

Département de sécurité alimentaire  
eaux  
et environnement

Laboratoire de chimie des

## **Rapport de stage**

Titre :

Contrôle de la qualité des  
eaux par  
analyses physico-  
chimiques

**Réalisé par : Mr Diam Adil**

**Présenté à : Mr M. ALLALI**

**Année universitaire 2006-2007**

# REMERCIEMENT

**A**u terme de ce stage je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail tout particulièrement :

**A Mr M.ALAOUI**, chef de département de sécurité alimentaire et d'environnement à l'institut PASTEUR du Maroc, voue me faites un grand honneur de m'accepter comme stagiaire dans votre laboratoire, je vous pris Mr de vouloir agréer l'expression de mes remerciements les plus sincères.

**A Mr M. ALLALI**, chef de service de contrôle de qualité à l'IPM. Vous avez permis d'effectuer un travail intéressant, celui du contrôle de la qualité de l'eau, j'ai apprécié votre patience et la clarté de vos avis qui m'ont orientés dans mon travail, veuillez croire ma gratitude et ma haute considération.

**A Mme SADRI M'BARKA et Mr NADRE HASSAN**, techniciennes au service de toxicologie, aux quelles je tien à exprimer mes sentiments de gratitude pour l'aide et les encouragements qu'ils ont su me prodiguer tout le long de la réalisation de ce travail, je les remercie également pour leurs gentillesse qui m'a vraiment touché.

En fin, je remercie tout les membres de département de contrôle de qualité à IPM et tout les stagiaires (Ahmed, Abd ullah, Mahdi, ....).

# SOMMAIRE

## AVANT PROPOS

- I. Présentation de l'institut pasteur.....4
- II. But du stage.....5

INTRODUCTION.....6

LES NORMES.....8

## PARTIE EXPERIMENTALE

- I. LES ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES D'UNE EAU.....9
  - 1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES.....9
    - Test du PH.....9
    - TEMPERATURE.....9
    - CONDUCTIVITE.....9
  - 2. CARACTERES CHIMIQUE.....10
    - DOSAGE DE CHLORURES.....10
    - DOSAGE DE LA SILICE.....11
    - DURETE DE L'EAU.....12
    - DETERMINATION DE LA DURETE TOTALE.....12
    - DETERMINATION DE LA DURETE CALCIQUE.....13
    - ALCALINITE.....14
    - DOSAGE des nitrites  $\text{NO}_2$  (Méthode à la sulfanilamide)  
.....15
    - DOSAGE des nitrates.....16
    - DOSAGE DES SULFATES.....18
    - DOSAGE DE FER.....19
    - DETERMINATION DE L'OXYDABILITE AU  $\text{KMnO}_4$ ...20
    - DOSAGE DE L'AMMONIUM.....21

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>RESULTAS ET INTERPRETATION.....</b> | <b>24</b> |
|----------------------------------------|-----------|

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>CONCLUSION.....</b> | <b>27</b> |
|------------------------|-----------|

# AVANT PROPOS

Ce rapport réalisé au sein de l'institut pasteur du Maroc, dans le service de contrôle de qualité des eaux, dans le cadre de mon cursus universitaire pour l'obtention de master en chimie appliqué à la valorisation des ressources naturelles et protection de l'environnement (VARENAPE).

## **I. Présentation de l'institut pasteur**

### **1. Historique**

La convention signée le 15 Novembre 1929 entre le Gouvernement Marocain et l'institut Pasteur à Paris décide de la création de l'institut Pasteur de Casablanca, il a ouvert ses portes en 1931.

### **2- Missions de l' IPM**

Le décret royal n° 176-66-Juin 1967 a chargé l'IPM des missions suivantes :

Poursuivre des recherches sur les maladies infectieuses et parasitaires de l'homme, des animaux et des plantes.

Contribuer les cas échéant, à l'enseignement de la microbiologie se de la parasitologie, ainsi que recevoir des stagiaires et des travailleurs marocains ou étrangers.

Préparer des sérums, vaccins ferments et des produits biologiques nécessaires au besoin u pays en ce concerne la médecine humaine.

Les prestations de service en contrôle sanitaire des aliments et de l'environnement. Un nouveau bâtiment pour la sécurité sanitaire des aliments et

de l'environnement, conçu aux normes les plus récentes, est en cours de réalisation.

## **II. But de stage**

Pour l'amélioration de notre système pédagogique, nécessairement on doit par l'évaluation de toutes les actions d'enseignement entreprise.

Mon stage au sein de laboratoire de contrôle de qualité des eaux et d'aliments dans l'institut Pasteur est une expérience très enrichissante qui m'a permis d'appliquer mes connaissances théoriques et d'apprécier d'autres d'informations d'ordre pratique.

Il est évident que ce qu'est demande nom seulement l'évaluation du cour, mais l'amélioration de notre situation dans le domaine socioéconomique, d'où la nécessité d'un tel stage pour compléter mon cursus d'études universitaire.

# **INTRODUCTION**

L'eau constitue un élément vital, pour le développement et le maintien de la vie sur notre planète, pour cela il faut préserver et assurer la persistance continue de l'eau, non seulement pour fournir à l'homme une quantité suffisante pour ces besoins mais pour lui assurer une irréprochable qualité de cette eau ; pour cela l'eau fait l'objet de nombreux contrôles physico-chimiques et bactériologiques.

Afin de contrôler la qualité d'une eau il est nécessaire d'effectuer des analyses qui révèlent la présence de gaz, de matières minérales et de matières organiques en suspension ou en solution et éventuellement des micro-organismes. Nombre de ces composants ont une origine naturelle en provenance des roches, du sol et de l'air ou de la vie humaine et animale.

A ceux-ci vont s'ajouter les apports résultant des activités humaines : urbanisation, industrie, agriculture. Les techniques physico-chimiques de traitement de systèmes de transfert et de stockage. Peuvent aussi entraîner la présence de certains réactifs et éléments dans les eaux d'alimentation phénomène plus important que l'eau a une dureté peu élevée et un PH faible. C'est la qualité et la quantité de ces divers constituants qui définissent une eau, précisent son aptitude à diverse utilisation. Les laboratoires expriment les résultats des analyses

caractérisant une eau sous une forme simplifiée et plus ou moins codifiée, qui constitue une sorte de langage conventionnel.

Dans ce rapport et dans le but de contrôler la qualité de l'eau, on a effectué des analyses physico-chimiques sur différents d'eau (eau de puit, de robinet, de source et de mer).

Au niveau de l'eau de robinet, de puit, de source les paramètres analysés sont pH, conductivité, oxydabilité, dureté, alcalinité, chlore, sulfate, nitrate,

ammonium. Pour l'eau de mer on a analysé les phénols, phosphate, nitrates ammonium.

Le but de l'analyse de ces paramètres est de déterminer les limites de qualité, qui fixe la quantité supérieure à ne pas dépasser, afin de ne pas nuire à la santé du public et assurer un confort pour les usagers.

# Les normes

Pour avoir une bonne qualité de l'eau, il faut respecter plusieurs paramètres et si l'un des paramètres ne respecte pas les normes il faut traiter cette l'eau.

| paramètre           | unité                         | réglementation concernant la qualité de l'eau destinée à la consommation. |       |         |         |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------|
|                     |                               | CMA                                                                       | OMS   | FRANCE  | MAROC   |
| <b>pH</b>           | -                             | -                                                                         | 6.5-9 | 6.5-8.5 | 6.5-9.5 |
| <b>Conductivité</b> | $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20° | -                                                                         | -     | 400     | <2700   |
| <b>Oxydabilité</b>  | mg d'O <sub>2</sub> /l        | 5                                                                         | 5     | 5       | <2      |
| <b>Dureté total</b> | °F                            | -                                                                         | 50    | 60      | 10-30   |
| <b>Calcium</b>      | mg/l                          | -                                                                         | -     | 100     | <100    |
| <b>Magnésium</b>    | mg/l                          | 50                                                                        | -     | 50      | <100    |
| <b>Alcalinité</b>   | °F                            | -                                                                         | 50    | >2.5    | <50     |
| <b>Chlorures</b>    | mg/l                          | -                                                                         | 250   | 250     | <750    |



|                 |             |            |            |            |                |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|----------------|
| <b>Sulfates</b> | <b>mg/l</b> | <b>250</b> | <b>400</b> | <b>250</b> | <b>&lt;250</b> |
| <b>Nitrates</b> | <b>mg/l</b> | <b>50</b>  | <b>40</b>  | <b>50</b>  | <b>&lt;50</b>  |
| <b>Nitrites</b> | <b>mg/l</b> | <b>0.1</b> | <b>3</b>   | <b>0.1</b> | <b>&lt;0.1</b> |
| <b>Fer</b>      | <b>mg/l</b> | <b>0.2</b> | <b>0.3</b> | <b>0.2</b> | <b>&lt;0.3</b> |
| <b>Ammonium</b> | <b>mg/l</b> | <b>0.5</b> | <b>1.5</b> | <b>0.5</b> | <b>&lt;0.5</b> |

# PARTIE EXPERIMENTALE

## I. LES ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX

### 1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

#### ➤ **Test du pH :**

Pour avoir une valeur approchée du pH d'une eau, déposer une goutte d'eau sur un petit morceau de papier pH, et lire sur l'échelle de teinte la valeur du pH. Ou bien on peut mesurer le pH d'une eau à l'aide d'un pH-mètre.

#### ➤ **TEMPERATURE :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle ci joue un rôle dans la salubrité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels.

#### ➤ **CONDUCTIVITE :**

#### Objectif

Mesurer la conductivité électrique de l'eau, c'est-à-dire sa capacité à transporter le courant électrique, soit sur le terrain, soit au laboratoire sur des échantillons d'eau prélevés sur le terrain.

### **Principe**

La conductivité électrique d'une dépend des substances dissoutes qu'elle contient, sa mesure permet d'évaluer la quantité totale de solides dissous dans l'eau. Il correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm , l'unité en micro siemens par centimètre (  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

- 50 à 400 → qualité excellente.
- 400 à 750 → bonne qualité.
- 750 à 1500 → qualité médiocre mais eau utilisable.
- A 1500 → minéralisation excessive.

Car la conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau.

### **Mesures**

Calibrer l'appareil avant la sortie sur le terrain en suivant les instructions du constructeur.

- Verser un échantillon de l'eau à tester dans un récipient adéquat.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau, lire la valeur de la conductivité lorsque la valeur affichée est stable.
- Faire plusieurs mesures sur des échantillons différents du même site en rinçant la sonde à l'eau distillée après chaque mesure.

## **2. CARACTERES CHIMIQUE**

### **➤ 2-1) DOSAGE DE CHLORURES :**

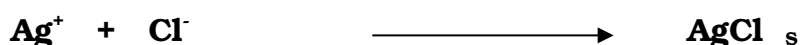
Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer (+  $19\text{g}/\text{l}$ ), leur concentration dans l'eau de pluie est de  $3\text{mg}/\text{l}$ . La teneur en chlorure d'une eau dépend de l'origine de l'eau et de la nature du terrain qu'elle traverse.

- La concentration maximale admissible des chlorures dans les eaux destinées à la consommation humaine :  $200\text{mg}/\text{l}$

- Le seuil gustatif : à partir de 200mg/l environ
- Concentration supérieure à 200mg/l : eaux laxatives et éventuellement dangereuses pour les patients atteints de maladies cardiovasculaires ou rénale.

**Principe :**

Dosage du Chlore combiné à l'état de chlorures par le Nitrate d'Argent en présence de Chromate de Potassium comme indicateur. Le dosage des chlorures s'effectue sur des échantillons d'eau, après détermination du TA et du TAC.

**Mode opératoire :**

Sur un échantillon d'eau de 100 ml, ajouter 1 ml de chromate de potassium : le mélange se colore en jaune.

La solution est dosée par une solution de nitrate d'argent N/25 : le nitrate d'argent précipite les chlorures alcalins et alcalino-terreux sous forme de chlorure d'argent.

La fin de la réaction est repérée par l'apparition de la teinte rouge brique du chromate d'argent.

**Résultat :**

La concentration des Chlorures est obtenue à l'aide de la formule suivante :

$$[\text{Cl}] = (V - b) \times \frac{1000}{v \times K} \times 0,0282 \text{ (méq/l)}$$

V: volume titrer d'AgNO<sub>3</sub>

b : volume d'AgNO<sub>3</sub> utilisé dans le cas de l'essai à blanc

v : volume de prise d'essai ( 100 ml )

K : Facteur de dilution.

**Réactifs :**

Pour la préparation des réactifs, n'utiliser que de l'eau déminéralisée (conductivité inférieure ou égale à 2 µS/cm). Les matières premières doivent être de qualité analytique.

- **Nitrate d'argent N/25**

- **Chromate de potassium à 100 g/l**
- **Chlorure doit être <750 mg/l dans l'eau potable.**

## ➤ 2-2) DOSAGE DE LA SILICE :

### Principe :

Les ions silicates donne avec le molybdate d'ammonium à pH 1,2 donne une coloration jaune due à la formation d'acide silico-molybdique de coloration jeune. Par comparaison de L'intensité de la coloration avec un témoin titre par le chromate de potassium on détermine la quantité d'ions silicates  $\text{SiO}_2^{2-}$  dans notre échantillon.

### Réactifs :

- ❖ Molybdate d'Ammonium
- ❖ Acide Chlorhydrique dilué (1/2)
- ❖ Solution de Chromate de Potassium (6,3 g/l)

### Mode opératoire :

On prend deux béchers dans les quelle on verse respectivement 100 ml et 102 ml d'eau à analyser.

☞ A 100 ml de l'échantillon on ajoute 0,5 g de molybdate d'ammonium et 2 ml d'HCL (1/2), le mélange est agiter jusqu'au développement d'une coloration jaune.

☞ A 102 ml d'échantillon à analyser on fait un titrage avec le Chromate de Potassium (6,3 g/l) jusqu'à obtention de la même coloration que celle obtenue dans le premier cas.

### Expression des résultats :

$$\text{Teneur en silice (mg/l)} = V \times 10$$

**V** : volume de la solution de Chromate de Potassium ajouté (en ml)

### ➤ 2-3) DURETE TOTALE DE L'EAU

Teneur en calcium et magnésium, s'opposant à la formation de mousse avec le savon et permettant le dépôt de sels insolubles et incrustants (tartres ou incrustations).

#### **Principe :**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide EDTA à pH=10. L'indicateur coloré est le NET (Noir d'EriochromeT), qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions calcium et magnésium.

#### **Mode opératoire :**

A 50 ml d'échantillon on ajoute 4 ml de la solution tampon pH= 10 ( solution de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ), en présence de l'indicateur coloré la solution doit se colorer en rouge foncé ou violet, le titrage se fait avec l'EDTA 0,01 N, le virage est atteint par la couleur Bleu royale.

Si le volume de l'EDTA est supérieur à 20 ml il faut faire une dilution au 1/10 pour l'échantillon.

#### **Expression des résultats :**

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$C_1 (\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) = \frac{C_2 \times V_2}{V_1} \times 1000 \text{ (mmol/ l)}$$

$C_2$ : Concentration de l'EDTA (mol/l)

$V_1$ : Volume de la prise d'essai (50 ml)

Donc, **Dureté Totale** =  $C_1 = V_2 \text{ EDTA} \times 0,2 \times 2 \text{ méq/l}$

### ➤ 2-4) DETERMINATION DE LA DURETE CALCIQUE

#### **Principe :**

Dosage des ions Calciums avec une solution de sel disodique d'EDTA.

L'indicateur coloré Calcone carboxylique forme un complexe rouge avec le calcium. Lors du dosage, les ions de calcium réagissent avec l'EDTA, d'abord les ions libres puis ceux qui se combinent avec l'indicateur coloré vont virer la couleur du rouge au bleu clair.

**Réactifs :**

- ❖ Hydroxyde de Sodium C (NaOH)  $\approx 2$  mol/l
- ❖ EDTA C (Na<sub>2</sub>EDTA) = 0,01 mol/l
- ❖ Indicateur coloré NET

**Mode opératoire:**

La prise d'essai est de 50 ml à la quelle on ajoute 2 ml de NaOH en présence d'indicateur coloré, titrer à l'EDTA, le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement bleu et persistante.

**Expression des résultats :**

$$C_1 (\text{Ca}^{2+}) \times V_1 = C_2 \text{ EDTA} \times V_2 \text{ EDTA (mol/l)}$$

$$C_1 (\text{Ca}^{2+}) = \frac{C_2 \text{ EDTA} \times V_2 \text{ EDTA}}{V_1} \times 1000 \text{ (mmol/l)}$$

Donc : ***La Dureté Calcique =  $V_2 \text{ EDTA} \times 0,2 \times 40,08$***

**Remarque :**

★ ***La Dureté Magnésienne (mg/l) = D.T (mmol/l) – D.Ca (mmol/l)  $\times 24,30$  g/mol***

**➤ 2-5) ALCALINITE**

**(Détermination du TA et TAC)**

**Principe :**

La technique est basée sur le dosage des bases qui se trouvent dans une eau telle que  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{OH}^-$ . Elle se mesure par la neutralisation d'un certain volume d'eau par une solution diluée d'un acide minérale, le point d'équivalence étant déterminé par des indicateurs colorés.

Ces bases ne sont pas nocives pour la santé des consommateur, mais leur limitation dans l'eau est très intéressante, par exemple, l'élévation de la température conduit à la précipitation des ions  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{HCO}_3^-$ , ce qui gêne la conduction thermique qui peut être à l'origine d'incendie.

**TA :** titre alcalimétrique permet la mesure de la teneur en Hydroxyde et en Carbonates.

**TAC :** titre alcalimétrique complet mesure la somme des alcalins libres ( $\text{OH}^-$ ), Carbonates et Bicarbonates.

### **MODE OPÉRATOIRE :**

**Détermination de TA :** A 100 ml d'eau à analyser on ajoute quelques gouttes de l'indicateur coloré Phénolphtaleine et on titre la solution avec HCl (0,1 N) jusqu'à l'obtention d'une coloration rose.

**Détermination de TAC :** A 100 ml d'eau à analyser on ajoute quelques gouttes de Méthyle Orange (ou Rouge de Méthyle), titrer avec HCl (0,1 N), le virage se fait du jaune au rose orange.

### **EXPRESSION DES RÉSULTAS :**

$$TA = TAC = V \times N \times 1000/v \text{ (mmol/l)}$$

**V :** volume de titrage (HCl)

**N :** normalité de HCl (0,1 N)

**v :** volume de la prise d'essai.

Le résultat est exprimé en degré français (°F).

### **Remarque :**

$$\star 1 \text{ méq/l} = 5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

**TA & TAC < 50**

➤ **2-6) Dosage des nitrites NO<sub>2</sub> (Méthode à la sulfanilamide)****Principe :**

La diazotation des nitrites en milieu acide et leurs copulations avec N-(1naphtyl)éthylène-diamine donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage calorimétrique à la longueur d'onde  $\lambda = 543 \text{ nm}$

**Réactifs :**

- Solution de sulfanilamide :

Dissoudre 1g de sulfanilamide et compléter à 100ml avec l'acide chloridrique 10%.

- Solution de dichlorhydrate N-1-naphtyléthylène diamine 0,1%
- Solution mère étalon d'azote nitreux à 100mg/l :

0,4928g de nitrite de sodium compléter 1000ml avec l'eau distillée.

- N.B : Sécher le nitrite de sodium une heure à l'étuve 105°C avant de faire la pesée.

- Solution fille étalon d'azote nitreux à 1mg/l.

Effectuer une dilution de 1/100 de la solution (à préparer à chaque fois).

**Appareillage :**

Spectrophotomètre : type UV 160A.

**MODE OPÉRATOIRE**

| Numéro des fioles                           | Témoin | 1    | 2    | 3   | 4    | 5   | Echantillon (50ml) |
|---------------------------------------------|--------|------|------|-----|------|-----|--------------------|
| Volume de la solution étalon fille à 1mg/ml | 0      | 1    | 2.5  | 5   | 7.5  | 10  | -                  |
| Corpondérance en mg/l d'azote nitreux       | 0      | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | x                  |
| Eau distillée ml                            | 50     | 49   | 47.5 | 45  | 42.5 | 40  | -                  |
| Solution                                    | 1      | 1    | 1    | 1   | 1    | 1   | 1                  |
| Rapport de la sulfanilamide                 |        |      |      |     |      |     | Diam Adil          |



Courbe d'étalonnage : Dans une série de fioles jaugées de 50ml, introduire :

Agiter rigoureusement et attendre 10 min et ajouter.

Laisser au repos 10 minutes puis effectuer la lecture au spectrophotomètre.

## ➤ **2-7) DOSAGE DES NITRATES**

### **DÉFINITION :**

Les nitrates sont des composés chimiques faits d'azote et d'oxygène. On les trouve à l'état naturel dans certains légumes, dans les viandes en conserve et dans le sol. Il y en a aussi les engrais commerciaux et les déjections animales. Les nitrates sont nécessaires à la croissance des végétaux mais leur présence excessive dans le sol peut contaminer les sources d'alimentation en eau et soulever des préoccupations pour la santé.

### **RÉACTIFS :**

- ❖ Solution de salicylate de sodium à 0,5% à renouveler chaque jour.
- ❖ Acide sulfurique concentré (d=1,8%).
- ❖ Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium :  
Hydroxyde de sodium: 400g  
Tartrate double de sodium et de potassium : 60g  
Eau distillée qsp 1000cc.
- ❖ Solution mère étalon d'azote nitrique à 0,1g/l.  
Nitrate de potassium anhydre 0,722g.  
Eau distillée qsp 1000cc.  
Chloroforme (pour conserver) 1ml.
- ❖ Solution fille étalon à 0,005g/l.
- ❖ 50ml de la solution mère à 0.1g/l puis compléter à 1000ml avec de l'eau distillée.

### **APPAREILLAGE :**

Spectrophotomètre : type UV 160A

## **MODE OPÉRATOIRE**

| Numéro des fioles                                            | Blanc | I   | II | III | IV | Echantillon<br>(10ml) |
|--------------------------------------------------------------|-------|-----|----|-----|----|-----------------------|
| Volumes de la solution<br>étalon à 0,005g/l                  | 0     | 1   | 2  | 5   | 10 | -                     |
| Concentrations<br>correspondantes d'Azote<br>nitrique (mg/l) | 0     | 0,5 | 1  | 2,5 | 5  | X                     |
| Eau distillée (ml)                                           | 10    | 9   | 8  | 5   | 0  | -                     |
| Salicylate de sodium<br>(ml) 0.5%                            | 1     | 1   | 1  | 1   | 1  | 1                     |

- Evaporer à sec dans une étuve, portée à 75°C à 80°C.
- Reprendre le résidu par 2ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin de l'humecter complètement.
- Attendre 10min, ajouter 15ml d'eau bidistillée puis 15ml de la solution de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune.
- Compléter jusqu'à 50ml avec de l'eau distillée.
- Effectuer la lecture au spectrophotomètre à  $\lambda=415\text{nm}$ .

### **Résultats :**

La concentration en nitrate en mg/l dans l'échantillon est donnée par :

**[NO<sub>3</sub>-] mg/l= Valeur lue. 4,43**

### **➤ 2-8) DOSAGE DES SULFATES**

#### **OBJET :**

La présente technique a pour but la détermination des sulfates dans les eaux naturelles par mesure de turbidité.

#### **PRINCIPE :**

Précipitation des ions sulfates par le Chlorure de Baryum en milieu Chlorhydrique à l'état de Sulfate de Baryum, et mesure de la turbidité à une longueur d'onde  $\lambda = 546 \text{ nm}$ .

**RÉACTIFS :**

❖ Réactif à l'HCl :

Mélanger 50 ml de Glycérol avec une solution contenant :

- 30 ml de HCl concentré
- 300 ml d'eau distillée
- 100 ml d'Ethanol absolu à 95 %
- 75 g de Chlorure de Sodium (NaCl)

❖ Chlorure de Baryum ( $\text{BaCl}_2$ )

❖ Solution étalon de Sulfate de Sodium anhydre (0,1 g/l de  $\text{SO}_4^{2-}$ )

**MODE OPÉRATOIRE :**

A 100 ml d'eau à analyser diluée ajouter 5 ml du réactif à l'HCl, agiter exactement 1 min lors de l'ajout de  $\text{BaCl}_2$ . Remplir immédiatement la cellule du spectrophotomètre (la cuve) et mesurer la turbidité à **546 nm**.

**Remarque :**

★ **L'échantillon doit subir une dilution avant toute opération (d=1/10).**

**EXPRESSION DES RÉSULTAS :**

Tracer une courbe d'étalonnage à partir de laquelle on peut lire la concentration en Sulfate de l'eau à analyser en mg/l. (multiplier la valeur obtenue par le facteur de dilution **fd= 10**).

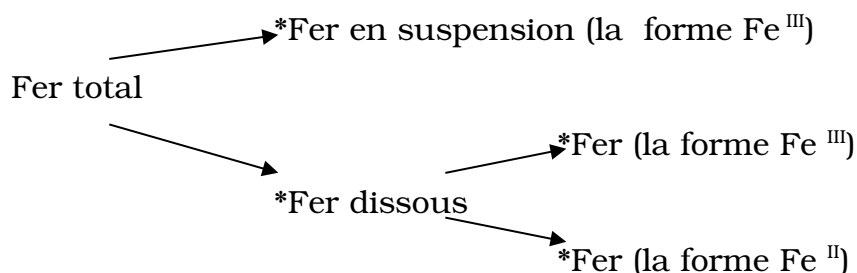
**Gamme d'étalonnage :**

|                 |    |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|
| <b>C (mg/l)</b> | 20 | 40 | 60 | 80 |
| <b>V (ml)</b>   | 20 | 40 | 60 | 80 |

➤ **2-9) DOSAGE DE FER**

**PRINCIPE :**

Le Fer peut se trouver dans l'eau sous différentes formes, on peut théoriquement distinguer



La phénanthroline ne réagit qu'avec le Fer II, la détermination du Fer dissous II & III ne peut être réalisée qu'après réduction du Fer III, on a formation d'un complexe rouge orange en milieu tamponné, on mesure ensuite l'absorbance du complexe par spectrométrie.

### **MODE OPERATOIRE :**

La prise d'essai est de 50ml à laquelle on ajoute 2 ml d'acétate d'ammonium d'acide acétique, 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine et 2ml de phénanthroline, laisser 15 mn à l'obscurité ensuite la lecture se fait à 510nm.

## **➤ 2-10) DETERMINATION DE L'OXYDABILITE AU $\text{KMnO}_4$**

### **PRINCIPE :**

Oxydation par excès de  $\text{KMnO}_4$  en milieu acide et à l'ébullition des matières organiques contenues dans l'échantillon, réduction du  $\text{KMnO}_4$  par l'oxalate de sodium et titrage en retour de l'excès de l'oxalate de sodium par le permanganate.

### **MODE OPERATOIRE :**

Transférer la prise d'essai de 100ml de l'échantillon dans une erlen de 250 ml, ajouter 2 ml d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  et porter à ébullition douce, ajouter 10ml de la solution de  $\text{KMnO}_4$  (N/100) et laisser à ébullition pendant 10mn, ajouter 10ml d'oxalate de sodium (N/100) et attendre la décoloration, titrer après décoloration pendant que la solution est encore chaude avec de  $\text{KMnO}_4$  (N/100) jusqu'à apparition de coloration rose persistante.

➤ Essai à blanc : Effectuer un essai à blanc dans les mêmes Conditions en remplaçant la prise d'essai avec de l'eau distillée, conserver la solution obtenue pour l'essai témoin.

➤ Essai témoin : Ajouter 10 ml d'oxalate de sodium 0,01N à la solution titrée puis chauffer si nécessaire et titrer avec  $\text{KMnO}_4$  0,01 N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose.

➤ Résultats : L'indice de permanganate de l'eau correspond la quantité d'oxygène exprimée en mg/l cédée par  $\text{KMnO}_4$  consommée par les matières oxydables contenues dans un litre d'eau.

$$I = \frac{8 \times (V1 + Va - Vb)}{b} - 8$$

$V1$  : Volume de  $\text{KMnO}_4$  initiale=10ml

$Va$  : Volume de titrage de l'essai blanc

$Vb$  : Volume de prise d'essai

$b$  : Volume de l'essai témoin

### ➤ **Dosage de l'ammonium :**

#### **INTRODUCTION :**

L'azote ammoniacal dans les eaux naturelles peut provenir du lessivage des terres agricoles et des minéraux argileux ainsi que des eaux d'égouts municipaux et industriels. Sa concentration est généralement faible dans l'eau souterraine puisqu'il s'absorbe sur les particules du sol et sur l'argile. Dans certaines usines de traitement d'eau potable, de l'ammoniaque est ajouté afin de réagir avec le chlore et former un résidu.

La présence d'ammonium indique généralement une pollution d'origine organique. Ne pas oublier qu'une eau souterraine de type réduit peut présenter des teneurs assez élevées en ammonium et en nitrites. Lors de la chloration de l'eau, des teneurs supérieures à 0.2 mg/l provoquent déjà une altération des qualités sensorielles de l'eau (formation de chloramines).

### **PRINCIPE ET THÉORIE :**

En milieu alcalin (10.8 PM 11.4) l'ammoniac réagit avec l'hypochlorite  $\text{OH Cl}$  et donne le monochloramine qui forme avec du phénol en présence des nitroprussiates et un excès d'hypochlorite du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage colorimétrique à  $\lambda = 630 \text{ nm}$ . Cette méthode est applicable pour des concentrations en ammonium supérieur à 2Ug/L. Les échantillons contenant plus de 1500Ug/L doivent être dilués avant l'analyse.

### **REACTIFS :**

#### **Citrate de sodium 1.2mol/l**

Dans un bêcher on ajoute à 175 g de citrate de sodium 600ml d'eau désionisée, 15 ml de la solution de soude et quelque pierre ponce. Le mélange est porté à l'ébullition jusqu'à ce que le volume devienne inférieur à 500ml, après refroidissement on ajuste le volume à 500ml.

La solution est conservée dans un flacon de verre fermé, elle reste stable pendant 3 mois.

- **Réactif A**

Dissoudre 13.5 g de phénol et 0.15g de nitroprussiates de sodium dans 500ml de l'eau désionisée, cette solution conservée en flacons de verre fermés dans le réfrigérateur reste stable pendant 2 mois.

Si la solution devient un petit peu verte il faut la jeter.

- **Réactif B**

Dissoudre 0.1g d'acide dichloroisocyanurique dans 50 ml de solution de soude (1N).

Ce réactif est préparé le jour même de la manipulation.

#### **Solution étalon d'ammonium**

Solution mère 100mg/l de  $\text{NH}_4$  :

Faire sécher le chlorure d'ammonium  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dans un dessiccateur  $\text{P}_2\text{O}_5$  dissoudre 0.2965g de ce chlorure séché dans environ 500 ml d'eau désionisée, ajouter une goutte de chloroforme et cependant à 1 l.

La solution est conservée dans le réfrigérateur pour se stabiliser quelque mois.

Solution fille étalon 10 mg/l

Au moment de l'emploi diluer à 1/10 la solution mère à 100 mg/l.

|                                                    |   |     |     |     |    |     |
|----------------------------------------------------|---|-----|-----|-----|----|-----|
| Volume de solution file étalon                     | 0 | 1   | 2   | 5   | 10 | 15  |
| Concentration correspondante en $\text{NH}_4$ mg/l | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1  | 1,5 |

On complète à 100 ml avec de l'eau désionisée.

### **MODE OPÉRATOIRE :**

- o Avec une fiole on prend 25 ml de l'échantillon, de la gamme ou de l'eau distillée pour le blanc.

On ajoute 1 ml de citrate de sodium, 1ml de réactif A et 1 ml de réactif B

- o On agite à chaque fois qu'on ajoute un réactif.
- o On laisse la préparation à l'obscurité pendent 6 heures.
- o On fait la lecture à 630 nm

### **➤ 2-11) Détermination des matières en suspension (MS)**

La détermination des matières en suspension dans l'eau est réalisée par filtration ou centrifugation d'un volume aliquote, séchage à 105°C et pesée. Le choix de l'une ou l'autre des alternatives est guidé par la charge en matières en suspension de l'eau à analyser: la centrifugation est préférée pour des eaux chargées (colmatage du filtre).

### **Principe:**

Un volume aliquote d'eau est filtré sur filtre en fibre de verre ou centrifugé pendant 20 minutes. La masse de matière filtrée ou centrifugée est déterminée par pesée après séchage à 105°C. Le résultat est exprimé en mg de matière en suspension par litre d'échantillon.

## *Résultats et interprétation*

Dans le but du contrôle de la qualité de l'eau, on a effectuée les analyses pour l'eau de robinet, l'eau minérale, l'eau de puits et l'eau de mer.

Pour les eaux de robinet, l'eau minérale et l'eau du puits on a contrôlé les paramètres de potabilité, tandis pour l'eau de mer on a évalué le degré de pollution.



**I- Résultats****Tableau 1** : résultats des analyses physico-chimiques des différentes eaux de robinet et minérale.

| paramètre    | unité                  | Les échantillons d'eau |        |        | réglementation concernant la qualité de l'eau destinée à la consommation. |         |         |
|--------------|------------------------|------------------------|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|              |                        | Ech 1                  | Ech 2  | Ech 3  | OMS                                                                       | FRANCE  | MAROC   |
| pH           | -                      | 7.11                   | 7.38   | 7.32   | 6.5-9                                                                     | 6.5-8.5 | 6.5-9.5 |
| Conductivité | µs/cm à 20°            | 800                    | 740    | 630    | -                                                                         | 400     | <2700   |
| Oxydabilité  | mg d'O <sub>2</sub> /l | 0.96                   | 1.23   | 1.15   | 5                                                                         | 5       | <2      |
| Dureté total | °F                     | 31                     | 31.54  | 31.05  | 50                                                                        | 60      | 10-30   |
| Calcium      | mg/l                   | 85.77                  | 84.96  | 81.76  | -                                                                         | 100     | <100    |
| Magnésium    | mg/l                   | 23.82                  | 26.25  | 26.73  | -                                                                         | 50      | <100    |
| Alcalinité   | °F                     | 15.5                   | 15     | 12.5   | 50                                                                        | >2.5    | <50     |
| Chlorures    | mg/l                   | 77.08                  | 55.06  | 39.04  | 250                                                                       | 250     | <750    |
| Sulfates     | mg/l                   | 112.70                 | 149.78 | 174.89 | 400                                                                       | 250     | <250    |
| Nitrates     | mg/l                   | 11.48                  | 5.11   | 6.53   | 40                                                                        | 50      | <50     |
| Nitrites     | mg/l                   | 0                      | 0      | 0      | 3                                                                         | 0.1     | <0.1    |
| Fer          | mg/l                   | 0                      | 0      | 0      | 0.3                                                                       | 0.2     | <0.3    |
| Ammonium     | mg/l                   | 0.031                  | 0.19   | 0.04   | 1.5                                                                       | 0.5     | <0.5    |

**Tableau 2** : Résultats des analyses physico-chimiques des différentes eaux de puits à casablanca.

| paramètre    | unité       | Les échantillons d'eaux |       |       | réglementation concernant la qualité de l'eau destinée à la consommation. |         |         |
|--------------|-------------|-------------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|              |             | Ech 1                   | Ech 2 | Ech 3 | OMS                                                                       | FRANCE  | MAROC   |
| pH           | -           | 6.81                    | 6.98  | 6.99  | 6.5-9                                                                     | 6.5-8.5 | 6.5-9.5 |
| Conductivité | µs/cm à 20° | 3450                    | 2450  | 1084  | -                                                                         | 400     | <2700   |

|              |                        |        |        |       |     |      |       |
|--------------|------------------------|--------|--------|-------|-----|------|-------|
| Oxydabilité  | mg d'O <sub>2</sub> /l | 2.28   | 2.4    | 0.08  | 5   | 5    | <2    |
| Dureté total | °F                     | 120    | 56     | 48    | 50  | 60   | 10-30 |
| Calcium      | mg/l                   | 184.37 | 120.24 | 128.5 | -   | 100  | <100  |
| Magnésium    | mg/l                   | 179.86 | 63.19  | 38.88 | -   | 50   | <100  |
| Alcalinité   | °F                     | 32.5   | 22     | 26    | 50  | >2.5 | <50   |
| Chlorures    | mg/l                   | 1001.1 | 680.2  | 227.5 | 250 | 250  | <750  |
| Sulfates     | mg/l                   | 136.06 | 242.5  | 52.41 | 400 | 250  | <250  |
| Nitrates     | mg/l                   | 14.4   | 58.2   | 14    | 40  | 50   | <50   |
| Nitrites     | mg/l                   | 0.34   | 0.001  | 0     | 3   | 0.1  | <0.1  |
| Fer          | mg/l                   | 0      | 0.02   | 0     | 0.3 | 0.2  | <0.3  |
| Ammonium     | mg/l                   | 0.018  | 0.036  | 0     | 1.5 | 0.5  | <0.5  |

**Tableau 3** : analyse des différentes zones de la mer de Casablanca.

| paramètre | unité     | Les échantillons |       |       | réglementation concernant la qualité |
|-----------|-----------|------------------|-------|-------|--------------------------------------|
|           |           | Ech 1            | Ech 2 | Ech 3 |                                      |
| pH        | -         | 0                | 0     | 0     | 8.3                                  |
| Phénol    | mg/l<br>0 | 0                | 0     | 0     | 0.3                                  |
| Cyanures  | mg/l      | 0.001            | 0     | 0     | 0.1                                  |
| Phosphate | mg/l      | 0                | 0     | 0     | <0.1                                 |
| Nitrates  | mg/l      | 0.2              | 0     | 0     | <2                                   |
| Ammonium  | mg/l      | 0                | 0     | 0     | 0.01                                 |

## II- Interprétation

### **1- les eaux de robinet et minérales**

D'après l'analyse des différents paramètres physico-chimiques, toutes les eaux respectent les normes.

### **2- les eaux de puits**

- On constate que le pH des échantillons subit des variations autour de 6.7 et 6.81 donc les eaux présentent un caractère acide.

- Conductivité :

Les trois eaux de puit se caractérisent par une conductivité élevée ceci revient à la présence des sels dissous tel que ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ...) du au contact de l'eau avec les différentes couches du sol.

- Dureté total :

Les eaux analysés sont dures (  $\text{TH} \geq 30^\circ\text{F}$  dépassent les normes).

### **3- les eaux de mer**

Les diffèrent polluants ont teneurs faibles voir nuls ce montre que ces eaux exempte de pollution lié à ces constituants.

# CONCLUSION

**L**'eau constitue un élément vital pour cela il faut préserver et assurer sa persistance continuelle, non seulement pour fournir à l'homme une quantité suffisante pour ces besoins mais pour lui assurer une irréprochable qualité. pour cela fessait l'objet de notre étude.

Aujourd'hui, la qualité de l'eau et de l'environnement nous concerne tous. La qualité de l'eau est prioritairement une exigence de la santé. C'est la raison pour la quelle, il est nécessaire de la traiter et de l'économiser.