

Chimie et environnement

Durée : 55 min

Barème : / 20 points

Barème : 1 point par question, soit 4 points par exercice

Unités : réponse sans unité = 0,5 point retiré

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.
- b. Le NO_2 vient des moteurs (et du chauffage) : pics de 8 h et de 20 h = trajets domicile-travail.
- 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.
- 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.

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

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 : $4 = 4$.
- b. Acide : $250 \times 98 \div 100 = 245 \text{ g}$; CO_2 : $250 \times 44 \div 100 = 110 \text{ g}$.
- c. Conservation de la masse : $100 + 98 = 198 \text{ g}$; CaSO_4 : $198 - 44 - 18 = 136 \text{ g}$.
- 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).

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

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.
- b. $(421 - 280) \div 280 = 0,504$, soit environ 50 %.
- 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.
- 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.

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

4 Nitrates dans un captage d'eau potable

/ 4 pts

- a. 2015 et 2020 (54 et 58 mg/L > 50).
- 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.
- c. Une part d'eau à 58 mg/L pour une part à 14 mg/L : $(58 + 14) \div 2 = 36 \text{ mg/L}$; soit 50 % / 50 %.
- 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.

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

5 Deux façons de fabriquer un médicament

/ 4 pts

- a. A : $1\,000 \div 2\,800 \approx 36 \%$; B : $1\,000 \div 1\,350 \approx 74 \%$.
- b. A : $2\,800 - 1\,000 = 1\,800$ kg ; B : $1\,350 - 1\,000 = 350$ kg.
- 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).
- 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.

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