

L'âge de la Terre à partir de la salinité des océans

Objectif

Déterminer la valeur d'une concentration en masse et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux.

Contexte

Le 7 mai 1899, le physicien irlandais John Joly (1857-1933) fit un exposé à l'Académie Royale de Dublin où il donna une méthode de datation des océans à partir de la salinité. Son raisonnement était le suivant : au départ l'océan n'était pas salé ; sa salinité est due à un apport régulier de sel par les rivières. En mesurant la salinité actuelle de l'océan on peut donc en déduire le temps écoulé depuis sa formation.

On sait que la salinité de l'océan est de 3,5%, dont 77,758% de NaCl. Dans NaCl, le sodium Na constitue lui-même 39,32% de la masse. On connaît aussi la masse des océans, qui est de $1,3245 \times 10^{18}$ tonnes. D'autre part, le flux total des rivières est de $2,7176 \times 10^4$ km³ d'eau par an, avec une concentration de 5 250 t/km³

Questions

1. En utilisant vos connaissances sur le cycle de l'eau, expliquer comment l'eau douce des rivières peut saler les océans.
2. En déduire la masse totale de chlorure de sodium contenue dans les océans (en kg).
3. En déduire la masse de sodium contenue dans les océans.
4. En appliquant l'hypothèse de John Joly, calculer l'âge des océans.
5. Rechercher l'âge de la Terre estimé actuellement par des méthodes de radiodation.
6. Comparer l'âge de la Terre estimé par des mesures de radioactivité et le résultat obtenu par la méthode de Joly. Commenter et proposer une explication à cet écart.

Eléments de réponse

Masse de sel dans les océans = $1,3245 \cdot 10^{18} \times 0,035 \times 0,77758 \times 0,3932 = 1,42 \cdot 10^{16}$ t.

Flux de sel apporté par les rivières = $2,7176 \cdot 10^4 \times 5250 = 1,426 \cdot 10^8$ t/an.

Age = Masse / Flux = 99 Ma.

Cet âge est inférieur à l'âge réel car le sodium ne s'accumule pas simplement dans les océans, il en est aussi retiré par la sédimentation, et par la subduction de ces derniers dans les marges actives. Ce qu'a calculé Joly n'est donc pas l'âge des océans, mais le temps de résidence du sodium dans l'océan.