Devoir surveillé – Carbone et climat : réservoirs géologiques et cycle long

Réservoirs, flux et temps de résidence, carbonates et matière organique fossile, cycle long (altération des silicates, enfouissement, dégazage) et ses équations, modélisation des variations du CO_2 à l'échelle géologique, perturbation humaine du cycle du carbone.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité SVT Terminale

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Les réponses doivent être rédigées et justifiées. Soigne l'orthographe et la présentation.

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances ★★ *(6 pts)*

Répondez à chaque question par un texte structuré (introduction, développement organisé, conclusion), appuyé sur des exemples et des équations chimiques. Un schéma est attendu à la question 2.

a) Présentez les deux grands réservoirs géologiques de carbone, les roches carbonatées et la matière organique fossile : la forme du carbone, les conditions de leur formation, l'ordre de grandeur de leur stock et de leur temps de résidence.

b) Expliquez comment les sources et les puits du cycle long, illustrés par des équations chimiques, stabilisent la teneur en CO_2 de l'atmosphère à l'échelle des millions d'années. Un schéma du cycle long est attendu.

Exercice 2 – L'altération d'un feldspath et le climat ★★ *(6 pts)*

Document 1 — L'anorthite, un feldspath calcique, s'altère selon : $CaAl_2Si_2O_8 + 2\,CO_2 + 3\,H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2\,HCO_3^- + Al_2Si_2O_5(OH)_4$ (une argile, la kaolinite). Dans l'océan : $Ca^{2+} + 2\,HCO_3^- \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$. M(anorthite) ≈ 278 g/mol ; M(CO_2) $= 44$ g/mol.

Document 2 — Ions HCO_3^- exportés par trois rivières drainant des granites (valeurs relatives choisies) : bassin froid (5 °C, 500 mm de pluie par an) : 1 ; bassin tempéré (15 °C, 1 000 mm) : 3 ; bassin tropical (25 °C, 2 000 mm) : 8.

Document 3 — Sous un même climat, un bassin de montagne jeune, où l'érosion met sans cesse à nu de la roche fraîche, exporte 4 fois plus d'ions HCO_3^- qu'un bassin de plaine aux sols épais (valeurs choisies).

a) Écrivez l'équation bilan de l'altération de l'anorthite suivie de la précipitation du calcaire, et montrez qu'une mole d'anorthite piège au bilan une mole de CO_2.

b) Calculez la masse de CO_2 piégée au bilan par l'altération de 278 kg d'anorthite.

c) À l'aide du document 2, décrivez l'effet du climat sur l'altération et expliquez-le.

d) En utilisant les trois documents, expliquez pourquoi l'altération des silicates joue le rôle d'un thermostat, et comment la surrection d'une chaîne de montagnes peut faire baisser durablement le CO_2 de l'atmosphère.

Exercice 3 – Une perturbation rapide face au cycle long ★★★ *(8 pts)*

Document 1 — Bilan moyen 2000-2009 (GIEC, 2013, 5e rapport, figure 6.1), en GtC/an : combustibles fossiles et ciment 7,8 ; changement d'usage des sols 1,1 ; hausse du stock de l'atmosphère 4,0 ; puits océanique 2,3 ; puits continental 2,6.
Document 2 — Dégazage volcanique : environ 0,1 GtC/an (même source).
Document 3 — Processus qui retirent une émission de CO_2 de l'atmosphère et durée de leur action (GIEC, 2013, encadré 6.1) : photosynthèse et respiration, 1 à 100 ans ; dissolution dans l'océan, 10 à 1 000 ans ; réaction avec les carbonates des fonds marins, 1 000 à 10 000 ans ; altération des silicates, 10 000 à 1 000 000 d'années.
Donnée : $M(C) = 12$ g/mol ; $M(CO_2) = 44$ g/mol.

a) Convertissez les émissions des combustibles fossiles et du ciment en Gt de CO_2, puis calculez les émissions anthropiques totales en GtC.

b) Vérifiez que le bilan du document 1 est équilibré, puis calculez la fraction des émissions restée dans l'atmosphère.

c) Comparez les émissions humaines au dégazage volcanique et expliquez en quoi l'humanité « court-circuite » le cycle long.

d) À l'aide du document 3 et de vos connaissances, expliquez pourquoi l'excès de CO_2 durera bien plus longtemps que le temps de résidence du carbone dans l'atmosphère (quelques années), et quels réservoirs finiront par l'absorber.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).