

# Corrigé et barème – L'organisation de la matière dans l'Univers : galaxies, système solaire, éléments chimiques

Échelles de l'atome à l'Univers, ordres de grandeur en puissances de 10, système solaire et galaxies, éléments chimiques sur Terre et dans l'Univers, formation des éléments dans les étoiles

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Chimie 4<sup>e</sup>

## Exercice 1 – Échelles et puissances de 10

(4 pts)

- a) Atome ( $10^{-10}$ ) < molécule d'eau ( $3 \times 10^{-10}$ ) < Terre ( $1,3 \times 10^7$ ) < Soleil-Neptune ( $4,5 \times 10^{12}$ ) < Voie lactée ( $10^{21}$ ). (1)
- b) Soleil-Neptune :  $10^{13}$  m ( $4,5 \times 10^{12}$  est plus proche de  $10^{13}$ ). Terre :  $10^7$  m. (1)
- c)  $\frac{10^{21}}{10^{13}} = 10^{21-13} = 10^8$  : cent millions de fois. (1)
- d) Non :  $3 \times 10^{-10}$  m a le même ordre de grandeur que  $10^{-10}$  m ; il faudrait un facteur proche de 10 pour changer d'ordre de grandeur. (1)

**Le point clé** — un ordre de grandeur se compare par **division** des puissances de 10 (on soustrait les exposants), jamais par soustraction des longueurs.

## Exercice 2 – Lecture d'un tableau : les planètes

(4 pts)

- a) Telluriques : Vénus, Mars (roches) ; géante gazeuse : Saturne (H, He) ; géante de glaces : Neptune (eau, ammoniac, méthane). Critère : la composition. (1)
- b)  $9,5 \times 1,5 \times 10^8 = 14,25 \times 10^8 = 1,425 \times 10^9$  km. (1)
- c)  $1,425 \times 10^9 \div (3 \times 10^5) = 4750$  s = 79 min 10 s (environ 1 h 19 min). (1)
- d) L'hydrogène H : présent directement dans Saturne, et dans Neptune sous forme combinée (eau  $H_2O$ , ammoniac  $NH_3$ , méthane  $CH_4$ ). (1)

**Attention** — un élément peut être présent sans être « visible » dans la composition : l'hydrogène de Neptune est caché dans ses molécules.

## Exercice 3 – La lumière comme règle de l'Univers

(4 pts)

- a)  $300\,000 \times 3,15 \times 10^7 = 9,45 \times 10^{12}$  km, soit environ  $9,5 \times 10^{12}$  km. (1)
- b)  $8,6 \times 9,45 \times 10^{12} \approx 8,1 \times 10^{13}$  km. (1)
- c)  $2,5 \times 10^{10} \div (9,45 \times 10^{12}) \approx 0,0026$  al, soit environ 2,6 millièmes d'année-lumière : Voyager n'a même pas atteint l'étoile la plus proche (4,2 al), encore moins le bord de la galaxie (100 000 al). (1)
- d)  $2,5 \times 10^{10} \div 300\,000 \approx 83\,333$  s  $\approx 23,1$  h. (1)

**Erreur fréquente** — confondre « loin pour une sonde » et « loin pour l'Univers » : à l'échelle de la galaxie, Voyager est encore sur le pas de la porte.

**Exercice 4 – Les éléments : Univers, Terre et vivant***(4 pts)*

- a) Univers : H et He. Croûte terrestre : O et Si. Corps humain : O et C. (1)
- b) L'hélium est un gaz très léger qui ne forme aucune molécule : la Terre, trop peu massive, n'a pas pu le retenir lors de sa formation, et il ne participe à aucune molécule du vivant. (1)
- c)  $18 \div 0,02 = 900$ . Le vivant concentre le carbone : ses molécules (sucres, protéines, ADN) sont construites sur des chaînes de carbone, d'où une abondance sans rapport avec celle des roches. (1)
- d) Le tableau porte sur la croûte (les roches), pas sur l'air : l'oxygène y est abondant parce qu'il est combiné au silicium et aux métaux dans les silicates et les oxydes (sable  $\text{SiO}_2$ , par exemple). L'air ne représente qu'une masse infime à côté des roches. (1)

**Repère** — les mêmes éléments, dans des proportions différentes, font une étoile, une roche ou un être vivant : c'est l'**abondance** qui change, pas la nature des atomes.

**Exercice 5 – Une histoire de la matière***(4 pts)*

- a) (2) Big Bang, il y a 13,8 milliards d'années → (4) premières étoiles → (3) étoile massive et supernova → (1) système solaire, il y a 4,6 milliards d'années. (1)
- b) Après (2) : hydrogène et hélium (et un peu de lithium). Grâce à (3) : les éléments plus lourds, du carbone jusqu'au fer, et au-delà lors de la supernova. (1)
- c) La Terre est faite de roches (O, Si, Fe...) et les êtres vivants de C, O, N : ces éléments n'existaient pas après le Big Bang, ils ont dû être fabriqués et dispersés par des étoiles avant que le nuage qui a formé le système solaire ne se contracte. (1)
- d) 1) Le Soleil ne fabrique que de l'hélium à partir d'hydrogène ; il ne produit pas d'or. 2) L'or, plus lourd que le fer, se forme lors d'explosions de supernovae ou de collisions d'étoiles, avant la naissance du Soleil. (1)

**À retenir** — Big Bang → H et He ; étoiles → jusqu'au fer ; supernovae → au-delà du fer ; et tout cela **avant** le Soleil, sinon la Terre n'aurait pas de quoi être faite.