

SALINITE DE L'EAU DE MER

Document 1 : Sels dissous dans l'eau de mer (en g par kg d'eau de mer) ; valeurs moyennes

Chlorure (Cl^-)	18.9799	Sodium (Na^+)	10.5561
Sulfate (SO_4^{2-})	2,6486	Magnésium (Mg^{2+})	1,2720
Bicarbonate (HCO_3^-)	0,1397	Calcium (Ca^{2+})	0,4001
Bromure (Br^-)	0,0646	Potassium (K^+)	0,3800
Fluorure (F^-)	0,0013	Strontium (Sr^{2+})	0,0135

La salinité (S) représente la **masse de sels** (composés ioniques) dissous **dans un kilogramme d'eau** de mer. Elle s'exprime en **gramme par kilogramme** ($g.kg^{-1}$), unité utilisée dans la suite du document.

La salinité moyenne de l'eau de Mer est environ de 34,9. La salinité naturelle variant de 10 dans la Baltique à 40 dans la Mer Rouge. Elle varie de 20 à 35 dans la mer du Nord, et de 30 à 35 dans les mers tropicales. Un aspect important est que si la concentration totale des sels dissous varie en fonction du lieu, la proportion des composants les plus importants reste à peu près constante. Cela tend à prouver que, à l'échelle de temps géologique, les eaux des océans se sont globalement mélangées. Mais la concentration totale peut varier d'un endroit à l'autre et selon la profondeur. De nombreux processus interviennent pour concentrer ou diluer l'eau de mer dans certaines régions : fonte des glaciers polaires et icebergs, courants tels que le Gulf Stream, écoulement de fleuves, pluies...

Document 2 : Salinité et chlorinité

La chlorinité caractérise la quantité totale d'ions halogénure (Cl^- , 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. Dans l'eau de mer, les proportions relatives des espèces dissoutes restent quasiment constantes quelle que soit la salinité. La relation entre la salinité et la chlorinité a été définie en 1902 à partir de nombreuses mesures de laboratoires sur des échantillons provenant de toutes les mers du globe :

$$S = 1,805 \times C_h \quad \text{avec } S \text{ la salinité et } C_h \text{ la chlorinité (exprimées en } g.kg^{-1}\text{).}$$

Document 3 : Titrage des ions chlorure par la méthode de Mohr

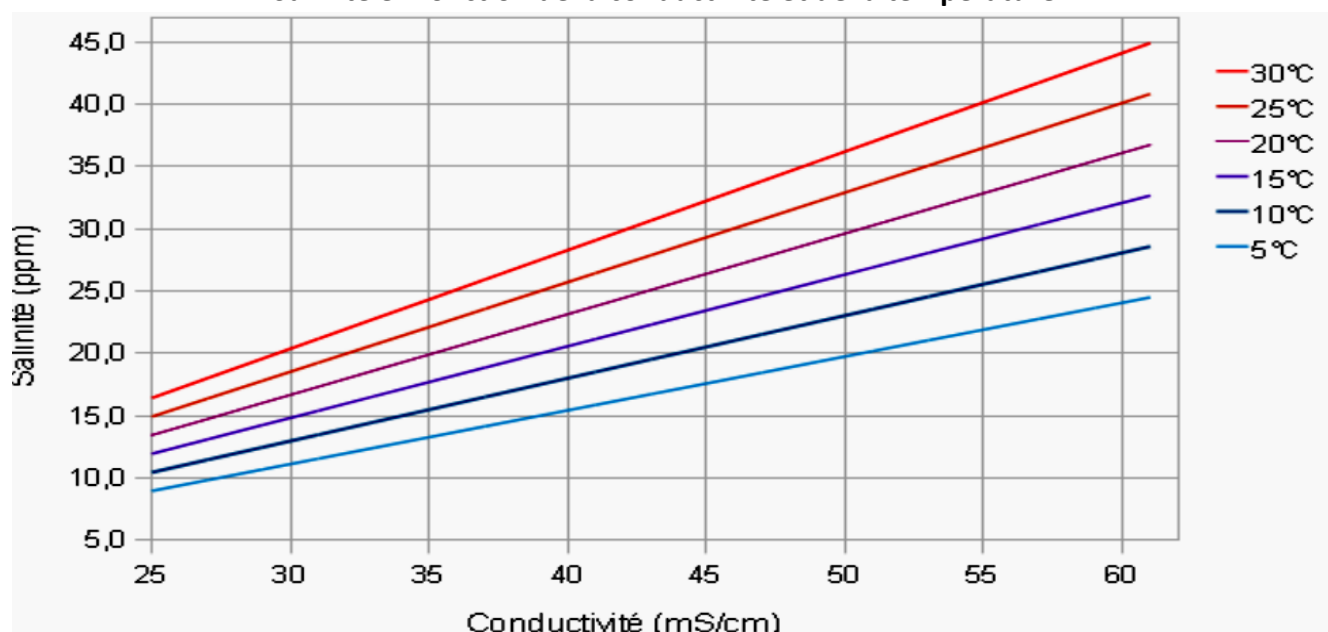
Au cours de ce titrage, les ions chlorure (et autres halogénures) réagissent avec les ions argent pour former un précipité blanc de chlorure d'argent : $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$.

L'indicateur de fin de réaction est le chromate de potassium K_2CrO_4 qui donne avec l'excès d'ions argent, en milieu neutre, un précipité rouge de chromate d'argent $2Ag^+_{(aq)} + CrO_4^{2-}_{(aq)} = Ag_2CrO_{4(s)}$. On peut considérer avec une très bonne précision, que le précipité de chromate d'argent commence à apparaître uniquement lorsque les ions chlorure ont réagi.

Document 4 : Salinité, température et conductivité

La conductivité électrique σ (mesurée en milli-siemens par centimètre, $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) d'une solution ionique est en relation avec les concentrations molaires des espèces ioniques dissoutes (loi de Kohlraush : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ applicable aux solutions peu concentrées). Pour l'eau de mer on montre que la salinité et la conductivité sont en relation affine comme le montre les graphes ci-dessous à diverses températures.

Salinité en fonction de la conductivité et de la température



Document 5 : Résultats d'analyses.

- On effectue au préalable une dilution par 10 d'un échantillon d'eau prélevée dans la Mer du Nord puis on réalise un titrage de cette eau diluée par la méthode de Mohr. Pour un prélèvement de 20 mL d'eau diluée, l'équivalence a été obtenue pour une chute de burette de $V_a = 21,1$ mL de solution de nitrate d'argent à la concentration $C_a = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. La précision du dosage est estimée à $\Delta C/C = 2\%$.
- La mesure de conductivité à $T = 20^\circ\text{C}$ a donné pour résultat $\sigma = 56 \pm 1 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Questions préalables

- Schématiser et expliquer le protocole mis en œuvre pour la méthode de Mohr.
- A partir des résultats du **document 5**, déterminer la concentration molaire des ions chlorure (équivalente à l'ensemble des halogénures) dans l'échantillon d'eau de la Mer du Nord. Montrer que la concentration massique est égale à $C_m = 18,7 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. (Donnée $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$).
- La densité de cette eau de mer est égale à 1,025 à 20°C ; autrement dit un litre de cette eau a une masse de 1,025 kg. A partir du résultat précédent, calculer la chlorinité C_h en g par kg d'eau.

Résolution de problème

Les valeurs de salinité S déduites des deux analyses du document 5, données sous forme normalisée ($S \pm \Delta S$), sont-elles en accord avec l'indication du document 1 ?

On présentera de façon ordonnée les traitements effectués à partir des résultats et la conclusion. On joindra le graphe exploité à la copie.