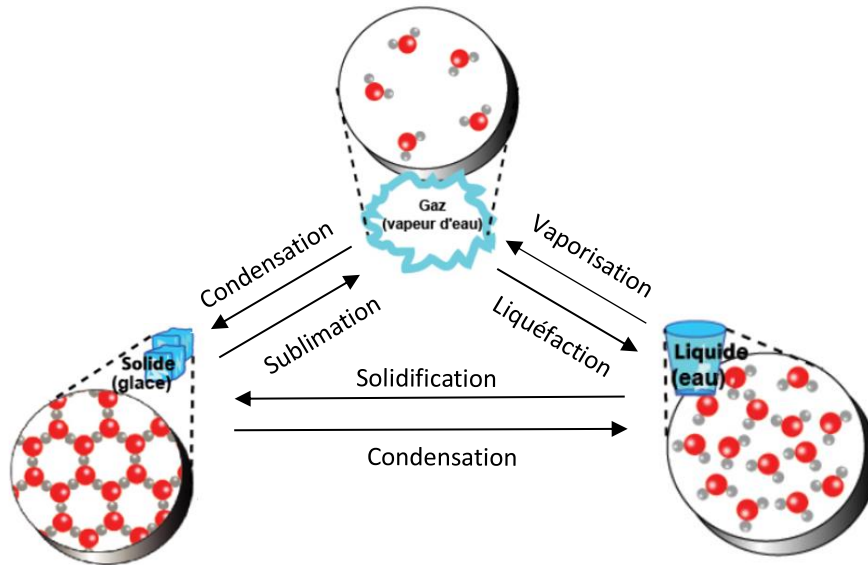


# Cohésion d'un cristal ionique – loi de Coulomb

## I. Document 1 : relation entre température de fusion et liaisons

- Il existe 3 états de la matière : solide, liquide et gaz.



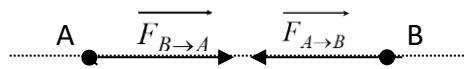
- Lorsqu'on passe de l'état solide à l'état liquide, on casse les liaisons qui existent entre particules (ions/molécules) en les agitant.
- L'agitation microscopique des particules est traduite à notre échelle par la température.

**Conséquence : plus la température de fusion d'un solide est élevée, plus les liaisons qui existent entre particules (ions/molécules) sont fortes.**

## II. Document 2 : force électrostatique entre deux charges électriques :

Soient A et B, deux ponctuelles électriquement chargées :

- Si  $q_A$  et  $q_B$  de signes opposés, l'interaction entre A et B est de type attractive et se traduit par les forces représentées ci-dessous :



- Si  $q_A$  et  $q_B$  de même signe, l'interaction entre A et B est de type répulsive et se traduit par les forces représentées ci-dessous :



- Expression de l'intensité des forces électrostatiques :**

Les intensités des forces  $F_{A \to B}$  et  $F_{B \to A}$  sont égales. Cette intensité est proportionnelle au produit des valeurs absolues des charges et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare le centre de ces charges. L'expression de son intensité est :

$$F_{A \to B} = F_{B \to A} = K \cdot \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{r^2}$$

avec  $K=9 \cdot 10^9 \text{ m} \cdot \text{F}^{-1}$

### III. Travail à effectuer : Etude de quelques liaisons ioniques :

1. Expliquer en utilisant des calculs à quoi est due la cohésion du chlorure de sodium
2. On a volontairement omis de préciser quelle est la température de fusion de l'iodure de potassium. Prévoir si elle est plus élevée ou moins élevée que la température de fusion de chlorure de sodium.

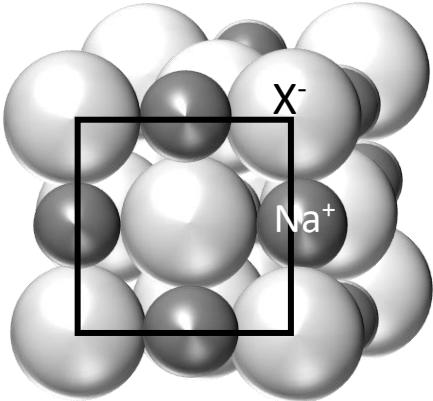
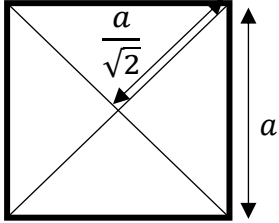
**Composé ionique :** empilement régulier d'un très grand nombre d'anions et de cations, l'ensemble étant électriquement neutre.

La formule indique les proportions des ions constituant le composé ; elle s'établit en respectant la neutralité électrique

#### Caractéristiques du chlorure de sodium et de l'iodure de sodium :

Composés	$\theta_{\text{fusion}} \text{ (t}^\circ\text{C)}$	Rayon de l'ion $X^- : r_{X^-} \text{ (pm)}$	Rayon de l'ion sodium (pm)	Valeur de la force électrostatique $F_{Na-X}$
NaCl	801	$r_{Cl^-} = 180$	$r_{Na^+} = 102$	$F_{Na-Cl} = 2,90 \times 10^{-9} \text{ C}$
NaI	?	$r_{I^-} = 220$	$r_{Na^+} = 102$	$F_{Na-I} = 2,22 \times 10^{-9} \text{ C}$

#### Réseau cristallin du chlorure de sodium et de l'iodure de sodium :

NaX	Rappel mathématique :
	
Seuls les ions $Na^+$ et $X^-$ adjacents sont en contact	

**Données :**  
 Constante électrostatique :  
 Quantité d'électricité élémentaire :  
 $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

$K = 9,00 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$   
 $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

- a. Exprimer en fonction de  $r_{Na^+}$  et  $r_{Cl^-}$  la distance  $d_{Na-Cl}$  entre les centres d'un ion  $Na^+$  et d'un ion  $Cl^-$  dans le cristal de chlorure de sodium. Calculer cette distance.
- b. Montrer que la distance entre les centres de 2  $Cl^-$  dans le chlorure de sodium est  $d_{Cl-Cl} = 399$  pm.
- c. Exprimer puis calculer la valeur de la force électrostatique intervenant dans l'interaction entre 1 ion  $Na^+$  et 1 ion  $Cl^-$
- d. Préciser la nature de interactions :
  - entre 2 ions  $Cl^-$
  - entre 1 ion  $Na^+$  et 1 on  $Cl^-$En déduire une explication de la cohésion du cristal ionique.
- e. Prévoir si la température de fusion de l'iodure de sodium est plus faible ou plus élevée que celle du chlorure de sodium. Expliquer votre raisonnement.

- a. Exprimer en fonction de  $r_{Na^+}$  et  $r_{Cl^-}$  la distance  $d_{Na-Cl}$  entre les centres d'un ion  $Na^+$  et d'un ion  $Cl^-$  dans le cristal de chlorure de sodium. Calculer cette distance.
- b. Montrer que la distance entre les centres de 2  $Cl^-$  dans le chlorure de sodium est  $d_{Cl-Cl} = 399$  pm.
- c. Exprimer puis calculer la valeur de la force électrostatique intervenant dans l'interaction entre 1 ion  $Na^+$  et 1 ion  $Cl^-$
- d. Préciser la nature de interactions :
  - entre 2 ions  $Cl^-$
  - entre 1 ion  $Na^+$  et 1 on  $Cl^-$En déduire une explication de la cohésion du cristal ionique.
- e. Prévoir si la température de fusion de l'iodure de sodium est plus faible ou plus élevée que celle du chlorure de sodium. Expliquer votre raisonnement.

- a. Exprimer en fonction de  $r_{Na^+}$  et  $r_{Cl^-}$  la distance  $d_{Na-Cl}$  entre les centres d'un ion  $Na^+$  et d'un ion  $Cl^-$  dans le cristal de chlorure de sodium. Calculer cette distance.
- b. Montrer que la distance entre les centres de 2  $Cl^-$  dans le chlorure de sodium est  $d_{Cl-Cl} = 399$  pm.
- c. Exprimer puis calculer la valeur de la force électrostatique intervenant dans l'interaction entre 1 ion  $Na^+$  et 1 ion  $Cl^-$
- d. Préciser la nature de interactions :
  - entre 2 ions  $Cl^-$
  - entre 1 ion  $Na^+$  et 1 on  $Cl^-$En déduire une explication de la cohésion du cristal ionique.
- e. Prévoir si la température de fusion de l'iodure de sodium est plus faible ou plus élevée que celle du chlorure de sodium. Expliquer votre raisonnement.

Liaison ionique et température de fusion		
1.	$d_{Na-Cl} = r_{Na^+} + r_{Cl^-}$ A.N. $d_{Na-Cl} = 282 \text{ pm}$	**
2.	$d_{Cl-Cl} = \frac{a}{\sqrt{2}}$ or $a = 2 \cdot d_{Na-Cl}$ donc $d_{Cl-Cl} = \sqrt{2} \cdot d_{Na-Cl}$ A.N. $d_{Na-Cl} = 399 \text{ pm}$	**
3.	$F_{Cl-Cl} = K \cdot \frac{e^2}{d_{Cl-Cl}^2}$ A.N. $F_{Cl-Cl} = 9,00 \times 10^9 \times \frac{(1,60 \times 10^{-19})^2}{(399 \times 10^{-12})^2} = 1,44 \times 10^{-9} \text{ C}$	**
4.	- entre 1 ion $Na^+$ et 1 ion $Cl^-$ : Interaction attractive car charges opposées - entre 2 ions $Cl^-$ : interaction répulsive car charges identiques L'interaction attractive entre les $Na^+$ et $Cl^-$ est deux fois plus forte que l'interaction répulsive entre 2 ions $Cl^-$ . C'est donc l'attraction entre les ions $Na^+$ et $Cl^-$ qui assure la cohésion du cristal.	**
5.	Au cours de la fusion, le cristal se disloque et les forces qui assurent la cohésion du cristal sont rompues. Comme ces forces sont plus faibles pour l'iodure de sodium, il est plus facile de faire fondre ce composé ionique que le chlorure de sodium. La température de fusion de l'iodure de sodium est donc plus basse que celle du chlorure de sodium.	**