

## Série n°8 – 10 avril 2025

### Structure des matériaux II

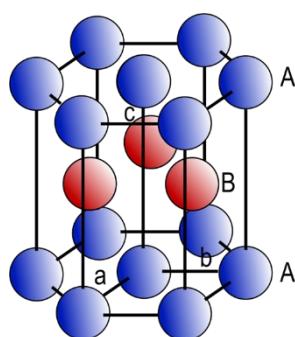
#### Exercice 1 :

Répondez par vrai ou faux aux questions suivantes :

- |  | Vrai                     | Faux                     |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a. La structure cubique à faces centrées d'un métal assimilée à l'empilement compacte de sphères dures de même diamètre est plus dense que la structure cubique centrée.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. Les plans les plus denses d'une structure cubique centrée sont les plans {111}.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. Les directions les plus denses de la stucture cubique à faces centrées sont des directions <111>.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d. La structure hexagonale compacte a la même compacité que la structure cubique à faces centrées.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e. Les matériaux ioniques simples tels que le chlorure de césum ( <chem>CsCl</chem> ) où le cation a un rayon proche de celui de l'anion adoptent plutôt une structure cubique simple.                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f. L'adjonction d'oxides monovalents (e.g. <chem>Na2O</chem> ) ou divalents (e.g. <chem>CaO</chem> ) facilite la cristallisation de la silice ( <chem>SiO2</chem> ).   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g. La vitesse de refroidissement nécessaire pour solidifier un liquide dans un solide amorphe est en général d'autant plus grande que la structure cristalline du matériau associé est simple.                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h. Dans le monomère <chem>C2H4</chem> , l'hybridation du carbon est $sp^2$ , alors que pour le polyéthilène ( <chem>C2H4</chem> ) <sub>n</sub> , l'hybridation est $sp^3$ (à l'exception des extrémités de la chaîne). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| i. Les thermoplastiques sont fortement réticulés alors que les thermodurcis ne le sont pas.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| j. Le caoutchouc est un élastomère, avec quelques ponts réticulés entre les chaînes.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### Exercice 2 : Magnésium et zinc

Le magnésium et le zinc sont deux métaux cristallisant dans la structure hexagonale : les vecteur  $\vec{a}$  et  $\vec{b}$  dans le plan basal ont la même longueur et font un angle de **120°**, le vecteur  $\vec{c}$  étant perpendiculaire à ce plan (voir dessin). Le magnésium a une structure hexagonale compacte, i.e. si on assimile les atomes à des sphères dures de diamètre **D**, la structure est équivalente à empiler de manière compacte ces sphères selon l'arrangement A-



B-A-B... Le zinc est particulier, dans le sens où il n'est pas compact : la longueur de l'axe  $\vec{c}$  est environ 14% plus grande que ce qui est attendu pour une structure compacte.

- Pour le magnésium, si  $|\vec{a}| = |\vec{b}| = a = D$ , calculez la longueur  $c$  du vecteur  $\vec{c}$ .
- Sachant que la masse molaire du magnésium est 24.3 g/mole et que sa masse volumique vaut 1.738 g/cm<sup>3</sup>, déterminez  $a$  et  $c$ .
- Le zinc a une masse volumique de 7.134 g/cm<sup>3</sup>, alors que sa masse molaire vaut 65.4 g/mole. Sachant que  $a$  vaut 2.665 Å, déterminez  $c$ . Quelle est la distorsion de l'axe  $c$  du zinc par rapport à une structure hexagonale compacte ?

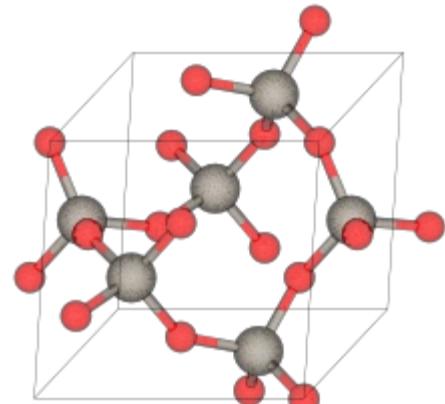
### Exercice 3 : Titanate de baryum

- Représentez la maille cubique du titanate de baryum ( $\text{BaTiO}_3$ ) qui contient un ion  $\text{Ti}^{4+}$  au centre d'un cube, des ions  $\text{Ba}^{2+}$  en ses sommets et des ions  $\text{O}^{2-}$  au centre de ses faces.
- Le réseau de Bravais est-il cubique simple, cubique centré ou cubique à faces centrées ? Quel est le motif et combien y en a-t-il en propre par maille ?

### Exercice 4 : Silice

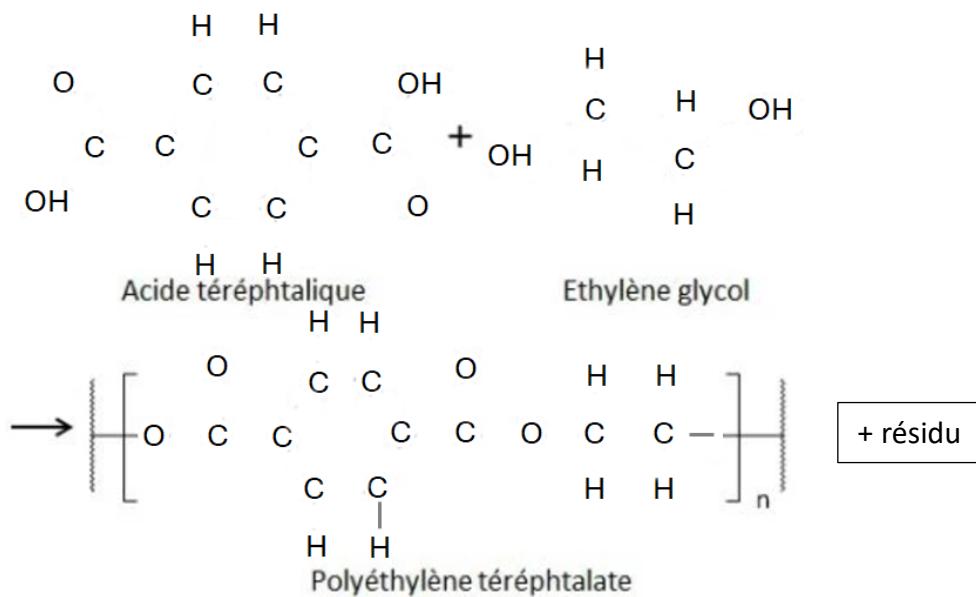
La silice  $\text{SiO}_2$  est très abondante dans la nature sous forme de sable ou de cristal de quartz.

- Quelle est la charge portée par l'ion silicium ? Le quartz représenté ci-contre a une structure trigonale et le silicium se retrouve au centre d'un tétraèdre de ions oxygène,  $\text{SiO}_4$  (silicate). Quelle est la charge de  $\text{SiO}_4$  ? Pourquoi le quartz est-il neutre électriquement ?
- Quelle est la différence entre le quartz et le verre de silice ? Décrivez les liaisons entre les atomes d'oxygène et de silicium.
- Les verres sodocalciques sont très couramment utilisés pour fabriquer des bouteilles, verres ou vitres : à la silice, on ajoute de l'oxyde de calcium ( $\text{CaO}$ , chaux) et de l'oxyde de sodium  $\text{Na}_2\text{O}$ . Considérant les valences du calcium et du sodium, quelle sera l'influence sur les liaisons ioniques du verre ?
- Ces adjonctions vont-elles faciliter ou rendre plus difficile la formation d'un verre ?



### Exercice 5 : Polyéthylène téréphtalate (PET)

Le polyéthylène téréphtalate est obtenu par réaction entre de l'éthylène glycol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) et de l'acide téréphtalate ( $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ ).



- Complétez la réaction du PET avec les liaisons appropriées (simples et doubles) et indiquez le résidu de la réaction.
- Que pouvez-vous en déduire sur ce procédé ?
- Calculez la masse molaire du bloc de base du polymère.
- La production de  $10^6$  bouteilles en plastique de 10 g chacune se fait avec du PET ayant un degré de polymérisation  $n = 250$ . Calculez la masse totale de résidu qui est libérée lors de l'élaboration de ces bouteilles.