimensions****1 J'identifie les entités**

grâce à la légende, qui associe à chaque ion une couleur et une taille de sphère.

2 Je repère la forme de la maille

en tenant compte de la perspective : pour le sel, c'est un cube.

3 Je décris l'organisation

en une phrase : quel ion est entouré de quels ions, de façon régulière.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Au centre de la maille du sel se trouve une petite sphère bleue : un ion Na^+ . Ses plus proches voisins sont six ions Cl^- , au centre des six faces du cube. Les deux sortes d'ions alternent : l'empilement est **régulier et répété** dans les trois directions.

2 Situer et comparer des tailles**1 Je convertis chaque taille en mètres**

avec une puissance de 10 : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$, $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$.

2 Je range du plus petit au plus grand

en gardant l'ordre ion < maille < cristal.

3 Je divise la plus grande taille par la plus petite

pour dire « combien de fois plus grand », avec les valeurs de l'énoncé.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Un ion chlorure a un diamètre de $0,36 \text{ nm}$, soit $3,6 \times 10^{-10} \text{ m}$; un grain de sel a une arête de $0,5 \text{ mm}$, soit $5 \times 10^{-4} \text{ m}$.

$$\frac{5 \times 10^{-4} \text{ m}}{3,6 \times 10^{-10} \text{ m}} \approx 1,4 \times 10^6$$

Le grain est environ **1,4 million de fois** plus grand qu'un ion.

4 Les erreurs qui coûtent des points**LES PIÈGES DU CHAPITRE****1 Confondre maille et cristal**

X « La maille et le cristal, c'est pareil. » · **✓** La **maille** est le petit volume qui se répète ; le **cristal** est fait d'un très grand nombre de mailles.

Le réflexe : la maille mesure quelques dixièmes de nanomètre, le cristal est l'objet que l'on observe.



2 Croire qu'un solide est forcément cristallin

X « Tout solide est un cristal. » · ✓ Un solide est cristallin seulement si son empilement est **ordonné et périodique**. Certains solides ne le sont pas (partie 4).

Le réflexe : cristallin veut dire ordre régulier, ce n'est pas automatique.

3 Oublier que le sel est fait d'ions

X « Le cristal de sel est fait de molécules de NaCl. » · ✓ Il est fait d'un empilement d'**ions** Na^+ et Cl^- , pas de molécules isolées.

Le réflexe : dans le sel solide, on parle d'ions, pas de molécules.

5 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. De quoi est fait le chlorure de sodium solide ?
2. Comment appelle-t-on le petit volume qui se répète ?
3. Que signifie « périodique » ?
4. Ranger dans l'ordre : cristal, ion, maille.
5. Ordre de grandeur de la taille d'un ion ?
6. La maille est-elle plus grande ou plus petite que le cristal ?
7. Dans le sel, chaque ion Cl^- est entouré de quels ions ?
8. Un cristal est-il ordonné ou désordonné ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds.

Réponses : 1. d'un empilement régulier d'ions Na^+ et Cl^- - 2. la maille - 3. le même motif se répète à l'identique - 4. ion < maille < cristal - 5. environ 10^{-10} m - 6. beaucoup plus petite - 7. d'ions Na^+ - 8. ordonné.

6 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Le vocabulaire du cristal

★★★ ☐

On s'appuie sur le cours et sur la figure de la maille du sel.

1. Définir en une phrase l'état cristallin.
2. Qu'est-ce qu'une maille ? À quoi sert-elle ?
3. Le chlorure de sodium solide est-il fait de molécules ou d'ions ? Préciser lesquels.
4. Ranger du plus petit au plus grand : cristal, maille, ion.



✓ **Les réponses du test de positionnement**

1. a - 2. b - 3. Vrai - 4. Faux - 5. c - 6. b - 7. Vrai - 8. a - 9. b - 10. a - 11. b (une roche, même avec un seul minéral) - 12. Vrai - 13. b - 14. a - 15. a - 16. Vrai

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Lis-les seulement après avoir cherché : c'est l'effort de recherche qui fixe la méthode.



Le conseil du prof

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée ou le document utilisé, le raisonnement en phrases, puis le calcul avec l'unité à chaque ligne. Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point qu'il faut reprendre, pas l'exercice entier. La page 33 donne, pour chaque type de question, le plan attendu.

Exercice 1 ★ Le vocabulaire du cristal

1. L'état cristallin est un **empilement régulier et périodique** d'entités (ions, atomes ou molécules) : le même motif se répète, identique, dans les trois directions.
2. La **maille** est un petit volume du cristal qui, reproduit par translation dans les trois directions, reconstitue tout le cristal. Elle sert à décrire le cristal sans dessiner toutes ses entités.
3. Il est fait d'**ions** : des ions sodium (**Na⁺**) et des ions chlorure (**Cl⁻**), pas de molécules.
4. Du plus petit au plus grand : **ion < maille < cristal**.

Ions, pas molécules

Dans le sel solide, chaque ion Na⁺ est entouré de six ions Cl⁻, sans qu'aucun « couple » NaCl ne se détache des autres. Écrire « molécule de NaCl » est une confusion à éviter.

Exercice 2 ★★ Lire la maille du sel

1. La légende associe les grosses sphères orange aux ions chlorure **Cl⁻** et les petites sphères bleues aux ions sodium **Na⁺** : les plus grosses sphères sont les ions chlorure.
2. Le long d'une arête, les ions alternent : **Cl⁻, Na⁺, Cl⁻**. Le long d'une diagonale de la face avant, on ne trouve que des ions chlorure : Cl⁻ aux deux sommets et Cl⁻ au centre de la face.
3. L'arête fuyante mesure, sur la figure, la moitié de l'arête avant : le rapport des deux longueurs vaut 2. C'est la règle de la perspective cavalière utilisée ici, qui réduit de moitié les arêtes qui partent vers l'arrière. En réalité, les douze arêtes ont la même longueur a : la maille est un **cube**. Le côté a se lit en vraie grandeur sur les arêtes de la face avant, horizontales et verticales.
4. On reconstruit le cristal en **reproduisant la maille par translation** dans les trois directions de l'espace, sans vide ni chevauchement.

Lire une perspective

En perspective cavalière, seules les faces parallèles à la feuille sont en vraie grandeur. Une mesure faite sur une arête fuyante donnerait ici un côté deux fois trop petit.

Exercice 3 ★★ Une affaire d'échelles

1. Ion chlorure : 0,36 nm = $3,6 \times 10^{-10}$ m. Maille : 0,564 nm = $5,64 \times 10^{-10}$ m. Cristal : 3,0 mm = $3,0 \times 10^{-3}$ m. Du plus petit au plus grand : **ion < maille < cristal**.
2. On divise la plus grande longueur par la plus petite : $\frac{0,564 \text{ nm}}{0,36 \text{ nm}} \approx \mathbf{1,6}$. Le côté de la maille ne vaut qu'environ 1,6 diamètre d'ion chlorure : le long d'une arête, il n'y a place que pour quelques ions (un ion Cl⁻, un ion Na⁺, un ion Cl⁻, au contact dans le cristal).

Diviser les vraies valeurs

Avec les ordres de grandeur (10^{-9} m divisé par 10^{-10} m), on trouverait 10, soit environ six fois trop. Avec les valeurs données, la maille n'est que 1,6 fois plus large qu'un ion chlorure.

