

# Devoir sur table N°1

## Généralités sur les matériaux & L'atome

N. Bancel

9 Octobre 2024

**Durée du devoir : 2 heures**

**La calculatrice n'est pas autorisée**

### Note importante

*Toutes les réponses doivent être justifiées. La qualité et la précision de la rédaction seront prises en compte dans la notation des copies. Il est permis d'admettre le résultat de certaines questions pour ne pas rester bloqué, en prenant soin d'indiquer sur la copie les résultats admis.*

*Exemples :*

- *Si vous connaissez par coeur le schéma de Lewis d'un atome mais n'êtes plus capable de le justifier, vous pouvez utiliser votre schéma appris par coeur pour résoudre les questions suivantes*
- *Si une question demande d'avoir la réponse à la question précédente, vous pouvez expliquer comment vous auriez résolu le problème si vous aviez réussi la question précédente*

### Exercice 1 [4 points] Les matériaux - Cours

1. (1 point) Lister les 3 grandes familles de matériaux, et en donner une définition rapide.
2. (1 point) Dresser un tableau des 3 familles, placer les matériaux suivants dans la catégorie à laquelle ils appartiennent :
  1. Diamant
  2. Cuir
  3. Laine
  4. Bois
  5. Porcelaine
  6. Bronze
  7. Matières plastiques
  8. Cuivre
  9. Laine
  10. Verre
  11. Fer
  12. Sable
  13. Coton
3. (1 point) Quelle est la différence entre un métal pur et un alliage ? Quelle est la composition du bronze ?

4. (1 point) Le choix d'un matériau se fait en fonction de ses propriétés **chimiques**, **physiques**, et **mécaniques**. Citer au moins 4 propriétés de matériaux, et expliquer la nature de cette propriété (est-ce que c'est une propriété chimique, physique, ou mécanique ?)

## Exercice 2 [5 points] Structural Stripes

### Doc 1

*Minima | Maxima* est une œuvre de Marc Fornes commandée pour l'exposition universelle de 2017 d'Astana au Kazakhstan. Marc Fornes génère informatiquement ses architectures organiques autoportantes. Il utilise alors un matériau baptisé « Structural Stripes », composé de trois couches de pièces d'aluminium. D'après Fornes, « Structural Stripes » est comparable à la fibre de verre ou de carbone à la différence que chaque élément ne nécessite pas d'être en tension et qu'il ne nécessite aucun moule ou échafaudage temporaire.



FIGURE 1.1: *Minima | Maxima*, Marc Fornes, 2017

Aujourd'hui, deux options existent : le recyclage mécanique, qui consiste à broyer le matériau et à récupérer le résultat de cette opération pour l'intégrer à un nouveau matériau, ou le recyclage par incinération avec production d'énergie.



FIGURE 1.2: À gauche : la construction de l'A380 fait appel à des matrices organiques renforcées de fibre de verre; à droite : carrosserie en fibre de carbone.

<sup>1</sup> d'autres métaux peuvent être renforcés par la fibre de verre, comme le béton, le matériau obtenu étant le Glass Fiber Reinforced Concrete ou GFRC

### Doc 2

La fibre de verre est un filament de verre mais désigne le plus souvent un polymère renforcé par cette fibre<sup>1</sup>. Les polymères utilisés sont le plus souvent le polyester, le vinylester ou encore l'époxy. Ces matériaux combinent résistance à la traction, grâce à la fibre de verre, et résistance à la compression, grâce à la résine plastique offrant ainsi des propriétés mécaniques améliorées par rapport à chacun de ses composants pris individuellement.

La fibre de carbone est une fibre composée principalement d'atomes de carbone agglomérés dans des cristaux microscopiques. Tout comme la fibre de verre, la fibre de carbone est adjointe à un polymère afin d'offrir des propriétés mécaniques améliorées (résistance élevée à la traction et à la compression, et flexibilité).

Si les fibres de verres et de carbone sont théoriquement recyclables, l'opération est complexe et coûteuse. Les résines thermodurcissables qui composent la plupart des ces matériaux ne sont pas les plus simples à opérer.

### Doc 4

Le calcul de la masse  $m$  d'un objet à partir de sa masse volumique  $\rho$  et de son volume  $V$  est donnée par la formule

$$m = \rho \times V.$$

Ci-dessous sont données les masses volumiques de l'aluminium, de la fibre de verre et de la fibre de carbone.

	Aluminium	Fibre de verre	Fibre de carbone
Masse volumique $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	2700	2600	1800

A partir des documents précédents, et grâce à vos connaissances personnelles, répondre aux questions suivantes :

- (1 point) Qu'est ce qu'un matériau composite, et de quoi est-il constitué (on donnera si possible une définition de chaque composant)
- (0.5 points) À quelle catégorie de matériau appartiennent la fibre de verre et la fibre de carbone ? Justifier.
- (0.5 points) À quelle catégorie de matériau appartient "Structural Stripes" ? Justifier.
- (1 point) Quels sont les avantages de "Structural Stripes" comparativement à la fibre de verre ou de carbone ? Justifier
- (2 points) Le volume total de l'oeuvre de Marc Fornes étant de  $12m^3$ , calculer le poids de la structure.

## Exercice 3 [8 points] L'atome

### Note importante

Dans la question 2, il est attendu d'expliquer au début de la question la méthode / la démarche pour arriver au schéma de Lewis, et à quoi sert chaque étape intermédiaire. Il ne sera pas nécessaire de ré expliquer dans le détail la démarche pour chaque atome si elle est bien expliquée en début de question.

1. (1 point) Donner la définition de (1) la règle du duet et de l'octet et (2) celle d'un gaz noble
2. (4 points) Pour chacun des atomes suivants, donner :
  - Sa configuration électronique (justifier comment on trouve le nombre d'électrons)
  - Citer quelle est sa couche de valence, et son nombre d'électrons de valence
  - Dessiner son schéma de Lewis, en prenant bien soin de représenter les doublets non liants, et les électrons célibataires.

### Liste des atomes

- Carbone (C) // Numéro atomique :  $Z = 6$
  - Argon (Ar) // Numéro atomique :  $Z = 18$
  - Azote (N) // Numéro atomique :  $Z = 7$
  - Hydrogène (H) // Numéro atomique :  $Z = 1$
  - Oxygène (O) // Numéro atomique :  $Z = 8$
3. (3 points) En déduire la représentation de Lewis des molécules suivantes (une justification est demandée) :
    - Eau ( $\text{H}_2\text{O}$ )
    - Méthane ( $\text{CH}_4$ )
    - Ammoniac ( $\text{NH}_3$ )
    - Dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ )

## Exercice 4 [3 points] Masse volumique

La masse volumique du sable est de  $1850 \text{ kg/m}^3$  en moyenne. Pour un chantier, une entreprise de maçonnerie a besoin de 50 tonnes de sable.

### Indication

Les résultats des 2 fractions suivantes pourraient aider à la résolution de l'exercice. Attention : cela ne veut pas dire que la fraction correspond exactement au calcul qui doit être fait dans l'exercice.

$$\text{Calcul 1 : } \frac{50}{18.5} \approx 2.702$$

$$\text{Calcul 2 : } \frac{60.2}{21} \approx 2.866$$

1. (2 points) L'entreprise peut-elle transporter tout le sable dans un camion benne de  $21 \text{ m}^3$  ? Pourquoi ?
2. (1 point) Si l'on suppose que le 1er camion a été intégralement rempli de sable, quel est le % de remplissage du 2ème camion ?