

Devoir surveillé – Chimie et environnement

Pollution, cycles biogéochimiques, chimie verte

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

Nom : _____

Date : _____

Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Un épisode de pollution à Marseille

(4 pts)

- a) Relevés d'une station de mesure de la qualité de l'air, un jour de juillet (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Heure	NO ₂	O ₃	PM ₁₀
6 h	18	35	22
8 h	64	40	31
12 h	35	120	36
16 h	28	186	38
20 h	52	95	41

Seuils d'information : O₃ : 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; NO₂ : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À quelle heure et pour quel polluant un seuil est-il dépassé ?

- b) Le NO₂ présente deux pics dans la journée. Propose une origine à ce polluant et explique l'horaire des pics.
- c) L'ozone est au maximum en milieu d'après-midi, alors qu'aucune usine ni aucun véhicule n'en rejette. Quel mot désigne ce type de polluant ? Explique sa formation.
- d) Un élève dit : « 186 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, c'est énorme, presque 200 grammes ». Corrige-le en calculant la masse d'ozone contenue dans une salle de 150 m³, en mg.

Exercice 2 – La cathédrale et la pluie acide

(4 pts)

- a) Recopie et complète l'équation de formation de l'acide sulfurique dans les nuages : $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots \text{H}_2\text{SO}_4$. Vérifie la conservation des atomes.
- b) La pierre de la cathédrale est du calcaire CaCO₃ qui réagit selon : $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. On donne : 100 g de calcaire réagissent avec 98 g d'acide sulfurique et libèrent 44 g de dioxyde de carbone. Une gargouille perd 250 g de calcaire par an. Calcule la masse d'acide sulfurique consommée et la masse de CO₂ libérée en un an.
- c) Justifie que la masse totale de produits vaut 198 g pour 100 g de calcaire, et déduis-en la masse de sulfate de calcium formée sachant que 18 g d'eau apparaissent.
- d) En 1985, la pluie sur la ville avait un pH de 4,2 ; aujourd'hui 5,4. Explique ce que signifie cette évolution pour la quantité d'ions H⁺ et donne la cause principale de l'amélioration.

Exercice 3 – Cinquante ans de mesures du CO₂

(4 pts)

- a) Concentration moyenne annuelle de CO
- ₂
- mesurée à Mauna Loa (Hawaï).

Année	1960	1980	2000	2020	2023
CO ₂ (ppm)	317	339	370	414	421

Calcule l'augmentation en ppm entre 1960 et 1980, puis entre 2000 et 2020. Que constates-tu sur le rythme ?

- b) Avant 1850, la concentration était de 280 ppm. Calcule le pourcentage d'augmentation entre 1850 et 2023 (arrondi à l'unité).
- c) Explique en deux phrases le mécanisme par lequel une hausse du CO₂ réchauffe la planète, en précisant pourquoi l'effet de serre n'est pas en lui-même un problème.
- d) Chaque année, les activités humaines émettent environ 37 Gt de CO₂, mais la concentration n'augmente que de la moitié de ce que cela devrait donner. Où va l'autre moitié, et quelle conséquence chimique cela a-t-il pour l'océan ?

Exercice 4 – Nitrates dans un captage d'eau potable

(4 pts)

- a) Analyse d'un captage situé au milieu de champs de maïs.

Année	2005	2010	2015	2020	2024
Nitrates (mg/L)	31	42	54	58	49

La limite réglementaire pour l'eau potable est de 50 mg/L. Pendant quelles années l'eau ne pouvait-elle pas être distribuée telle quelle ?

- b) Explique l'origine agricole de ces nitrates en citant l'étape du cycle de l'azote qui les produit à partir des engrais ammoniacaux.
- c) En 2020, pour distribuer l'eau, la commune a mélangé l'eau du captage avec l'eau d'un second captage à 14 mg/L. Quelle proportion (en volume) de chaque eau faut-il pour obtenir exactement 36 mg/L ? Vérifie ton résultat.
- d) Depuis 2018, les agriculteurs ont planté des « cultures intermédiaires » (moutarde, trèfle) en hiver. Explique, en t'appuyant sur le cycle de l'azote, pourquoi cela peut expliquer la baisse observée en 2024.

Exercice 5 – Deux façons de fabriquer un médicament

(4 pts)

- a) Une entreprise compare deux procédés pour fabriquer 1 000 kg de paracétamol.

Procédé	Masse de réactifs (kg)	Étapes	Solvant	Température (°C)
A (ancien)	2 800	5	benzène (toxique, inflammable)	140
B (nouveau)	1 350	2	eau	45

Calcule l'économie d'atomes de chaque procédé (masse de produit ÷ masse de réactifs × 100), arrondie à l'unité.

- b) Calcule la masse de déchets produite par chaque procédé pour 1 000 kg de paracétamol.
- c) Cite trois principes de chimie verte respectés par le procédé B, en justifiant chacun à partir du tableau.
- d) Le procédé B utilise un catalyseur (une enzyme) qui coûte cher. Donne deux arguments montrant qu'il peut malgré tout être plus économique pour l'entreprise.

Bon courage !