

EX 1.1 - LA SALINITÉ POUR SURVEILLER LES OCÉANS

L'eau des océans est en mouvement permanent. C'est un tapis roulant géant, à l'échelle du globe, d'eaux chaudes ou froides. On connaît une partie de ce tapis roulant : le Gulf Stream.

L'évolution de cette circulation est sûrement liée au réchauffement climatique et peut être étudiée grâce à des mesures de la salinité de l'eau. Les océans sont donc sous surveillance.

Le programme ARGO, par exemple, est lancé depuis plus de 10 ans : environ 3000 bouées enregistrent quotidiennement température et salinité de l'eau de mer en surface, au gré de leur errance sur tous les océans.



Une bouée ARGO

1. Comprendre la notion de salinité

L'eau de mer contient de nombreuses espèces dissoutes, la majorité d'entre elles est sous forme d'ions. Sa salinité est définie comme la masse en grammes d'espèces dissoutes contenues dans un kilogramme d'eau de mer. L'eau de mer de référence appelée « eau de mer normale » à la température de 15°C et à la pression atmosphérique normale de 1,0 bar, possède une salinité S de 35 g·kg⁻¹.

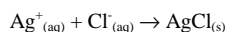
1.1. La densité de l'eau de mer normale d est égale à 1,02597. Quelle est la masse d'espèces dissoutes dans un m³ de cette eau de mer ? [1 pt]

1.2. Proposer un protocole simple permettant de mesurer la salinité d'une eau de mer au laboratoire, en considérant qu'elle contient essentiellement des ions chlorure Cl⁻ et des ions sodium Na⁺. [1 pt]

2. Mesurer la salinité des océans

On souhaite déterminer la salinité d'une eau de mer, que l'on considèrera comme une solution contenant uniquement des ions chlorure Cl⁻ et des ions sodium Na⁺.

Pour cela, on prépare un volume $V = 250$ mL d'eau de mer diluée 100 fois. Puis, on y ajoute une solution de nitrate d'argent (Ag⁺ + NO₃⁻). Les ions chlorure réagissent avec les ions argent selon la réaction :



500 mL de la solution de nitrate d'argent a été préparée à partir de 8,5 g de nitrate d'argent ($M = 170$ g·mol⁻¹).

2.1. Montrer que la concentration de la solution de nitrate d'argent vaut $c = 0,10$ mol·L⁻¹ [0,5 pt]

2.2. Il est nécessaire d'utiliser 15,5 mL de solution de nitrate d'argent et 250 mL d'eau de mer diluée 100 fois pour que les réactifs soient introduits dans les proportions stœchiométriques. Calculer la concentration molaire en ions chlorure dans la solution diluée d'eau de mer. [1 pt]

2.3. Calculer la concentration molaire, puis massique en chlorure de sodium dans l'eau de mer non-diluée. $M_{\text{Cl}} = 35,5$ g·mol⁻¹; $M_{\text{Na}} = 23,0$ g·mol⁻¹. [1 pt]

3. Salinité des eaux de surface océaniques et climat

Les mesures relevées par les bouées du programme ARGO, ont permis de relever différents paramètres en fonction de la latitude.

3.1. Proposer une explication à l'évolution de la salinité des eaux de surface montrée dans le document 1 (en fin de sujet) pour les latitudes comprises entre 60° et 20° sud. [1 pt]

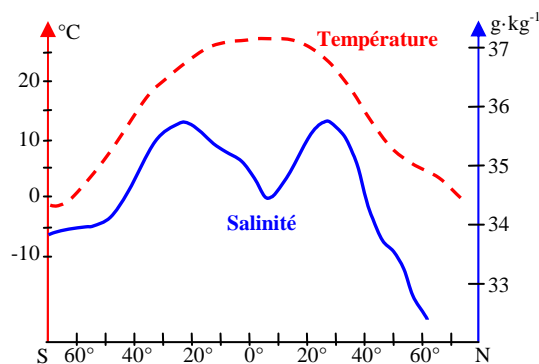
3.2. À l'aide du document 2 (en fin du sujet), proposer une explication à l'évolution de la salinité des eaux de surface au voisinage de la latitude de 0°. [1 pt]

3.3. Proposer une explication aux écarts de salinité moyenne des zones B et C par rapport à l'eau de mer « normale » (zone Atlantique Nord). [1,5 pt]

Zone étudiée	Atlantique Nord	Zone A (zone arctique)	Zone B (mer Méditerranée)	Zone C (embouchure de l'Amazone)
Salinité moyenne (g·kg ⁻¹)	35	32	39	31

3.4. Émettre une hypothèse sur l'évolution de la salinité dans la zone arctique compte tenu de l'augmentation de la température dans cette zone due au réchauffement climatique. [1 pt]

Document 1 : Évolution de la température, de la salinité des eaux de surface en fonction de la latitude à partir des relevés de balise ARGO



Document 2 : Précipitations annuelles dans le monde



Correction

1.1. $1 \text{ m}^3 \rightarrow 1025,97 \text{ kg}$, donc 35,9 kg de sel

1.2. Mesure de la conductivité et comparaison avec une droite d'étalonnage

2.1. $c = \frac{m}{M \cdot V} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2.2. À l'équivalence, $n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+) = 0,10 \times 15,5 \cdot 10^{-3} = 1,55 \text{ mmol}$.
Donc $[\text{Cl}^-] = n/V = 1,55 \cdot 10^{-3} / 250 \cdot 10^{-3} = 6,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

2.3. Cette concentration correspond à l'eau de mer diluée 100 fois, donc dans l'eau de mer, $[\text{Cl}^-] = 0,62 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
Et comme il y a autant d'ions Na^+ que d'ions Cl^- , $[\text{NaCl}] = 0,62 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
soit $c_m = c \cdot M = 0,62 \times 58,8 = 36,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

3.1. La fonte des glaces en zone antarctique contribue à diminuer la salinité des eaux de l'océan, car ces glaces sont constituées d'eau douce. L'évaporation est également plus importante en zone plus chaude.

3.2. Il y a beaucoup de précipitation dans cette zone. Cela contribue à la diminution de la salinité à l'équateur.

3.3. B : Zone sèche et chaude (évaporation importante), isolé du reste de l'océan, avec relativement peu d'apport d'eau douce par les fleuves.
C : Apport important d'eau douce par l'Amazone.

3.4. La fonte accélérée des glaces risque de provoquer une diminution de la salinité de ces eaux.