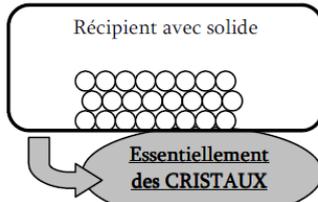


## A Savoir.

### Rappels sur les Etats de la Matière :

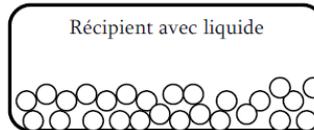
#### SOLIDE

- Etat ordonné / Molécules au contact
- Forte interaction / Plus de mouvement



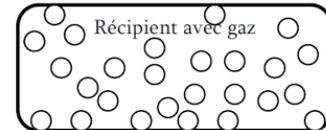
#### LIQUIDE

- Etat désordonné / Molécules proches
- Peuvent bouger les unes % aux autres



#### GAZ

- Désordonné / Particules Très éloignées
- Très agitées / Libre / Peu d'interaction



Etude des gaz  
(Voir Cours Thermodynamique)



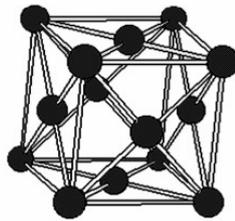
### I. Description des Cristaux

- Maille : Partie élémentaire du cristal, à partir de laquelle on peut reconstituer tout le cristal
- Réseau cristallin : Assemblage infini des mailles → Description géométrique du cristal
- Nœuds : Points régulièrement disposés constituant la structure du cristal
- Motif du cristal : Entité placée à chaque noeud et qui se répète dans le cristal (= atome / ion / molécule / ...)
- Population ou multiplicité : Nombre de nœuds appartenant à la maille (noté N pour la suite)

**Multiplicité :** → Nombre de sphères appartenant à la maille élémentaire (Certaines sont partagées)

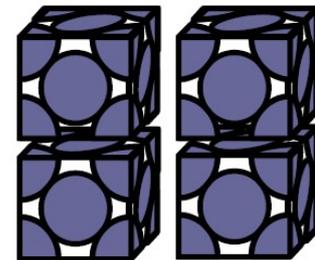
#### Maille élémentaire : Cubique Faces Centrées

(En vue éclatée)  
14 sphères apparaissent  
Ce n'est pas la multiplicité



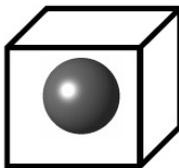
**Mais la majorité des sphères sont partagées entre plusieurs mailles :**

→ Il ne faut en compter qu'une partie

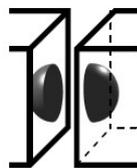


#### 4 Cas Possibles :

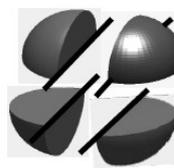
**Au Centre**  
=> Compte pour 1



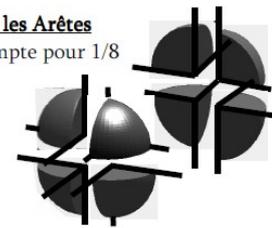
**Sur les Faces**  
=> Compte pour 1/2



**Sur les Arêtes**  
=> Compte pour 1/4



**Sur les Arêtes**  
=> Compte pour 1/8



#### Compacité et Masse Volumique :

Modèle des sphères dures indéformables  
=> Chaque motif du cristal par une sphère dure

**Compacité :** Rapport du volume réellement occupé par les sphères sur le volume total de la maille

**Masse Volumique :** Rapport masse d'une maille / volume

**Densité :** Comparaison avec l'eau  $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$

[ en sachant que  $\rho_{eau} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ]

$$C = \frac{V_{occupé \text{ par les sphères}}}{V_{total \text{ de la maille}}}$$

$$\rho = \left( \frac{m}{V} \right)_{maille} = \frac{N \times m_{motif}}{a^3}$$

## Document 1: D'où vient le sel?

Le sel ou chlorure de sodium, semble une denrée inépuisable sur la planète, mais les formes qu'il prend sont multiples [...]

C'est un minéral d'origine marine. Présent dans l'eau lorsque les océans recouvraient la Terre, il s'est déposé en couches de sédiments à chaque retrait de la mer. Il se trouve aujourd'hui en abondance dans la nature, soit à l'état de roche, le sel gemme\*, soit dissout dans l'eau de mer.

- ✓ **La halite** (du grec *hals*, « sel », et *lithos*, « pierre ») désigne le sel gemme. Les gisements de halite proviennent de l'évaporation de mers ou de lacs salés. Ils sont composés de couches qui peuvent atteindre jusqu'à 30 mètres d'épaisseur.
- ✓ **Le sel marin**. Le chlorure de sodium issu de l'évaporation de l'eau de mer, appelé *sel marin* ou *sel de mer*, est produit ou récolté dans des marais salants. L'énergie solaire ou éolienne permet d'évaporer l'eau.
- ✓ **La saumure**. La saumure désigne une eau chargée en sel, qu'elle soit d'origine marine ou fossile (sel gemme). Le sel de saumure est obtenu par évaporation de l'eau, soit naturellement, soit en chauffant l'eau salée. On parle alors de sel ignigène.
- ✓ **Le sel extrait des végétaux**. Dans les régions dépourvues de ressources en sel, le sel peut être extrait de végétaux (plantes halophytes) dont on fait brûler les feuilles. Les plantes halophytes vivent dans les milieux riches en sel, soit des sols, soit des terrains recouverts par la mer. C'est le cas, par exemple, de la salicorne, qui pousse dans les marais salants. Les cendres végétales sont traitées de manière à en extraire les nombreux sels minéraux.



<https://www.inrap.fr/dossiers/Archeologie-du-Sel/Qu-est-ce-que-le-sel/D-ou-vient-le-sel-#.XITbM7hCeUk>

sel gemme\*: Sel fossile extrait des mines sous forme de minéral.

## Document 2 : Un peu d'histoire de la cristallographie

Historiquement, la cristallographie naît de la fascination de Platon et Théétète, tous deux philosophes et mathématiciens, pour la beauté des formes régulières des cristaux. Idéalisés avec des faces identiques dont les côtés et les angles sont tous égaux, les fameux cinq polyèdres platoniciens sont alors le symbole de l'harmonie universelle, qui ne peut être que d'origine divine.



Cette fascination pour la beauté et la diversité des formes minérales s'est perpétuée au cours des siècles, avec la création de multiples collections d'espèces et l'émergence de la minéralogie, une nouvelle science dédiée à l'étude de la nature et de la forme des cristaux. La légende veut d'ailleurs qu'un de ces minéralogistes, l'abbé René-Just Haüy, soit, à la suite d'une maladresse doublée d'une solide réflexion, à l'origine de la cristallographie à l'échelle moléculaire.

Sa maladresse ? Laisser tomber un cristal de calcite, de forme rhomboédrique parfaite. Haüy observa que les fragments du cristal brisé présentaient la même morphologie extérieure que le cristal de départ (Figure 1). Répétée de multiples fois, l'expérience parvient toujours à la même conclusion - la conservation de la forme - et se vérifie sur d'autres espèces cristallines. En extrapolant à l'infini, Haüy définit alors le concept de « molécule intégrante », qui préfigure celui de « maille cristalline\* ».

**Fiche N°1-9  
La matière**

**Les édifices  
cristallins**

**L'origine du sel**

Citer deux procédés permettant de récolter du chlorure de sodium solide.

**Sa structure macroscopique**

Quelle est la forme géométrique des cristaux de sel photographiés ?



Donner la forme de la maille cristalline du chlorure de sodium.

**Sa structure microscopique**

Ouvrir le logiciel Minusc, dans l'onglet Fichier, sélectionner « Halite ». Observer la représentation 3D du cristal de chlorure de sodium. Choisir la représentation compacte « Sphères ».

Quelle est la nature des entités présentes dans la maille de chlorure de sodium ?

Faites apparaître 3 mailles dans les trois directions de l'espace.

Comment pourriez-vous qualifier la structure du cristal ?

Choisir maintenant une seule maille et sélectionner la représentation éclatée de la structure « Sphères 20% »

Où se positionnent les différents ions chlorure  $\text{Cl}^-$  ? les ions sodium  $\text{Na}^+$  ?

En choisissant des couleurs différentes pour les ions sodium et les ions chlorures, représenter la maille cristalline en 3D.

Le sel est un assemblage d'ions sodium et d'ions chlorure basé sur une faces centrées dont une représentation est donnée ci-contre. La longueur notée **a**.

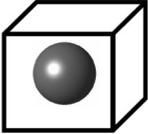
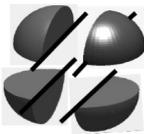
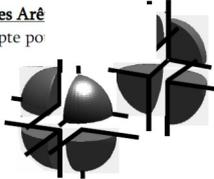
structure cubique à de l'arête du cube est

On peut aussi décrire la maille de chlorure de sodium par deux faces centrées, l'un d'ions sodium et l'autre d'ions chlorure ayant l'autre une transformation géométrique. Laquelle ?

réseaux cubiques à subi l'un par rapport à

On souhaite vérifier la neutralité électrique du solide ionique. Pour cela, on calcule la charge électrique portée par une maille cubique.

cela, on calcule la

Motif au centre du cube	Motif sur une face	Motif sur une arête	Motif sur un sommet
			 <small>les Arê apte po</small>
Compte pour 1	Compte pour 1/2	Compte pour .....	Compte pour ...

- a) Dans le cas du solide ionique étudié, déterminer le nombre d'ions sodium et d'ions chlorure contenus dans une maille cubique. Pour cela, compléter le tableau ci-dessous :

Place dans le cube élémentaire	Ion sodium Na <sup>+</sup>	Ion chlorure Cl <sup>-</sup>
à l'intérieur	..... × 1 =	..... × 1 =
sur une face	..... × 1/2 =	..... × 1/2 =
sur une arête	..... =	..... =
sur un sommet	..... =	..... =
TOTAL		

- b) Comparer le nombre total d'entités chimiques par maille. Conclure.

### Document 3

Propriétés chimiques		Propriétés physiques	
<b>Formule brute</b>	NaCl	<b>T° fusion</b>	801 °C <sup>3</sup> , 800,4 °C <sup>4</sup>
<b>Masse molaire<sup>2</sup></b>	58,443 ± 0,002 g/mol Cl 60,66 %, Na 39,34 %	<b>T° ébullition</b>	1 465 °C <sup>3</sup> , 1 413 °C <sup>4</sup>
<b>Moment dipolaire</b>	9,00117 D <sup>1</sup>	<b>Solubilité</b>	357 g·L <sup>-1</sup> (eau, 0 °C),
		<b>Masse volumique</b>	2,163 g·cm <sup>-3</sup> (20 °C), 2,17 g·cm <sup>-3</sup> (25 °C),

### Masse volumique du Chlorure de Sodium

Calculer le volume de la maille élémentaire de chlorure de sodium

Calculer la masse d'une maille élémentaire de chlorure de sodium

Calculer la masse volumique

Comparer avec la valeur donnée dans le document3

### Compacité

Calculer le volume d'un atome de chlore

Calculer le volume d'un atome de sodium

Calculer le volume occupé dans la maille élémentaire

En déduire la compacité