

**Mots-clés** : traceurs chimiques

## I – Étude et analyse de documents

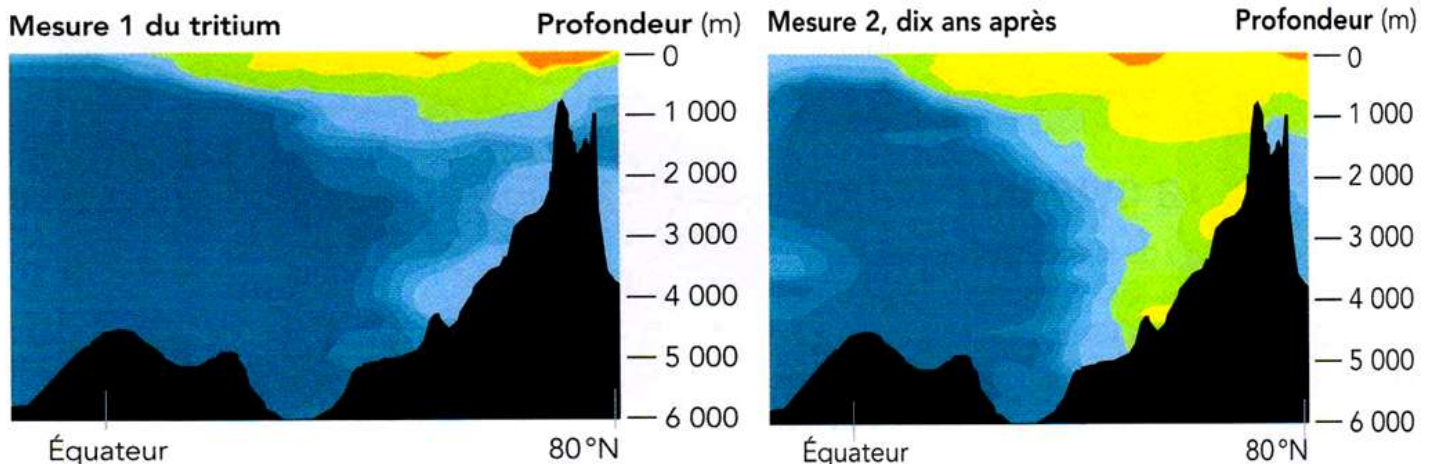
### Document 1 Différents traceurs

De nombreux éléments chimiques transitent par les océans. Cette dynamique peut être suivie grâce à des mesures de très faibles quantités d'espèces chimiques appelées traceurs. Ils permettent d'étudier les déplacements des masses d'eaux dans l'océan profond et d'établir des échelles de temps. Deux types de traceurs sont étudiés : les traceurs naturels (ions silicate, phosphate, nitrate, dioxygène, etc.) et les traceurs transitoires apportés par l'homme (fréon, tritium, carbone, etc.).

### Document 2 Un traceur : le tritium

Dans les années 60, suite aux essais nucléaires, la quantité de tritium  $^3\text{H}$  dans l'atmosphère a augmenté. Le tritium a ensuite diffusé dans les eaux de surface lors des échanges entre l'atmosphère et l'océan. Entraîné par les courants plongeants, il s'est retrouvé en profondeur. Les documents ci-contre présentent le résultat de deux mesures de tritium effectuées dans l'Atlantique Nord à 10 ans d'intervalle. Dans ces documents, le tritium est repérable par les couleurs orange, jaunes et vertes.

D'après G. OSTLUND, Tritium Laboratory, Miami.

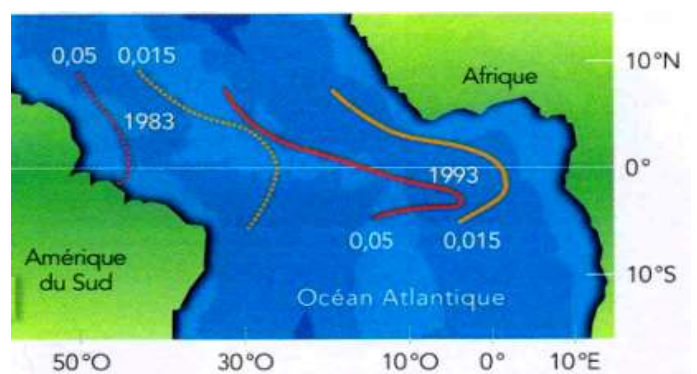


### Document 3 Les CFC.

Les mesures des concentrations en fréons (chlorofluorométhane, CFC-11), gaz libérés depuis plus d'un demi-siècle par les bombes aérosols et les fluides réfrigérants, permettent de mettre en évidence un flux d'eaux profondes en Atlantique Nord.

La carte ci-contre montre la comparaison des isolignes de 0,05 pmol/kg et 0,015 pmol/kg entre 1983 (traits en pointillés) et 1993 (traits continus) dans la zone équatoriale de l'atlantique.

L'Atlantique s'étire du nord au sud, sa forme générale est en S ; la largeur minimale est atteinte aux environs de l'équateur, 3 000 km seulement séparant la Sierra Leone du Brésil.



### Questions

1. Donner un exemple de traceur naturel et un autre de traceur anthropique.
2. Décrire le déplacement des eaux contenant le tritium dans l'Atlantique nord.
3. Dans quel sens est orienté le déplacement des eaux profondes marquées par le fréon.
4. Après avoir défini un traceur chimique, expliquer comment l'étude des traceurs permet d'analyser la circulation océanique.

## II – Résolution de problème

### Document 1

Les eaux souterraines contiennent des espèces dissoutes. La détermination de la quantité de certains de ces solutés peut fournir des renseignements sur l'âge des eaux souterraines, c'est-à-dire sur leur temps de transfert souterrain depuis leur point d'infiltration jusqu'à l'aquifère dans lequel elles sont contenues.

Les techniques de datation basées sur la décroissance radioactive du carbone 14 ne peuvent être utilisées pour des eaux dont le temps de résidence excède 35 000 ans.

En revanche, le chlore 36 (noté  ${}^{36}_{17}\text{Cl}$ ), avec une demi-vie de  $3,01 \cdot 10^5$  ans, est un traceur intéressant pour l'estimation de l'âge des eaux des grands bassins sédimentaires et des carottes glaciaires. Le chlore 36 est un traceur historique, dont la forte concentration est liée à l'utilisation des bombes thermonucléaires dans les années 1963-1964.

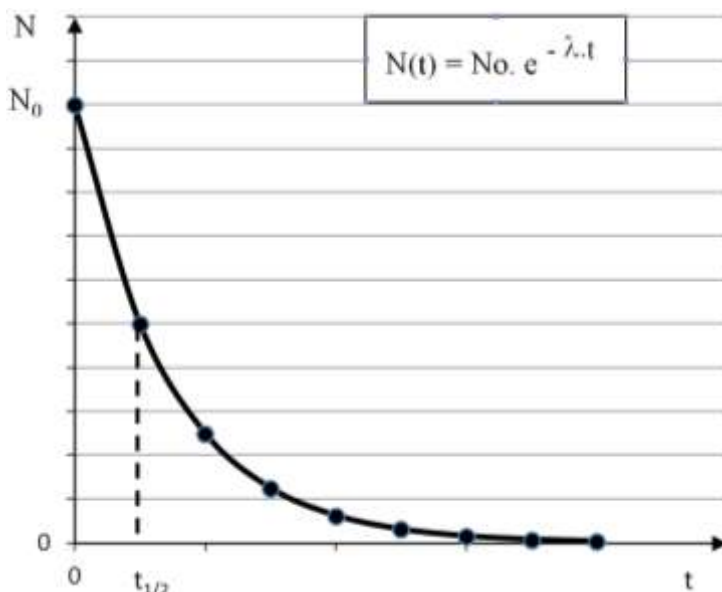
Lessivé par les précipitations, le chlore 36 retourne à la pédosphère. Dans les eaux de surface, il est ainsi renouvelé et sa concentration dans ces eaux peut être considérée constante. Ce n'est pas le cas lorsqu'il pénètre dans la lithosphère après infiltration des eaux souterraines : le renouvellement n'existe plus et la proportion en chlore 36 diminue.

### Document 2

La radioactivité est un phénomène naturel au cours duquel des noyaux atomiques instables se désintègrent. Si on note  $N_0$  le nombre de noyaux à l'instant  $t = 0$  et  $N(t)$  le nombre de noyaux à l'instant  $t$ , alors  $N(t)$  décroît exponentiellement au cours du temps selon la loi :  $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda \cdot t}$

avec  $\lambda = \ln(2) / t_{1/2}$ , constante de radioactivité,  $t_{1/2}$  en années

Remarque : Si  $y = e^x$  alors  $x = \ln y$



### Problème

Estimer l'âge des eaux souterraines non renouvelées d'un aquifère ne contenant plus que 38 % du nombre de noyaux de chlore 36 trouvés dans les eaux de surface.

### Questions

1. À partir du graphe joint, proposer une définition de la demi-vie, notée  $t_{1/2}$ .
2. Justifier que, dans les eaux souterraines,  $N(t) = 0,38 N_0$  des eaux de surface.
3. En vous aidant du graphe ci-joint répondre au problème posé.

### Pour aller plus loin

4. Donner la composition du noyau de chlore 36.
5. La réaction de désintégration du chlore 36 donne un noyau d'argon stable de symbole  ${}^{36}_{18}\text{Ar}$ .
  - a. Donner l'équation de la désintégration d'un noyau de chlore 36 en indiquant les lois de conservation utilisées.
  - b. Donner le nom de la particule émise et le nom du type de radioactivité mis en jeu.
6. Calculer la valeur de la constante radioactive  $\lambda$ .  
Donnée : la constante radioactive s'exprime en  $\text{s}^{-1}$ .
7. Pourquoi ne pas avoir utilisé la datation au carbone 14 de demi-vie 5 700 ans pour dater cet échantillon.