



Université SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH



Faculté des Sciences et Techniques Fès

Projet de fin d'études

Licence Sciences et Techniques

« Bioprocédés, Hygiène et Sécurité alimentaires »

Sujet :

Analyses bactériologiques et physicochimiques des eaux de l'Oued Sebou destinées à la consommation humaine



Présenté par : SAFAE BOUBEKRI

Encadré par : Mme. FADIL FATIMA(FST)

Mr. HAMDANI Driss(ONEP)

Soutenu le : 16/6/2015

Devant le jury composé de :

- M^{me} Pr FADIL FATIMA (FST)
- Mr Pr RACHIQ SAAD (FST)

Année Universitaire: 2014 –2015



Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant mon stage au sein de l'Office Nationale de l'Electricité et de l'Eau Potable – Branche Eau :

- ❖ **Monsieur Mohamed BERKIA** le Directeur de la région du Centre Nord qui m'a accepté au sein de son établissement.
- ❖ **Monsieur HAMDANI Driss**, pour m'avoir accordé toute sa confiance, pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de cette période. Il m'a aidé considérablement dans mon travail par ses conseils précis et ses remarques.
- ❖ **A MADAME FATIMA FADIL** professeur A LA FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES pour l'aide, les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport et pour ses orientations durant la rédaction du rapport.
- ❖ **A Monsieur S. Rachiq** d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur.
- ❖ **L'ensemble du personnel du laboratoire régional de l'O.N.E.E – Branche Eau : Mme NOUH Fouzia, Mme OUALI ALAMI KALTOUM, Mr FILALI Rachid.....**, qui, en réalité, ont fait de leurs mieux pour me faire apprendre leur savoir faire et leurs expériences.
- ❖ **Mes Professeurs** pour leur disponibilité, leur assistance, et pour les efforts qu'ils consacrent pour ma formation.

Enfin Merci à Tous



Sommaire

Remerciement.....	2
Introduction.....	5
Partie I : BIBLIOGRAPHIE.....	6
I. Présentation de l'ONEE/BE.....	6
1.Prétraitement de l'eau d'Oued Sebou	7
a. Dégrillage (traitement physique).....	8
b. Dessablage.....	8
d. Débourage.....	9
2.Traitement de l'eau d'Oued Sebou	9
a. Pré chloration.....	9
b. Coagulation-floculation.....	10
c. Répartiteur.....	10
d. Décantation.....	11
e. Filtration sur sable.	11
f. Stérilisation.	12
II. Pollution de l'eau.....	13
1. Les différents types de pollution.....	13
a. Pollution chimique.....	13
b. Pollution physique.....	14
c. Pollution biologique.....	14
III. Les maladies hydriques.....	15
IV.Contrôle bactériologique de l'eau.....	15
1. Bactéries recherchées.....	15
1.1. Coliformes	15



1.2. <i>Escherichia coli</i>	15
1.3. Spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs.....	16
1.4. Microorganismes revivables.....	16
1.5. Entérocoques intestinaux.....	16
2.Prélèvement et conservation des échantillons.....	16
Partie II : MATERIELS ET METHODES.....	17
I. Analyses bactériologiques des eaux.....	17
1. Méthodes d'analyses bactériologiques des eaux.....	17
2. Analyses microbiologiques de l'eau.....	17
2.1. Analyse des coliformes et <i>Escherichia coli</i>	17-20
2.2. Analyse des entérocoques intestinaux.....	20-22
2.3. Analyse des micro-organismes revivifiables 22 et 37.....	22-23
2.4. Analyse des Spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs.....	23
II. Analyses physico-chimiques des eaux.....	25
1. Turbidité.....	25
2. Température	25
3. Mesure du pH	26
4. Conductivité.....	26
5. Chlore résiduel.....	27
Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	28
I. Résultat des analyses microbiologiques de l'eau.....	28-30
II. Résultat des Analyses physico-chimiques.....	30-31
Conclusion.....	32
Références Bibliographiques.....	33
Annexes.....	34-36



Résumé

L'eau potable est un bien vital, c'est une ressource indispensable pour la vie. L'eau est nécessaire à la vie humaine, animale, plantes, et pour l'utilisation domestique et industrielle mais peut être un facteur de maladie si sa qualité est mauvaise. Pour s'assurer de la qualité d'une eau il faut procéder à son contrôle

A l'Office National de l'Eau potable de Fès, l'eau issue en grande partie de l'oued Sebou subit un ensemble d'étapes de traitements pour obtenir une eau potable de bonne qualité. Parmi ces étapes, on a la préchloration, la coagulation-floculation, la décantation, la filtration, et la désinfection.

Au cours de ce travail, on a essayé de décrire les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques pour savoir la qualité de l'eau, tel que le pH, la conductivité, la turbidité, la température, le chlore résiduel et les méthodes d'analyses bactériologiques de l'eau brute et de l'eau traitée.

dont les tâches principales sont :

- ✚ La découverte du système de fonctionnement de la station.
- ✚ Le contrôle de la qualité de l'eau brute et traitée en suivant des procédés bactériologiques et physicochimiques afin de la rendre potable.



INTRODUCTION

L'eau est une ressource essentielle pour l'humanité ; elle est nécessaire aux besoins humains fonctionnels, consacrée à l'agriculture, elle est à la base de l'alimentation humaine, elle contribue à de nombreuses activités économiques, notamment dans le secteur industriel ou elles sont les plus importantes.

Considérée comme un maillon primordial dans les équilibres biologiques et écologiques : l'eau est donc au cœur de la problématique du développement durable.

Certes, au Maroc les oueds constituent une source importante dans l'alimentation en eau potable, dans l'irrigation et aussi dans le domaine de l'industrie. Malheureusement, ils sont mal conservés et exposés à la pollution, du fait de l'absence des réseaux d'assainissement et des normes de rejet pour les unités industrielles qui y déversent leurs rejets

D'ou l'intérêt d'une étude microbiologique et physicochimique sur la qualité de l'eau, en raison de l'accroissement des nuisances, pour pouvoir évaluer le degré de pollution, et aussi quantifier son taux, et enfin pour pouvoir chercher à diminuer son impact sur l'environnement ou même l'éliminer (Benaabidate et al., 2008).

Ainsi, l'utilité de procéder à des contrôles fréquents et d'établir des laboratoires pour effectuer ces contrôles, devient nécessaire.

A l'égard des autres pays, il existe au Maroc des laboratoires de contrôle et de surveillance de qualité de l'eau potable, où j'ai eu l'occasion d'effectuer mon stage de fin d'études.

C'est dans cette thématique que nous avons réalisé ce stage de projet de fin d'études à l'ONEP, dans le but de mettre en valeur l'importance et l'efficacité des différentes étapes de traitement, l'ONEP a mis en œuvre des analyses physicochimiques et bactériologiques des eaux. Le travail de ce stage comporte de deux étapes:

- ✚ Analyses bactériologiques des eaux brutes et des eaux traitées destinées à la production d'eau d'alimentation humaine.
- ✚ Analyses physico-chimiques des eaux brutes et des eaux traitées effectuées au sein du laboratoire d'AIN NOKBI.



Partie I : Bibliographie

I. Présentation de l'ONEE/BE :

(ONEP) créé en 1972, est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement. En 2012 prend le nom **ONEE – Branche Eau**

Ses missions principales vont de la planification et de l'approvisionnement en eau potable jusqu'à sa distribution en passant par les phases de l'étude, conception, réalisation, gestion et exploitation des unités de production et de distribution et du contrôle de la qualité des eaux jusqu'à la protection de la ressource et ce en collaboration et coordination avec les autres organismes concernés intervenants dans ce domaine.



Figure1 : Etablissement d'ONEE

➤ Les principales activités

- ✚ **Planifier** : L'approvisionnement en eau potable du royaume et programmation des projets.
- ✚ **Etudier** : L'approvisionnement en eau potable et assurer l'exécution des travaux des unités de production.
- ✚ **Gérer** : La production d'eau potable et assurer la distribution pour le compte des communes qui le souhaitent.
- ✚ **Contrôler** : La qualité des eaux produites et distribuées et la pollution des eaux susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation humaine.
- ✚ **Assister** : En matière de surveillance de la qualité de l'eau.



- ✚ **Participer :** Aux études en liaison avec les ministres intéressés des projets de textes législatifs et réglementaires nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

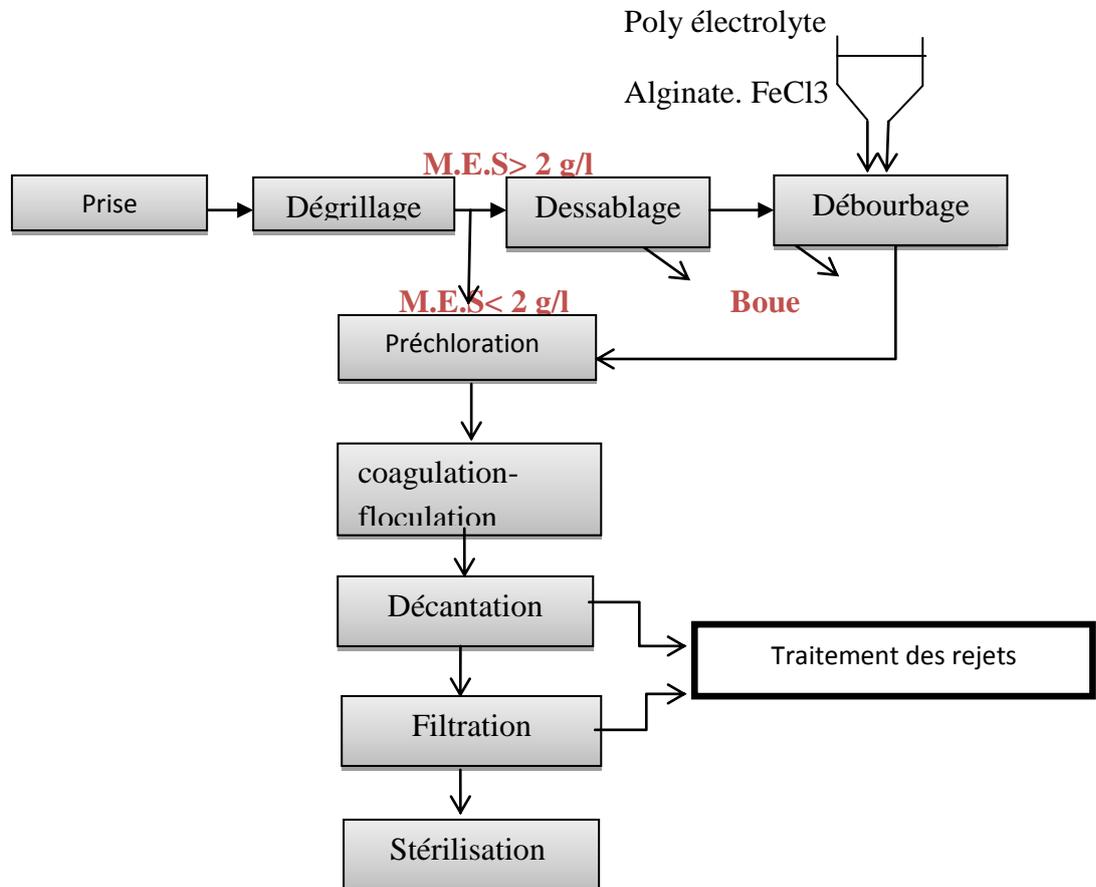


Figure 2: schéma récapitulatif des étapes des prétraitements et des traitements

1. Le prétraitement de l'eau d'Oued Sebou :

- **Station de prétraitement :**

La station de prétraitement est située près de l'OUED SEBOU à 2,5 km de la station de traitement et elle est mise en service selon le taux des matières en suspension « M.E.S »

- ✚ Si M.E.S est inférieure à 2 g/l, l'eau brute est pompée directement vers la station de traitement.
- ✚ Si M.E.S est comprise entre 2 g/l et 50 g/l, l'eau passe d'abord par un prétraitement avant d'être pompée vers la station de traitement.
- ✚ Si M.E.S est supérieure à 50 g/l on fait arrêter les 2 stations de traitement.



Le prétraitement est une phase de traitement qui permet d'extraire de l'eau brute la grande quantité des matières en suspension, des gaz ou autre éléments qui gênent l'efficacité du traitement.

• **Etapes de prétraitement :**

Le prétraitement comporte un certain nombre d'opérations à caractère physique ou mécanique. Son but est d'extraire et d'éliminer de l'eau les éléments solides en suspension ou en flottation jusqu'à une valeur inférieure à 2g/l, qui pourraient constituer une gêne pour les traitements ultérieurs. Il s'agit des :

a. Dégrillage :



Figure 3 : prise d'eau contenant une grille.

C'est une étape préliminaire qui s'effectue à l'entrée de la prise d'eau brute par 3 grilles métalliques à commande automatique qui, par un mouvement de va et vient et de bas vers le haut, qui protège la station contre l'arrivée intempestive de gros objets : bois, plastiques, papiers, bouteilles, branches d'arbres, feuilles...

b. Dessablage :



Figure 4 : Dessableur



C'est un ouvrage qui permet l'élimination des particules de taille moyenne (sable, gravier) en stockant l'eau dans 2 bassins rectangulaires appelés dessableurs afin de permettre sa décantation. C'est un premier traitement physique de l'eau brute.

Le lavage des dessableurs se fait par ajout du débit d'une vis d'Archimède supplémentaire et ouverture des purges selon un niveau de sable défini.

c. Débourbage :

Il permet d'éliminer les boues et de supprimer les particules en suspension. Il constitue une prédécantation, Cette technique est utilisée quand la teneur en matières en suspension est supérieure à 2 g/l.



Figure 5 : Débourbeur

2. Le traitement de l'eau d'Oued Sebou :

Après les trois étapes du prétraitement des eaux à la station d'OUED SEBOU, vient la phase de traitement de l'eau brute qui représente encore une matière première, qui va être transformée, élaborée, pour devenir conforme aux normes définies par la réglementation.

La station de traitement AIN NOKBI : assure le traitement des eaux reçues de la station de prétraitement et le contrôle de la qualité des eaux traitées dans le laboratoire régional.

Afin de diminuer le débit d'eau brute arrivant à la station, l'eau pénètre dans un grand compartiment fermé qui a pour rôle d'obstacle puisqu'il crée des pertes de charge importantes diminuant le débit d'eau.

A la sortie de cet ouvrage se fait l'injection du sulfate d'alumine, le polyélectrolyte et le chlore de pré-chloration. Le traitement complet de l'eau brute comprend généralement 5 étapes :



a. Préchloration :

La préchloration est un procédé utilisé en cas où l'eau brute est chargée en matières organiques. Elle s'effectue avant la décantation, pour permettre au chlore d'agir à temps et de décomposer les matières organiques afin de faciliter leur décomposition dans les décanteurs. La préchloration permet aussi d'oxyder des corps métalliques existants dans l'eau tels que:

- Ions ferreux, manganéux ;
- Les nitrates, Nitrites ;
- Les matières organiques ;
- Les microorganismes (algues, planctons et bactéries...) qui sont susceptible de se développer dans les ouvrages de traitement.

En effet, l'oxydation de ces matières organiques, facilite une bonne floculation et décantation car leur décomposition permet la formation de gros floccs qui descendant sous l'effet de leur poids au fond de décanteur.

NB : Cette pré-chloration n'est active que lorsqu'on s'assure de la présence d'une petite quantité de chlore résiduel dans l'eau décantée.

b. coagulation-floculation :

On procède au traitement de coagulation-floculation pour déstabiliser et assurer l'agglomération des particules colloïdales en suspensions.

La coagulation :

est un traitement visant à neutraliser les charges électrostatiques en surface des particules colloïdales. Elle a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. Elle se fait par addition de sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$. Ou chlorure ferrique $FeCl_3$.

La floculation :

A pour objectif de favoriser à l'aide d'un mélange lent le contact entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglomèrent pour former un flocc qu'en peut facilement éliminer par les procédés de décantation ou de filtration.

Le réactif utilisé dans la station est de nature organique : polymère sous forme de poudre ajouté à l'eau (ou alginat), Afin d'accélérer la vitesse de décantation, il réagit par pontages entre les particules. C'est le rôle des adjuvants de floculation, souvent dénommés flocculants.

NB : les doses de coagulants et flocculant doivent être déterminés avec précision, sinon le flocc qui va être formé va se briser facilement (fragile) ce qui va altérer la qualité de l'eau produite.

c. Répartiteur (Mélangeur) :

C'est un ouvrage qui fait répartir l'eau brute sur les 6 décanteurs.



Figure 6 : Répartiteur

d. Décantation :

La décantation est une phase très importante de traitement de l'eau pour récupérer tous ou une grande partie des floccs. Il existe de nombreux types de décanteurs, ceux utilisés à la station sont au nombre de six, chacun possède un débit à traiter de $900 \text{ m}^3/\text{h}$.

La décantation permet aux floccs de s'accumuler pour former de la boue qui devra être régulièrement extraite. Plus de 95% des matières en suspension sont éliminées lors de cette étape. L'eau sera ensuite acheminée vers les filtres qui enlèveront les plus petites particules qui n'auront pas sédimenté ou décanté.



Figure 7 : Le décanteur

e. Filtration :

La filtration consiste à faire passer l'eau à travers des matériaux poreux afin d'éliminer les matières en suspension restants. Le but de la filtration est d'opérer à la séparation la plus complète possible entre l'eau et les fines particules n'ayant pu être récupérées par la décantation de manière à obtenir une turbidité de l'eau inférieure à $0,5 \text{ NTU}$ (Unité de turbidité néphélogométrique).



Remarque :

Après une période de fonctionnement, les filtres doivent être régénérés par lavage à contre courant avec du l'air et du vent. Celui ci assure un brassage complet de la masse filtrante et détache les matières qui y sont retenues.



Figure 8 : opération de filtration sur sable dans la station de traitement

f. Stérilisation :

A la fin du traitement, l'eau filtrée est stockée dans les réservoirs, il va être stérilisé par une chloration finale qui constitue une garantie supplémentaire pour sa potabilité, le chlore résiduel libre doit être maintenu dans l'ordre de 1mg/l à la sortie de réservoir.

Le chlore en tant que désinfectant a les principaux avantages suivants :

- ✓ Une bonne efficacité pour tuer ou inactiver les bactéries.
- ✓ Un effet bactériologique.
- ✓ Une grande facilité d'utilisation.
- ✓ Un coût raisonnable.
- ✓ Amélioration du goût et d'odeur

L'eau est devenue potable et prête à être acheminée vers le réservoir de BAB El Hamra de la RADEEF.

Réservoirs de stockage :

Les eaux filtrées sont acheminées à travers des conduites vers les citernes où on collecte les eaux après une chloration finale ou stérilisation.

La station de traitement dispose de trois citernes pour l'instant, dont deux ont un volume de **7500 m³**. la troisième a un volume de **30000 m³**, c'est-à-dire que la capacité de stockage est de 45000 m³. La **citerne de service** dans la station a un volume de **650 m³** toujours pleine et dérive d'une des deux citernes de 7500 m³.



Figure 9 : réservoirs du stockage

L'eau potable

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des règles 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.

II. pollution de l'eau :

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique biologique de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants. La consommation de l'eau polluée par les êtres humains est à l'origine de nombreuses conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré (Lenntech, 2008).

1. Les différents types de pollution :

a. La pollution chimique :

Les produits chimiques qui polluent l'eau sont issus des engrais et des produits phytosanitaires qu'on utilise, comme les insecticides ou pesticides employés couramment pour éliminer les insectes et protéger les végétaux. Ces produits peuvent être charriés par les eaux de ruissellement et polluer les nappes phréatiques. Les engrais chimiques sont transportés dans les lacs ou les rivières par les eaux de pluie et entraînent ainsi la dégradation de l'eau.

Le domaine de l'industrie est lui aussi très nocif pour l'eau, soit à cause du réchauffement de sa température dans certaines industries comme l'industrie nucléaire, soit à cause des déchets industriels charriés par les eaux de ruissellement ou déversés directement dans les rivières ou dans la mer. L'eau peut également être polluée par les métaux, les plus dangereux étant ceux employés dans les industries nucléaires car ils peuvent être radioactifs.

b- La pollution physique :

Il existe aussi des pollutions physiques de l'eau. Des matières en suspension provenant des mines ou des cimenteries peuvent modifier la turbidité de l'eau, c'est-à-dire réduire la transparence de l'eau, en masquant la lumière du soleil, elles empêchent la croissance des



plantes aquatiques. Elles bouchent aussi les branchies des mollusques et des poissons qui filtrent l'eau.

La pollution de l'eau avec la diversité de ses sources, menace la santé de l'Homme, en étant responsable de plusieurs problèmes sanitaires et de maladies graves.

c- La pollution biologique :

De nombreux microorganismes, virus, bactéries et protozoaires, voire des champignons et des algues sont présents dans l'eau. Les conditions anaérobies généralement rencontrées dans les eaux souterraines en limitent cependant la diversité. Les bactéries, virus et autres agents pathogènes rencontrés dans les eaux souterraines proviennent de fosses septiques, des décharges, des épandages d'eaux usées, de l'élevage, de matières fermentées, de cimetières, du rejet d'eaux superficielles. Ces pollutions peuvent être aussi dues à des fuites de canalisations et d'égouts ou à l'infiltration d'eaux superficielles. La grande majorité de ces microorganismes nocifs, susceptibles d'engendrer des infections humaines redoutables, diffuse dans l'environnement hydrique par l'intermédiaire de souillures fécales humaines ou animales. Les pollutions microbiologiques se rencontrent surtout dans les aquifères à perméabilité de fissure (craie, massifs calcaires), dans lesquels la fonction épuratrice du sous-sol ne peut s'exercer et dans lesquels la matière organique est dégradée partiellement.

III. Les maladies hydriques:

Il s'agit en premier lieu des « maladies hydriques » qui sont provoquées par de l'eau contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques. Elles comprennent entre autres le **choléra**, la typhoïde, la polio, la méningite, l'hépatite A et E, et la **diarrhée**.

Chaque jour, 6000 personnes meurent dans le monde à cause de maladies diarrhéiques. En 2001, on a ainsi dénombré près de 2 millions de morts, dont plus de la moitié sont des enfants. Ces maladies ont ainsi tué plus d'enfants au cours des 10 dernières années que tous les conflits armés depuis la fin de la seconde guerre mondiale.

La raison principale de cette situation catastrophique est la pauvreté. Nombre de population ne disposent pas d'eau potable, les aménagements indispensables aux traitements des eaux usées et à la fabrication de l'eau potable étant trop coûteux, ni même des soins que ces affections nécessitent, les infrastructures médicales n'étant pas suffisantes.

Il en existe au moins quatre types :

1. les maladies liées à la toxicité d'une eau polluée par des métaux, radio nucléides ou produits chimiques ;
2. les maladies infectieuses induites par une eau contenant des microorganismes pathogènes pour l'homme, y compris acquises lors d'activités récréatives (baignade, pêche, chasse...) souvent alors issue de « contaminations fécales accidentelles ou de connexions croisées » ; sources de **diarrhées** et **gastro-entérite** souvent épuisantes et pouvant entraîner la mort de personnes vulnérables (jeunes enfants notamment) ;



3. les parasitoses acquises via une eau contenant des parasites de l'Homme
4. les maladies transportées par des vecteurs qui sont plus nombreux là où l'eau est très présente (moustiques, typiquement)

IV. Contrôle bactériologique de l'eau :

1) Les bactéries recherchées:

Parmi tous les critères Physiques, Chimiques et Microbiologiques qui permettent de juger la potabilité de l'eau, les critères Bactériologiques sont les plus importantes.

Les micro-organismes pathogènes pour l'homme susceptible de souiller l'eau de boisson (*Salmonelle*, *E. coli*, Entérovirus, kystes amibiens,...etc.) sont difficiles à mettre en évidence dans l'eau parce qu'ils sont peu nombreux et parce que la souillure n'est le plus souvent qu'intermittente. Cependant, ces agents pathogènes sont presque toujours d'origine fécale. Il suffit donc de prouver qu'une eau a reçu une souillure fécale pour qu'on soit amené à penser qu'elle présente un risque d'être contaminée par un micro-organisme pathogène dangereux et de la déclarer impropre à la consommation humaine.

Les micro-organismes témoins de contaminations fécales les plus représentatifs sont :

- ❖ Les coliformes
- ❖ *Escherichia coli*
- ❖ Spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs
- ❖ Entérocoques intestinaux
- ❖ L'analyse est complétée généralement par la recherche des micro-organismes revivifiables

1.1- Les coliformes (C):

Les coliformes totaux sont des bactéries non sporogènes, oxydases négatives, aérobies ou anaérobies facultatives capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48h à la température de 37°C.

1.2- *Escherichia coli* (E coli):

Ce sont les bactéries coliformes ayant les mêmes propriétés à 44°C que les bactéries Coliformes totaux, pour mettre en évidence la présence des coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants, L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*).

1.3- Spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs (MSR) :

C'est un groupe de bactérie anaérobie, ne sont pas d'origine exclusivement fécale. Les spores de clostridium peuvent survivre dans l'eau beaucoup plus longtemps que les



coliformes de plus ils résistent à la désinfection plus que les *E. coli*, C et les EI, ainsi leur présence dans l'eau désinfectée peut donc montrer que le traitement est déficient. Ils constituent un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection

1.4- Les micro-organismes revivifiables (MR):

Ces sont des bactéries aérobies anaérobies facultatives, elles requièrent essentiellement de la matière organique comme source de carbone et une température optimale située entre 20 et 45°C avec ou sans oxygène. Le dénombrement des micro-organismes revivifiables, vise à estimer la densité de la population bactérienne générale dans l'eau potable. Il permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, sans toutefois préciser les sources. De manière générale, la présence de micro-organismes revivifiables en quantité anormalement élevée peut être indicatrice de difficultés de traitement ou d'un entretien inadéquat du réseau. (BENABDALLAH, 2000).

1.5- Entérocoques intestinaux (EI):

Le terme " Entérocoques intestinaux" désigne l'ensemble des bactéries de forme sphérique au coccoïde; gram+, disposés en pair ou en chaînette, ne possédant pas de catalase capable de croître à 37 °c en 48h et faisant partie de la flore intestinale normale de l'homme ou d'autres animaux à sang chaud. (BENABDALLAH, 2000).

2. Le prélèvement et conservation des échantillons :

Le prélèvement est effectué dans des conditions d'asepsie satisfaisantes par un agent qualifié il se fait en flacon de verre stérile de 500 ml. Il est donc nécessaire de respecter certaines conditions pour un diagnostic précis et exact. Pour les eaux de distribution, il est parfois nécessaire d'éliminer la contamination due aux conduits : Le robinet est désinfecté et flambé, l'eau doit s'écouler un certain temps avant le prélèvement. L'analyse est effectuée dans les 12 h qui suivent le prélèvement



Partie II : Matériel et méthodes

I. Les analyses bactériologiques des eaux :

1. Méthodes d'analyses bactériologiques des eaux :

Un jugement sur la qualité bactériologique dépend d'une surveillance analytique qui doit comporter une fréquence souvent importante d'examens. Les méthodes d'analyse et du dénombrement des indicateurs de contamination de l'eau sont:

- ✚ La méthode dite de la membrane filtrante
- ✚ La méthode du nombre le plus probable
- ✚ La méthode de l'incorporation en gélose

2. Analyses microbiologiques de l'eau.

Nous avons recherché et dénombré les bactéries indicatrices de contamination au niveau des:

- Eaux brutes destinées à la production d'eau d'alimentation humaine (eau de l'oued Sebou).
 - Eaux traitées pour l'alimentation humaine (eau traitée à la sortie de la station de traitement).
- L'eau brute est analysée en utilisant la méthode du nombre le plus probable, l'eau traitée est analysée en utilisant la méthode de la membrane filtrante et la méthode par incorporation dans la gélose.

2.1. Analyse des coliformes et *Escherichia coli* :

a. Méthode de la membrane filtrante

- **Mode opératoire:**

La technique normalisée pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine est la filtration sur membrane. 100ml d'eau bien homogénéisée sont filtrées aseptiquement sur une membrane de nitrocellulose de porosité 0,45um. Cette membrane est mise à incuber sur un milieu sélectif **des coliformes**. Le milieu utilisé est le tergitol7 TTC, L'incubation de ce milieu à 37°C pendant 48h permet le dénombrement des coliformes (RODIER et al.1997). L'incubation à 44°C±0,5°C conduit au dénombrement des *Escherichia coli*. Pendant 24h.



Figure 10 : La méthode de la membrane filtrante

- **milieu de culture:**

La gélose lactosée au tergitol 7 et au TTC permet d'effectuer la recherche et le dénombrement des coliformes et des coliformes thermo tolérants (*E coli*) dans les eaux potables par la méthode de membrane filtrante

- **Incubation:**

Pour *Escherichia coli*, l'incubation se fait à une température de 44°C pendant 24h. Les boîtes des coliformes sont incubées à 37°C pendant 48h.

- **Lecture des résultats:**

Après incubation, sont considérées comme positives, les boîtes ayant des colonies caractéristiques de couleur jaune avec un halo jaune. Par convention, chaque colonie est considérée comme ayant été engendrée par un microorganisme.

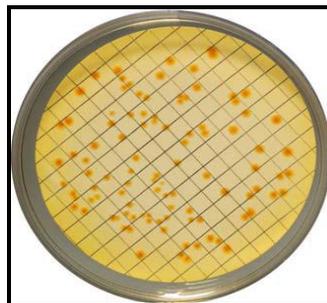


Figure 11 : résultats après incubation

RQ: les membranes dénombrées sont ceux qui sont compris entre 20 et 80 colonies.

b. Méthode du nombre le plus probable:

Pour l'eau brute, il s'agit d'ensemencer une prise d'essai de l'échantillon dans une série de tube de bouillon lauryl et d'incuber ensuite ces tubes pendant 48h à 37°C.



- **Mode opératoire:**



Figure 11 : La méthode du nombre le plus probable

a-Test présomptif :

On transfère avec une pipette stérile 10ml de l'échantillon bien homogénéisé Dans 3 tubes contenant le milieu de culture bouillon lauryl sulfate de tryptose double concentration et on transfère avec une pipette stérile 1ml dans 3 tubes de simple concentration du bouillon lauryl et enfin on transfère avec une pipette stérile 0,1ml dans 3 tubes de simple concentration du bouillon lauryl. et on mélange le contenu de ces 9 tubes de façon à obtenir une répartition homogène de l'inoculum et du milieu. Finalement les tubes sont incubés à 37°C pendant 48 h. Les tubes présentant un trouble avec du gaz dans la cloche sont positifs.

- **Lecture :** le tube montrant un trouble et une production de gaz est considéré positif.



Figure 12 : tube positif après incubation



b-Test confirmatif :

On procède à la confirmation de chaque culture provenant des tubes ayant donné une réaction positive, en ensemencant à l'aide d'une anse bouclée le bouillon lactosé au vert brillant pour les coliformes et l'ECmedium pour *Escherichia coli* (repiquage).

- Les coliformes sont incubés à 37°C pendant 48h
- *Escherichia coli* sont incubés à 44°C pendant 24h

• Résultats

Les tubes présentant un trouble avec dégagement du gaz dans la cloche sont positifs;



Figure 13 : Un tube positif pour les C



figure 14 : Un tube positif pour *E coli*

Toutes les bactéries éventuellement présentes sont révélées par des propriétés caractéristiques qui leur sont propres. (Exemple pour les coliformes leur présence est révélée par du trouble du milieu et la présence de gaz dans la cloche). On compte ensuite le nombre de séries de tubes positifs (choix du triplet) et on obtient les résultats en extrapolant sur une table statistique appelée: table de Mac Craddy.

Ces microorganismes sont recherchés dans l'eau brute en utilisant la méthode du NPP

Le nombre de coliformes et *E. coli* par 100ml d'échantillon est donné par l'expression suivante: $N=NPP/t$

Avec: NPP: nombre le plus probable dans la table de Mac Craddy

t: taux de dilution correspondant à la dilution la plus forte retenue

2.2. Analyse des entérocoques intestinaux:

La filtration sur membrane 100ml d'eau est la plus généralement pratiquée pour l'eau traitée. Le milieu le plus utilisé est la gélose de slantet (voir annexe), utilisant le TTC pour la caractérisation des colonies. L'incubation a lieu à 37°C pendant 48h.



a. Méthode de la membrane filtrante:

- **Mode opératoire:**

Le mode opératoire est le même que celui des coliformes et *E. coli*. Un volume de 100 ml est filtré aseptiquement sur une membrane filtrante stérile.

- **Milieu de culture**

Le slanetz permet d'inhiber la croissance des microorganismes Gram⁽⁻⁾. Le TTC ajouté permet de mettre en valeur des colonies de couleur rouge à marron.

- **Lecture des résultats**

Toutes les colonies présentant une couleur rouge, rose à marron sont considérées positives, donc il est indispensable de confirmer la présence des entérocoques intestinaux par un test confirmatif.

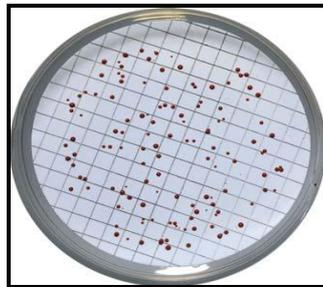


Figure 15 : résultat après incubation

b. Méthode du nombre le plus probable:

- **Milieu de culture**

On utilise le bouillon de Roth pour le test présomptif et le bouillon Litsky pour le test confirmatif.

- **Mode opératoire:**

a-Test présomptif

Le mode opératoire est le même que celui des coliformes et *E. coli*.

- **Incubation**

Les tubes sont incubés à 37°C pendant 48h

- **Résultat**

Les tubes présentant un trouble avec dépôt violet au fond sont positifs



Figure 16 : tube positif après incubation

b-Test confirmatif :

On procède à la confirmation de chaque culture provenant des tubes ayant donné une réaction positive, en ensemençant à l'aide d'une anse bouclée au milieu de culture litsky et on fait l'incubation pendant 48h à 37°C



Figure 17 : Un tube positif pour les EI (trouble + dépôt)

2.3. Analyse des micro-organismes revivifiables à 22 et 37°C :

La recherche se fait par inclusion en gélose à l'extrait de levure. Pour l'énumération des micro-organismes revivifiables à 37°C, on ensemence 1ml d'eau. S'il y'a présence de forte contamination, il est possible d'ensemencer des volumes plus réduits.

Pour le dénombrement à 22°C (micro-organismes mésophiles), on incorpore les mêmes volumes que précédemment en milieu de culture

• **Milieu de culture :**

La gélose à l'extrait de levure est utilisée en bactériologie des eaux pour le dénombrement des micro-organismes revivifiables par comptage des colonies à 37°C et 22°C

• **Mode opératoire :**

On fait fondre au bain marie la gélose à l'extrait de levure puis la gélose est maintenu liquéfié dans bain marie à 45-50°C, on place 1ml de l'eau à tester dans des boites de pétri



stériles, puis on coule la gélose fondue sur ces dernières, et on les laisse solidifier, après une bonne agitation. L'incubation se fait à :

- ✓ 22°C pendant 72h.
- ✓ 37°C pendant 24h.

- **Lecture des résultats**

Le dénombrement des colonies est effectué par un compteur des colonies à affichage numérique. Seules les boîtes présentant entre 30 et 300 colonies sont prises en compte.

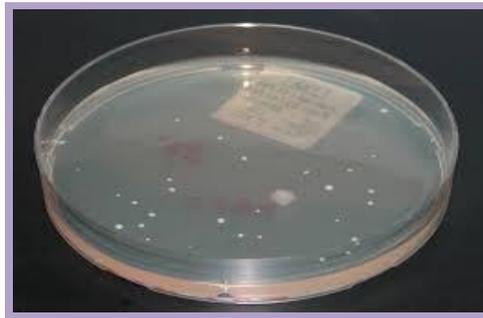


Figure 18 : résultats après incubation

Le résultat est exprimé en unité formant colonie (UFC)/ml

N= nombre de colonies dénombrées/volume d'échantillon analysé en ml

2.4. Méthode de recherche des Spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs:

- **Milieu de culture :**

La gélose tryptone -sulfite- cyclosérine(TSC) est utilisée pour l'isolement sélectif et le dénombrement des Spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs dans les eaux

- **Mode opératoire :**

Sur une membrane stérile (de 0,2µm de porosité) 100ml échantillon d'eau traitée est filtré dont on a préparé et on dépose la membrane sur la boîte de pétri, face retournée sur la gélose, en évitant toute incorporation d'air. La boîte préparée est placée dans la jarre d'anaérobiose. Puis on l'incube à 37°C pendant 48h.

- **Lecture des résultats**

On fait la lecture après 48h, en considérant toute colonie noire comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice.

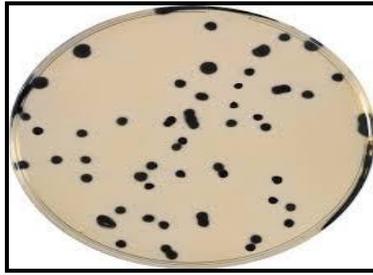


Figure 19 : résultats après incubation

II. Les analyses physicochimiques :

Tous les prélèvements d'eau destinés pour les analyses physico-chimiques ont été effectués le matin chaque jour
Les méthodes utilisées sont celles décrites par Rodier (1997).

1. Turbidité :

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau. Il s'agit de particules de sol, de matières ou débris organiques, organismes microscopique ou tous autres corpuscules d'origines différentes. La charge en matière en suspension dépend de facteurs météorologiques, hydrologiques, érosifs et anthropiques.

La turbidité reflète les propriétés optiques d'une eau relatives à l'absorption ou à la diffusion de la lumière. Sa mesure permet de préciser les informations visuelles sur l'eau.

La turbidité est effectuée par un turbidimètre. L'unité d'expression est le NTU (Nephelometric Turbidity Unit).



Figure 20 : Turbidimètre

2. Température :

La température conditionne un ensemble d'équilibres et d'échanges dans l'eau. Elle influence le pH et la solubilité des sels et des gaz, et sa mesure permet d'expliquer les paramètres d'analyse dont les valeurs y sont liées (pH, conductivité...). Elle est mesurée à



l'aide d'un thermomètre. Cette mesure est toujours accompagnée de la mesure de température de l'air. L'unité d'expression est le degré Celsius.

3. Mesure du potentiel d'hydrogène :

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau. Il traduit l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu. Le pH caractérise un ensemble d'équilibres physico-chimiques dans l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. La valeur du pH affecte la croissance et la reproduction des organismes existants dans une eau, la plupart d'entre eux peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9.

La mesure du pH d'une eau se fait par mesure potentiométrique à l'aide d'électrode de verre.



Figure 21 : pH-mètre

4. Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes et permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. En effet, la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. Elle dépend de la concentration et de la valence des ions ainsi que de la température. La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau

L'unité de conductivité de l'eau est le micro-siemens par centimètre ($\mu S/cm$)



Figure 22 : Conductimètre



5. Chlore résiduel :

La présence de chlore libre résiduel dans le réseau de distribution constitue une assurance qualité. Dans l'eau potable le chlore résiduel peut se trouver sous différentes formes : Le chlore résiduel libre, qui est selon la valeur du pH soit sous forme d'acide Hypochloreux ou d'hypochlorite ou les deux à la fois. Le chlore résiduel combiné qui correspond au chlore sous forme de chloramines.

DPD (diéthyle-para-phénylène diamine), sous forme de comprimé donne en présence de chlore résiduel une coloration rose susceptible d'un dosage colorimétrique. Des disques colorés étalonnés spécifiques pour chaque réactif et un comparateur en lumière de jour sont utilisés pour la déduction des différents teneurs en chlore.



Figure 23 : Chlorométrie



Partie III : résultats et discussion

I. Résultat des analyses microbiologiques de l'eau

1. Bactéries indicatrices de la contamination fécale dans l'eau brute :

Les résultats de la recherche bactériologique au niveau de l'eau brute sont résumés dans le tableau I, nous avons dénombré : 1100 colonies de Coliformes

93 colonies d'*E coli*

75 colonies des entérocoques intestinaux

Tableau1: résultats des tests présomptifs et confirmatifs pour les coliformes, *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux:

	NOMBRE DES TUBES POSITIFS						RESULTATS		
	Test présomptif			Test confirmatif			dilution	Npp	Résultats NPP/t
	10	1	10 ⁻¹	10	1	10 ⁻¹			
C	3	3	3	3	3	2	1	1100	1100
<i>E. coli</i>	-	-	-	3	2	0	1	93	93
EI	3	1	1	3	1	1	1	75	75

2. Bactéries indicatrices de la contamination microbienne dans l'eau traitée:

2.1. Coliformes ; *Escherichia coli* ; entérocoques intestinaux et Spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs:

Les résultats obtenus au niveau de l'eau traitée, montrent l'absence des bactéries recherchées que ce soit dans les boîtes des **Coliformes (C)** et ***Escherichia coli*** ou celles des **entérocoques intestinaux (EI)** et **Spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs (MSR)**.

L'eau traitée garde des valeurs qui oscillent autour de la norme Marocaine (NM 03.07.001/2006). Cela démontre bien l'efficacité de la station de traitement.



Tableau 2: résultats de la recherche des C, *E. coli*, EI et MSR dans l'eau traitée par la méthode de la membrane filtrante

GERMES	LE NOMBRE DES GERMES
C	0 C/100ml
<i>E. coli</i>	0 E. Coli/100ml
EI	0 EI/100ml
MSR	0 MSR/100ml

2.2. Les micro-organismes revivifiables :

Les résultats obtenus montrent l'absence des micro-organismes revivifiables que ce soit dans les boites incubées à 22°C ou à 37°C.

L'eau traitée garde des valeurs qui oscillent autour de la norme Marocaine (NM 03.07.001/2006). Cela démontre bien L'efficacité de la station de traitement.

Tableau 3: résultats obtenus lors de la méthode d'incorporation en gélose

GERMES	LE NOMBRE DES GERMES
Les micro-organismes revivifiables à 22°C	0UFC/ml
Les micro-organismes revivifiables à 37°C	0UFC/ml

Discussion :

Les résultats obtenus montrent une chute du nombre de bactéries indicatrices de la contamination des eaux, au cours des étapes de traitement.

Le nombre des C, *E. coli* et EI passe respectivement 1100, 93, et 75 colonies par 100ml.dans l'eau brute à des valeurs nulles dans l'eau traitée

Cette importante diminution remarquée, grâce à la filière de traitement, est témoin de la production d'une eau potable conforme aux exigences de la norme marocaine (NM. 03.07.001/2006).

L'évaluation de la charge bactérienne des eaux brutes par l'analyse bactériologique permet d'apprécier le type de traitement qu'il faut mettre en œuvre.

Les résultats que nous avons obtenus montrent que l'eau brute, en sortie de la station de prétraitement de "oued Sebou", à une concentration en C, *E. coli* et EI respectivement de 1100, 93 et 75 germes par 100ml. Donc il s'agit d'une eau contaminée par les germes de pollution fécale.



En effet, il ne s'agit pas d'un signal d'alarme, mais plutôt, d'une évaluation de l'importance de la pollution fécale, dans le but d'apprécier le traitement qu'il faut mettre en œuvre. En effet, quand une eau n'est pas apte à être distribuée comme eau potable, on doit y remédier par un traitement, le type de traitement à appliquer dépend de la charge bactérienne de cette eau. L'eau brute doit subir un traitement pour la rendre potable. Ce type de traitement consiste à passer l'eau via une chaîne de traitements au niveau de la station de traitement "ain noukbi", dans laquelle plusieurs étapes sont mises en œuvre pour éliminer d'abord mécaniquement la matière en suspension dans l'eau à l'aide d'un procédé physico-chimique, puis détruire ou inactiver les microorganismes par un autre procédé de désinfection

II. Résultat des Analyses physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques sont effectuées quotidiennement sur des prélèvements de l'eau traitée et une fois par semaine sur l'eau brute. Les analyses effectuées sont :

Mesure de la turbidité, de la température, du pH, de la conductivité, chlore résiduel
On prend par exemple les résultats obtenus le 20/05/2015 et le 22/05/2015.

Tableau 4: résultats des analyses physicochimiques de l'eau brute et de l'eau traité :

✓ 20/05/2015

PARAMETRES	turbidité (NTU)	température (°C)	pH	conductivité (µs/cm)	chlore résiduel (mg/l)
l'eau traitée	0,26	25,4	7,36	1058	0.8
l'eau brute	26.02	21.9	8.05	1075	–

✓ 27/05/2015

PARAMETRES	turbidité (NTU)	température (°C)	pH	conductivité (µs/cm)	chlore résiduel (mg/l)
l'eau traitée	0.3	24.2	7.43	1048	0.8
l'eau brute	38.8	22.5	8.11	1027	–

En comparant les données physico-chimiques des eaux traités obtenues expérimentalement aux données physico-chimiques des eaux brutes, on constate que le pH et la Turbidité pour l'eau brute sont plus élevées, ce qui signifie que l'eau est alcalin et trouble car la turbidité permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau, cela est causé surtout par les particules en suspension dans cette eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). En effet, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension: la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte.

La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température. L'eau brute est exempte du chlore résiduel



Cependant, les valeurs mesurées des analyses physico-chimiques pour l'eau traitée dans les deux jours et leurs comparaisons avec les normes marocaine des eaux potable (NM 03.07.001/2006) montrent que L'eau traitée garde des valeurs qui oscillent autour de la norme Marocaine. Cela démontre bien l'efficacité de la station de traitement. Alors on constate que ces eaux traitées sont généralement d'excellente qualité. Les eaux sont aptes à satisfaire les usages les plus exigeants, Les résultats montrent que la turbidité diminue d'une manière remarquable par rapport à celle de l'eau brute et cela grâce à l'ajout de sulfate d'alumine pendant l'étape de coagulation-floculation, et l'injection du chlore pendant les phases de préchloration et désinfection.



Conclusion

Le traitement de l'eau est une nécessité pour alimenter les populations en eau potable. Pour cela, il faut disposer d'effectif humain et matériel suffisant pour la réalisation de ce projet.

Le projet de fin d'étude qui vous a été présenté consiste au traitement d'une eau de surface (cas d'OUED SEBOU) en suivant des procédés physico-chimiques afin de la rendre potable. Cette eau traitée et destinée à la consommation, est soumise à des contrôles très sévères avant toute utilisation dans le but de lutter contre des risques sanitaires.

Au cours de ce travail, nous avons comparé les résultats des analyses physicochimiques et bactériologiques de l'eau provenant de l'oued Sebou et destinée à la consommation humaine avant et après traitement. Ces analyses constituent un contrôle préventif du danger et constitue un outil pour montrer l'efficacité des traitements effectués avant distribution mais, elle reste encore une analyse d'indicateurs, dont il convient de mettre en œuvre d'autres procédés chimiques, physiques et microbiologiques pour s'assurer de la potabilité des eaux avant sa distribution, pour qu'elles soient bonnes et incapables de nuire à la santé du consommateur.

Durant mon stage, j'ai pu confronter mes connaissances scientifiques et techniques accumulées à la Faculté des Sciences et Techniques, qui m'ont permis une ouverture sur le monde professionnel de contrôle de qualité des eaux au laboratoire de l'ONEE/BE de Fès ; ce travail a été d'un grand bénéfice dans la mesure où il nous a permis d'acquérir une expérience pratique à savoir le traitement des eaux de surface.



Références bibliographiques :

TADLAOUI H., 2014. Contrôle de la qualité analytique des paramètres bactériologiques au laboratoire régional de l'ONEP et analyse bactériologique des eaux de l'Oued Sebou destinées à la Consommation humaine, PFE , Fst , Fès

BENABDALLAH S., 2000. Evaluation de qualité bactérienne des eaux. Germes à rechercher selon le type et l'usage de l'eau. ONEP. Rabat, 3-21

BENAABIDATE L., 2008. Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraichère au Maroc. Thèse d'Etat, Faculté des sciences et techniques, Fès.

RODIER T., BAZIN C., BROUTIN JP., CHAMPSAUR H., RODI L. 1997 :
Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux Résiduaires, Eaux de mer. Dunod.
Paris, 753-771 ; 1107-1117.

LENNTECH, 2008. Traitement de l'eau et de l'air.

Documents et archives de l'ONEP

www.onep.org.ma.

<http://www.lyc-ferry-conflans.ac-versailles.fr/Disciplines/SVT/MISVT/2nde3-09-10/Th6-DD/Site-Laura-Chahrazed/2definition-pollution.html>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_de_l'eau

http://www.sololiya.fr/tout_sur_l_eau/eau_et_sante/l_eau_source_de_vie/eau_et_maladies/3_les_différents_types_de_maladies_liées_a_l_eau



Annexes

Extrait de l'annexe de la norme marocaine 03-7-001 relatif aux spécifications des aux d'alimentation humaine

A. Paramètres bactériologiques :

Paramètres	Valeurs maximales admissibles (VMA)
<i>Escherichia coli</i>	0 /100ml (les teneurs en chlore résiduel doivent être comprises entre : 0.1et1mg/l à la distribution 0.5à1mg/l à la production)
Entérocoques intestinaux	0 /100ml
Coliformes	0 /100ml
Spoires de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs	0 /100ml
micro-organismes revivifiables à 22°C	100/1ml
à 37°C	20/1ml

B. Paramètres physico-chimiques:

Paramètres	Unités	Valeurs maximales admissibles (VMA)
Turbidité	Néphélométrique (NTU)	5
Conductivité	µS/cm a 20°C	2700
Potentiel d'hydrogène (pH)	—	6.5≤pH≤8.5
température	°C	Acceptable
Chlore résiduel	mg/l	Entre 0,1 et 1 mg/l la distribution 0.5 à 1mg/l à la production



Gélose lactosée au Tergitol-7 et au TTC :

Peptone pancréatique de viande.....	10g/l
Extrait de viande.....	5g/l
Extrait autolytique de levure.....	6g/l
Lactose.....	20g/l
Tergitol -7.....	0,1g/l
Bleu de bromothymol.....	0,05g/l
Agar agar bactériologique.....	10g/l

Gélose Slanetz:

Tryptose.....	20g/l
Extrait autolytique de levure.....	5g/l
glucose.....	2g/l
Phosphate di potassique.....	4g/l
Azide de sodium.....	0,4g/l
Agar agar bactériologique.....	10g/l

Gélose tryptone-sulfite-cyclosérine (TSC):

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

Gélose à l'extrait de levure :

Tryptone.....	6g/l
Extrait autolytique de levure.....	3g/l
Agar agar bactériologique.....	10g/l

Bouillon Lauryl sulfate de tryptose :

Tryptose.....	20g/l
lactose.....	5g/l
Phosphate dipotassique.....	2.75g/l
Phosphate monopotassique.....	2.75g/l
Chlorure de sodium.....	5g/l
Lauryl sulfate de sodium.....	0.1g/l

Milieu de Rothe :

Tryptone.....	45g/l
Extrait de viande.....	7,5g/l
Glucose de soduim.....	7,5g/l
Azide de sodium.....	0,2g/l



Bouillon lactosé bilié au vert brillant :

Tryptone.....	10g/l
Bile de bœuf bactériologique.....	20g/l
Lactose.....	10g/l
Vert brillant.....	0,0133g/l

ECmedium :

Tryptone.....	20g/l
lactose.....	5g/l
Sels biliaires no.....	1,5g/l
Phosphate dipotassique.....	4g/l
Phosphate monopotassique.....	1,5g/l
Chlorure de sodium.....	5g/l

Milieu litsky :

Polypeptone.....	20g/l
Glucose.....	5g/l
Chlorure de sodium.....	5g/l
Phosphate monopotassique.....	2,7g/l
Phosphate dipotassique.....	2,7g/l
Azide de sodium.....	0,3g/l
Ethyl-violet.....	0,0005g/l