

Objectifs du TP : reconstituer une eau de mer , mesures de conductimétrie, notions de salinité, chlorinité...

Eaux océaniques et climat

Les courants marins et océaniques jouent un rôle primordial dans la régulation du climat en assurant des échanges d'énergie entre différentes régions du globe. C'est en premier lieu les variations de densité (liées au variations de la salinité) des eaux océaniques en surface et en profondeur qui vont assurer les mouvements de convection.

Les eaux océaniques sont salées et l'étude de leur conductimétrie est essentielle en océanographie...

Des campagnes en bateau sont réalisées chaque année par les pays et les organismes impliqués dans ces recherches. Des mesures in situ de la conductivité des eaux de surface et en profondeur sont effectuées, des échantillons sont rapportés dans les laboratoires. Depuis quelques années, 2 satellites réalisent ces mesures pour les eaux de surface depuis l'espace.

Vous disposez d'une véritable eau de mer, prélevée en août 2016 à Belle-Ile, une île du sud de la Bretagne. Cette eau est un mélange relativement riche : sels minéraux, micro-organismes, etc.

Document 1 : Notion de salinité

La salinité est une grandeur que les océanographes ont fait évoluer au cours du temps en fonction de l'évolution des appareils de mesures et des précisions rendues accessibles.

En première définition, la salinité correspond à la masse totale (en g) des sels minéraux dissous dans un kg d'eau de mer (donnée en partie par milliers ‰ ou en g/kg d'eau)

La salinité S varie d'une mer à l'autre mais les proportions des différents sels dissous dans les eaux de mer sont sensiblement constantes. Cette propriété est appelée loi de Dittmar.

La chlorinité Chl est quant à elle la masse totale des éléments de la famille des halogènes (Cl, Br, F, I) dans 1 kg d'eau de mer.

Il est ainsi possible d'associer le concept de salinité (S regroupant tous les ions) à celui de chlorinité (Chl : tous les ions halogénure) par une formule apparemment simple : $S = 1,80655 \times \text{Chl}$ pour des salinités variant entre 30 et 40.

Proposée en 1962, par l'UNESCO. D'autres méthodes de calcul, plus précises sont utilisées de nos jours.

Document 2 Les mesures de conductimétrie.

Les espèces ioniques dissoutes transportent le courant électrique dans les solutions aqueuses.

A priori, le volume du récipient, la température de la solution, le signe de la charge des ions, la valeur absolue de la charge, la taille de l'ion, la concentration molaire des ions, leur solvatation sont autant de paramètres qui jouent un rôle dans le transport du courant.

On mesure par la conductivité σ mesurée en $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ (siemens par m) la faculté que possède une solution ionique de conduire le courant électrique.

Relation de Kohlrausch

Il a été établi que, pour les solutions peu concentrées :

$$\sigma = \sum \lambda_{\text{anion}} \times [\text{anion}] + \sum \lambda_{\text{cation}} \times [\text{cation}]$$

où [anion] et [cation] sont les concentrations molaires de chaque espèce ionique exprimées en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$.

et λ_{anion} et λ_{cation} sont les conductivités molaire ioniques de chaque sorte d'ion, dont la valeur est donnée dans les énoncés.

Par exemple, on réalise la dissolution de chlorure de calcium de formule CaCl_2 . La concentration en soluté apporté est c.

Après la dissolution : la solution contient deux fois plus d'ions chlorures que d'ions calcium :

$$[\text{Ca}^{2+}] = c \quad \text{et} \quad [\text{Cl}^-] = 2c$$

$$\sigma = \lambda_{\text{Ca}^{2+}} \times [\text{Ca}^{2+}] + \lambda_{\text{Cl}^-} \times [\text{Cl}^-]$$

$$\sigma = \lambda_{\text{Ca}^{2+}} \times c + \lambda_{\text{Cl}^-} \times 2c$$

$$\sigma = (\lambda_{\text{Ca}^{2+}} + 2\lambda_{\text{Cl}^-}) \times c$$

Lorsqu'il n'y a que deux types d'ions, la concentration et conductivité de la solution sont proportionnelles

Mesures à partir de l'eau de mer bretonne :

Déterminer la densité de l'eau de mer ?

Quelle est la conductivité mesurée de l'échantillon de l'eau de mer ?

Préparer 100mL de la solution S0

Mesures à partir de la solution S0 :

Déterminer la densité de l'eau de mer ?

Quelle est la conductivité mesurée de l'échantillon de l'eau de mer ?

Caractéristiques de la solution S₀, imitant l'eau de mer

A l'aide des tableaux ci-dessous

1. Calculer la densité de la solution S₀ (en négligeant dans un premier temps les variations de volume de la solution)
2. Calculer les concentrations molaires apportées des composés ioniques ci-dessous.
3. Calculer la concentration molaire en solution de chaque espèce ionique.
4. Estimer la salinité d'une eau de mer reconstituée à partir des 4 sels ioniques du tableau
5. Calculer la conductivité théorique de la solution préparée.

La solution S₀ reproduit-elle de façon correcte l'eau de mer de Belle-Ile ?

Sels ioniques à utiliser pour préparer la solution S0

Sels	NaCl	KCl	CaCl ₂	MgSO ₄
Concentration massique (g.L ⁻¹)	27,2	0,39	1,17	3,38

Conductivités molaires ioniques à 25°C de certains ions :

ion	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
λ (mS.m ² .mol ⁻¹)	5,01	7,35	11,89	10,60	7,63	16,00

Détermination de la concentration molaire [X⁻] en ions halogénures dans l'eau de mer et dans la solution S0

Donner une valeur approximative de [X⁻] pour l'eau de mer et pour S₀.

La méthode choisie est un titrage par précipitation des ions halogénures X⁻ avec les ions argent Ag⁺.

Protocole :

- remplir une burette graduée de la solution de nitrate d'argent de concentration [Ag⁺] = mol.L⁻¹
- diluer d'un facteur 100 la solution S₀
- verser 20mL de solution S₀ diluée dans un bécher
- ajouter grossièrement 150mL d'eau distillée
- immerger la sonde de conductivité et placer sous agitation magnétique
- verser mL par mL la solution de nitrate d'argent et mesurer après chaque ajout la conductivité du mélange.

Réaliser un autre titrage avec l'eau de mer préalablement diluée 100x elle aussi.

Exploitation des résultats du titrage.