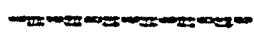


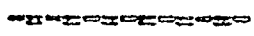
DOCUMENTATION

Note pratique sur les  
Analyses d'eau effectuées  
par la Mission Hydrologique  
de La REUNION



par

D. Le Gourières  
Ingénieur Hydrologue  
à Electricité de France



ORSTOM  
HYDROLOGIE  
DOCUMENTATION

~~33457~~

21 JUIL. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire  
N° : 33457  
Cote : B

---

Avant - propos

---

Cette note a pour but de donner quelques indications sur les analyses d'eau effectuées par la Mission Hydrologique et leur interprétation.

Elle constitue une petite documentation qui pourra être consultée avec intérêt lors de la publication des résultats des analyses d'eau sur le littoral.

---

Les analyses effectuées par la Mission hydrologique comprennent:

1. La mesure de l'acidité (pH)
2. La mesure de la dureté (titre hydrotimétrique)
3. La mesure de la résistivité.
4. La mesure de la salinité (teneur en Cl Na)

- - - - -

### 1. Mesure du pH.

#### I. Détermination du pH.

Il existe plusieurs réactifs:

1er réactif: Bleu de Bromothymol, solution à 0,04%

On prend 5 cm<sup>3</sup> d'eau à analyser. On y mélange 5 gouttes de réactif.

Une coloration jaunâtre indique un pH voisin de 6 ou inférieur.

jaune verdâtre	6,4
vert jaunâtre	6,8
vert franc	7
vert bleuté	7,2 à 7,4
bleu franc	7,6 ou au dessous

2me réactif: Rouge de phénol, solution à 0,04%

A partir de pH = 6,8 les teintes sont difficiles à apprécier. On emploie de préférence le rouge de phénol solution à 0,04%.

On prend 5 cm<sup>3</sup> d'eau à analyser. On y mélange 5 gouttes de rouge de phénol à 0,04%.

Une teinte jaunâtre indique un pH de 6,8 ou inférieur.

jaune brônâtre	7
rose indécis	7,4
rose franc	7,8

Le réactif: Phtaéline de phénol.

Au dessus de  $\text{pH} = 7,8$  les teintes deviennent de plus en plus rouge, on emploie alors la phtaéline de phénol.

On prend  $5 \text{ cm}^3$  d'eau et on y mélange 2 à 3 gouttes de phtaéline.

Une teinte rose faible indique un  $\text{pH} = 7,8$  à 8

rose franc

$\text{pH} = 8,4$  à  $8,6$

rouge accentué

$\text{pH} = 9$

## 2. Interprétation.

L'acidité est généralement due à l'acide carbonique dissous dans l'eau. Elle se mesure par le  $\text{pH}$  qui est égal au cologarithme de la concentration en ions hydrogène dissociés.

Plus l'eau est acide plus le  $\text{pH}$  est faible, plus elle est basique plus il est fort.

De toute façon il est inférieur à 14 ( $\text{pH}$  d'une base forte)

Les eaux très calcaires ont un  $\text{pH}$  élevé: 7,8 et au dessus.

Les eaux potables courantes (titre hydrotimétrique total = 15 à 25) ont un  $\text{pH}$  voisin de 7,2 à 7,6.

Les eaux provenant de terrains siliceux ou pauvre en calcaire, eaux de citerne ou de pluie, ont un  $\text{pH}$  voisin de 7 ou inférieur.

## II. Mesure du degré hydrotimétrique.

La dureté provient des sels de chaux et de magnésie. Elle nuit à la cuisson des légumes, provoque des dépôts dans les récipients et des grumeaux avec le savon.

### 1. Principe de la mesure.

Les savons de soude solubles dans l'eau lui communiquent la propriété de mousser. Par contre les savons de chaux et magnésie sont insolubles et précipitent.

Lorsqu'on ajoute un savon de soude à une eau qui contient des sels de Ca ou de Mg, celle-ci ne moussera que lorsque les sels de Ca et de Mg seront précipités à l'état de savons insolubles.

Il y a donc une relation entre le volume de savon nécessaire pour produire de la mousse dans l'eau à analyser et la quantité de sels alcalino-terreux qu'elle contient.

On peut donc évaluer la dureté d'une eau d'après le volume de solution savonneuse nécessaire pour produire une quantité donnée de mousse persistante dans cette eau.

La dureté s'exprime par le degré hydrotimétrique.

### 2. Détermination du degré hydrotimétrique.

A un volume déterminé: 40 cm<sup>3</sup> d'eau placé dans un petit flacon on ajoute progressivement une liqueur alcoolique titrée de savon. On agite vivement après chaque addition. On poursuit l'opération jusqu'à ce qu'il se forme une mousse persistante indiquant que les sels alcalino-terreux et le CO<sup>2</sup> ont été précipités par le savon. De la quantité de savon employée on déduit la richesse de l'eau en sels alcalino-terreux et en CO<sup>2</sup>.

La mousse-étalon doit avoir 1/2 centimètre d'épaisseur et persister au moins 5 minutes.

La solution alcoolique de savon que nous utilisons est telle que 1 cm<sup>3</sup> de cette solution correspond à 10° hydrotimétriques.

Le volume de solution alcoolique utilisé est généralement mesuré avec un compte-gouttes calibré de façon telle que le volume de 50 gouttes est égal à 1 cm<sup>3</sup>. Cinq gouttes de solution mesurées avec ce compte-gouttes correspondent donc à 1° hydrotimétrique.

Le degré hydrotimétrique de l'eau analysée est égal au nombre de gouttes nécessaire pour produire la mousse persistante diminué de 5 gouttes (pour tenir compte de la mousse persistante elle-même) et divisé par 5 (5 gouttes correspondant à 1° hydrotimétrique)

$$D^{\circ} = \frac{N - 5}{5}$$

Exemple: 40 cm<sup>3</sup> d'une eau à analyser ont nécessité 105 gouttes de solution alcoolique de savon.

Le degré hydrotimétrique de cette eau est:

$$D = \frac{105 - 5}{5} = 20^{\circ}$$

### 3. Interprétation.

Un degré hydrotimétrique correspond pour un litre d'eau aux teneurs suivantes:

Carbonate de chaux	10 mg
Sulfate de chaux	14
Chaux	5,7
Magnésie	3,6
Carbonate de magnésie	7,6
Sulfate de magnésie	10,8

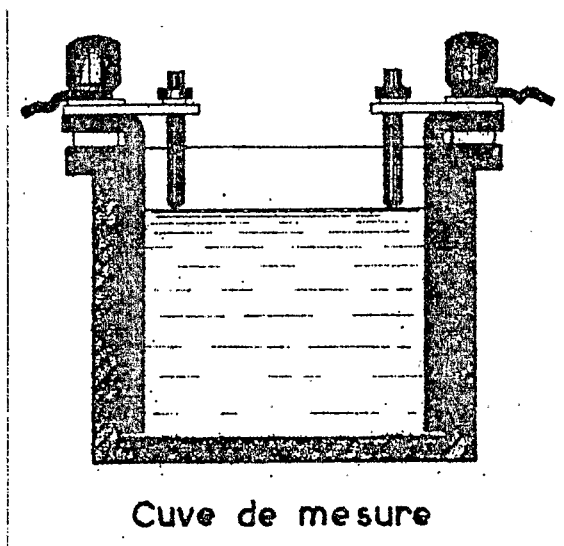
Une eau potable ne doit pas dépasser 30° hydrotimétriques et après ébullition 12°.

Au dessus de 30° l'eau est dite "dure".

### III. Mesure de la résistivité.

#### 1. Détermination de la résistivité.

L'eau à analyser est placée dans une petite cuve en bakélite (cuve modèle hydrologie) de dimensions connues.



Cuve de mesure

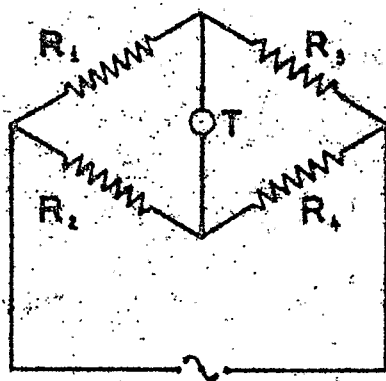
La mesure se fait en alternatif pour éviter les phénomènes d'électrolyse. Dans ces conditions l'eau se comporte comme une résistance ordinaire. Pour la détermination de la résistivité on emploie un pont de Kohlrausch. Le pont de Kohlrausch n'est autre qu'un pont de Wheatstone alimenté en alternatif, dans lequel le galvanomètre est remplacé par un téléphone. Le pont est équilibré pour le minimum de son au téléphone.

On a alors:

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

D'où:

$$R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$



Pont de Kohlrausch.

jusqu'à un certain repère

Ici  $R_4$  est la résistance de l'eau contenue dans la cuve.

La résistivité est la résistance d'un élément de  $1\text{cm}^2$  de section et de  $1\text{cm}$  de longueur.

En principe les cuves du modèle "Hydrologie" sont faites de façon que la résistivité s'exprime en ohms-cm par le double du nombre qui mesure en ohms la résistance  $R_4$  de la cuve remplie

## 2. Interprétation.

La résistivité est fonction de la minéralisation. Elle est en gros inversement proportionnelle au poids de sels dissous. Cette relation est commode mais elle n'est en fait qu'approximative:

La correspondance entre les mesures électriques est plus étroite avec les concentrations en ions.

La résistivité:

d'une eau très minéralisée	varie de	400 à 1000 ohms-cm.
d'une eau de source ordinaire	de	2000 à 5000 ohms-cm.
d'une eau douce	de	8000 à 12000 ohms-cm.
d'une eau très pure	de	20000 à 45000 ohms-cm.

La résistivité des eaux potables courantes est comprise entre 600 et 6000 ohms, le plus souvent entre 1500 et 3000 ohms-cm.

La mesure de résistivité constitue l'un des meilleurs critères de contrôle de la variation de composition d'une eau.

On trouvera ci-après la courbe de variation de la résistivité d'une solution d'eau de mer en fonction de sa dilution.

Cette courbe montre que l'on passe de la résistivité en Ohm-cm à 23°, à la teneur en sel marin P en g/litre par la relation :

$$P = \frac{460}{R.}$$

La résistivité des solutions décroît lorsque la température augmente.

De 10° à 30°, la décroissance sensiblement linéaire est de l'ordre de 2% par degré.

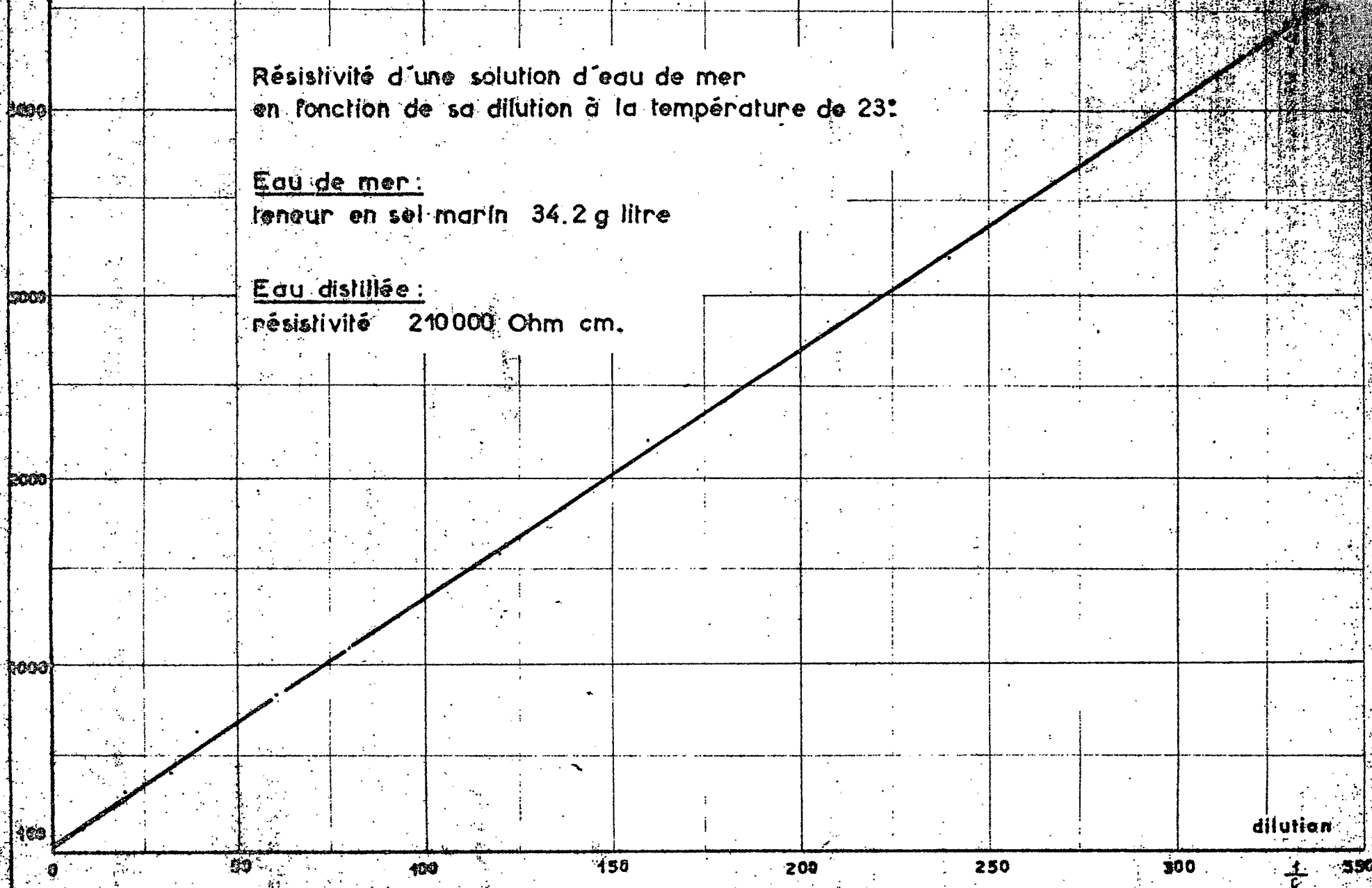


Résistivité  
 $\Omega$  cm.

Résistivité d'une solution d'eau de mer  
en fonction de sa dilution à la température de 23°

Eau de mer:  
teneur en sel marin 34.2 g litre

Eau distillée:  
résistivité 210 000 Ohm cm.



#### IV- Mesure de la teneur en ClNa.

##### I. Détermination de la salinité.

On utilise comme réactif le nitrate d'argent  $\text{NO}^3\text{Ag}$  en solution décimale en présence de chromate neutre de potassium



Le chlorure d'argent ClAg qui se forme, précipite.

Exemple: analyse de l'eau de mer (piscine du Barachois)

On prend  $1\text{cm}^3$  d'eau de mer. On ajoute de l'eau distillée jusqu'à  $50\text{cm}^3$  environ et une dizaine de gouttes de chromate neutre de potassium  $\text{CrO}^4\text{K}^2$  à 5%.

On laisse alors tomber goutte à goutte du  $\text{NO}^3\text{Ag}$  en solution décimale en agitant après chaque addition. On poursuit l'opération jusqu'à l'obtention d'une teinte orangée persistante.

Résultat obtenu:

$5,8\text{cm}^3$  de solution décimale de  $\text{NO}^3\text{Ag}$  ont été nécessaires pour obtenir la teinte voulue.

##### Calcul

Une molécule de ClNa correspond à une molécule de  $\text{NO}^3\text{Ag}$ .

Une solution normale de  $\text{NO}^3\text{Ag}$  est une solution qui contient une molécule par litre.

$$\text{ClNa} = 35,5 + 23 = 58,5 \text{ g.}$$

$58,5\text{g}$  de ClNa correspondent à 1 litre de solution normale de  $\text{NO}^3\text{Ag}$  c'est à dire à 10 litres ou encore à  $10.000\text{cm}^3$  de solution décimale de  $\text{NO}^3\text{Ag}$ .

A  $5,8\text{cm}^3$  de cette dernière solution correspondent donc:

$$x = \frac{58,5 \times 5,8}{10.000} = \frac{339,3}{10000} \text{ g de ClNa.}$$

Nous avons opéré sur  $1\text{cm}^3$  d'eau de mer. Dans ce  $\text{cm}^3$  il y a donc  $33,93\text{mg}$  de ClNa. Autrement dit un litre de l'eau de mer analysée contient  $33,93\text{g}$  de ClNa.

##### Remarque 1 :

La méthode ci-dessus permet de doser rigoureusement l'ion Cl.

En fait, l'eau de mer contient d'autres chlorures que le ClNa mais en proportion comparativement négligeable. Aussi exprime-t-on le tout en ClNa.

Remarque 2 :

Les eaux du littoral étant nettement moins salées que l'eau de mer, il n'y aura généralement pas lieu de les diluer avec de l'eau distillée.

Nota: De la teneur en ClNa on déduit souvent la teneur en chlore (Cl = 35,5 ClNa = 58,5)

La teneur en chlore est égale à la teneur en ClNa multipliée par  $\frac{35,5}{58,5}$

2. Renseignements complémentaires.

Utilisation de l'eau par l'homme.

Potabilité des eaux suivant la teneur en ClNa.

<u>: Bonne</u>	<u>: Passable</u>	<u>: Médiocre</u>	<u>: Mauvaise</u>	<u>: Momentanée</u>	:
: de 0	: de 292,5	: de 585	: de 1170	: de 2340	:
: à 292,5	: à 585	: à 1170	: à 2340	: à 4680	:

Les poids de ClNa sont exprimés en milligrammes par litre.

Utilisation de l'eau par le bétail.

Les eaux un peu chargées en ClNa n'offrent pas d'inconvénients pour le bétail si ce sel ne provient pas d'une souillure. (dénotée par la présence de matières organiques, ammoniacque, nitrites, etc..)

Dans l'Etat de Victoria en Australie, on a adopté les règles suivantes:

Jusqu'à 5 g de ClNa/litre, les eaux peuvent être consommées sans inconvénients par les porcs, le bétail laitier et les chevaux.

Jusqu'à 7 g de ClNa/litre, elles peuvent être bues sans inconvénients par le bétail d'élevage et les moutons.

Ces limites paraissent excellentes.

Des boeufs de travail pourraient tolérer davantage (jusqu'à 11 g de ClNa/litre) et les moutons également (jusqu'à 17 g de ClNa/litre)

Utilisation de l'eau par les plantes.

Teneur maxima en ClNa qu'il paraît prudent de ne pas dépasser

Pour les eaux d'arrosage en terre légère profonde, perméable.

Dose limite de : Plantes pouvant être cultivées.  
ClNa au litre :

---

1 g/litre	: Haricots, melons et fleurs.
1 à 1,5 g/litre	: Abricotier, citronnier, pois.
1,5 à 2 g/litre	: Blé tendre, oranger, pêcher, prunier.
2 à 3 g/litre	: Choux, piments, oignons, pommes de terre, carot- tes, artichauts, blé dur, riz, cognassier, gre- nadier, poirier, vigne.
3 à 4 g/litre	: dattier, lupin, luzerne, betterave.

(Bulletin de la Société Horticole - Afrique du Nord).

D'après Monsieur HUGOT, Directeur des Sucreries de Bourbon, on irriguerait la canne à sucre aux Hawaï avec des eaux dont la teneur en sel marin va jusqu'à 1 g/litre.

---