



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

---

UNIVERSITÉ ZIANE ACHOUR- DJELFA  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET VÉTÉRINAIRES

## **COURS**

---

# **Chimie Environnementale de l'Eau**

---

DESTINÉ AUX ÉTUDIANTS DE :

1<sup>ÈRE</sup> ANNÉE MASTER, EAU ET ENVIRONNEMENT

Présenté par : Dr. BOUTELDJAOUI Fatah, MCB, Université Ziane Achour-  
Djelfa

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2022/2023

---

# **Travaux pratiques**

---

## TP 1 Mesure du pH

### Définition :

Le **pH** (potentiel hydrogène) est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Le pH donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (**H<sup>+</sup>**) ou d'ions hydroxide (**OH<sup>-</sup>**) contenus dans l'eau.

Par définition, le pH est égal au cologarithme de l'activité des protons.

$$\text{pH} = - \log (\text{H}_3\text{O}^+)$$

### Principe :

La mesure du pH d'une solution est réalisée par l'intermédiaire d'un montage potentiométrique à deux électrodes ; une électrode de verre indicatrice de l'activité des ions **H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>** et une électrode de référence (c'est-à-dire qui possède un potentiel fixe comme l'électrode au calomel par exemple). Ces deux électrodes sont généralement couplées.

La différence de potentiel mesurée est liée à l'activité des ions **H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>** par la relation :

$$E = E_0 + 2,3RT/F \log (\text{H}_3\text{O}^+) = E_0 - k(T).\text{pH}$$

avec **E°** : potentiel standard du couple **H<sup>+</sup>/H<sup>2</sup>**

**R** : constante des gaz parfaits (**J.K<sup>-1</sup>**)

**T** : température absolue (**K**)

**F** : Faraday = **96500 C**

### Matériel :

Le matériel de mesure du pH se compose de :

- ✓ Un pH mètre équipé d'une électrode combinée ;
- ✓ Un thermomètre intégré ;
- ✓ Un agitateur magnétique.

### Réactifs :

- ✓ Tampon **pH = 7**
- ✓ Tampon **pH = 4**



**Figure 1. p H-mètre**

**Mode opératoire :**

• **Etalonnage de l'appareil :**

- ✓ Allumer le **pH Mètre**.
- ✓ Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- ✓ Prendre dans un petit bêché, la solution tampon **pH = 7**
- ✓ Régler l'agitation à faible vitesse.
- ✓ Tremper l'électrode de **pH** dans la solution tampon **pH = 7**
- ✓ Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard **1**.
- ✓ Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- ✓ Ré étalonné de la même manière avec la solution tampon **pH = 4**.
- ✓ Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

**Dosage de l'échantillon :**

- ✓ Prendre environ **≈ 100 ml** d'eau à analyser.
- ✓ Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- ✓ Tremper l'électrode dans le bêcher.
- ✓ Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- ✓ Puis noter le pH.

## TP 2 Mesure de la conductivité

### Définition :

La conductivité est la capacité d'une solution à faire passer du courant. La conductivité d'un échantillon varie avec la température. La conductivité électrique,  $C$ , d'une eau, est la conductance,  $C$ , d'une eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1 \text{ cm}^2$  de surface, séparée l'une de l'autre par une distance de  $1 \text{ cm}$ . La conductivité  $C$  est l'inverse de la **résistivité  $R$** .

La conductivité  $C$  est l'inverse de la **résistivité  $R$** .

$$C = \frac{1}{R}$$

L'unité de conductivité utilisée en chimie des eaux est le **micro Siemens  $\mu\text{S}/\text{cm}$** .

La relation entre la conductivité et la résistivité s'écrit :

$$\text{Résistivité}(\Omega.\text{cm}) = \frac{1000000}{\text{conductivité}(\mu\text{S}/\text{cm})}$$

### Principe :

La mesure de la conductivité se ramène à celle de la résistance d'une colonne d'eau. À cet effet on utilise un conductimètre qui n'est en fait qu'un résistivimètre un peu particulier. Le conductimètre fait appel à un montage dérivé du pont de **WHEATSTONE**, le pont de **KOHLRAUCH**. Ce pont est alimenté par un courant alternatif à une fréquence de **1000 à 4000 Hz**, afin d'éviter le phénomène de polarisation des électrodes.

### Matériel



**Figure 1.** Conductimètre.

### Mode opératoire :

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. Opérer de préférence à la température de référence de **25 °C**. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.

L'utilisation du bain thermostaté facilite l'équilibre thermique et améliore les résultats de la mesure.

### **Corrections en fonction de la température**

La conductivité d'un liquide dépend largement de la température. Cette dernière sera relevée très exactement au cours de la mesure. En dehors de **25 °C**, effectuer une correction de la conductivité électrique mesurée à **θ °C** d'après la formule

$$C_{25\text{ °C}} = C_T \times f$$

$C_T$  = Conductivité obtenue à la température lue sur le thermomètre.

$f$  est donné par le tableau spécial.

Si la conductivité doit être déterminée à 20 °C (comme le précise la norme AFNOR), les valeurs indiquées pour les solutions standards à 25 °C ou mesurées sur l'eau à étudier (à n'importe quelle température) peuvent être corrigées par la formule suivante :

$$\gamma_{20} = \gamma_{\theta} \cdot [1 + \alpha(20 - \theta)]$$

$\alpha$  : coefficient de température de l'eau qui doit être déterminé en mesurant la conductivité de la même eau à (au moins) deux températures.

### **Conductivité et minéralisation**

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. Toutefois, la minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité, étant donné les erreurs inhérentes à la détermination de chacune de ces deux mesures.

**Tableau 1:** Calcul de la minéralisation à partir de la conductivité

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation en $\text{mg}/\text{L}$
$C < 50$	$1,365 \times C$
$50 < C < 166$	$0,947 \times C$
$166 < C < 333$	$0,769 \times C$
$333 < C < 833$	$0,716 \times C$
$833 < C < 10000$	$0,758 \times C$
$C > 10000$	$0,850 \times C$

### Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## TP 3 : Mesure de la turbidité

### 3.1. Définition :

La turbidité est une mesure visuelle des **particules en suspension** dans l'eau telle que **l'argile**, le **limon**, les **particules organiques**, de **plancton** et de divers autres organismes microscopiques. La turbidité affecte en fait tous les usages de l'eau et en augmente les coûts de traitement.

### 3.2. Principe de mesure de turbidité :

Chaque fois que possible la turbidité doit être mesurée in situ. Ceci peut se faire par des **méthodes optiques (en unités Jackson ou JTU)** ou **néphélométriques (en NTU)**. Le **turbidimètre** mesure la **lumière dispersée** par les **particules en suspension** avec un angle de **90°** par rapport au **faisceau de lumière incident**. Les **méthodes néphélométriques** sont préférables pour leurs plus grandes précision, sensibilité et applicabilité à un large éventail de valeurs de la turbidité. Elles mesurent la **lumière diffusée** par les **particules en suspension**.

Mais des instruments de conceptions différentes peuvent donner des résultats différents pour le même échantillon. La couleur de l'échantillon comme les variations de la source lumineuse peuvent causer des erreurs.

### 3.3. Domaine d'application

Cette méthode est utilisée pour la détermination de la turbidité dans les **eaux souterraines**, les **eaux usées**, les **eaux de surface** et **l'eau potable (Figure 1)**. Le domaine d'application se situe entre **0,1** et **1000 unités de turbidité néphélométrique (NTU)** mais peut être prolongé jusqu'à **7500 NTU** en **modifiant l'étalonnage**.

### 3.4. Appareillage :

- Turbidimètre de marque **Hach**, modèle **2100AN**
- Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de **50 mm** de diamètre.

### 3.5. Étalons :

Ensemble d'étalons de turbidité de la compagnie **Hach (formazine)** pour l'étalonnage : **< 0,1 UTN, 20 UTN, 200 UTN et 1 000 UTN, 4 000 UTN, 7 500 UTN.**

### Mode opératoire :

### 3.6. Étalonnage de Turbidimètre :

Pour utiliser un turbidimètre, il faut préparer des courbes d'étalonnage pour chaque gamme de **turbidité** en utilisant des solutions standard appropriées. Il faut tester au moins un **échantillon standard** pour **chaque gamme** en s'assurant que le turbidimètre donne des indications stables pour tous les domaines de sensibilité. Il faut agiter vigoureusement l'échantillon avant analyse.

La qualité des résultats obtenus avec un turbidimètre donné dépend de la fréquence de l'étalonnage à la **solution standard** de **Formazine** et de la façon d'utiliser l'appareil. D'une façon générale, les **néphélomètres** utilisés en laboratoire doivent avoir une exactitude de  $\pm 1$  FTU (**Formazin Turbidity Unit**) dans la gamme de **0 à 10 FTU**, et de  $\pm 5$  FTU dans la gamme de **0 à 100 FTU**.

### 3.7. Mesure de la turbidité des échantillons d'eau

- Agiter l'échantillon et remplir dans une cuvette jusqu'au trait (**environ 30 ml**) en prenant soin de manipuler la cuvette par la partie supérieure. Boucher la cuvette.
- Placer la cuvette dans le **puits de mesure** et fermer le **capot**.
- Lire lorsque le **signal** est **stable** et noter le résultat.

### 3.8. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en **NTU (unités de turbidité néphélométrique)** et sont affichés directement par l'appareil.



**Figure 2.** Mesure de la turbidité