

# La salinité d'une eau

## Activité 5

Animation

### La salinité d'une eau

La salinité d'une eau de mer, masse d'espèces solides dissoutes dans 1 kg d'eau, est une information utile aux océanographes et climatologues.

Mots-clés : mers ; océans.

Compétences scientifiques évaluées

- Faire preuve de curiosité.
- Mettre au point un protocole.

### Situation problème

La densité de l'eau de mer dépend de sa température et de sa salinité, c'est-à-dire de sa concentration en sels dissous. Dans l'Arctique, l'eau qui gèle pour former la banquise rejette son sel dans l'eau liquide. Les eaux liquides de surface sont alors froides et chargées en sel : leur densité est élevée. Elles plongent en profondeur et sont entraînées vers le sud. Sous les Tropiques, la température de ces eaux augmente ; elles remontent à la surface. Ce phénomène crée un vaste courant appelé **circulation thermohaline** (Fig. 1), qui joue un rôle important dans la régulation du climat en transportant de la chaleur.

Pour mieux établir une carte de ce courant, les chercheurs utilisent des mesures de salinité.

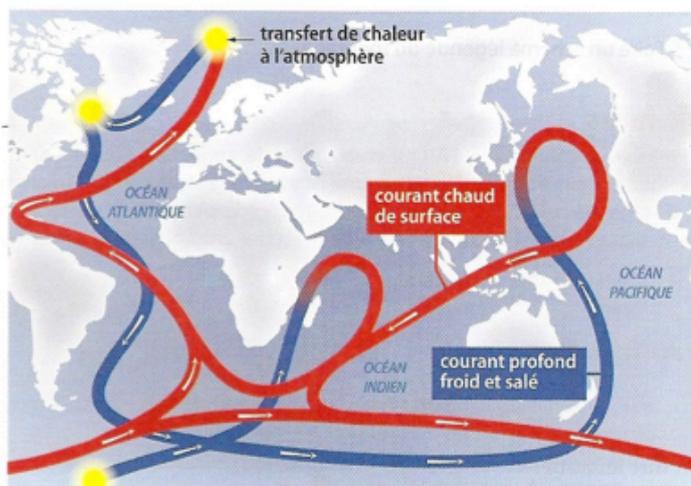


Fig. 1 La circulation thermohaline.

### Analyse du problème

Dans l'eau de mer, les proportions relatives des espèces dissoutes (Fig. 2) restent quasiment constantes quelle que soit la salinité.

La **chlorinité** caractérise la quantité totale d'ions halogénure ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ...) dans l'eau. Elle est exprimée en masse de chlore, en gramme, équivalente à la quantité totale d'ions halogénure dans 1 kg d'eau.

1 Comment une mesure de la chlorinité d'une eau peut-elle permettre de déterminer sa salinité ?

#### Question scientifique à résoudre

Comment déterminer expérimentalement la salinité d'un échantillon d'eau de mer ?

### Construction des étapes de la résolution

2 **6-21** Généralement, quels sont les réactifs utilisés pour un dosage direct des ions chlorure ?

3 a. À quelle famille d'éléments appartient l'élément chlore  $\text{Cl}$  ? l'élément brome  $\text{Br}$  ?

b. Que peut-on dire de leur réactivité ?

4 Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la concentration molaire en ions halogénure d'une eau de mer.

5 a. Quelle est l'unité de la chlorinité, qu'on notera  $\text{Ch}$  ?

b. La concentration massique en halogénures équivalent chlore est-elle suffisante pour déterminer la chlorinité  $\text{Ch}$  dans cette unité ? Quelle grandeur physique caractéristique de l'eau étudiée doit-on aussi connaître ?

6 Proposer un protocole expérimental simple permettant la mesure de cette grandeur.

Anions	Cations
Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) : 18,979 9 g · kg <sup>-1</sup>	Sodium ( $\text{Na}^+$ ) : 10,556 1 g · kg <sup>-1</sup>
Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) : 2,648 6 g · kg <sup>-1</sup>	Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) : 1,272 0 g · kg <sup>-1</sup>
Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) : 0,139 7 g · kg <sup>-1</sup>	Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) : 0,400 1 g · kg <sup>-1</sup>
Bromure ( $\text{Br}^-$ ) : 0,064 6 g · kg <sup>-1</sup>	Potassium ( $\text{K}^+$ ) : 0,380 0 g · kg <sup>-1</sup>

Fig. 2 Masse des principaux ions dissous en g par kg d'eau dans une eau de mer de salinité 35 g · kg<sup>-1</sup>.

### Mise en œuvre des étapes de la résolution

**Matériel**

- burette de 25 mL avec support
- agitateur magnétique et barreau aimanté
- eau de mer de pH compris entre 6,5 et 7,5 (à ajuster si nécessaire)
- pipette de 10 mL
- balance
- solution de nitrate d'argent de concentration  $c_2 = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- solution de chromate de potassium

Par titrage direct, on dose les ions chlorure  $\text{Cl}^-$  (aq) et bromure  $\text{Br}^-$  (aq) de l'eau de mer (de concentration  $c_1$ ) par une solution contenant des ions argent (I)  $\text{Ag}^+$  (aq) en concentration  $c_2$ . Des ions dichromate  $\text{CrO}_4^{2-}$  (aq) sont ajoutés dans la solution titrée ; ils permettent de repérer l'équivalence en formant un précipité rouge  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  (s) en présence d'ions  $\text{Ag}^+$  (aq) (Fig. 3).

• Réaliser le dosage d'un volume  $V_1 = 10,0 \text{ mL}$  d'eau de mer. Commencer par un dosage rapide permettant de repérer approximativement l'équivalence, puis procéder à un dosage plus fin. Noter le volume équivalent  $V_{\text{éq}}$ .

- 7 a. Écrire l'équation support du dosage. En déduire une relation valable à l'équivalence entre  $c_1$ ,  $V_{\text{éq}}$ ,  $c_2$  et  $V_1$ .
- 8 a. Déterminer la concentration molaire  $c_1$  en ions halogénure de l'eau de mer.  
b. En déduire la concentration massique en ions halogénure (équivalent chlorure)  $c_{m1}$ .  
• Mettre en œuvre le protocole déterminé à la question 6 pour mesurer la masse volumique de l'eau de mer.
- 9 Les proportions relatives des espèces dissoutes ne variant pas, montrer que la salinité  $S$  est toujours reliée à la chlorinité  $\text{Ch}$  par la relation :  $S \approx 1,81 \times \text{Ch}$ .
- 10 Calculer la salinité  $S$  de cette eau.

### Regard critique sur la résolution

Depuis 1981, la détermination de la salinité par titrage de la chlorinité est officiellement abandonnée au profit d'une mesure de conductivité de l'eau (Fig. 4) à partir de la définition suivante :

« La salinité pratique d'un échantillon d'eau de mer est définie en fonction du rapport  $K$  de la conductivité électrique de cet échantillon d'eau de mer à  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  et à la pression atmosphérique normale et de celle d'une solution de chlorure de potassium dans laquelle la fraction en masse de  $\text{KCl}$  est  $0,032\,435\,6$ , à la même température et même pression. Une valeur de  $K$  égale à 1 correspond par définition à une salinité pratique égale à 35. »

- 11 Selon vous, quels avantages présente la méthode par conductimétrie par rapport au titrage de la chlorinité ?

### Pour conclure

- 12 En quoi le suivi de la salinité en un lieu donné peut-il être intéressant ?

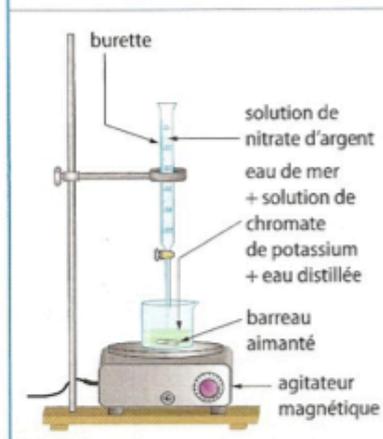


Fig. 3 Montage expérimental.

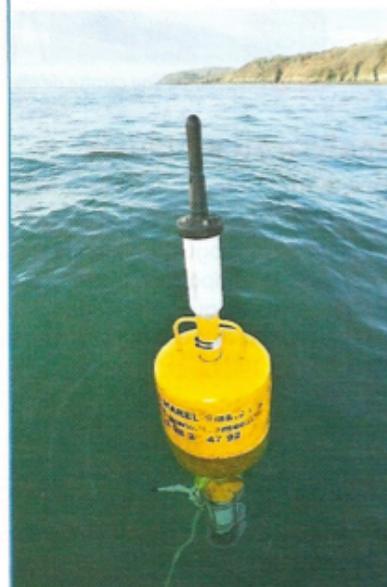


Fig. 4 Bouée de mesure de salinité installée par l'Ifremer.

### Points de repère

- Les **mers et océans** du globe contiennent de nombreuses espèces chimiques dissoutes.
- Les différences de **salinité** des masses d'eau sont en partie responsables de la **circulation thermohaline**.
- La détermination de la **chlorinité** permet de calculer la salinité d'une eau car les proportions d'espèces dissoutes n'en dépendent quasiment pas.