

**DS n° 6 (dernier !) — Spé 2015**  
**Verres, céramiques, microscope et isolation**

**Document n° 1 — Les verres**

Avec le verre ordinaire, selon le procédé de fabrication, on obtient des vitres (verre plat) ou des récipients (soufflage du verre). En le filant, on obtient des fibres utilisées dans l'isolation, les textiles incombustibles, les plastiques armés et les fibres optiques.

Composants	Formules	Verre ordinaire	Pyrex	Cristal
Oxyde de silicium	SiO <sub>2</sub>	68 à 74 %	80 %	55 %
Alumine	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3 à 3 %	2 %	
Oxyde de sodium	Na <sub>2</sub> O	12 à 16 %	4 %	
Oxyde de potassium	K <sub>2</sub> O	0 à 1 %	0,6 %	14 %
Magnésie	MgO	0 à 4,5 %	0,3 %	
Oxyde de bore	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		12 %	
Oxyde de plomb	PbO			30 %

TABLE 1 – Composition de quelques verres

Dans la TABLE 1, le nom « Pyrex » est une marque d'une qualité de verre pouvant être chauffé (plats allant au four, cafetières, récipients pour la chimie...). « Cristal » est le nom commercial d'un verre de qualité.

**Document n° 2 — Les céramiques**

Matériaux céramiques	Matières premières	Utilisation
terre cuite	marnes et argiles	tuiles, briques...
faïences	argiles siliceuses	vaisselles, carreaux
porcelaines	argiles, kaolins, feldspath, quartz...	vaisselles de table, isolateur électrique...
grès	argiles grésantes, kaolin...	carreaux de dallage, instruments de chimie, poteries
céramique sanitaire	argiles, kaolin, feldspath, silice	évier, lavabos, cuvettes de WC, baignoires

TABLE 2 – Composition de quelques céramiques traditionnelles

Qu'est-ce qu'une argile ? On nomme communément argiles toutes les roches constituées par des éléments très fins (plus fins que le sable) et qui présentent une plasticité à l'état humide.

En fait, il y a plusieurs sortes de matériaux argileux, mais ils sont tous composés de silicates hydratés d'aluminium et parfois de magnésium ou de fer. Les silicates contiennent des ions SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dérivés de la silice. Le kaolin est une argile de couleur blanche. Le feldspath est une variété de silicate et le quartz, une variété de silice (SiO<sub>2</sub>).

Les céramiques techniques n'utilisent que très peu les substances minérales naturelles. La TABLE 2 montre que leur fabrication se fait à partir de matières premières élaborées par la chimie. Ce sont des oxydes métalliques qui prédominent, en particulier ceux de l'aluminium, du silicium, du baryum, du titane et du zirconium.

**Document n° 3 — Structure microscopique**

Quels que soient les solides ioniques, les ions qui les constituent interagissent principalement par des forces électriques dont la résultante est attractive. Ces interactions ne sont pas orientées comme des liaisons chimiques, mais sont non

directionnelles. Ces ions peuvent être organisés à longue distance, ou seulement à courte distance. Dans le premier cas, la structure est dite cristallisée et dans l'autre elle est dite vitreuse (caractéristique des verres), tel que le montre FIGURE 1.

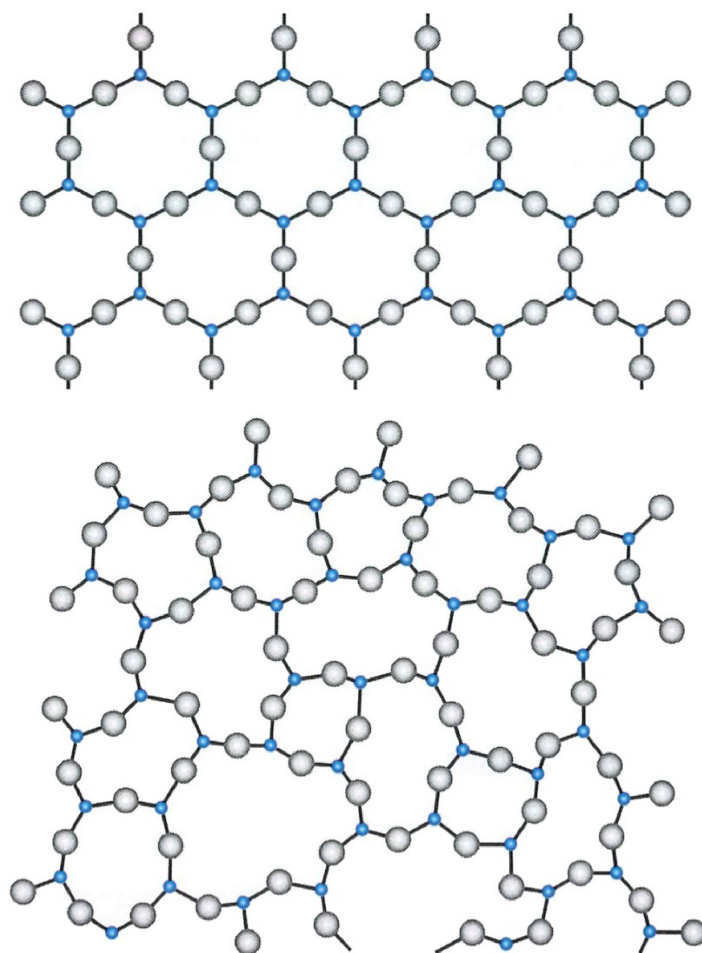


FIGURE 1 – Deux représentations à deux dimensions d'un solide de formule  $\text{SiO}_2$ .

## 1. Résistance à la corrosion

- 1.1. Quel est le constituant principal des verres ?
- 1.2. Quelle est la propriété principale du verre « Pyrex » ? Quel oxyde est responsable de cette propriété ?
- 1.3. Pourquoi le « cristal » est appelé « verre au plomb » ?
- 1.4. Quelle est la matière première principale de la plupart des céramiques traditionnelles ? Quel ion contient-elle ?
- 1.5. Compte tenu de toutes ces informations, proposer une explication au fait que verres et céramiques sont des matériaux inoxydables, au sens où ils ne réagissent pas avec le dioxygène de l'air.

## 2. Structure microscopique

- 2.1. Justifier que l'une des deux représentations de FIGURE 1 fait apparaître une organisation à longue distance (caractéristique d'un cristal), quand l'autre fait apparaître une organisation à courte distance, mais pas à longue distance (caractéristique d'un verre).
- 2.2. Décrire en quelques phrases la structure microscopique d'un liquide et sa relation avec celle d'un verre qui subirait une hausse de température.
- 2.3. Pourquoi fait-on subir une « trempe » au verre fondu une fois qu'il a adopté la forme souhaitée lors de la fabrication d'un objet ?

## 3. Intérêt des céramiques

Les céramiques sont les matériaux les plus réfractaires qui existent; ils restent solides jusqu'à des températures bien supérieures à  $1400\text{ }^\circ\text{C}$ , alors que les verres se ramollissent, que les métaux fondent et que les matières plastiques organiques ou le bois brûlent à des températures inférieures.

- 3.1. Pourquoi les céramiques ne peuvent-elles être mises en forme par moulage comme les métaux ?
- 3.2. Pourquoi les céramiques ne brûlent-elles pas ?
- 3.3. Donner des exemples d'objets en céramique en précisant, à votre avis, la façon dont ils ont été fabriqués.

- 1.1. Le principal constituant des verres est la silice ou dioxyde de silicium  $\text{SiO}_2$ .
- 1.2. Le verre « Pyrex » résiste aux chocs thermiques, c'est-à-dire aux variations brutales de température. Cette qualité s'explique par sa faible dilatation lorsque la température augmente, ce qui diminue les contraintes qui s'exercent lors d'un changement de température. L'oxyde qui est responsable de cette propriété est l'oxyde de baryum  $\text{BaO}$ .
- 1.3. Le « cristal » est appelé « verre au plomb » car il contient une assez forte proportion d'oxyde de plomb  $\text{PbO}$ .
- 1.4. Les céramiques traditionnelles sont formées essentiellement d'argile, elle-même composée de silicates hydratés  $\text{SiO}_4^{2-}$ .
- 1.5. On constate que les verres et les céramiques sont formés principalement d'oxydes. Ils n'incorporent aucun métal à l'état natif, susceptible de subir une oxydation.
- 2.1. La représentation de gauche de la FIGURE 1 fait apparaître une organisation à courte et à longue distance : un même motif se répète identique à lui-même, les atomes ou les ions occupent une position moyenne qui est toujours la même (mais attention, ils ne sont pas immobiles, à moins d'être à 0 K !), il s'agit d'une structure cristalline.  
La représentation de droite de la même figure fait apparaître une organisation à courte distance, puisque les atomes ou les ions sont toujours disposés selon le même enchaînement, ils ont toujours le même nombre et la même nature de plus proches voisins. En revanche l'organisation à longue distance est perdue, les entités n'occupent pas toujours le même emplacement, tout en restant néanmoins liés entre eux, les liaisons s'effectuant entre plus proches voisins de

natures différentes. Il s'agit d'une structure caractéristique d'un verre.

- 2.2. Dans un solide, les atomes, ions ou molécules occupent des positions moyennes fixes. Ce n'est plus le cas dans un liquide, dans lequel les entités sont libres de se déplacer, tout en restant au contact les unes des autres, dans ce que l'on appelle une phase condensée.
- 2.3. La « trempe » n'a pas le même sens adopté en chimie (ralentir une réaction en jouant sur le facteur cinétique température). Le but est ici de figer à la fois une forme et une structure microscopique. La silice peut être mise en forme une fois fondue, mais si on la laisse refroidir doucement elle retrouve la forme cristalline et donc l'aspect du sable. En la refroidissant brutalement les cristaux n'ont pas le temps de se former et le solide obtenu conserve la structure microscopique d'un liquide, en plus d'être transparent. Ainsi un verre n'est pas un solide mais un liquide très pâteux. C'est la raison pour laquelle les vitres de quelques dizaines d'années offrent une image déformée par l'écoulement du verre sous l'effet de la gravité.
- 3.1. Pour pouvoir mouler les céramiques, il faut trouver un moule formé d'un matériau encore plus réfractaire. Or le texte ne laisse aucun doute sur le fait qu'un tel matériau n'existe pas encore.
- 3.2. Par analogie avec les verres (question 1.5), on peut supposer que les céramiques sont inoxydables. Plus prosaïquement on peut simplement répondre que les céramiques ne sont pas formées de chaînes carbonées comme le bois ou les matières plastiques.
- 3.3. Une assiette, une tasse, un vase sont des objets en céramique du quotidien. Savez-vous comment on fabrique une poterie en céramique ? L'argile humide est moulée, puis cuite à haute température.

### Grille DS6 Spé

- La silice  $\text{SiO}_2$
- Le Pyrex résiste aux chocs thermiques
- Oxyde de bore  $\text{B}_2\text{O}_3$
- 30 % d'oxyde de plomb  $\text{PbO}$  dans le cristal
- Argiles + Des ions  $\text{SiO}_4^{2-}$
- Ne contiennent pas de métaux à l'état natif
- Figure 1 = état cristallin, figure 2 = état vitreux
- Liquide = molécules au contact
- Verre à haute température = liquide
- Fige les atomes dans un état vitreux
- Céramiques plus réfractaires que les métaux
- Rien à oxyder donc pas de combustion
- Tasse : moulage, cuisson, façonnage

Total .../13

Note .../5

### Grille DS6 Spé

- La silice  $\text{SiO}_2$
- Le Pyrex résiste aux chocs thermiques
- Oxyde de bore  $\text{B}_2\text{O}_3$
- 30 % d'oxyde de plomb  $\text{PbO}$  dans le cristal
- Argiles + Des ions  $\text{SiO}_4^{2-}$
- Ne contiennent pas de métaux à l'état natif
- Figure 1 = état cristallin, figure 2 = état vitreux
- Liquide = molécules au contact
- Verre à haute température = liquide
- Fige les atomes dans un état vitreux
- Céramiques plus réfractaires que les métaux
- Rien à oxyder donc pas de combustion
- Tasse : moulage, cuisson, façonnage

Total .../13

Note .../5

### Grille DS6 Spé

- La silice  $\text{SiO}_2$
- Le Pyrex résiste aux chocs thermiques
- Oxyde de bore  $\text{B}_2\text{O}_3$
- 30 % d'oxyde de plomb  $\text{PbO}$  dans le cristal
- Argiles + Des ions  $\text{SiO}_4^{2-}$
- Ne contiennent pas de métaux à l'état natif
- Figure 1 = état cristallin, figure 2 = état vitreux
- Liquide = molécules au contact
- Verre à haute température = liquide
- Fige les atomes dans un état vitreux
- Céramiques plus réfractaires que les métaux
- Rien à oxyder donc pas de combustion
- Tasse : moulage, cuisson, façonnage

Total .../13

Note .../5

### Grille DS6 Spé

- La silice  $\text{SiO}_2$
- Le Pyrex résiste aux chocs thermiques
- Oxyde de bore  $\text{B}_2\text{O}_3$
- 30 % d'oxyde de plomb  $\text{PbO}$  dans le cristal
- Argiles + Des ions  $\text{SiO}_4^{2-}$
- Ne contiennent pas de métaux à l'état natif
- Figure 1 = état cristallin, figure 2 = état vitreux
- Liquide = molécules au contact
- Verre à haute température = liquide
- Fige les atomes dans un état vitreux
- Céramiques plus réfractaires que les métaux
- Rien à oxyder donc pas de combustion
- Tasse : moulage, cuisson, façonnage

Total .../13

Note .../5