

Salinité de l'eau de mer

Dans le cadre de ses recherches sur les courants océaniques, un océanographe a réalisé plusieurs prélèvements d'eau de mer sur des plateformes pétrolières. À cause d'un mauvais étiquetage, il doute de la provenance d'un des échantillons : vient-il de la Mer du Nord ou du golfe du Mexique ?



Plateforme 'Troll' – Mer du Nord.



Plateforme pétrolière – Golfe du Mexique.

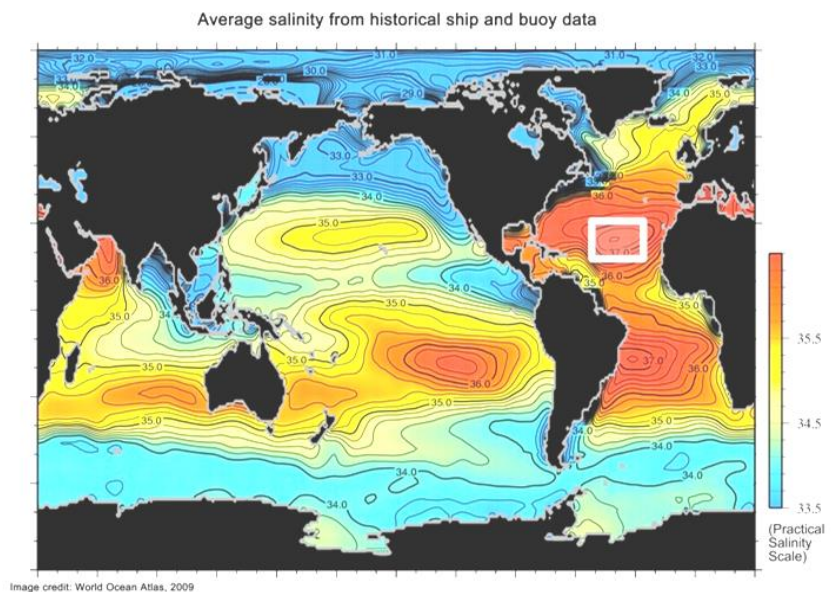
- En vous appuyant sur vos connaissances et les documents 1 à 6 ci-dessous, élaborer une démarche expérimentale qui permettra d'identifier la provenance de l'échantillon de deux manières différentes.
- Mettre en œuvre le protocole, après accord du professeur et répondre à la question posée. Ne pas oublier de commenter le résultat et la démarche.

Document 1 : salinité des océans

Les mers et océans sont de vastes étendues d'eau de salinité diverses recouvrant les deux tiers de la surface du globe. La salinité s'est constituée par l'apport des eaux de ruissellement chargées en diverses substances ioniques (chlorure de sodium pour l'essentiel mais aussi chlorures de magnésium, de potassium, de calcium). Si la salinité des océans ne varie que très peu aujourd'hui, certaines mers voient leur salinité augmenter par une importante évaporation.

La salinité représente la quantité de sels secs dissous dans l'eau ; elle est donnée en partie par milliers notée aussi ‰ ou psu (practical salinity unit - 1 psu correspond à 1 gramme de sel sec par kilogramme d'eau).

Dans les océans et mers ouvertes, la salinité varie en surface de 31 psu à 37,9 psu. Dans certaines zones de la mer baltique, elle peut descendre à 10 psu et monter à 40 psu dans la mer rouge. Au voisinage des pôles en été, la fonte des glaces peut abaisser significativement la salinité, ainsi, en mer du Nord, elle peut par endroit descendre jusqu'à 20 psu. D'autres facteurs comme la température et la profondeur influencent sa valeur.



Document 2 : données et approximations

Les ions chlorure réagissent avec les ions argent et forment un précipité de chlorure d'argent.

Masse molaire atomique du chlore : $M_{(Cl)} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

On fera l'approximation que la densité de l'eau de mer vaut 1,0.

La salinité, S en g.L^{-1} , peut se déduire de la concentration massique en ions chlorure, $C_{\text{mass, Cl}^-}$, en appliquant la relation de DITTMAR : $S = 1,80 C_{\text{mass, Cl}^-}$

Document 3 : titrage

Lors d'un titrage, il y a réaction chimique entre un réactif titrant et un réactif titré. Le réactif titrant est souvent placé dans la burette et le réactif titré dans le bécher. À l'équivalence, les deux réactifs ont été complètement consommés. Il est alors possible de déterminer la quantité de matière du réactif titré à l'aide de la quantité de matière du réactif titrant versée à l'équivalence. L'équivalence peut être déterminée par différentes méthodes au laboratoire : changement brusque de couleur, changement brusque de pH, changement brusque de pente de la conductivité. Ces changements sont à interpréter correctement au cas par cas.

Document 4 : méthode de Mohr

À l'aide d'une burette, ajouter une solution de concentration connue de nitrate d'argent à un volume connu de solution contenant des ions chlorure à titrer : les ions chlorure et les ions argent précipitent pour donner du chlorure d'argent.

Dans le cadre de la méthode de Mohr, on ajoute dans la solution titrée quelques gouttes de chromate de potassium.

Avant l'équivalence, les ions argent réagissent avec les ions chlorure.

Après l'équivalence, tous les ions chlorure ont réagi, les ions argent réagissent alors avec les ions chromate pour former un précipité rouge brique.

Document 5 : titrage conductimétrique

On peut envisager un titrage conductimétrique quand la réaction support du titrage fait intervenir des ions.

Au cours d'un titrage conductimétrique, on mesure la conductivité en fonction du volume de réactif titrant versé.

Détermination de l'équivalence

Lors d'un titrage conductimétrique, la conductivité évolue différemment avant et après l'équivalence. L'intersection des asymptotes à la courbe $\sigma=f(V)$ fournit le volume équivalent en abscisse

Document 6 : matériel disponible et contraintes

- Un échantillon d'eau prélevée par le chercheur. On indique que la concentration en Cl^- est comprise entre de 0,2 et 0,4 mol.L^{-1}
 - Un dispositif de titrage (burette, agitateur magnétique...)
 - Pipettes jaugées de 5,00 mL et 10,00 mL + poire à pipeter
 - Fiole jaugée de 100,00 mL
 - Conductimètre et solution pour l'étalonnage
 - erlenmeyer
 - Bêchers et pot de yaourt
 - Solution de chromate de potassium ($2\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration $C_K = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
 - Solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C_N = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- On fera attention à limiter les volumes de nitrate d'argent consommés, la solution étant assez coûteuse. (Autour de 20 € le litre)
- On utilisera un volume de solution à titrer à introduire de 5,00 mL pour chaque titrage.

Average salinity from historical ship and buoy data

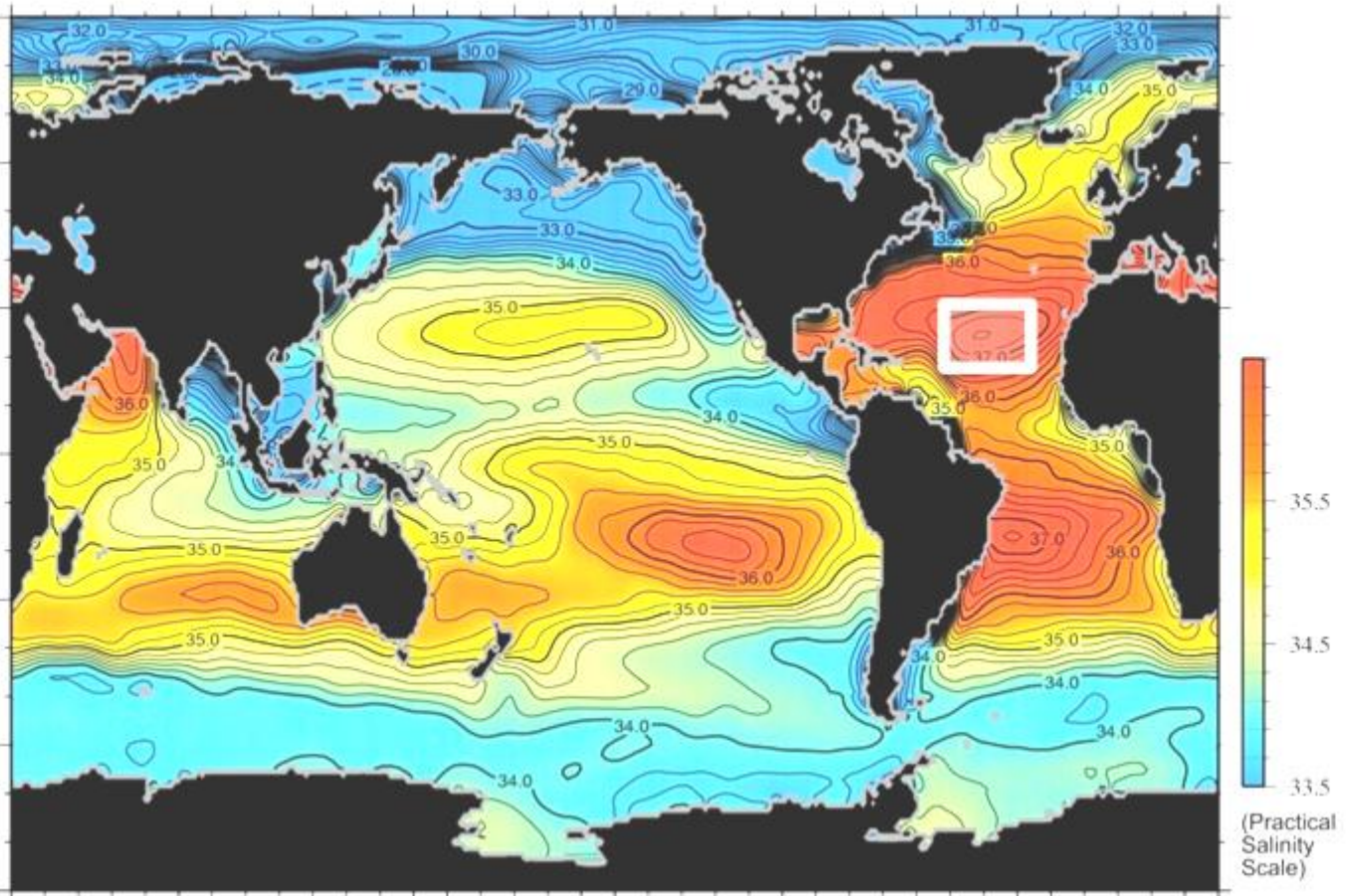


Image credit: World Ocean Atlas, 2009

Average salinity from historical ship and buoy data

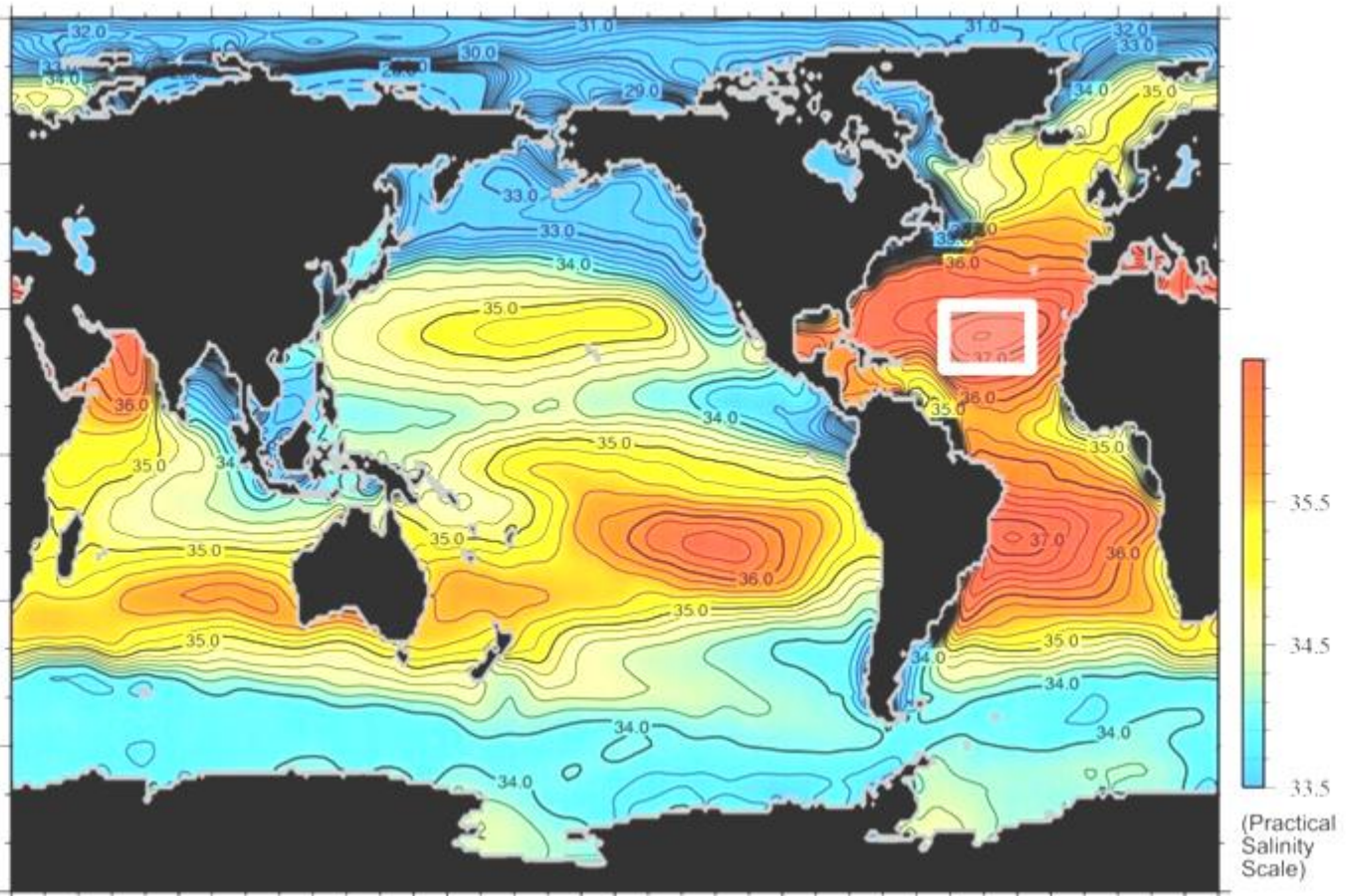


Image credit: World Ocean Atlas, 2009