

Corrigé et barème – L'atmosphère terrestre et la vie

Composition de l'atmosphère primitive et actuelle, Grande Oxydation, rôle de la photosynthèse, couche d'ozone, cycle du carbone et combustibles fossiles (programme d'enseignement scientifique de Terminale)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Terminale

Exercice 1 – Des gaz primitifs à l'air actuel

(4 pts)

- a) N_2 , CO_2 et H_2O , issus du dégazage du manteau terrestre (volcanisme), il y a $\approx 4,6$ Ga. (1)
- b) Vapeur d'eau : condensée en océans lors du refroidissement de la surface. CO_2 : dissous dans l'océan, puis piégé dans les roches carbonatées. (1)
- c) N_2 , peu réactif, n'a été ni consommé ni piégé en grande quantité : il est resté dans l'air pendant que les autres gaz en étaient retirés (≈ 78 % aujourd'hui). (1)
- d) $V(\text{O}_2) = 0,21 \times 180 = \mathbf{37,8 \text{ m}^3}$. (1)

Erreur fréquente — Le diazote n'est pas un gaz apparu tardivement : présent dès l'origine, il est devenu majoritaire parce que la vapeur d'eau et le CO_2 ont quitté l'air.

Exercice 2 – La photosynthèse dans un lac

(4 pts)

- a) $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ (énergie lumineuse, chlorophylle). (1)
- b) $n(\text{C}) = 3,6 \times 10^6 \text{ g} \div 12 \text{ g/mol} = \mathbf{3,0 \times 10^5 \text{ mol}}$. (1)
- c) Chaque CO_2 fixé (1 atome C) libère 1 O_2 : $n(\text{O}_2) = 3,0 \times 10^5 \text{ mol}$; $m = 3,0 \times 10^5 \times 32 = 9,6 \times 10^6 \text{ g} = \mathbf{9,6 \text{ t}}$. (1)
- d) La respiration des organismes et la décomposition de la matière organique consomment ce O_2 ; seul l'enfouissement d'une partie de la matière organique dans les sédiments laisse un gain net. (1)

À retenir — La photosynthèse ne produit un excès durable de O_2 que si la matière organique correspondante échappe à la décomposition.

Exercice 3 – La Grande Oxydation

(4 pts)

- a) C'est un fer rubané : le O_2 produit par photosynthèse a oxydé le fer dissous Fe^{2+} en Fe_2O_3 insoluble, qui a précipité. L'océan contenait donc déjà du O_2 , consommé sur place. (1)
- b) Des grains de pyrite ont été transportés à l'air libre sans s'oxyder : l'atmosphère contenait très peu de O_2 . (1)
- c) Entre 2,5 Ga (dernier indice sans O_2) et 2,1 Ga (paléosol oxydé) : encadrement cohérent avec la Grande Oxydation, $\approx 2,4$ Ga. (1)
- d) Le O_2 a d'abord été consommé dans l'océan (fer dissous, gaz volcaniques réduits) et par la décomposition de la matière organique : son accumulation dans l'air a été retardée de plusieurs centaines de millions d'années. (1)

Repère — Un événement se date par encadrement : entre le plus récent indice « sans O_2 » et le plus ancien indice « avec O_2 ».

Exercice 4 – La couche d’ozone*(4 pts)*

- a) $\text{O}_2 + \text{UV} \rightarrow 2 \text{O}$, puis $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$ (deux fois) ; bilan : $3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{O}_3$. (1)
- b) $e = 265 \times 0,01 = \mathbf{2,65 \text{ mm}}$. (1)
- c) L’ozone absorbe les UV-C et la majeure partie des UV-B ; ces UV sont mutagènes (lésions de l’ADN, cancers, mort cellulaire). (1)
- d) L’ozone se forme à partir de O_2 , qui ne s’accumule qu’après $\approx 2,4 \text{ Ga}$; tant que la couche d’ozone était mince, les UV atteignaient la surface et seule l’eau protégeait la vie. Les premières plantes terrestres n’apparaissent que vers $0,47 \text{ Ga}$. (1)

Le point clé — Pas d’ozone sans dioxygène : la couche protectrice est elle-même une conséquence de la photosynthèse.

Exercice 5 – Réservoirs de carbone et gaz naturel*(4 pts)*

- a) $\tau = 3 \div 50 = \mathbf{0,06 \text{ an}}$, soit $0,06 \times 365 \approx \mathbf{22 \text{ jours}}$. (1)
- b) $\tau = 510 \div 113 \approx \mathbf{4,5 \text{ ans}}$: le carbone est stocké dans le bois et les tissus durables des végétaux, alors que le plancton, à vie courte, est consommé ou décomposé en quelques semaines. (1)
- c) $n(\text{CH}_4) = 2,5 \times 10^6 \div 16 \approx 1,56 \times 10^5 \text{ mol} = n(\text{CO}_2)$; $m = 1,56 \times 10^5 \times 44 \approx 6,9 \times 10^6 \text{ g}$, soit $\approx \mathbf{6,9 \text{ t}}$. (1)
- d) Il provient de plancton enfoui en milieu pauvre en O_2 et transformé pendant des millions d’années ; il est consommé en quelques siècles : il ne se reconstitue pas à l’échelle humaine. (1)

Attention — Le temps de résidence se calcule avec le flux sortant, seulement en régime stationnaire, et donne une durée moyenne.