

## Série n°8 – 10 avril 2025

### Structure des matériaux II

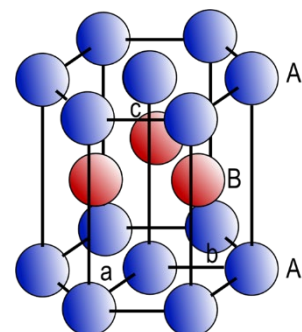
#### Exercice 1 :

Répondez par vrai ou faux aux questions suivantes :

	Vrai	Faux
a. La structure cubique à faces centrées d'un métal assimilée à l'empilement compact 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 structure cubique à faces centrées sont des directions $\langle 111 \rangle$ .	<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 césium (CsCl) 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'oxydes monovalents (e.g. Na <sub>2</sub> O) ou divalents (e.g. CaO) facilite la cristallisation de la silice (SiO <sub>2</sub> ).	<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 C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , l'hybridation du carbon est sp <sup>2</sup> , alors que pour le polyéthylène (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>n</sub> , l'hybridation est sp <sup>3</sup> (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 ?

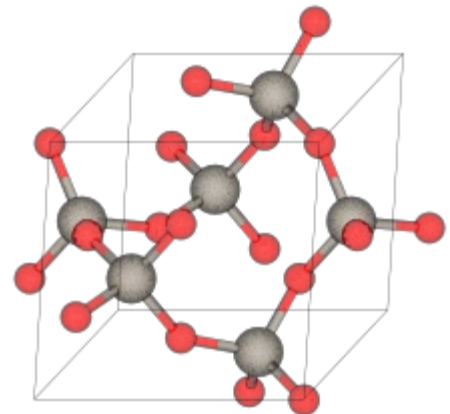
### Exercice 3 : Titanate de baryum

- Représentez la maille cubique du titanate de baryum (BaTiO<sub>3</sub>) qui contient un ion Ti<sup>4+</sup> au centre d'un cube, des ions Ba<sup>2+</sup> en ses sommets et des ions O<sup>2-</sup> 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

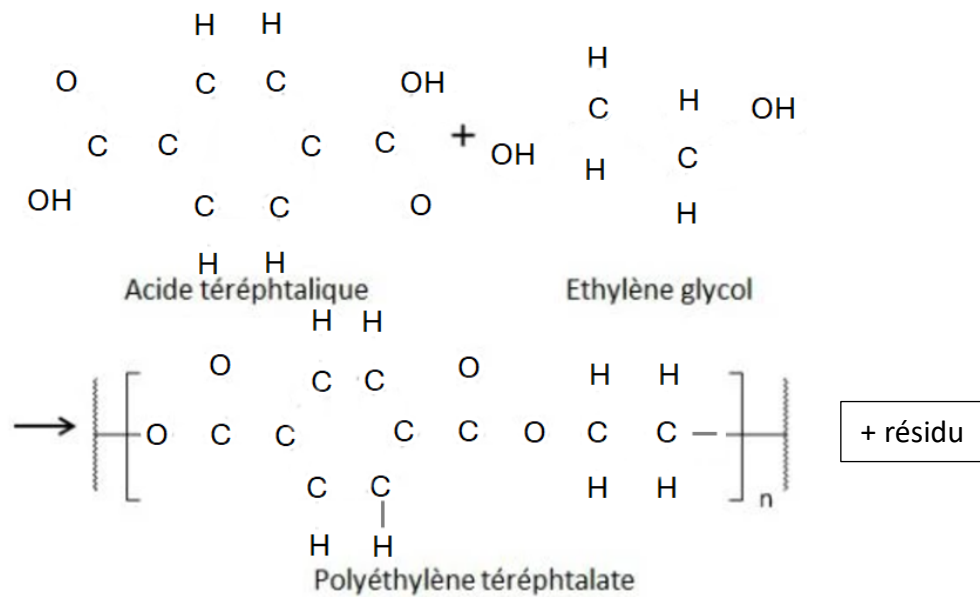
La silice SiO<sub>2</sub> est très abondante dans la nature sous forme de sable ou de cristal de quartz.

- 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, SiO<sub>4</sub> (silicate). Quelle est la charge de SiO<sub>4</sub> ? 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 (CaO, chaux) et de l'oxyde de sodium Na<sub>2</sub>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 (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) et de l'acide téréphtalate (C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>).



- 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.