

# Expérience # 1

## Détermination de la densité, de la salinité et de la couleur de l'eau

### 1. But

Le but consiste à déterminer la salinité de l'eau à l'aide de la méthode de la densité et à évaluer la couleur de l'eau à l'aide d'une méthode spectrométrique.

### 2. Théorie

#### 2.1 La salinité de l'eau

La salinité de l'eau est représentée par la masse de sel dissoute dans une masse donnée de solution et est exprimée en grammes de sels par kilogramme d'eau (solution). La salinité moyenne des océans est de 35 g/kg tandis que celle de l'eau douce est inférieure à 1 g/kg.

Elle peut-être déterminée par plusieurs méthodes. Il serait par exemple possible d'évaporer la totalité de l'eau d'un échantillon afin de déterminer la masse du résidu solide composé des sels dissous dans la solution. Cette méthode facile à exécuter demande beaucoup de temps et n'est guère précise dû à la possibilité de perte de constituants du mélange.

La première méthode employée fut celle de Knudsen (jusqu'en 1950). Cette méthode consiste à déterminer le taux de chlorures (Cl<sup>-</sup>) par simple titrage avec le nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>).

Maintenant, la salinité est évaluée par des méthodes indirectes comme la conductivité (méthode la plus précise), la densité, la vitesse de transmission du son ou l'indice de réfraction de la solution. Une relation empirique entre la propriété mesurée et la salinité est utilisée pour déterminer la salinité. Lors de cette expérience, la propriété mesurée pour déterminer la salinité de l'eau sera la densité (masse volumique). L'avantage principal de cette méthode sera la représentation de tous les composés dissous dans l'eau pour la détermination de la salinité.

La relation empirique suivante est utilisée pour évaluer la salinité d'une solution en fonction de sa densité à 25°C :

$$S = 1334,3(\rho - \rho_0) + 215,5306(\rho - \rho_0)^2 - 1,17116 \times 10^4 (\rho - \rho_0)^3 \quad \text{éq. 1}$$

$S$  = salinité (g/kg) ;  $\rho$  = densité de la solution à 25°C (g/mL) ;

$\rho_0$  = densité de l'eau pure à 25°C (g/mL)

Une méthode pour déterminer la masse volumique d'un liquide consiste à mesurer la masse du liquide occupant un volume connu d'un contenant appelé **pycnomètre**.

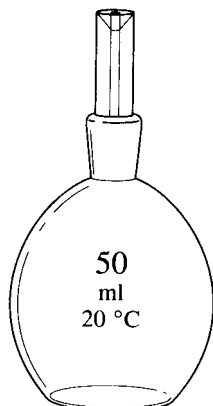


figure 1. représentation d'un pycnomètre de 50 mL.

Un pycnomètre est un contenant en verre que l'on peut emplir à un volume précis (connu approximativement à l'avance). Le volume précis du pycnomètre,  $V$ , est obtenu en déterminant la masse du pycnomètre lorsqu'il est rempli d'eau,  $m_{(\text{pycno}+\text{eau})}$ . La masse volumique de l'eau,  $\rho_{(\text{eau})}$ , est connue avec précision et peut être trouvée dans un handbook. La masse d'eau,  $m_{(\text{eau})}$ , est obtenue en calculant la différence entre la masse du pycnomètre rempli d'eau,  $m_{(\text{pycno}+\text{eau})}$  et la masse du pycnomètre vide  $m_{(\text{pycno})}$ .

$$m_{(\text{eau})} = m_{(\text{pycno}+\text{eau})} - m_{(\text{pycno})} \quad \text{éq. 2}$$

$$V = m_{(\text{H}_2\text{O})} / \rho_{(\text{H}_2\text{O})} \quad \text{éq.3}$$

Ensuite, on utilise le volume  $V$  calculé pour déterminer la masse volumique d'autres liquides,  $\rho_i$ , (avec le même pycnomètre) :

$$\rho_i = m_i / V \quad \text{éq.4}$$

Note :

*Lors de vos recherches dans les livres de références et les dictionnaires chimiques (Handbook), notez que les expressions « masse volumique » et « densité » (density) sont synonymes et s'expriment en g/ml à une température donnée. Les termes « masse spécifique » (specific gravity) et « densité relative » (relative density) désignent la densité d'une substance par rapport à celle de l'eau pure à une température donnée : ils n'ont donc pas d'unité. En général on n'a pas à faire cette nuance entre densité et densité relative. Ainsi, dans un Handbook, on pourra lire pour l'acétone «  $0,7899_4^{20}$  », qui représente la masse volumique de l'acétone*

à 20°C par rapport à celle de l'eau à 4°C. Mais puisque la masse volumique de l'eau est 1,000 g/ml à 4°C, alors  $0,7899_4^{20}$  est rigoureusement égal à la masse volumique de l'acétone à 20°C !

## 2.2 La couleur de l'eau

La couleur de l'eau peut résulter de différents facteurs dont la présence d'ions métalliques tels le fer et le manganèse, la présence d'humus, de plancton ou de résidus industriels. Il est très important de connaître ces facteurs afin de pouvoir éliminer les contaminants de l'eau par un processus de floculation. Il est à noter que la chloration (pour éliminer les pathogènes) de l'eau à forte teneur en humus résultera en la formation de trihalométhane (composés organiques halogénés dangereux pour la santé).

On peut mesurer deux types de couleurs pour l'eau. Premièrement, la couleur apparente est la couleur résultant des matières dissoutes dans l'eau ainsi que des matières en suspension dans l'eau (responsables de la turbidité). Deuxièmement, la couleur vraie correspond à la couleur de l'eau débarrassée des matières en suspension.

La couleur vraie peut être mesurée par une méthode spectrométrique et évaluée à l'aide d'un diagramme chromatique tel que celui présenté à la figure 2. La couleur réelle est représentée par la longueur d'onde dominante (en nm), la luminosité (luminance) et la saturation par (purity).

Pour caractériser l'échantillon, la **transmittance** (T) de la solution est mesurée à différentes longueurs d'onde à l'aide d'un spectrophotomètre aux longueurs d'onde suivantes :

Tableau # 1 : Longueurs d'onde pour caractériser la couleur de l'eau

Coordonnée #	X	Y	Z
	Longueur d'onde en (nm)		
1	435,5	489,5	422,2
2	461,2	515,2	432,0
3	544,3	529,8	438,6
4	564,1	541,4	444,4
5	577,4	551,8	450,1
6	588,7	561,9	455,9
7	599,6	572,5	462,0
8	610,9	584,8	468,7
9	624,2	600,8	477,7
10	645,9	627,3	495,2

La transmittance (notez que  $T \neq \%T$ ) est additionnée pour chaque colonne X, Y et Z et est multipliée par les facteurs suivants: 0,09806 pour la colonne X, 0,10000 pour Y et 0,11814 pour Z selon :

$$\begin{aligned} Y &= \% \text{ luminosité} = \text{somme des } Y \times 0,10000 \\ X &= \text{somme des } X \times 0,09806 \\ Z &= \text{somme des } Z \times 0,11814 \end{aligned} \quad \text{éq. 5}$$

Le résultat obtenu pour Y représente la luminosité exprimée en pourcentage et les coefficients X, Y et Z permettront de calculer les deux autres coefficients trichromatiques (x et y) selon :

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad \text{éq. 6}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad \text{éq. 7}$$

Le couple cartésien (x , y) permettra de déterminer graphiquement (figure 2) la longueur d'onde dominante en nanomètres (nm) et la saturation en pourcentage.

Enfin, la longueur d'onde dominante correspond à la couleur présentée au tableau # 2 :

Tableau # 2 : Correspondance couleur – longueur d'onde

Gamme de longueur d'onde (nm)	Couleur
400-465	Violet
465-482	Bleu
482-497	Bleu-vert
497-530	Vert
530-575	Vert-jaune
575-580	Jaune
580-587	Jaune-orange
587-598	Orange
598-620	Orange-rouge
620-700	Rouge
400-530c	Bleu-pourpre
530c-700	Rouge-pourpre

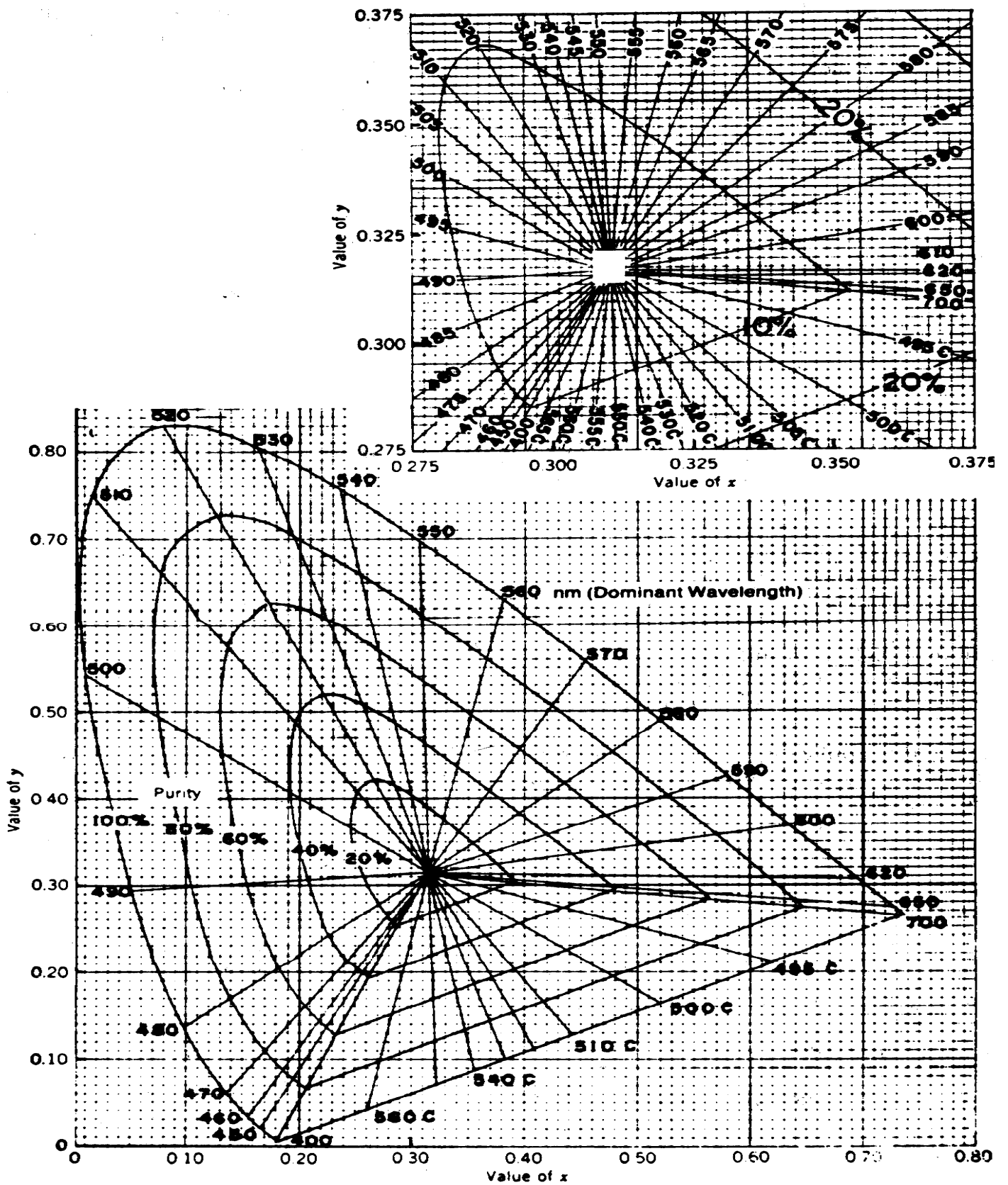


Figure 2. Diagramme de chromaticité (Standard methods for the examination of water and wastewater 18<sup>th</sup> ed. (1992))

### 3. Mode opératoire

#### 3.1 Détermination de la salinité de l'eau

1. Pesez un pycnomètre propre avec son bouchon sur une balance analytique en évitant de le manipuler avec les doigts. Pour ce faire, utilisez un papier fin et sec.
2. Emplissez le pycnomètre au rebord avec de l'eau distillée (**ROBINET BLANC**) dont vous aurez préalablement déterminé la température et insérez le bouchon. Essuyez l'extérieur du pycnomètre si nécessaire avec un papier fin et pesez le tout.
3. Répétez les étapes précédentes à au moins deux reprises (nous voulons au moins trois résultats cohérents). Pour obtenir des résultats cohérents, la masse du pycnomètre vide ne devrait pas varier. Assurez-vous donc qu'il ne reste pas du solvant que vous avez utilisé pour assécher le pycnomètre. Vous pouvez souffler très doucement (**respectez nos oreilles**) un jet d'air dans le pycnomètre.
4. Videz, asséchez et répétez l'étape # 2 avec le liquide dont vous voulez déterminer la masse volumique à la place de l'eau distillée. Répétez cette étape de façon à obtenir au moins trois résultats cohérents.

Tableau # 3 Données de la détermination de la salinité

	1	2	3	Moyenne
Masse du pycnomètre vide (± g)				
Masse pic. + eau distillée (± g)				
Température eau dist. (± °C)				
Densité (g/mL) de l'eau à la température de l'expérience Handbook : <i>notez la réf.</i>				
Masse pic. + eau échantillon (± g)				
Température eau échantillon (± °C)				

OBSERVATIONS :

### 3.2 Détermination de la couleur de l'eau

1. Branchez le spectrophotomètre (Novaspec) et laissez-le réchauffer.
2. Pendant ce temps, effectuez un montage de filtration sous vide muni d'un entonnoir de filtration à fond poreux tel qu'illustré à la figure 3.

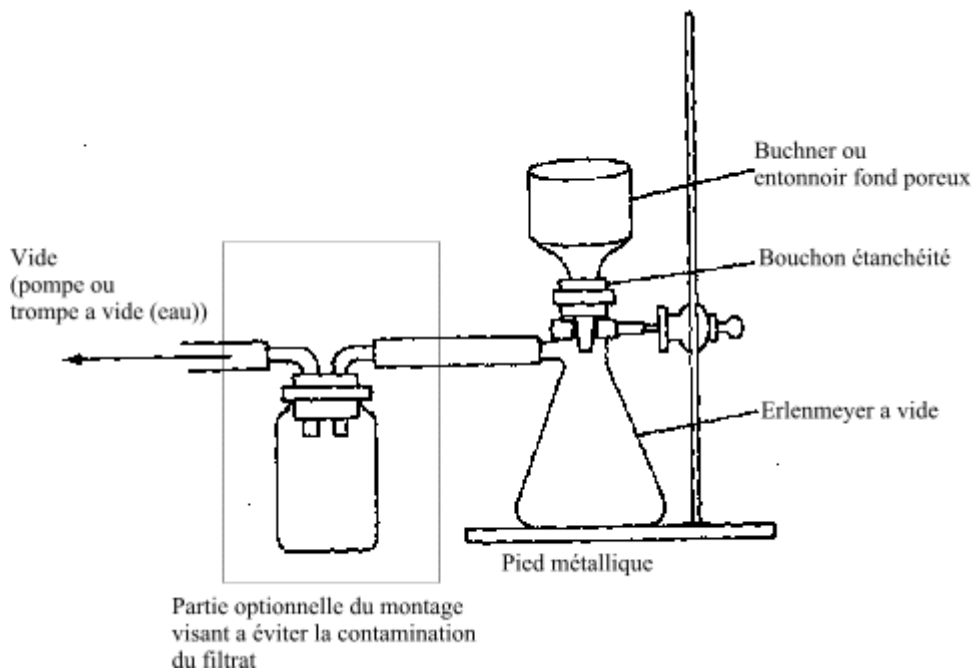


Figure 3. Montage de filtration sous vide

3. Filtrez quelques mL (25, ne mesurez pas ce volume) d'échantillon afin de normaliser (rincer) le montage et jetez cette portion.
4. Filtrez maintenant environ 50 mL de la solution à analyser.
5. Sélectionnez la longueur d'onde 435,2 nm sur votre spectrophotomètre. Faites le 0 et le 100% de transmittance en utilisant une cuvette contenant de l'eau distillée. Ne perdez pas la cuvette et son contenu de vue.
6. Trouvez une cuvette pairée à la première c'est-à-dire une cuvette contenant de l'eau distillée et qui fournira la même lecture que celle utilisée pour l'étalonnage du 100% de transmission. Répétez cette opération avec des cuvettes différentes jusqu'à ce que la transmittance soit égale à  $100,0 \pm 0,2\%$ . Lorsqu'une cuvette présentera cette valeur, conservez-la pour effectuer les mesures.  
Note : Vous aurez alors deux cuvettes (celle utilisée pour l'étalonnage et celle déterminée comme étant pairée).

7. Videz la cuvette pairée et ajoutez la solution dont nous voulons déterminer la couleur. Mesurez la transmittance à la longueur d'onde sélectionnée, 435,5 nm. Notez la valeur dans le tableau # 4.
8. Sélectionnez la prochaine longueur d'onde (489,5 nm). Effectuez le 0 et le 100% de transmittance à l'aide de la cuvette contenant l'eau distillée.
9. Insérez la cuvette contenant la solution à mesurer dans l'appareil et déterminez la transmittance. Inscrivez cette donnée dans le tableau à cet effet.
10. Effectuez les étapes 5 et 6 avec les autres longueurs d'ondes.

Tableau # 4 Transmittance à différentes longueurs d'ondes.

Coordonnée #	X	Y	Z
	Longueur d'onde $\pm 0,1$ nm et (Transmittance)		
1	435,5 ( %)	489,5 ( %)	422,2 ( %)
2	461,2 ( %)	515,2 ( %)	432,0 ( %)
3	544,3 ( %)	529,8 ( %)	438,6 ( %)
4	564,1 ( %)	541,4 ( %)	444,4 ( %)
5	577,4 ( %)	551,8 ( %)	450,1 ( %)
6	588,7 ( %)	561,9 ( %)	455,9 ( %)
7	599,6 ( %)	572,5 ( %)	462,0 ( %)
8	610,9 ( %)	584,8 ( %)	468,7 ( %)
9	624,2 ( %)	600,8 ( %)	477,7 ( %)
10	645,9 ( %)	627,3 ( %)	495,2 ( %)
somme			
Facteur	X(*0.09806)	Y(*0.10000)	Z(*0.11814)

OBSERVATIONS :

#### **4. Cahier de laboratoire**

1. Titre de l'expérience
2. But
3. Résumé des manipulations sous la forme d'un organigramme (**maximum** d'une page)
4. Données et observations

Note : Vous pouvez photocopier ou découper les tableaux de ce protocole dans votre cahier de laboratoire.

#### **5. Rapport de laboratoire**

1. Page titre
2. Données et observations (2,5 pts)
  - Complétez les tableaux précédents et n'oubliez pas d'inclure toutes vos observations qualitatives.
3. Calculs (3,5 pts)
  - Déterminez le volume du pycnomètre à la température de l'expérience.
  - Calculez la densité de votre échantillon d'eau.
  - Calculez la salinité de l'eau analysée.
  - Calculez les trois coefficients X, Y et Z.
  - Calculez les coefficients trichromatiques x et y.
  - Déterminez graphiquement la longueur d'onde dominante ainsi que le % de saturation.
4. Résultats (2,0 pts) **\*\*\* La qualité des résultats est évaluée\*\*\***
  - Complétez le tableau des résultats suivant :
5. Discussion (2,0 pts) **\*\*\* Maximum 1 page \*\*\***
  - Rappelez et commentez les principaux résultats.
  - Expliquez quelques observations.
  - Nommez et commentez (quel est l'effet) quelques sources d'erreurs.

Tableau # 5 Résultats de l'analyse de la salinité et de la couleur de l'eau de \_\_\_\_\_

Volume pycnomètre vide à _____ °C (mL)	
Densité de l'eau à _____ °C (Handbook) (g/mL)	
Densité mesurée de l'échantillon d'eau de _____ à _____ °C (g/mL)	
Salinité de l'eau de _____ (g/kg)	
Couleur de l'eau de _____	
X	
Y (luminosité en %)	
Z	
Coefficients (x , y)	( _____ , _____ )
Longueur d'onde dominante (nm)	
Couleur	
Saturation (%)	