Carbone et climat : réservoirs géologiques et cycle long

Fiche méthode

(SVT terminale spécialité · Les climats de la Terre : comprendre le passé pour agir aujourd'hui et demain)

La démarche face à un document sur le cycle du carbone

1. Je repère le réservoir étudié, les flux qui entrent et qui sortent, et leur unité (GtC, Gt de CO_2, ppm, tC/ha/an).

2. Je convertis tout en GtC : ppm × 2,12 ; Gt de CO_2 × 12/44.

3. Je calcule : bilan = entrées − sorties ; τ = stock ÷ flux sortant ; CO_2 piégé d'après l'équation bilan.

4. Je conclus : puits ou source, cycle court ou cycle long, effet sur le CO_2 de l'air.

La clé seul l'écart entre entrées et sorties fait varier un stock ; seule l'altération des silicates piège durablement le CO_2 dans les roches.

Cas 1 · Calculer un temps de résidence

Réflexe — réservoir à l'équilibre, stock en GtC, flux en GtC/an : $\tau = \dfrac{\text{stock}}{\text{flux sortant}}$.

Exemple. Sols d'une région tempérée : 300 GtC, apports de litière 12 GtC/an, à l'équilibre.

$\tau = \dfrac{300}{12} = 25$ ans.

Le carbone y séjourne en moyenne **25 ans**.

Attention — hors équilibre, le calcul n'est qu'une estimation.

Cas 2 · Calculer le carbone stocké dans une roche

Réflexe — masse molaire → part du carbone → masse de carbone ; × 44/12 pour la masse de CO_2.

Exemple. 1 t de magnésite $MgCO_3$ (M(Mg) = 24,3 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 g/mol).

$M = 24{,}3 + 12 + 3 \times 16 = 84{,}3$ g/mol ; $\dfrac{12}{84{,}3} \times 1\,000 \approx 142$ kg de carbone.

Soit $\dfrac{44}{84{,}3} \times 1\,000 \approx$ **522 kg de CO_2**.

Attention — un carbonate produit par des êtres vivants reste du carbone minéral.

Cas 3 · Écrire le bilan d'une altération

Réflexe — j'additionne altération et précipitation, je retire ce qui est des deux côtés, je compte les CO_2 restants.

Exemple. Diopside : $CaMgSi_2O_6 + 4\ CO_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca^{2+} + Mg^{2+} + 4\ HCO_3^- + 2\ SiO_2$; puis $Ca^{2+} + Mg^{2+} + 4\ HCO_3^- \rightarrow CaMg(CO_3)_2 + 2\ CO_2 + 2\ H_2O$.

Ions et eau s'annulent ; 4 CO_2 à gauche, 2 à droite.

Bilan : $CaMgSi_2O_6 + 2\ CO_2 \rightarrow CaMg(CO_3)_2 + 2\ SiO_2$: **2 CO_2 piégés** par mole.

Attention — l'altération d'un calcaire a un bilan nul.

Cas 4 · Prévoir l'effet d'un déséquilibre

Réflexe — variation = sources − puits, × durée ; positive → le CO_2 monte, négative → il baisse.

Exemple. Dégazage 0,12 GtC/an, piégeage 0,09 GtC/an, pendant 50 000 ans.

$(0{,}12 - 0{,}09) \times 50\,000 = 0{,}03 \times 50\,000 =$ **1 500 GtC** gagnés par le cycle court.
Le CO_2 monte, le climat se réchauffe, l'altération s'accélère : rétroaction négative.

Attention — un climat froid ralentit l'altération : le CO_2 remonte.

Cas 5 · Établir le bilan d'une année d'émissions

Réflexe — tout en GtC ; fraction = hausse de l'atmosphère ÷ émissions ; puits = émissions − hausse.

Exemple. Émissions : 40,0 Gt de CO_2 ; hausse de la teneur de l'air : 2,9 ppm.

$40{,}0 \times 12/44 \approx 10{,}9$ GtC ; $2{,}9 \times 2{,}12 \approx 6{,}1$ GtC ; $6{,}1 \div 10{,}9 \approx 0{,}56$.
56 % restent dans l'air ; les puits prennent ≈ 4,8 GtC.

Attention — ne jamais diviser des GtC par des Gt de CO_2.

Les pièges à éviter

- Mélanger GtC et Gt de CO_2 : la même masse est 3,67 fois plus grande en Gt de CO_2.
- Croire qu'un flux énorme fait varier un stock : seul l'écart entre entrées et sorties compte.
- Appeler « puits » une forêt ancienne à l'équilibre : un puits est un réservoir qui grossit, comme une plantation qui croît.
- Compter l'altération des calcaires comme un puits : la reprécipitation rend le CO_2, bilan nul.
- Lire une baisse estivale de la courbe de Keeling comme une tendance : comparer le même mois d'une année à l'autre.
- Confondre temps de résidence (quelques années) et durée de l'excès de CO_2 (siècles à centaines de milliers d'années).
- Dire que le carbone de la craie est organique parce qu'elle vient d'êtres vivants : il est minéral.

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).