



**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FÈS**



**Projet de Fin d'Etudes**

Licence Sciences & Techniques

«BioProcédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

**Contrôle de la qualité des eaux de la source Ain Chkef  
avant et après chloration à la RADEEF**

**Présenté par** : ETTALEB Soukaina

**Encadré par** :

**Soutenu le** : 06/06/2018

BEKHTI Khadija (FST Fès- Saïs)  
SAIDI Ouadia (RADEEF)

Devant le jury composé de :

- Pr. BEKHTI Khadija . FST FES. Encadrante.
- Pr. EL FARRICHA Omar. FST FES. Examineur.

Etablissement d'accueil :

Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès  
(RADEEF)

**Année universitaire**  
**2017 / 2018**

# AVANT-PROPOS

Ce rapport présente le travail que j'ai effectué lors de mon stage au sein de la R.A.D.E.E.F, (Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès). Il s'est déroulé du 11 avril au 15 mai 2018 dans le but d'obtenir le diplôme de licence en Bioprocédés, hygiène et sécurité alimentaires. Ce stage constitue certainement une étape importante dans le parcours de ma formation professionnelle. Il m'offre l'accès au monde du travail pour découvrir, renforcer mon autoformation et développer mon sens d'initiative.

## Présentation de la R.A.D.E.E.F



RADEEF est un établissement public à caractère commercial et industriel, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Il a été créé par le conseil municipal en 1969, pour succéder une compagnie française du temps de protectorat pour la distribution d'électricité et d'eau potable en 1970 à partir du Oued Sebou et l'assainissement liquide de la ville de Fès en 1996.

La régie dispose d'un laboratoire bien équipé et très moderne pour la surveillance et le contrôle de l'eau potable sur l'ensemble du système de distribution depuis 1976.

## Objectifs

- ✓ Assurer la qualité des eaux conformément à la norme marocaine relative à la qualité des eaux,
- ✓ Prévenir la dégradation de la qualité des eaux et surveiller la bonne chloration,
- ✓ Assurer le contrôle de l'hygiène de l'ensemble du réseau,
- ✓ Assurer une prise de décision rapide en cas de danger.

## Activités

Les activités du laboratoire sont très diversifiées :

- ✓ Contrôle de la qualité de l'eau potable effectué sur l'ensemble du système de distribution : points de captage, réservoirs, réseau .Il s'accompagne par des prélèvements d'échantillons d'eau sur l'ensemble du système de distribution pour être analysés,
- ✓ Contrôle des opérations de nettoyage et de désinfection des conduites neuves,
- ✓ Réalisation des enquêtes sur la qualité de l'eau à la suite des réclamations d'abonnés,
- ✓ Lavage et désinfection des réservoirs et points d'eau,
- ✓ Contrôle quotidien du chlore résiduel sur l'ensemble du réseau d'eau d'approvisionnement.

# *Remerciements*

*Je profite par le biais de ce rapport, pour exprimer mes vifs remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.*

*J'adresse mes remerciements à **Mr LAKLALECH Youssef** président directeur général de la RADEEF, qui m'a offert l'opportunité d'effectuer mon stage au sein de la Régie.*

*Je tiens à remercier **Mme BEKHTI Khadija** mon encadrante à la faculté des sciences et techniques pour ses conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.*

*Je présente ma gratitude à **Mme SAIDI Ouadia** et tout le personnel du laboratoire (**LARADEEF**), pour leur collaboration et pour les bonnes conditions d'accueil dont j'ai pu bénéficier.*

*Je remercie également tous les membres du jury d'avoir accepté d'assister à la présentation de ce modeste travail.*

*Je présente ma reconnaissance à tous les membres de ma famille et amis qui m'ont aidé et soutenu durant tout mon parcours. Merci d'être une source d'inspiration et de motivation.*

*Que tous ceux qui ont contribué à mener à bien ce stage trouvent ici l'expression de ma parfaite considération.*

## Liste des abréviations

|                   |   |
|-------------------|---|
| BaSO <sub>4</sub> | : sulfate de baryum   |
| BEA               | : bile-esculine-azoture   |
| DPD               | : diéthyl-p-phénylènediamine  |
| E.coli            | : <i>escherichia coli</i>   |
| H <sub>2</sub> S  | : hydrogène sulfuré   |
| KI                | : iodure de potassium   |
| NTU               | : unité de turbidité néphélogométrique  |
| ONEE              | : office national de l'électricité et de l'eau potable                        |
| PH                | : potentiel d'hydrogène   |
| RADEEF            | : régie autonome intercommunale de distribution d'eau et d'électricité de fès |
| TSA               | : gélose tryptonée au soja  |
| TTC               | : chlorure 2-3-5 triphényl-tétrazolium  |
| TSC               | : tryptone-sulfite-cyclosérine  |
| UV                | : ultraviolet   |
| VMA               | : valeur maximale admissible  |
| µs/cm             | : microsiemens par centimètre   |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 1.</b> Teneur en chlore libre en fonction de la quantité du chlore ajoutée.....                      | 7  |
| <b>Figure 2.</b> Test DPD.....   | 7  |
| <b>Figure 3.</b> Carte géographique de la source "AIN CHKEF".....  | 8  |
| <b>Figure 4.</b> Source d'eau Ain Chkef .....  | 8  |
| <b>Figure 5.</b> Flacon stérilisé-Lampe à souder portative au gaz.....   | 9  |
| <b>Figure 6.</b> Bec bunsen-Autoclave.....   | 10 |
| <b>Figure 7.</b> Appareil de Filtration sur membrane.....  | 13 |
| <b>Figure 8.</b> Mode opératoire d'ensemencement en profondeur.....  | 13 |
| <b>Figure 9.</b> Turbidimètre .....  | 14 |
| <b>Figure 10.</b> pH-mètre. ....   | 14 |
| <b>Figure 11.</b> Conductimètre.....   | 15 |
| <b>Figure 12.</b> Schéma du protocole de confirmation des colonies de coliformes totaux et <i>E.coli</i> ..... | 17 |
| <b>Figure 13.</b> Test d'oxydase-Test d'indole .....   | 18 |
| <b>Figure 14.</b> Schéma du protocole de confirmation des colonies de streptocoques fécaux.....                | 18 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1.</b> Milieux de cultures utilisés pour le dénombrement des bactéries..... | 12 |
| <b>Tableau 2.</b> Résultats des analyses organoleptiques .....                         | 16 |
| <b>Tableau 3.</b> Résultats des analyses microbiologiques de la source Ain Chkef ..... | 16 |
| <b>Tableau 4.</b> Résultats des tests d'oxydase et d'indole .....                      | 18 |
| <b>Tableau 5.</b> Résultats des analyses physico-chimiques.....                        | 19 |

# SOMMAIRE

|                   |   |
|-------------------|---|
| Introduction..... | 1 |
|-------------------|---|

## **Partie 1 : Étude Bibliographique**

|   |   |
|---|---|
| I. Pollution des eaux.....                                      | 2 |
| II. Maladies hydriques .....                                    | 3 |
| III. L'eau potable.....   | 4 |
| 1. Sources d'eau potable à Fès .....                            | 4 |
| 2. Normes de potabilité .....                                   | 4 |
| IV. Désinfection de l'eau potable.....                          | 4 |
| 1. Rôle du chlore dans la désinfection.....                     | 5 |
| 2. Détermination du degré chlorométrique des eaux de javel..... | 6 |
| 3. Demande en chlore.....                                       | 6 |
| 4. Détermination du chlore résiduel.....                        | 7 |

## **Partie 2 : Matériel et Méthodes**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| I. Lieu de prélèvement.....        | 8  |
| II. Mode de prélèvement.....       | 9  |
| III. Méthodes d'analyses.....      | 9  |
| 1. Analyses organoleptiques.....   | 9  |
| 1.1 Odeur.....                     | 9  |
| 1.2 Couleur.....                   | 10 |
| 1.3 Goût.....                      | 10 |
| 2. Analyses microbiologiques.....  | 10 |
| 2.1 Types de stérilisation.....    | 10 |
| 2.2 Germes recherchés.....         | 11 |
| 2.3 Milieux de culture.....        | 12 |
| 2.4 Dénombrement bactérien .....   | 13 |
| 3. Analyses physico-chimiques..... | 14 |
| 3.1 Analyses physiques.....        | 14 |
| 3.2 Analyses chimiques.....        | 15 |

## **Partie 3 : Résultats**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Résultats.....                   | 16 |
| Conclusion.....                  | 21 |
| Références bibliographiques..... | 22 |
| Annexes.....                     | 23 |

# **Introduction**

L'eau constitue un aliment essentiel puisque indispensable à la vie. L'eau potable ordinaire est une eau possédant des qualités physico-chimiques, microbiologiques qui la rendent apte à la consommation humaine.

Aujourd'hui, la qualité de l'eau nous concerne tous. Cette dernière est prioritaire pour la santé, c'est pourquoi il est nécessaire de stocker et d'économiser l'eau et de la contrôler.

Ce travail porte sur l'étude de l'eau de la source Ain Chkef, destinée à la consommation humaine, avant et après chloration.

Ce travail a pour but de déterminer les paramètres microbiologiques et physico-chimiques, connaître les effets de la chloration sur cette eau et quantifier sa pollution en faisant une étude comparative avec les normes d'eau potable.

Ce travail comporte trois parties, à savoir :

Partie 1 : Étude bibliographique sur la qualité d'eau,

Partie 2 : Matériel et Méthodes utilisés,

Partie 3 : Résultats des analyses bactériologiques et physico-chimiques de la source Ain Chkef avec leurs interprétations.

# Partie 1 : Étude bibliographique

---

## I. Pollution des eaux

La pollution (ou contamination) de l'eau correspond à la présence dans l'eau de minuscule organismes extérieurs, de produits chimiques ou de déchets industriels. Cette pollution due principalement aux activités humaines entraîne une dégradation de la qualité de l'eau et perturbe le milieu aquatique.

On distingue plusieurs types de pollution de l'eau parmi lesquels :

### 1) Pollution chimique

Elle peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle a des origines diverses dues à :

- L'insuffisance de certaines stations d'épuration,
- L'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones,
- Le lessivage des sols, mais aussi des chaussées,
- Le rejet d'effluents par les industries.

### 2) Bactéries pathogènes

Les rejets provenant de l'intestin des animaux et de l'homme sont évacués dans le sol ou déversés dans les cours d'eau. Ils y subissent une épuration naturelle mais s'ils parviennent trop rapidement à une ressource en eau, ils peuvent provoquer une pollution microbiologique.

### 3) Pollution domestique

A la maison, l'eau des toilettes comme l'eau des lavages est une source de pollution :

- Organique (graisses)
- Chimique (poudres à laver, détergents...).

### 4) Pollution agricole

La concentration des élevages donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines ; elles constituent une source de pollution bactériologique,

- Les engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qu'ils atteignent par infiltration des eaux,
- Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques.

## II. Maladies hydriques

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes.

Parmi ces maladies on peut citer :

- 1) *Choléra* : le Choléra est une toxi-infection entérique épidémique contagieuse due à la bactérie *Vibrio cholerae*, Strictement limitée à l'espèce humaine, elle est caractérisée par des diarrhées brutales et très abondantes menant à une sévère déshydratation. La forme majeure classique peut causer la mort dans plus de la moitié des cas, en l'absence de traitement. La contamination est orale, d'origine fécale, par l'eau de boisson ou des aliments souillés.
- 2) *Typhoïde* : la fièvre typhoïde ou typhus abdominal est une maladie infectieuse causée par une bactérie de la famille Entérobactérie, du genre des salmonelles, et dont les espèces responsables sont *Salmonella enterica*.
- 3) *Hépatite A et B* : l'hépatite désigne toute inflammation aiguë ou chronique du foie. Les causes les plus connues étant les infections virales. L'hépatite est dite aiguë lors du contact de l'organisme avec le virus, et chronique lorsqu'elle persiste au-delà de 6 mois après le début de l'infection. L'hépatite peut évoluer ou non vers une forme grave (fulminante), une cirrhose ou un cancer.
- 4) *Salmonellose* : est une infection bactérienne due aux entérobactéries de type *Salmonella*, responsable de fièvre typhique ou paratyphique (maladies à déclaration obligatoire), de gastro-entérites, de toxi-infections alimentaires.
- 5) *Schistosomiase* : est une maladie parasitaire causée par les trématodes du genre *Schistosoma haematobium*. Les larves du parasite sont hébergées par des escargots et infectent les hommes se baignant ou étant en contact avec une eau contaminée.
- 6) *Dysenterie* : est une diarrhée accompagnée de sang et/ou de mucus, et potentiellement mortelle. Cette maladie est fréquente lorsque les conditions sanitaires sont insuffisantes en particulier lorsque les aliments et l'eau ne sont pas propres. De manière générale, la prévention passe par l'amélioration des conditions d'hygiène. La dysenterie amibienne ou amibiase, causée par l'amibe *Entamoeba histolytica*, un parasite protozoaire microscopique.
- 7) *Giardiase* : *Giardia intestinalis* est le parasite responsable de la maladie. Il appartient à la famille des protozoaires (organismes constitués d'une seule cellule). La contamination est due à l'ingestion d'eau ou de nourriture souillée, et le port des mains sales à la bouche. La Giardiase peut provoquer des diarrhées, aiguës ou chroniques.

### **III. L'eau potable**

L'eau potable est une eau dont on considère, sur la base des normes de qualité, qu'elle peut être bue, cuite ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé. Elle peut être distribuée à partir de bouteilles, du robinet et dans l'industrie, à partir de citernes. L'eau potable fait souvent l'objet de traitements préventifs variés.

Une eau potable est une eau que l'on peut consommer sans danger pour la santé car elle ne doit être ni toxique, ni infestée de bactéries, de parasites ou de virus nuisibles pour l'homme.

Afin d'arriver chez chacun d'entre nous, l'eau potable emprunte un circuit fait de canalisations qui la conduit le plus souvent de l'usine de production d'eau potable jusqu'aux réservoirs de stockage puis à nos robinets.

#### **1) Sources d'eau potables à Fès**

Les réserves disponibles en eau potable à la ville de Fès sont :

- Les eaux souterraines telles que la source AIN CHKEF, source Bourkeiz, source Ain Barda.
- Les eaux superficielles de l'Oued Sebou traitées par l'ONEE. Cette eau de surface passe par différentes phases de traitements (dessablage, décantation, chloration...), sur le site de pompage au niveau de la station de traitement Ain Nokbi de l'ONEE, et est ensuite acheminée dans des conduites jusqu'au réservoir de stockage de la RADEEF, Bab El Hamra.

#### **2) Normes de potabilité**

Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

Selon ces normes, une eau potable doit être exempte de germes pathogènes, car les risques sanitaires liés à ces microorganismes sont grands. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles (des concentrations maximales admissibles) ont été définies. A l'inverse, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire comme les oligo-éléments indispensables à l'organisme.

### **IV. Désinfection de l'eau potable**

La désinfection a pour but d'éliminer les microorganismes pathogènes et de garantir l'absence de tout germe infectieux (bactéries ou virus) dans les eaux distribuées. Au contraire de la stérilisation, qui permet une destruction totale des germes présents, la désinfection peut laisser subsister quelques germes banals, sans risque pour la santé publique.

Cette réduction des germes peut être obtenue par des procédés d'enlèvements physiques, tels que la coagulation/floculation ou la filtration (sur sable, charbon actif...) ou encore par des procédés d'inactivation chimique, faisant appel à des réactifs chimiques, comme les oxydants (Chlore, ozone...) ou à différentes molécules à caractère non oxydant. L'inactivation par rayonnement UV peut également être utilisée.

Au sein de la R.A.D.E.E.F, la chloration (l'ajout du chlore ou eau de javel) est le procédé utilisé pour la désinfection d'eau.

### 1) Rôle du chlore dans la désinfection

Le chlore est un produit chimique utilisé pour s'assurer de la qualité de l'eau depuis la source jusqu'au point de consommation. Il permet de détruire les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau après un temps d'action d'environ 30 minutes pour la rendre potable. Outre son effet bactéricide (pouvoir désinfectant), le chlore possède un effet rémanent (effet de désinfection dans le temps) qui protège l'eau d'une nouvelle contamination lors du stockage et de la distribution.

#### **Les facteurs qui déterminent l'efficacité de la désinfection au chlore sont les suivants :**

« Concentrations en matière organique dans l'eau, température, pH, temps de contact, Concentrations en chlore, nombre et types de micro-organismes »

- La chloration n'est en effet efficace que sur une eau claire. Si l'eau n'est pas transparente, si des impuretés visibles à l'œil nu sont présentes, la chloration sera beaucoup moins efficace. Il faut dans ce cas procéder à un traitement préliminaire.
- La température de l'eau et la température extérieure influent elles aussi sur l'action des désinfectants : l'efficacité du chlore est optimale quand la température se situe entre 18 et 24°C, en revanche, à partir de 28°C le chlore perd considérablement de son efficacité
- Le pH est un facteur primordial en ce qui concerne l'efficacité des désinfectants : L'efficacité du chlore est maximale avec un pH inférieur à 7,5.
- Le chlore a besoin de temps pour éliminer tous les micro-organismes qui peuvent être présents dans l'eau. Plus le chlore sera longtemps en contact avec l'eau, plus le procédé sera efficace. Le temps de contact est la durée de temps entre l'ajout du chlore dans l'eau et quand elle est employée. On peut faire le même rapport en considérant la concentration du chlore. Plus la concentration en chlore est haute, plus le procédé de désinfection sera efficace. À la différence du rapport entre la concentration du chlore et l'efficacité de la désinfection, la concentration du chlore et le temps de contact forme un rapport inverse. Plus la concentration du chlore est haute, plus le temps de contact nécessaire diminue.

- Les désinfectants peuvent efficacement tuer les microorganismes pathogènes (bactéries, virus et parasites). Certains microorganismes peuvent être résistants. Les bactéries *d'Escherichia coli*. par exemple, sont plus résistantes aux désinfectants que d'autres bactéries et sont ainsi utilisés comme organismes indicateurs. Plusieurs virus sont encore plus résistants que *l'Escherichia coli*. L'absence de bactérie *d'Escherichia coli*. ne veut pas dire que l'eau est saine. Les parasites protozoaires tels que le *Cryptosporidium* et la *Giardia* sont aussi très résistants au chlore.

## 2) Détermination de degré chlorométrique des eaux de javel

Le degré chlorométrique est la quantité du chlore actif présent dans 1 litre d'eau de javel. On utilise l'empois d'amidon comme indicateur coloré et on dose l'eau de javel par KI.  
Le Degré chlorométrique est égal au volume versé de KI multiplié par 1,12.

$$\text{Degré chlorométrique} = V(\text{KI}) * 1.12$$

## 3) Demande en chlore

### Objectifs

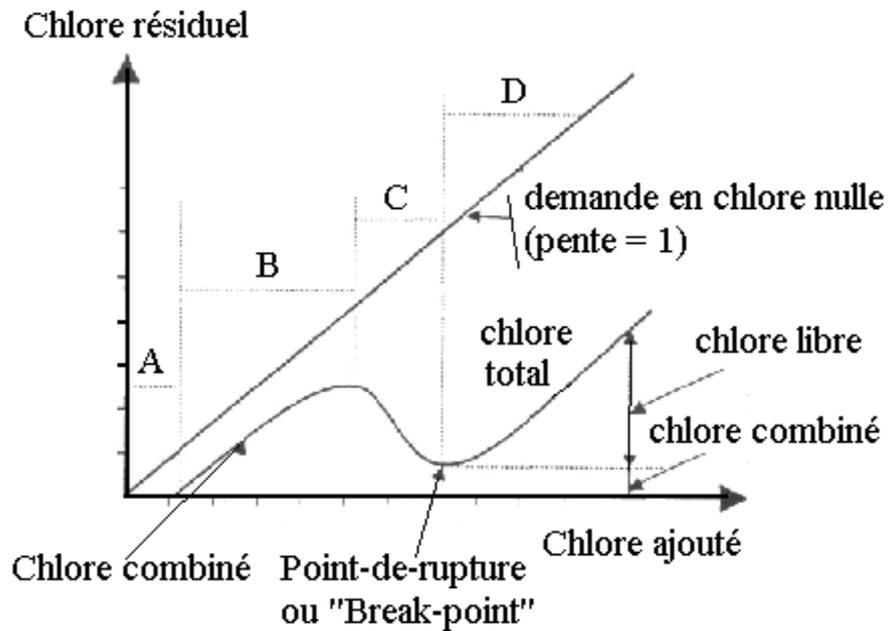
Déterminer la demande en chlore d'une eau permet d'évaluer le taux de chloration à appliquer à l'eau à traiter pour obtenir une teneur résiduelle en chlore donnée, après un temps de contact fixé et à une température donnée.

### Principe

Dans une série de flacons contenant un même volume d'eau à analyser, on ajoute des concentrations croissantes de chlore. La demande en chlore de l'eau est donnée par le premier flacon dans lequel on décèle la présence de chlore libre après un temps de contact déterminé.

$$\text{Chlore Total} = \text{Chlore Libre} + \text{Chlore Actif}$$

L'étude de la demande de chlore permet de tracer des courbes donnant les concentrations des différentes formes de chlore résiduel en fonction de la dose de chlore appliquée.



**Figure 1** .Courbe représentant la teneur en chlore libre en fonction de la quantité de chlore ajoutée

- A** : Destruction du chlore par des composés organiques.
- B** : Formation des chloroamines.
- C** : Destruction des chloroamines,
- Break-point ou point de rupture (la quantité optimale et minimale pour désinfecter  $1\text{m}^3$  d'eau).
- D** : Formation du chlore résiduel -libre.

#### 4. Détermination du chlore résiduel

Le chlore résiduel est déterminé par le test DPD n° 1 (diéthyl-p-phénylènediamine) au moyen d'un comparateur visuel. Ce test consiste à ajouter un comprimé de DPD à l'échantillon. Ce dernier donne une coloration rose qu'on compare avec le disque coloré du comparateur à l'œil nu et on détermine enfin la quantité du chlore résiduel présent dans l'eau en mg/l.



**Figure 2.** Test DPD

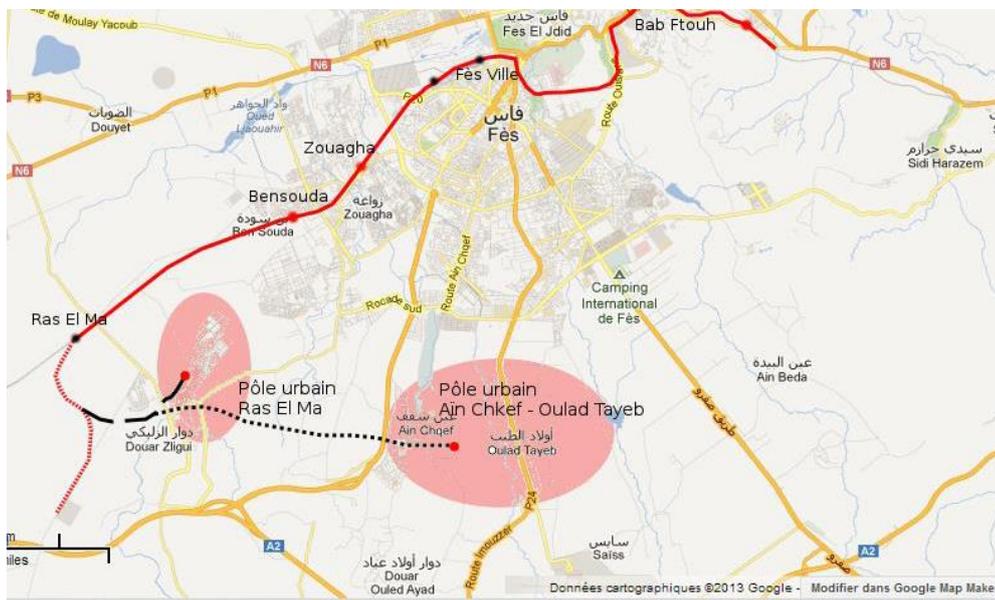
## Partie 2 : Matériel et Méthodes

Cette partie est consacrée à l'étude expérimentale relative aux analyses organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques des eaux provenant de la source Ain Chkef, avant et après chloration.

### I. Lieu de prélèvement

#### Situation géographique

La source d'AIN CHKEF (Figure.3) qui a tiré la réputation de la région d'Ain Chkef toute cernée d'arbres, est une source fraîche jaillissant du creux d'une faille qui se localise au plateau du Saiss, juste à quelques kilomètres au sud de la ville de Fès. Son débit de pompage est de 450l/s.



**Figure 3.** Carte géographique de la source AIN CHKEF



**Figure 4.** Source d'eau « Ain Chkef »

## **II. Mode de prélèvement**

Il y a deux types du prélèvement, on distingue :

### ✓ **Prélèvements pour les analyses physico-chimiques :**

Un flacon en plastique, lavé trois fois par l'eau du robinet, est rempli et conservé à 4°C dans une glacière.

### ✓ **Prélèvements pour les analyses bactériologiques :**

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé. Le prélèvement se fait dans un flacon en verre stérilisé (Figure.5) selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle ou variation de la qualité et de la quantité des bactéries présentes lors du prélèvement.

Avant de procéder au prélèvement de l'eau, il faut laver les mains soigneusement et les rincer avec de l'alcool et flamber le robinet par une lampe à souder portative au gaz (Figure.5). Ensuite, le flacon est rempli d'eau tout en laissant la lampe près du robinet. Les échantillons sont conservés à 4°C dans une glacière et analysés dans les 6 h qui suivent les prélèvements.



**Figure 5. Flacon stérilisé-Lampe à souder portative au gaz**

## **III. Méthodes d'analyses**

### **1) Analyses organoleptiques**

Les analyses organoleptiques sont jugées aujourd'hui essentielles car ; c'est au travers que le consommateur se forge une idée sur la qualité de l'eau délivrée.

#### **1.1 Odeur**

Dans l'eau, diverses molécules sont responsables des odeurs. Elles proviennent essentiellement de la dégradation des composés azotés ou soufrés : amines, ammoniacque, mercaptans, etc.

Mais la molécule qui pose le plus de problème est généralement l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S), qui possède une odeur caractéristique d'œuf pourri.

## 1.2 Couleur

La couleur de l'eau peut provenir de substances minérales comme le fer ou le manganèse et/ou de Substances organiques. Les substances organiques comprennent généralement des algues, des Protozoaires et des produits naturels provenant de la décomposition de la végétation (Substances humiques, tanins, lignine).

## 1.3 Goût

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimiques communes perçus par les organes gustatifs lorsqu'ils sont en contact avec l'eau à tester.

## 2) Analyses microbiologiques

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celle qui est susceptibles d'être pathogènes, soit celles qui sont indicatrices de contamination fécales.

### 2.1. Types de stérilisation

Le matériel utilisé par ces analyses doit être stérilisé afin d'éliminer les divers micro-organismes la méthode qu'on utilise souvent au laboratoire est la stérilisation par la chaleur humide, ainsi que par la chaleur sèche.

#### **-Stérilisation par la chaleur sèche**

Le flambage : cette méthode est basée sur l'emploi du bec bunsen (Figure.6), elle est utilisée pour la stérilisation extemporanée (pour l'utilisation immédiate) du matériel de manipulation. Il faut signaler que toutes les manipulations d'ouverture de tube et boîtes de culture devront être réalisées à côté de la flamme.

#### **-Stérilisation par la chaleur humide**

L'autoclave (Figure.6) : est un appareil très performant qui est indispensable dans une unité de microbiologie. Il est utilisé pour stériliser les milieux de culture, aussi pour stériliser tout autre matériel de microbiologie.



**Figure 6 .Bec bunsen-Autoclave**

## **2.2. Germes recherchés**

Durant les analyses bactériologiques on cherche les germes suivants :

### **Coliformes totaux**

Les coliformes totaux constituent un groupe des bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Leur présence dans l'eau indique une pollution fécale et une contamination potentiellement dangereuse par des bactéries pouvant causer des maladies.

Ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, gram négatif, ne formant pas de spores, présentant une réaction négative à l'oxydase.

### **Coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux proviennent des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud. La présence de ces bactéries dites pathogènes et très risqué pour la santé des humains et des animaux. L'absorption d'une eau infectée de coliforme fécaux peut entraîner des maladies très graves et dans certains cas, peut causer la mort.

La principale bactérie coliforme Spécifiquement d'origine fécale est *Escherichia coli*.

### **Streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux sont des bactéries pathogènes. Presque toujours reliées à la contamination fécale, les streptocoques fécaux résistent beaucoup aux substances aseptiques qui devraient empêcher leur croissance.

### **Germes totaux**

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révélant la présence possible d'une contamination bactériologique.

### **Clostridium sulfite –réducteurs**

Les clostridium sulfite-réducteurs sont des germes anaérobies appartenant à la famille *bacillacées* et au genre *clostridium* capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau sous une forme végétative. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection.

### 2.3. Milieux de culture

Le **tableau 1** récapitule toutes les bactéries recherchées dans l'eau ainsi que leurs milieux de culture utilisés pour leur dénombrement.

**Tableau N°1.** Milieux de cultures utilisés pour le dénombrement des bactéries.

| <b>Germes</b>        | <b>Milieu de culture</b>           | <b>T°d'incubation</b> | <b>Aspect de culture</b>  |
|----------------------|------------------------------------|-----------------------|---|
| Coliformes Totaux    | Tergitol 7 Agar au TTC             | 37°C                  |    |
| Streptocoques Fécaux | Slanetz                            | 37°C                  |    |
| Germes totaux        | Gélose nutritive                   | 37°C / 22°C           |   |
| Clostridiiums        | Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC) | 44°C                  |  |

### 2.4. Dénombrement bactérien

#### 2.4.1. Méthode de filtration sur membrane

Un volume d'eau mesuré précisément est filtré à travers une membrane filtrante (Figure.7), dont les pores ne laissent pas passer les bactéries. Celle-ci, après filtration sont retenues sur la membrane, cette dernière est ensuite placée sur les milieux préparés ( Slanetz , Tergitol et TSC ).

Durant l'incubation, les colonies se forment à la surface de la membrane.

→ Cette méthode est utilisée pour mettre en évidence les coliformes Totaux, fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridiiums.



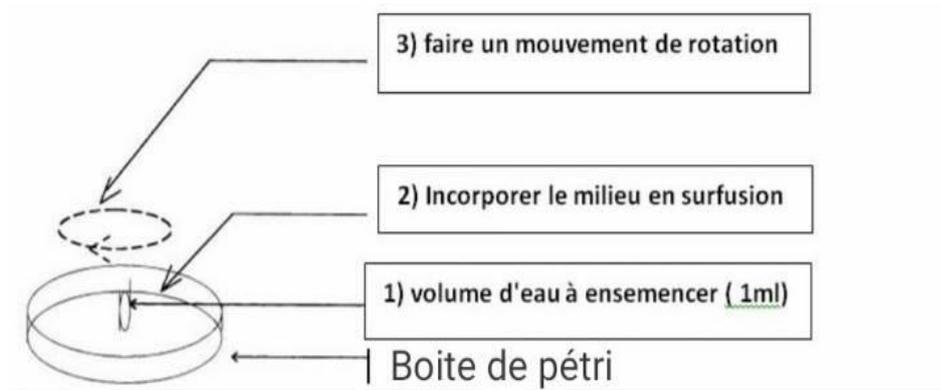
**Figure 7.** Appareil de Filtration sur membrane

**NB :** pour les clostridiuims sulfto- réducteurs, on dépose la membrane dans un milieu de TSC et on place la boîte préparée dans la jarre d'anaérobiose.

#### 2.4.2. Méthode d'ensemencement en profondeur

L'échantillon d'eau à analyser est mélangé au milieu de culture (gélose nutritive) préalablement fondu et refroidi à une  $T^{\circ}$  proche de la  $T^{\circ}$  de solidification (Figure.8). Après 48h d'incubation, les colonies qui se développent à la surface et à l'intérieur du milieu sont comptées.

→ Cette méthode est utilisée pour mettre en évidence les germes totaux.



**Figure 8.** Ensemencement en profondeur

### 3) Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques sont déterminés afin d'évaluer la qualité de l'eau potable, il est nécessaire d'effectuer de nombreuses analyses incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques, après le prélèvement de l'eau la mesure de la température s'effectue sur le terrain.

Les paramètres physiques étudiés au laboratoire sont : le pH, la conductivité électrique et la turbidité.

#### 3.1 Analyses physiques

**Température** : il est important de connaître la température d'une eau. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz et conditionne les équilibres de dissociation, elle agit aussi sur la conductivité électrique et sur le pH. La température doit être comprise entre 20 °C et 25 °C.

**Turbidité** : la turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées: Argile, Limons, Matière organique, etc. La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre (Figure 9) où l'on introduit l'eau à analyser dans un petit flacon en verre qui doit être bien essuyé avant d'être placé dans l'appareil.

La turbidité est une méthode de mesure néphélométrique qui s'exprime en NTU (unité de turbidité néphélométrique).



**Figure 9.** Turbidimètre

**Potentiel hydrogène pH** : le pH est un indicateur sur l'acidité ou l'alcalinité de l'eau, sa mesure se fait par pH-mètre étalonné (Figure 10), et qui permet de déterminer l'activité des ions H<sup>+</sup> en solution en utilisant deux électrodes ; une électrode hydrogène et une électrode de référence. Dans la pratique, on utilise généralement une électrode combinée.

Avant d'introduire l'électrode du pH-mètre dans l'eau à examiner, il faut toujours le rincer avec l'eau distillée.



**Figure 10.** pH-mètre

**Conductivité :** la conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, en fonction de la quantité des ions présents dans l'eau. Sa mesure permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La mesure est effectuée par un conductimètre portable étalonné (Figure 11), en entrant l'électrode de l'appareil au bécher remplie d'eau, L'unité est le microsiemens par centimètre ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).



**Figure 11.** Conductimètre

### **3.2 Analyses chimiques**

#### **Dosage des chlorures par la méthode de Mohr**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium, c'est un dosage volumétrique direct. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

#### **Dosage des nitrates (méthode de salicylate de sodium)**

On dose les nitrates en présence de salicylate de sodium pour donner du paranitrosalicylate de sodium de couleur jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique par le spectrophotomètre UV-visible.

#### **Dosage des nitrites (méthode diazotation)**

La diazotation de l'armino-4-benzène sulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyle-1) diamino -1,2 éthane donne un complexe coloré, susceptible d'un dosage colorimétrique.

#### **Dosage de l'ammonium (méthode au bleu d'indophénol)**

En milieu alcalin et en présence de nitroprusiate qui agit comme catalyseur, les ions ammonium traités par une solution du chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage colorimétrique à 630nm.

#### **Dosage des sulfates (méthode néphélométrique)**

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum ( $\text{BaSO}_4$ ). Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de TWEN20.

## Partie 3 : Résultats

### Résultats des analyses organoleptiques

Les résultats des analyses organoleptiques effectuées sur des eaux de la source Ain Chkef sont représentés dans le tableau 2 :

**Tableau 2 . Résultats des analyses organoleptiques de la source Ain chkef**

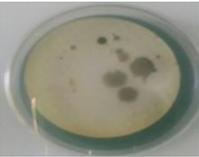
| Paramètres organoleptiques | Résultats |
|----------------------------|-----------|
| Odeur                      | Absence   |
| Couleur                    | Claire    |

Cette source est inodore, incolore due à l'absence des produits chimiques ainsi d'algues planctoniques et d'organismes aquatiques.

### Résultats des analyses Microbiologiques

Le tableau 3 ci-dessous regroupe les résultats des analyses microbiologiques de 2 prélèvements sur la source Ain Chkef (avant et après chloration) :

**Tableau 3 . Résultats des analyses microbiologiques de la source Ain Chkef**

| Germes Recherchés     | 1 <sup>re</sup> prélèvement<br>(le 26 /04/2018) |                  | 2 <sup>ème</sup> prélèvement<br>(le 07/05/2018) |                  | Témoin     | Aspect des colonies   |
|-----------------------|---|------------------|---|------------------|------------|---|
|                       | Avant Chloration                                | Après Chloration | Avant Chloration                                | Après Chloration |            |   |
| Coliformes Totaux     | 28 colonies                                     | 0 colonies       | 16 colonies                                     | 0 colonies       | 0 colonies |  |
| Streptocoques Fécaux  | 27 colonies                                     | 0 colonies       | 02 colonies                                     | 0 colonies       | -----      |  |
| Germes Totaux à 37 C° | 14 colonies                                     | 0 colonies       | 02 colonies                                     | 0 colonies       | 0 colonies |  |
| Germes Totaux à 22 C° | 26 colonies                                     | 0 colonies       | 01 colonies                                     | 0 colonies       |            |   |
| Clostridium           | 25 colonies                                     | 0 colonies       | 01 colonies                                     | 0 colonies       | -----      |  |

## Interprétation et discussion des résultats microbiologiques

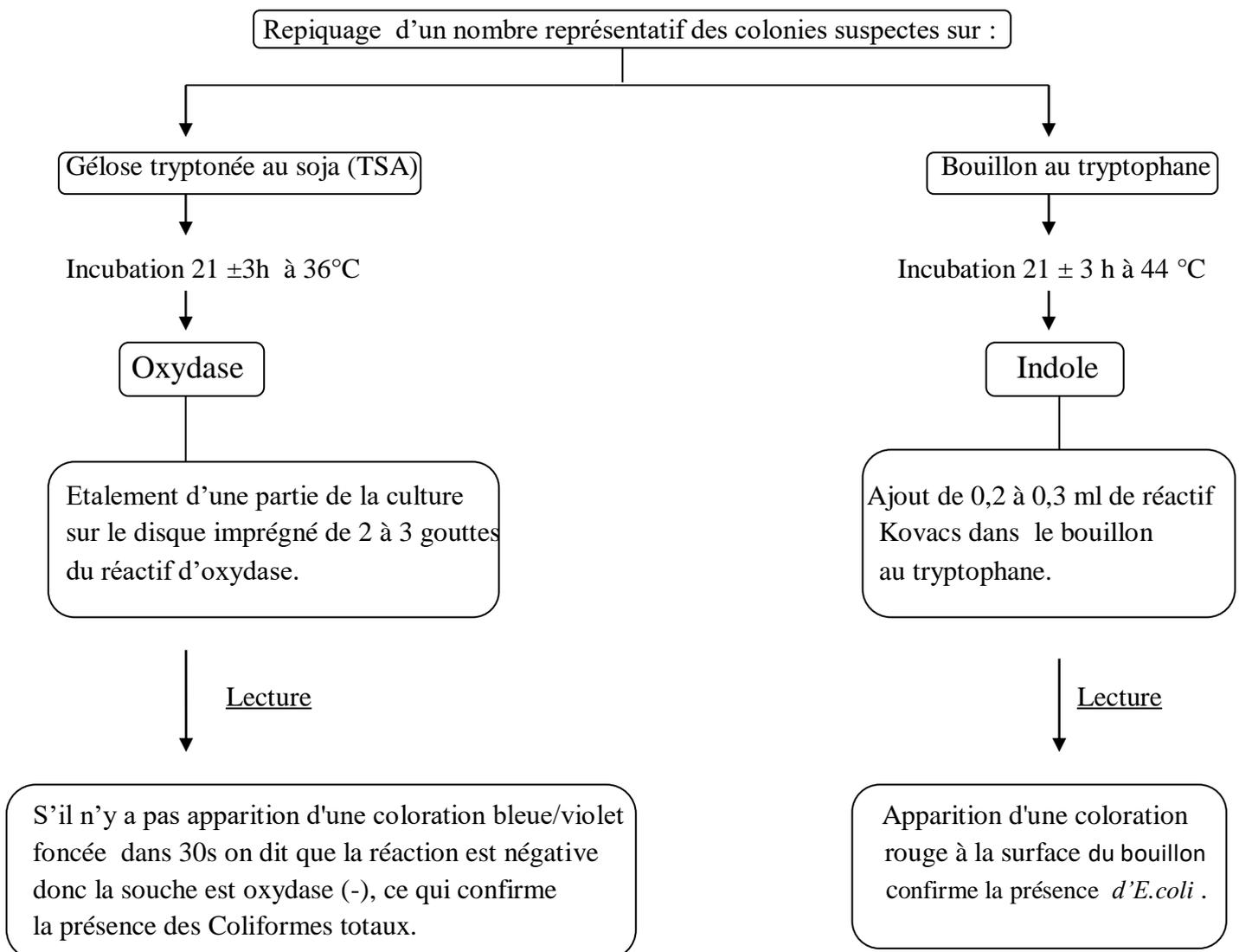
Ce tableau 3 récapitulatif des résultats d'analyses bactériologiques effectuées sur des échantillons de l'eau avant et après chloration montre que, avant ce traitement, ces eaux de source contiennent des germes tels que :

- Coliforme totaux
- Germes totaux
- Streptocoques fécaux
- Clostridium

On doit donc vérifier dans un deuxième temps si les bactéries qui ont été cultivées sont bien des coliformes totaux, *Escherichia coli*, et des streptocoques fécaux :

### Tests confirmatifs (Figure 12)

#### Test oxydase / Indole



**Figure 12** . Schéma du protocole de confirmation des colonies de coliformes totaux et *Escherichia coli*.

## Résultats des tests d'oxydase et d'indole

Les résultats du test confirmatif sur l'eau brute sont reportés dans le tableau 4 :

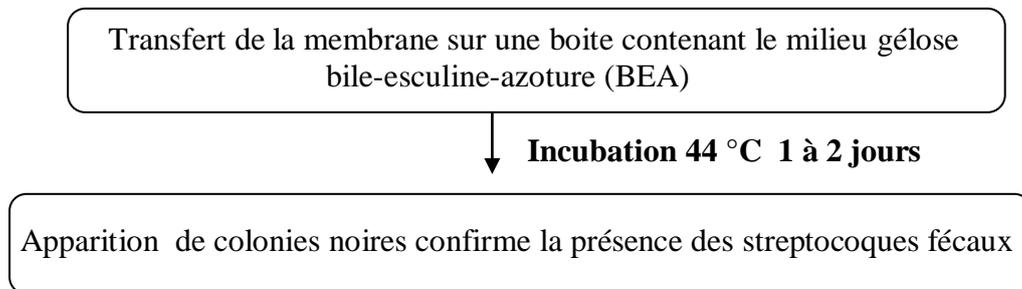
**Tableau 4 . Résultats des tests d'oxydase et d'indole**

| Colonie testée | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|---|---|---|---|
| Test d'oxydase | - | - | - | - |
| Test d'indole  | - | + | - | - |



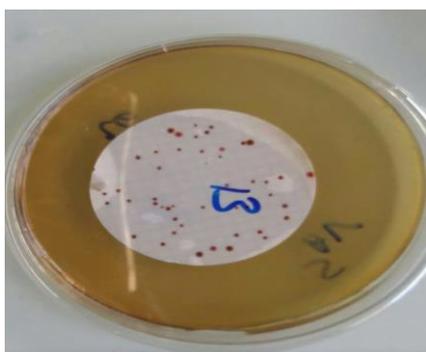
**Figure 13.** Test d'oxydase-Test d'indole

## Test confirmatif pour les streptocoques fécaux (Figure .14)



**Figure 14.** Schéma du protocole de confirmation des colonies de streptocoques fécaux

## Résultat



Incubation 44° C / 1 à 2 jours



- ❖ D'après ces résultats, On constate la présence des coliformes totaux parmi eux se trouve *Escherichia coli*, et également la présence des streptocoques fécaux qui sont des germes pathogènes et qui peuvent être nocifs pour la santé humaine.

Cependant, les analyses effectuées après traitement par chloration ont montrées l'efficacité de chlore à désinfecter l'eau et d'éliminer ces germes.

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées sur des échantillons d'eau traitée par le chlore, montrent que ce traitement a permis de désinfecter l'eau conformément aux normes marocaines en vigueur (voir annexe 1) et d'éliminer les germes pathogènes qui ont été mis en évidence par les analyses avant le traitement par chloration.

### Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats d'analyses physico-chimiques sont récapitulés dans le tableau 5 suivant :

**Tableau 5 . Résultats des analyses physico-chimiques de la source Ain Chkef avant et après Chloration**

| Paramètre                  |     | Résultat                                  |                  |  |                  | VMA*       |
|----------------------------|-----|---|------------------|--|------------------|------------|
|                            |     | 1 <sup>re</sup> Prélèvement (le 26/04/18) |                  | 2 <sup>ème</sup> Prélèvement (le 07/05/18) |                  |            |
|                            |     | Avant Chloration                          | Après Chloration | Avant chloration                           | Après Chloration |            |
| Température<br>(°C)        | Air | 21  | 21,4             | 19   | 20               | Acceptable |
|                            | Eau | 20,1                                      | 20,1             | 20   | 20               |            |
| Turbidité (NTU)            |     | 0,22                                      | 0,17             | 0,33                                       | 0,25             | 5          |
| pH                         |     | 7,40                                      | 7,39             | 7,35                                       | 7,25             | 6,5 - 8,5  |
| Conductivité<br>(µS/cm)    |     | 770                                       | 754              | 746  | 737              | 2700       |
| Chlorures (mg /l)          |     | 82,60                                     | 60,03            | 85   | -----            | 750        |
| Nitrates (mg /l)           |     | 11,55                                     | 9,44             | 10,11                                      | 9,70             | 50         |
| Nitrites (mg /l)           |     | < 0,04                                    | < 0,04           | < 0,04                                     | < 0,04           | 0,5        |
| Ammonium<br>(mg /l)        |     | < 0,02                                    | < 0,02           | < 0,02                                     | < 0,02           | 0,5        |
| Sulfates<br>(mg /l)        |     | 15,30                                     | 22,00            | -----                                      | -----            | 400        |
| Chlore résiduel<br>(mg /l) |     | 0   | 0,62             | 0  | 0,52             | 0.1 - 1    |

**VMA\*** : valeur maximale admissible, fixée par la norme marocaine NM 03.7.001, relative à la qualité des eaux d'alimentation humaine.

## **Interprétation et discussion des résultats physico-chimiques**

D'après le tableau des résultats d'analyses physico-chimique réalisés sur la source AIN CHKEF

On peut déduire que :

- Il y'a une différence négligeable entre les caractéristiques de l'eau de source avant et après chloration.
- La valeur de la turbidité est faible ce qui montre la présence d'une faible quantité des matières fines en suspension.
- La source a un pH pratiquement neutre.
- La conductivité est inférieure à  $1000\mu\text{S}/\text{cm}$  ce qui explique la présence d'une teneur moyenne en sels.
- La quantité d'azote et de ses dérivés est très faible ce qui explique que la source est bien protégée et ne contient pas d'infiltration des engrais ajoutés en agriculture
- La présence du chlore résiduel dans l'échantillon chloré signifie que l'eau est désinfectée, la quantité du chlore injecté permis d'éliminer tous les microorganismes pathogènes. Mais pour l'efficacité de la chloration, il faut vérifier régulièrement le pH (neutre), la température (entre 18 et  $24^{\circ}\text{C}$ ), le temps de contact et la turbidité (eau claire).

Les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques effectuées sur les eaux avant et après chloration, montrent que tous ces paramètres répondent aux exigences de la norme marocaine de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

# Conclusion

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan organoleptique que physico-chimique et bactériologique.

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but d'évaluer la qualité organoleptique, physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Ain Chkef avant et après chloration.

Il ressort de cette étude que :

La source Ain Chkef est située dans une zone bien protégée contre tous les risques de pollution, loin de toute activité humaine.

- Du point de vue organoleptiques, les échantillons prélevés sont clairs ne présentent ni odeur, ni couleur.
- Du point de vue bactériologique, les résultats obtenus montrent que l'eau de cette source doit subir la chloration pour la rendre plus conforme pour la consommation. Donc les effets de la chloration consistent dans la destruction des microorganismes pathogènes (ex. *E-coli*) qui peuvent causer des maladies hydriques comme (typhoïde, choléra....).
- Du point de vue physico-chimique, les résultats des analyses réalisées sur cette eau révèlent qu'elle est de bonne qualité.

On peut conclure que ces méthodes d'analyses permettent le suivi et le contrôle continu de la qualité des eaux destinées à la consommation. Les observations après analyse répondent aux normes de l'eau potable ce qui signifie que le traitement par chloration réalisé sur l'eau d'Ain Chkef est efficace.

## Références bibliographiques

- [1]. **Jean Rodier, Bernard Legube, Nicole Merlet et al. 2009** ; l'analyse de l'eau 9<sup>ème</sup> édition ; DUNOD.
- [2]. **Lacour, B., Drücke, T.B.**, (2001), Eau et boissons. In Martin A., (Ed.), Apports nutritionnels conseillés pour la population française (pp.109-117). Paris : TEC&DOC.
- [3]. **Slanetz, L.W., Bent, D.F., and Bartley, C.H. 1955**. Use of the membrane filter technique to enumerate enterococci. Public Health. Rep., 70: 67.
- [4]. **PATRICK J. L., SIMONET M., 1988**. Bactériologies: les bactéries des infections humaines. 1<sup>ère</sup> édition: Flammarion.
- [5]. **BENNOUNA Kaoutar, 2014/2015** ; « les effets de la chloration sur la source d'Ain Chkef »  
Projet de Fin d'Etudes, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- [6]. **Lacour, B., Drücke, T.B., (2001)**, Eau et boissons. In Martin A., (Ed.), Apports nutritionnels conseillés pour la population française (pp.109-117). Paris : TEC&DOC
- [7]. **Rodier, J. 1984**. L'analyse de l'eau. Dénombrement des streptocoques fécaux présumés. (Méthode par filtration sur membrane). Dunod 7<sup>è</sup> Ed., **828-829**.
- [8]. **NF T 90-461. Juillet 2001, NF T 90-461/A1. Juin 2005 et NF T90-461/A2. mai 2007**. Qualité de l'eau. Microbiologie. Contrôle qualité des milieux de culture.

# Annexes

## ANNEXE 1

### Normes marocaines de l'eau potable

| <b>Paramètres bactériologiques</b> | <b>Valeurs limites</b> |
|------------------------------------|------------------------|
| Coliformes totaux (100ml)          | 0                      |
| Coliformes fécaux (100ml)          | 0                      |
| Streptocoques (100ml)              | 0                      |
| Germes totaux à 22°C               | 100                    |
| Germes totaux à 37°C               | 20                     |

## ANNEXE 2

### Composition et Mode opératoire des milieux de culture utilisés

#### **1. Milieu tergitol7 agar au TTC**

La gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7 permet d'effectuer le dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes dans les eaux, notamment celles destinées à la consommation humaine, par la méthode des membranes filtrantes.

Le Tergitol 7 inhibe la croissance des microorganismes à Gram positif, limite l'envahissement par les *Proteus* et favorise la récupération des coliformes.

Les coliformes présentent des colonies de coloration jaune ou orangée, à l'intérieur d'un halo jaune visible sous la membrane. Celui-ci est provoqué par l'acidification du lactose en présence de l'indicateur coloré, le bleu de bromothymo.

#### • Composition

Pour 1 litre de milieu :

|  |           |
|--|-----------|
| - Peptone pancréatique de viande .....           | 10,0 g/l  |
| - Extrait de viande .....                        | 5,0 g/l   |
| - Extrait autolytique de levure.....             | 6,0 g/l   |
| - Lactose .....                                  | 20,0 g/l  |
| - Tergitol 7 .....                               | 0,1 g/l   |
| - Bleu de bromothymol .....                      | 50,0 mg/l |
| - Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium ..... | 25,0 mg/l |
| - Agar agar bactériologique.....                 | 10,0 g/l  |

## 2. Milieu gélose nutritive

Ce milieu permet de cultiver des germes qui n'ont d'exigences particulières. C'est également une base intéressante à la quelle on pourra rajouter divers produit en fonction des germes à cultiver.

La gélose est un milieu d'isolement non sélectif. L'utilisation de ce milieu doit conduire à l'obtention de colonies bien isolées.

### • Composition

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| - Extrait de viande.....   | 1,0g/l   |
| - Extrait de levure .....  | 2,5g/l   |
| - Peptone .....            | 5,0g/l   |
| - Chlorure de sodium ..... | 5,0 g/l  |
| -Agar.....                 | 15,0 g/l |

## 3. Milieu slanetz

La gélose de Slanetz est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux d'alimentation, les boissons, les eaux usées et divers produits biologiques d'origine animale, par la technique de filtration sur membrane. L'azide de sodium permet d'inhiber la croissance des microorganismes à Gram négatif.

- Le TTC est un indicateur de la croissance bactérienne. Il est réduit en formazan insoluble à l'intérieur de la cellule. Cette réaction se manifeste par l'apparition de colonies de couleur rouge à marron.

### • Composition

|  |          |
|--|----------|
| - Tryptose .....                                 | 20,0 g/l |
| - Extrait autolytique de levure.....             | 5,0 g/l  |
| - Glucose.....                                   | 2,0 g/l  |
| - Phosphate dipotassique.....                    | 4,0 g/l  |
| - Azide de sodium .....                          | 0,4 g/l  |
| - Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium ..... | 0,1 g/l  |
| - Agar agar bactériologique.....                 | 10,0 g/l |
| pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2. |          |

## 4. Milieu TSC

La gélose Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC), a été décrite par Harmon pour l'isolement sélectif et le dénombrement de Clostridium perfringens dans les eaux et les produits alimentaires. Les microorganismes sulfite-réducteurs réduisent le sulfite de sodium en sulfure, provoquant avec le citrate ferrique un précipité noir de sulfure de fer autour des colonies.

➤ Pour effectuer le dénombrement des Clostridium perfringens, il est recommandé d'incuber le milieu à 37°C et de procéder ensuite à la confirmation des colonies caractéristiques.

➤ La flore contaminante est presque totalement inhibée par la D-cyclosérine qui diminue également la taille des halos noirs se développant autour des colonies.

• **Composition**

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| -Tryptone.....                        | 15,0 g /l |
| - Peptone papainique de soja.....     | 5,0 g/l   |
| - Extrait autolytique de levure ..... | 5,0 g/l   |
| - Métabisulfite de sodium.....        | 1,0 g/l   |
| - Citrate ferrique ammoniacal.....    | 1,0 g/l   |
| - Agar agar bactériologique.....      | 15,0 g/l  |