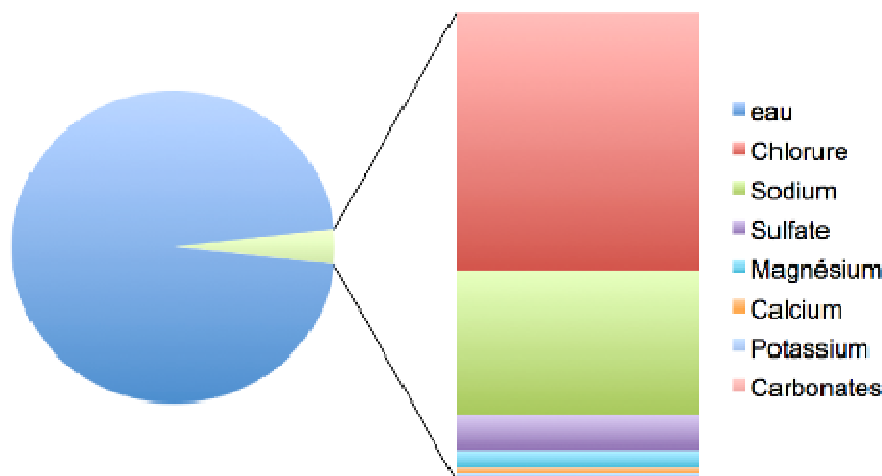


Propriétés physico-chimiques de l'eau de mer

Composition de l'eau de mer

La masse totale des sels dissous dans un kilogramme d'eau de mer varie d'un océan à un autre, mais la proportion des principaux sels est constante (loi de Dittmar).



Principaux sels dissous pour une eau de mer de salinité 35 g/litre		
ions	Masse (g)	Pourcentage
ion chlorure (Cl ⁻)	19,354	55,2%
ion sodium (Na ⁺)	10,770	30,7%
ion sulfate (SO ₄ ²⁻)	2,712	7,7%
ion magnésium (Mg ²⁺)	1,290	3,7%
ion calcium (Ca ²⁺)	0,412	1,2%
ion potassium (K ⁺)	0,399	1,1%
ion hydrogénocarbonate (HCO ₃ ⁻) + ion carbonate (CO ₃ ²⁻)	0,146	0,4%

La salinité

En principe la salinité désigne la masse totale de substances solides dissoutes par kilogrammes d'eau de mer, mais l'évaporation de l'eau de mer conduit à la formation d'un résidu très hygroscopique rendant la méthode de pesée peu reproductible. En 1902, un protocole opératoire de mesure de la salinité a été établi et donne la définition de la « salinité 1902 ».

« La salinité 1902 est la quantité totale des résidus solides (en grammes) contenu dans 1 kg d'eau de mer, les carbonates ayant été transformés en oxydes, les bromures et iodures remplacés par leur équivalent en chlorures et les matières organiques oxydées. »

Ce protocole étant trop délicat à mettre en œuvre pour des mesures de terrain et de routine, **la salinité est déterminée de manière indirecte en mesurant sa densité ou sa conductivité**. La salinité moyenne est de **35 g/l**, mais diffère selon les régions, dans les mers fermées, selon la profondeur ou la proximité des estuaires.

Salinité (g/l ou ‰)		océan Indien	36.5
eaux continentales	0 à 0.5	océan Atlantique	36.5
Atlantique nord	30.0	mer Méditerranée	38.5
océan Pacifique	35.0	mer Rouge	39.7



Service éducatif

Musée Maritime de Tahiti

La densité

La densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps de référence. Pour les liquides et les solides, le corps de référence est l'eau pure à 4°C de masse volumique égale à 1000 kg/m³.

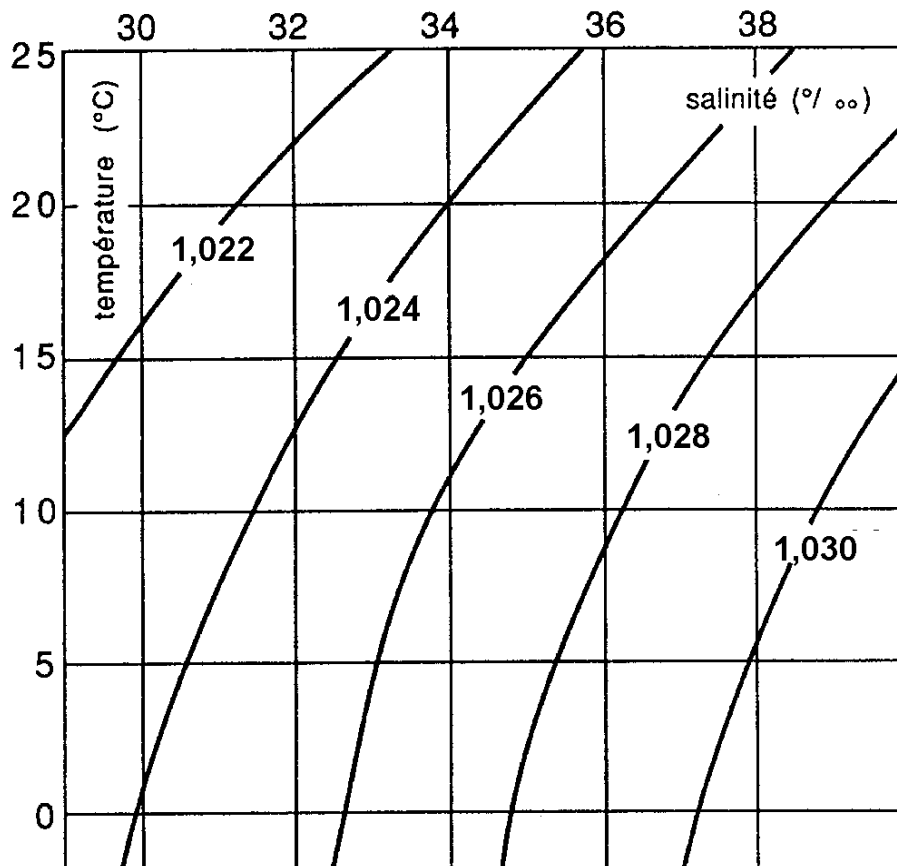
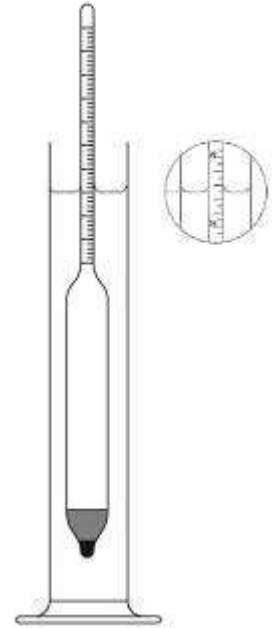
La densité est une grandeur sans dimension, sa valeur s'exprime sans unité de mesure.

On mesure la densité à l'aide d'un aréomètre comme indiqué sur le schéma ci-contre.

En océanographie la densité est confondue avec la masse volumique, ρ , de telle sorte que :

$$\rho = \text{masse de } 1\text{m}^3 \text{ d'eau de mer} = 1000 \times \text{densité}$$

La masse volumique de l'eau de mer varie de 1020 à 1030 kg/m³, selon la température et la salinité.



Rappel :

La masse volumique, ρ , caractérise la masse d'un matériau par unité de volume.

Elle est déterminée par le rapport :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Où m est la masse de la substance homogène occupant le volume V



La conductivité

Définitions

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. L'unité de mesure communément utilisée est le Siemens (S/cm) exprimé souvent en micro Siemens/cm ($\mu\text{S/cm}$) ou milli Siemens (mS/cm).

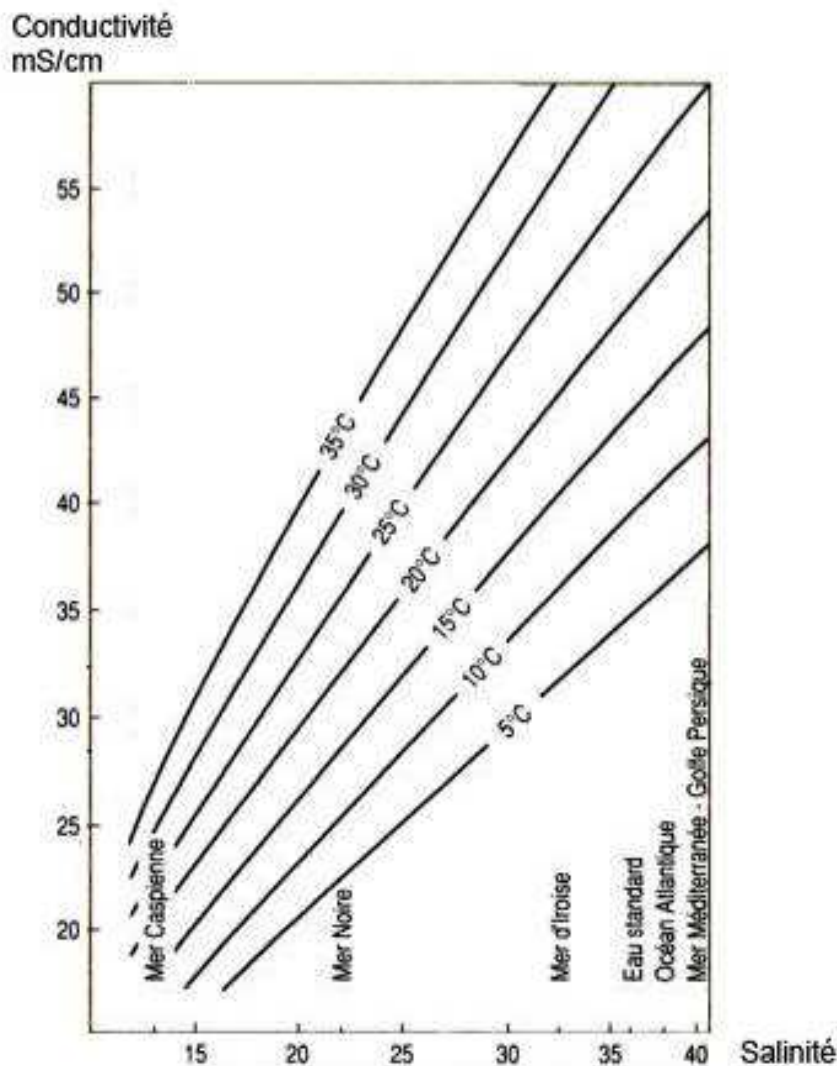
La conductivité est directement proportionnelle à la quantité de sels dissous dans l'eau. Ainsi, plus la concentration en sels sera importante, plus la conductivité sera élevée.

Mesure

On mesure la conductivité en faisant passer un courant alternatif de très basse tension entre deux électrodes. Une élévation de la température augmente la mobilité des ions dans l'eau, la valeur mesurée est alors plus élevée. Le résultat de la mesure doit toujours comporter l'indication de la température à laquelle elle a été faite.

Valeurs de la conductivité pour l'eau	
Eau pure	0,055 $\mu\text{S/cm}$
Eau distillée	0,5 $\mu\text{S/cm}$
Eau courante	500 à 800 $\mu\text{S/cm}$
Eau de mer	56 000 $\mu\text{S/cm}$

L'abaque ci-dessous permet de déterminer la salinité en fonction de la conductivité et de la température :



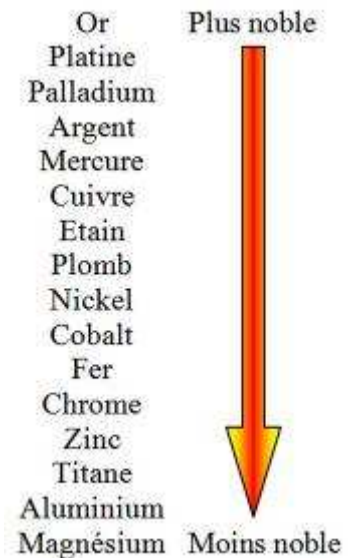
Electrolyte et échelle galvanique

Tout liquide conducteur peut servir d'électrolyte.

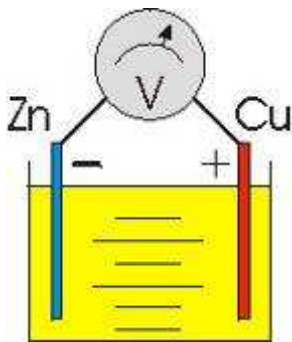
Il existe trois types d'électrolytes : les acides, les bases et des solutions salines (l'eau de mer notamment).

Les électrodes peuvent être des métaux très divers. Une échelle dite galvanique les classe suivant leur "noblesse" les uns par rapport aux autres. Dans le haut de cette échelle galvanique nous trouvons les métaux précieux, tel le platine ou l'or, alors que le zinc et l'aluminium sont en bas de l'échelle.

Plus les métaux constituant les deux électrodes sont espacés sur notre échelle, plus il y aura "cohésion" entre leurs atomes. C'est à dire que le métal le moins noble aura plus de facilité à abandonner ses ions au profit du métal le plus noble. Par exemple l'aluminium va se corroder au profit du cuivre, mais le zinc va se corroder au profit de l'aluminium.



Une pile à eau de mer :



Le voltmètre indique une différence de potentiel entre les 2 électrodes.

Ce courant électrique continu est dû à une circulation d'électrons entre deux pôles montrant une différence de potentiel.

Le sens du courant conventionnel, choisi arbitrairement lors des premières expériences, va du pôle positif vers le pôle négatif.

Pourtant il faut savoir que le courant électrique réel et par conséquent la circulation des électrons va en sens contraire du courant conventionnel. Il va de l'anode vers la cathode.

Protection cathodique

La protection cathodique est utilisée pour protéger les structures métalliques de la corrosion, notamment l'acier, les canalisations d'eau, les oléoducs, les réservoirs, les piliers métalliques des jetées, les navires, les plateformes pétrolières ou encore les structures en béton armé.

Pour modifier le potentiel du métal à protéger cathodiquement, une anode installée dans le même électrolyte est utilisée. Les anodes peuvent être de deux types : soit des anodes ayant un potentiel plus électro-négatif que le métal à protéger (anode sacrificielle), soit des anodes couplées à un générateur de tension continue imposant une différence de potentiel entre les deux métaux (méthode à courant imposé).



La torpille, un poisson électrique

Galvani (physicien et médecin italien du XVIIIème siècle) décrit très précisément les organes électriques de la torpille :

"... cette électricité est produite et s'accumule dans l'animal par l'intermédiaire de deux corps d'une structure particulière, appelés corps ou organes électriques, composés d'un très grand nombre de prismes hexagonaux, eux-mêmes formés d'innombrables petits hexagones plats, **les uns au-dessus des autres dans un ordre admirable...**"

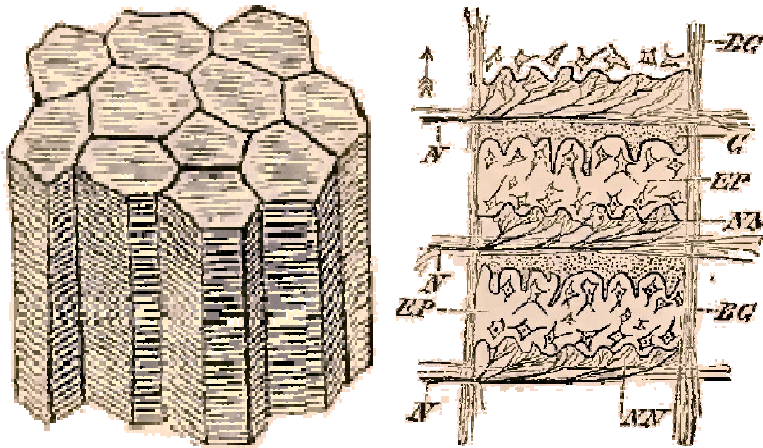
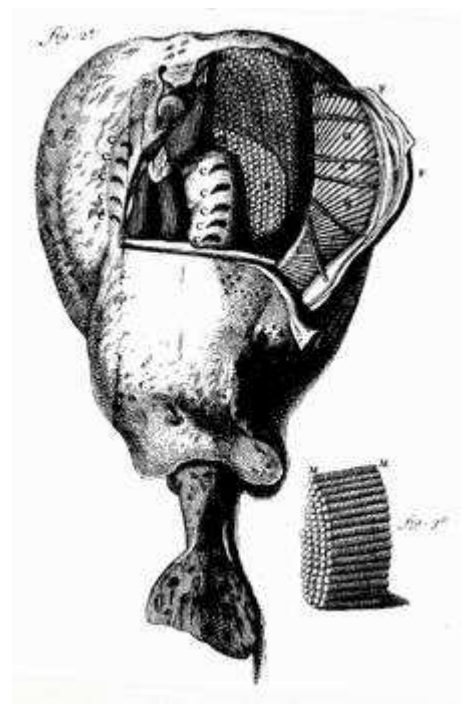


Schéma des organes électriques de torpille

De la torpille à la pile de Volta (1799-1800)

Volta imagine, à la fin de 1799, le dispositif qui le rendra célèbre et qui manifeste aux yeux de tous la production d'une électricité qui ne doit rien à l'organisme vivant. Il semble bien, paradoxalement, que l'électricité animale ait joué un rôle important dans l'invention du dispositif destiné à en combattre la thèse.

En effet Galvani décrivait les "innombrables petits hexagones plats" placés "les uns au-dessus des autres dans un ordre admirable" à l'intérieur de l'organe électrique de la torpille. Or l'empilement que Volta décrit (en français) dans sa célèbre lettre de mars 1800 à Joseph Banks, président de la Royal Society, reproduit, souligne-t-il, la structure et les effets de l'organe électrique de la torpille. Pour cet empilement, constitué de disques de métaux et de disques de carton humide, il a recherché le meilleur choix de métaux : "disques de cuivre, ou mieux d'argent" et "plaques d'étain, ou ce qui est beaucoup mieux, de zinc", et le meilleur choix de "l'humeur" : eau salée imprégnant "quelque matière spongieuse".

