

Corrigé et barème – Chimie et environnement

Pollution, cycles biogéochimiques, chimie verte

Durée : 55 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Chimie 3^e

Exercice 1 – Un épisode de pollution à Marseille

(4 pts)

- a) À 16 h, l'ozone ($186 > 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ; le NO_2 reste sous 200. (1)
- b) Le NO_2 vient des moteurs (et du chauffage) : pics de 8 h et de 20 h = trajets domicile-travail. (1)
- c) Polluant **secondaire** : il se forme dans l'air à partir des oxydes d'azote sous l'action du rayonnement solaire, d'où le maximum quand le soleil a chauffé plusieurs heures. (1)
- d) $186 \times 150 = 27\,900 \mu\text{g} = 27,9 \text{ mg}$: moins de trois centièmes de gramme dans toute la salle ; μg = millionième de gramme. (1)

Repère — un polluant **primaire** suit les horaires des émissions ; un polluant **secondaire** comme l'ozone suit le soleil.

Exercice 2 – La cathédrale et la pluie acide

(4 pts)

- a) $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{SO}_4$; S : $2 = 2$; O : $4 + 2 + 2 = 8 = 2 \times 4$; H : $4 = 4$. (1)
- b) Acide : $250 \times 98 \div 100 = 245 \text{ g}$; CO_2 : $250 \times 44 \div 100 = 110 \text{ g}$. (1)
- c) Conservation de la masse : $100 + 98 = 198 \text{ g}$; CaSO_4 : $198 - 44 - 18 = 136 \text{ g}$. (1)
- d) pH remonté de 1,2 unité : ions H^+ divisés par environ 16 ($10^{1,2}$) ; cause : baisse des rejets de SO_2 (filtres industriels, carburants désoufrés). (1)

Erreur fréquente — les masses se calculent par **proportionnalité** à partir des données de l'énoncé ; la conservation de la masse sert de vérification.

Exercice 3 – Cinquante ans de mesures du CO_2

(4 pts)

- a) 1960-1980 : $339 - 317 = 22 \text{ ppm}$; 2000-2020 : $414 - 370 = 44 \text{ ppm}$: le rythme a doublé. (1)
- b) $(421 - 280) \div 280 = 0,504$, soit environ 50 %. (1)
- c) Le CO_2 laisse passer la lumière solaire mais retient l'infrarouge renvoyé par le sol ; plus il y en a, plus l'atmosphère retient de chaleur. L'effet de serre naturel est vital ($+15^\circ\text{C}$ au lieu de -18°C) ; c'est son renforcement qui pose problème. (1)
- d) Elle est absorbée par les puits : végétation (photosynthèse) et océans. Le CO_2 dissous forme de l'acide carbonique ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$) : le pH de l'océan baisse ($8,2 \rightarrow 8,1$), ce qui gêne la formation des coquilles calcaires. (1)

Le point clé — distinguer l'effet de serre (naturel, vital) de son **renforcement** par les émissions humaines.

Exercice 4 – Nitrates dans un captage d'eau potable*(4 pts)*

- a) 2015 et 2020 (54 et 58 mg/L > 50). (1)
- b) Les engrais apportent de l'ammonium ; la **nitrification** par les bactéries du sol le transforme en nitrates, très solubles, entraînés par la pluie jusqu'à la nappe. (1)
- c) Une part d'eau à 58 mg/L pour une part à 14 mg/L : $(58 + 14) \div 2 = 36$ mg/L ; soit 50 % / 50 %. (1)
- d) Les plantes d'hiver absorbent les nitrates restés dans le sol au lieu de les laisser filer vers la nappe avec les pluies ; le trèfle fixe même l'azote de l'air, ce qui réduit l'engrais nécessaire. (1)

Astuce — pour un mélange, la concentration finale est la **moyenne pondérée** par les volumes : $(V_1c_1 + V_2c_2) \div (V_1 + V_2)$.

Exercice 5 – Deux façons de fabriquer un médicament*(4 pts)*

- a) A : $1\,000 \div 2\,800 \approx 36$ % ; B : $1\,000 \div 1\,350 \approx 74$ %. (1)
- b) A : $2\,800 - 1\,000 = 1\,800$ kg ; B : $1\,350 - 1\,000 = 350$ kg. (1)
- c) Économie d'atomes / prévention des déchets (350 kg au lieu de 1 800) ; solvant sûr (eau au lieu de benzène) ; efficacité énergétique et catalyse (45°C au lieu de 140°C , 2 étapes au lieu de 5). (1)
- d) Moins de réactifs achetés (1 350 kg contre 2 800), moins de déchets à traiter, moins d'énergie de chauffage, moins de risques d'accident et d'assurance ; un catalyseur n'est pas consommé et sert de nombreuses fois. (1)

À retenir — la chimie verte se **chiffre** : économie d'atomes, masse de déchets, température — ce sont des arguments économiques autant qu'écologiques.