

« Depuis trente ans, l'observation combinée, en orbite par les satellites et en mer, renouvelle notre connaissance de l'océan. Salinité, densité, température, vitesse et direction des courants ... sont en permanence mesurés par des bouées automatiques, fixes ou dérivantes qui transmettent leurs données à des satellites de communication. Des satellites d'observation envoient périodiquement leurs propres mesures couvrant l'ensemble de la planète. Et les expéditions océanographiques, essentielles à la compréhension du lien entre le climat et l'océan, mobilisent aujourd'hui des équipes internationales de chercheurs. »



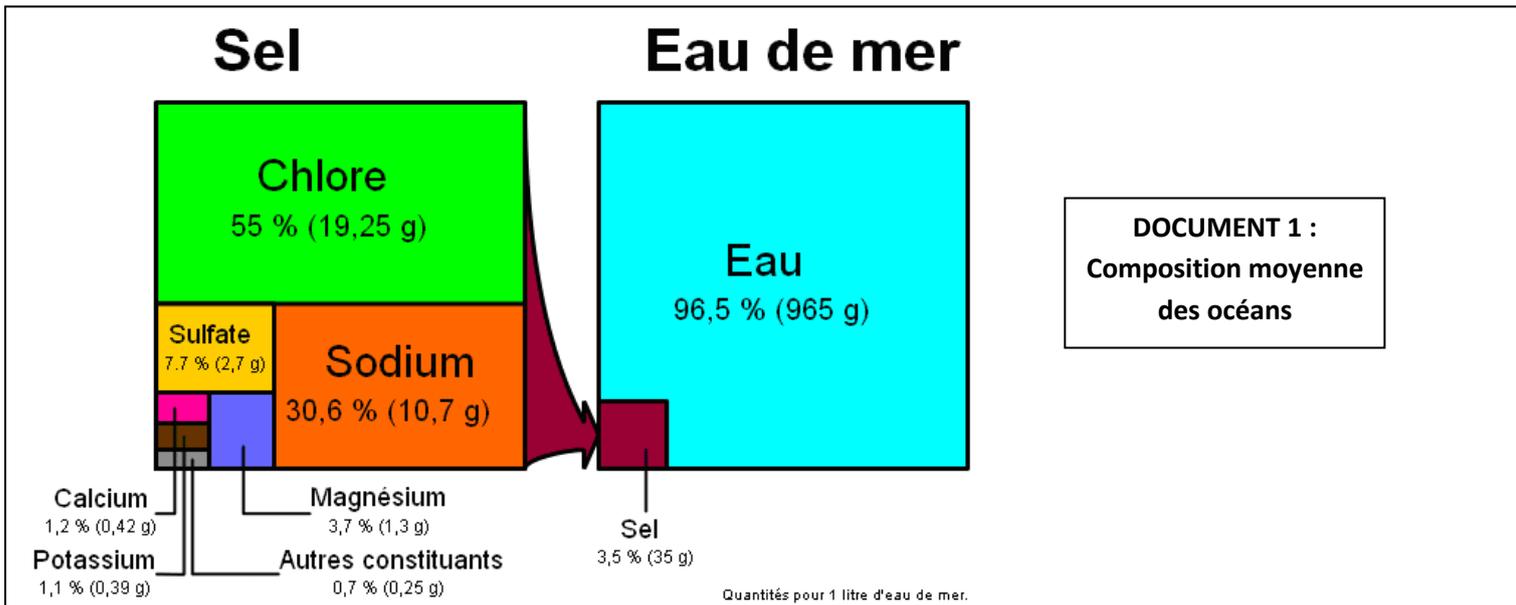
**Problématique :** Comment mesurer en temps réel la salinité d'une eau de mer ?

**Mise en œuvre :** Après avoir préparé une solution qui simule une eau de mer, on proposera un protocole expérimental et on réalisera une mesure de salinité.

Les différentes étapes de la mise en œuvre donneront lieu à un compte-rendu où figureront, les calculs effectués, les protocoles, les résultats expérimentaux et leur exploitation.

**Produits chimiques, matériel et documents à disposition :** Eau distillée

Solides ioniques : chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ), chlorure de magnésium ( $\text{MgCl}_2$ ), sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ), chlorure de potassium ( $\text{KCl}$ ), chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ),... matériel de chimie.



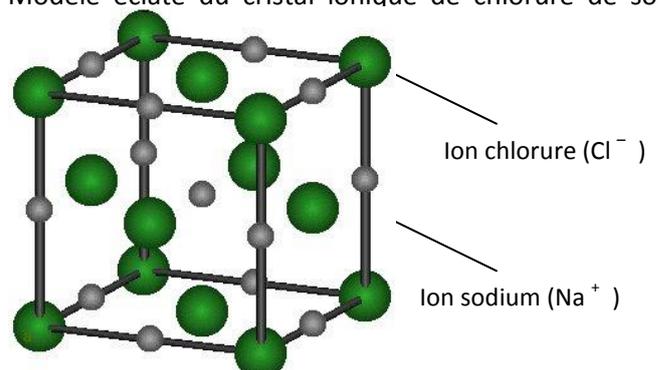
**DOCUMENT 2 : Définitions de la salinité**

**La salinité :** C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1 L d'eau. Elle s'exprime en g par kg d'eau.

Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anions (ions chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace.

Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner les charges.

Modèle éclaté du cristal ionique de chlorure de sodium



Exemples:

NaCl<sub>(s)</sub> (chlorure de sodium ou "sel"): autant d'ions sodium Na<sup>+</sup> que d'ions chlorure Cl<sup>-</sup> ;

CaF<sub>2(s)</sub> (fluorure de calcium ou "fluorine") : deux fois plus d'ions fluorure F<sup>-</sup> que d'ions calcium Ca<sup>2+</sup>.

L'eau a la propriété de dissoudre les solides ioniques cristallins. La dissociation qui accompagne la dissolution se traduit par une équation. A l'issue de la dissolution, l'eau contient des ions hydratés.

Exemple : NaCl<sub>(s)</sub> → Na<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + Cl<sup>-</sup><sub>(aq)</sub>

L'eau de mer contient en moyenne 35 g de sels par kg d'eau de mer.

Quels sont les ions contenus dans l'eau des océans ?

On retrouve principalement les anions chlorure Cl<sup>-</sup>, sulfate SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, hydrogénocarbonate (ou bicarbonate) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et fluorure F<sup>-</sup>. On retrouve principalement les cations sodium Na<sup>+</sup>, magnésium Mg<sup>2+</sup>, calcium Ca<sup>2+</sup> et potassium K<sup>+</sup>.

Comment mesure-t-on la salinité d'une eau ?

Comme les proportions des différents sels dissous sont très sensiblement constantes, il suffit de déterminer la concentration d'un seul de ces sels dissous pour connaître la salinité totale d'un échantillon d'eau de mer.

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. La chlorinité étant la quantité (en g/kg) d'ions chlore, brome et iode qui précipitent lors du titrage au nitrate d'argent.

$$S = 0,03 + 1,805 \times Cl \quad \text{avec } S \text{ salinité et } Cl \text{ chlorinité.}$$

Cette définition a été revue notamment lorsque furent développées des techniques utilisant la conductivité d'une solution électrolytique. Une solution électrolytique est une solution qui conduit le courant électrique. Les porteurs de charges assurant le passage du courant sont les ions de la solution. La conductivité électrique représente l'aptitude d'une solution à conduire le courant. Son unité est le siemens par mètre (S.m<sup>-1</sup>).

Depuis 1978, la salinité est officiellement mesurée à partir de la conductivité électrique de l'eau. La salinité (S) d'un échantillon d'eau est donnée par le rapport K de la conductivité électrique de cet échantillon à 15°C et à la pression atmosphérique (1 013 hPa), et de la conductivité d'une solution de chlorure de potassium dans laquelle la fraction en masse de KCl est 0,0324356 dans les mêmes conditions de température et de pression. Si K = 1 la salinité est de 35. Comme il s'agit d'un rapport, elle s'exprime sans unité mais on trouve encore des salinités exprimées en g/kg ou en psu (practical salinity unit)

## Vers une mesure de salinité



La température de la solution modifie la conductivité : plus la température est élevée, plus les ions sont agités et favorisent ainsi, le passage du courant. La conductivité augmente dans le même sens que la température de la solution, d'environ 2% par °C.

Une petite jonglerie mathématique avec les équations de droite permet de trouver la salinité en fonction de la conductivité et de la température :

$$S_a = (0,72 \times \sigma - 3,06) \times (1 + 0,02 (T - 25))$$

Salinité en fonction de la conductivité et de la température

S<sub>a</sub> : Salinité en psu

σ : Conductivité (mS.cm<sup>-1</sup>)

T : température en degrés Celsius

DOCUMENT 3

