


Première Enseignement scientifique / Partie Physique-Chimie	Thème : Une longue histoire de la matière	M.KUNST-MEDICA	
<u>Chapitre 2 : Les mailles des cristaux</u>			
Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie			
<u>Activité expérimentale n°2.1 :</u> <u>Du cristal simple au cristal NaCl</u>			
Questions		Compétence visée	Points attribués
1-2		S'approprier	/1
3 (a, b, c, d, e, f)		Réaliser	/3
4, 5, 6		Raisonner. analyser	/1,5
7, 8, 10, 11, 12		Raisonner. calculer	/2,5
9, 13, 14		Valider	/1,5
Devoir global	Rendre compte à l'écrit en utilisant un vocabulaire scientifique adapté et présenter son travail sous une forme appropriée et être vigilant vis-à-vis de l'orthographe	Communiquer	/0,25
Total 1 :	Remarques :		/9,75

Notation individuelle :

CLASSE :		NOMS - PRENOMS des élèves du groupe		Élève n° 1 :		Élève n° 2 :		Élève n° 3 :	
				
				
Activité	Capacités attendues	Compétence visée	Points attribués	Signatures	Points attribués	Signatures	Points attribués	Signatures	
Séance en groupe	Travailler en équipe, partager des tâches, s'engager dans un dialogue constructif, respecter ses camarades, son professeur et les lieux de travail ...	<u>Être autonome et faire preuve d'initiative</u>	/0,25		/0,25		/0,25		
TOTAL 2			/0,25		/0,25		/0,25		
Total 1 + 2			/10		/10		/10		

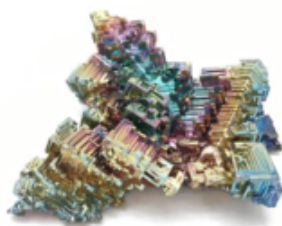
Si les plus beaux cristaux se trouvent dans la nature, ils sont omniprésents dans notre quotidien (flocons de neige, sucre, sel, sable...). Certains organismes vivants aussi (coquille d'œuf, coquille d'huitre, squelette, calcul rénal...). C'est un solide dont les faces régulières reflètent une structure interne particulièrement ordonnée. Il résulte d'un assemblage d'atomes, de molécules, d'ions ou de macromolécules biologiques constituées de plusieurs milliers d'atomes. Cet assemblage forme une structure qui se répète à l'identique dans les trois directions.

Quelle est l'origine de la forme régulière des cristaux ?

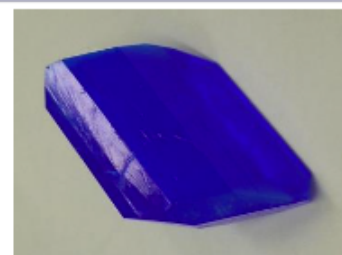
Document 1 – Exemples de cristaux



sel (chlorure de sodium)



bismuth



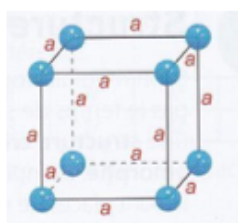
sulfate de cuivre

Document 2 – Réseaux cristallins

Lorsque les atomes forment des cristaux, ils se positionnent selon un réseau régulier. Il existe de nombreux agencements possibles. En voici deux exemples, de forme cubique, dont on représente la **maille** élémentaire. Les mailles sont les unités spatiales élémentaires qui se répètent ensuite périodiquement dans l'espace pour former le cristal. La quantité « a », appelée paramètre de maille, est la longueur de l'arête du cube.

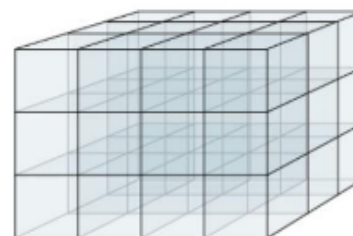
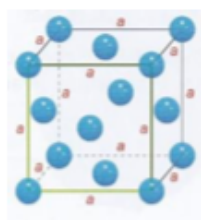
Structure cubique simple :

les atomes se positionnent au sommet d'un cube.



Structure cubique face centrée :

les atomes se positionnent au sommet et au centre des faces d'un cube.



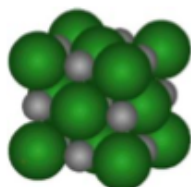
disposition des mailles cubiques dans le cristal

Document 3 – Le cristal de chlorure de sodium (NaCl) ou sel

animation NaCl



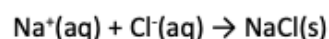
<http://acver.fr/nacl>



structure nanoscopique du NaCl

Le sel (ou cristal de chlorure de sodium) est constitué d'un assemblage compact d'ions chlorure (Cl^-) et d'ions sodium (Na^+).

On l'obtient par l'évaporation de l'eau dans une solution de chlorure de sodium :



À l'échelle nanométrique, les ions sont modélisés par des boules colorées (en gros et vert pour les ions chlorure, en petit et gris pour les ions sodium).

Données

Rayon d'un ion sodium $r(\text{Na}^+) = 0,099 \text{ nm}$

Rayon d'un ion chlorure $r(\text{Cl}^-) = 0,181 \text{ nm}$

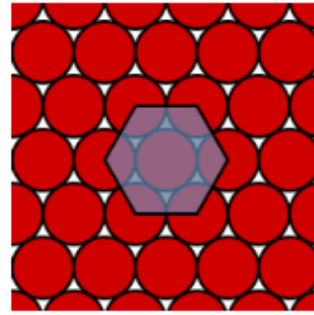
Volume d'une sphère $V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$

Document 4 – Empilement compact de sphères

Comment ranger des sphères de la manière la plus compacte possible dans l'espace ?

- Pour les ranger en une seule couche, l'arrangement le plus compact consiste à les mettre en hexagones autour d'une sphère centrale. Une sphère est donc tangente à 6 autres sphères du plan (fig 1)
- Si on veut empiler de manière compacte une seconde couche (B) par dessus la première (A), il faut placer les sphères de la couche B dans les creux formés par les sphères de la couche A. Le plan B ressemble au plan A, mais décalé. Chaque atome A est tangent à 3 atomes de la couche B et inversement.
- Si on veut empiler une troisième couche (C) par dessus, il faut placer les sphères de la couche C dans les creux formés par les sphères de la couche B. (fig 2)
- Au total, chaque sphère est tangente à 12 autres sphères.

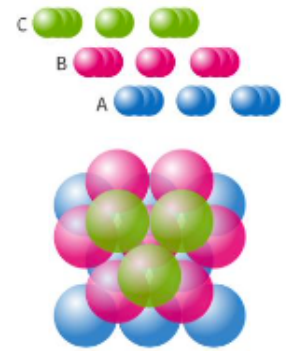
Il s'agit de l'arrangement spatial le plus compact pour des sphères, qui forment alors un réseau cristallin de type cubique face centrée.



- fig 1 -

une couche compacte

https://fr.wikipedia.org/wiki/Empilement_compact

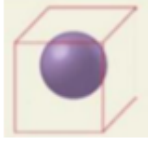
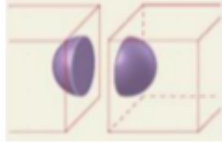




- fig 2 -

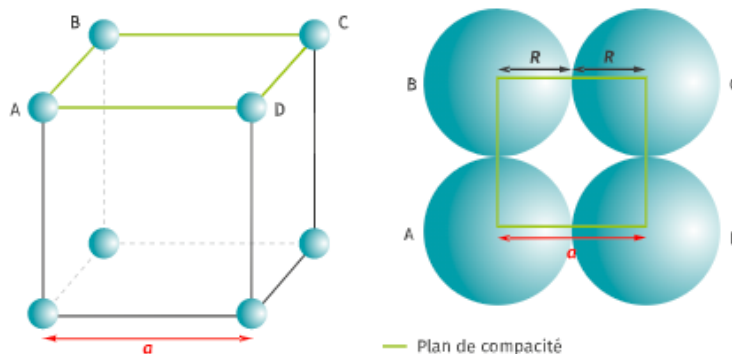
3 couches compactes

<https://LLS.fr/ES1P29>

Document 5 – Comment compter le nombre d'atomes dans une maille ?

Place de l'atome dans la maille	centre	centre d'une face	centre d'une arête	sommet
Nombre de mailles qui se partagent l'atome				
Contribution de l'atome dans la maille	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$

Document 6 : Les mailles de la structure cristalline cubique simple

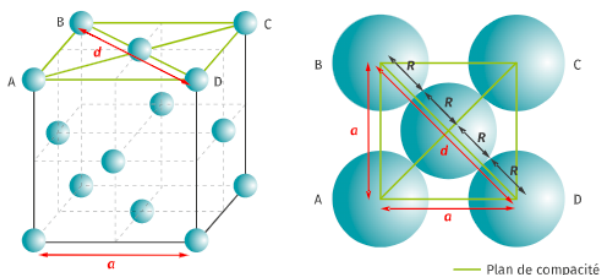


La compacité correspond à la proportion d'espace occupé par les atomes dans le cube. Elle s'exprime sous la forme :

$$c = \frac{\text{volume occupé par les atomes}}{\text{volume du cube}}$$

On appelle a l'arête du cube.

Document 7 : Les mailles de la structure cristalline cubique à faces centrées.



La représentation d'une maille de cette structure et du plan de compacité permet de déterminer la relation entre a et R et de calculer la compacité de la maille.

Pour le comptage des atomes par maille : les règles sont les mêmes que pour la structure cubique simple, et les atomes situés au centre des faces comptent pour $\frac{1}{2}$.

Questions :

S'approprier :

1. **Préciser** la forme géométrique des cristaux de sel à notre échelle macroscopique (doc.1).

.....

.....

.....

.....

2. Tous les cristaux ont-ils la même forme ?

.....

.....

.....

.....

Réaliser :

3. **Observer** l'animation du cristal NaCl (doc.3).

- a. Quelle est la forme de la maille élémentaire ?

.....

.....

.....

- b. En s'aidant de l'animation projetée (doc.3), représenter la maille du chlorure de sodium en perspective cavalière (comme dans le doc.2) en indiquant l'emplacement des ions chlorure et celui des ions sodium sur la maille.

S'approprier :

c. Quels ions se trouvent sur les sommets ?

.....

d. Quels ions se trouvent au centre des faces ?

.....

e. Quels ions se trouvent au centre des arêtes ?

.....

f. Quels ions se trouvent au centre du cube ?

.....

Raisonner, analyser :

4. **Expliquer** pourquoi les ions chlorure et sodium s'arrangent de cette façon à l'échelle nanoscopique.

.....

.....

5. **Vérifier** la proposition suivante : On dit souvent que la structure cristalline de NaCl correspond à deux structures CFC décalées d'une demi-arête.

.....

.....

.....

6. Comment faire le lien entre l'empilement des atomes à l'échelle microscopique (doc.4) et la forme géométrique des cristaux de sel à notre échelle (doc.1) ?

.....

.....

.....

Raisonner, calculer :

7. **Calculer** le nombre d'atomes par maille dans une structure cubique simple, en tenant compte de la règle de dénombrement présentée dans le doc.5.

.....

.....

.....

8. **Établir** la relation mathématique liant a et R dans la structure cristalline cubique simple (doc.6)

.....

.....

.....

9. **Calculer** la compacité de la structure cubique simple (doc.6). On considère qu'une structure cristalline est compacte lorsque sa compacité est égale à 0,74. **Conclure**.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. **Calculer** le nombre d'atomes par maille dans une structure cubique face centrée.

.....

.....

.....

11. **Établir** la relation mathématique liant a et $r(\text{Cl}^-)$ et $r(\text{Na}^+)$ dans la structure cristalline cubique faces centrées du chlorure de sodium.

.....

.....

.....

.....

.....

12. **Calculer** la compacité de la structure cubique faces centrées dans le cas du chlorure de sodium. On considère qu'une structure cristalline est compacte lorsque sa compacité est égale à 0,74. **Conclure**.

.....

.....

.....

.....

.....

Valider :

13. **Vérifier** l'électroneutralité du sel par un dénombrement des ions chlorure et des ions sodium dans la maille de sel.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14. A l'aide de la masse volumique de l'or et de sa masse atomique moyenne ($\rho=19,3 \text{ kg.L}^{-1}$ et $m=3,27 \cdot 10^{-22} \text{ g}$), **proposer** une stratégie pour déterminer la valeur de a puis le rayon atomique de l'or (structure cristalline CFC).

.....

.....

.....

.....

.....

.....