



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & techniques

«Eau et Environnement»

Contribution à l'analyse  
bactériologique des eaux de huit  
sources de la zone urbaine de la ville  
de TAZA

Présenté par : MOUHSINE LHAYANI Saâd

HMIMINE Driss

Encadré par : Pr Fadil Fatima (FSTF)

Mr ELMNIAI Abdrahim (LPDEHM)

Soutenu le : juin 2014

Devant le jury composé de :



Année universitaire : 2013/2014



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



**Résumé :**

Dans la ville de Taza, les eaux des sources représentent une source importante d'approvisionnement en eau pour la population locale et passagère à divers usage ; La boisson, l'irrigation, l'abreuvement, utilisation domestique et aussi pour la baignade. En vue d'apprécier le degré de la pollution bactériologique de ces eaux, nous avons choisis huit sources : Quatre source ; Ahmed Roukbi (S5), Zlij (S6), Rkha (S7) et Bouzakri (S8) situées dans la périphérie de périmètre urbain de ville de Taza, deux sources situées au centre ville: Laouina (S2), Abattoir (S3), et deux autres sources Mahata (S1) et Nakhla (S4) situées à proximité de oued Larbaa dans lequel sont diverses les égouts de la ville.. En ce qui concerne les analyses bactériologiques, on a réalisé 40 analyses pour 8 échantillons prélevés pour l'analyse de 5 paramètres bactériologiques. Les coliformes, *Escherichia coli*, entérocoques intestinaux, germes revivifiables et spores de *clostridium* anaérobies sulfite-réducteurs. Les résultats analytiques révèlent un degré modéré de contamination surtout la contamination fécale due principalement aux germes: Coliformes, *E. coli* et Entérocoques intestinaux.

Mots clés : Eaux de sources, qualité, paramètres bactériologiques.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



## Sommaire

Résumé .....	
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : Présentation LPDEHM	
I. Présentation de la structure d'accueil.....	3
CHAPITRE II : Revue bibliographique	
I. Ressources en eau.....	6
1- Eaux de surface.....	6
2- Eaux souterraines .....	7
II. Contamination des eaux des sources .....	7
III. Présentation de la zone d'étude.....	9
1- Contexte géographique, hydrographique et climatique de la zone.....	9
2- Pollution de l'eau .....	10
2.1. Pollution domestique.....	10
2.2. Pollution industrielle.....	12
2.3. Pollution agricole .....	12
2.4. Pollution solide.....	13
2.5. Pollution biologique.....	13
3- Les maladies hydriques.....	14
3.1. Le choléra.....	14
3.2. Le paludisme .....	15
3.3. La diarrhée .....	15
3.4. La fièvre typhoïde .....	16
3.5. L'hépatite A et E .....	16



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES  
CHAPITRE III : Matériel et méthodes



I. Contrôle qualité d'eau.....	19
1- Analyses bactériologiques.....	19
1.1. Bactéries recherchées.....	19
1.1.1. Bactéries coliformes.....	19
1.1.2. Escherichia coli.....	20
1.1.3. Entérocoques intestinaux .....	21
1.1.4. Spores de clostridium anaérobies sulfito-réducteurs .....	22
1.1.5. Micro-organismes revivifiables .....	23
1.2. Echantillonnage.....	23
1.2.1. Situes des prélèvements.....	23
1.2.2. Prélèvement.....	23
1.2.3. Matériel de travail.....	24
1.2.4. Mode opératoire.....	24

CHAPITRE IV : Résultats et discussions

I. Résultats .....	29
II. Discussion .....	36
CONCLUSION .....	37



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



## *REMERCIEMENTS*

Nous tenons à exprimer nos profondes gratitudee et nos sincères remerciements à notre encadrant Pr FADIL Fatima pour son encadrement et ses précieuses consignes et recommandations. Nous remercions également les membres de jury (???) d'avoir accepté de juger et d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance à Mr ELMNIAI Abdrahim assistant social et notre encadrant au laboratoire, qui nous a permis de réaliser ce travail sous sa direction. On n'oubliera jamais sa disponibilité, son assistance et ses valeureux conseils tout au long de la période de stage.

Nous remercions aussi tout le personnel de LPDEHM pour leur sympathie et leur disponibilité qu'ils ont pu nous prodiguer au cours de ce stage.

Nous tenons à remercier également le Pr ??? le responsable de la filière Eau et Environnement (E.E), de nous avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage ainsi que les intervenants professionnels responsables de la filière E.E pour avoir assuré notre formation.

Nos sincères remerciements iront aussi à tous les professeurs de la filière E.E pour les efforts qu'ils ont fournis pendant ce cycle de formation.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES  
Tous nos sincères remerciements



## *Dédicaces*

### A nos parents,

En reconnaissance des sacrifices qu'ils ont toujours consentis pour nous, de leur encouragement, de leur soutien, et de leur aide morale et matérielle permanente. Que ce modeste travail soit pour eux un témoignage de notre infini respect et notre profond amour.

### A nos sœurs et nos frères,

Avec tout l'amour que nous leur portons, en témoignage de l'affection que nous leur réservons, nous espérons qu'ils trouveront à travers ce travail l'expression de nos sentiments les plus chaleureux.

### A nos familles,

Aucune dédicace ne saurait vous exprimer notre grand attachement, vous trouverez ici la reconnaissance pour tous les services que vous avez pu nous rendre.

A tous ceux qui nous sont chers.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Liste des acronymes :

<b>BC :</b>	Les Bactéries Coliformes.
<b>BEA :</b>	Bile Esculine Azide.
<b>°C :</b>	Degré Celsius.
<b>E. coli :</b>	Escherichia coli.
<b>E.E :</b>	Eau et Environnement.
<b>E.I :</b>	Entérocoques Intestinaux.
<b>FMAT :</b>	Flore Mésophile Aérobie Totale.
<b>G.R :</b>	Germe revivifiable.
<b>h :</b>	Heur.
<b>ISO :</b>	Internationale standard organisation.
<b>J :</b>	Jour.
<b>LPDEHM :</b>	Laboratoire Provincial de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu.
<b>ml :</b>	Millilitre.
<b>M.R :</b>	Les Micro-organismes Revivifiables.
<b>OMS :</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCA :</b>	Plat Count Agar.
<b>S :</b>	Source.
<b>SCASR</b>	Spores de Clostridium Anaérobies Sulfito-Réducteurs.
<b>SPS :</b>	Sulfite de Sodium – Polymixine .
<b>T :</b>	Température.
<b>TTC :</b>	Chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium.
<b>UFC :</b>	Unité formant colonie.
<b>S.T :</b>	Source Traitée.
<b>VMA :</b>	Valeur maximale admissible.



## Liste des tableaux

Tableau 1 : Oueds et leurs apports .....	<b>6</b>
Tableau 2 : Propriétés des nappes phréatiques existant dans la région.....	<b>7</b>
Tableau 3 : Pollution générée par les centres de la Province de Taza (SDACT; 2004).....	<b>13</b>
Tableau 4 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sources.....	<b>29</b>





## Liste des figures

Figure 1 : Les principaux affluents et sources de pollution de la région de Taza.....	10
Figure 2 : Les zones irriguées par les eaux usées dans la région de Taza.....	11
Figure 3 : Estimation de la pollution industrielle domestique pour 2005 à Taza.....	12
Figure 4 : L'évolution de certaines maladies hydriques dans la Province de Taza, de 2001 à 2009. (Délégation de la santé de Taza, 2011.....	13
Figure 5 : Bactéries coliformes. ....	19
Figure 6 : Escherichia coli .....	20
Figure 7 : Les Entérocoques intestinaux.....	21
Figure 8 : Clostridium botulinum .....	22
Figure 9 : Méthode de recherche et dénombrement des coliformes, Escherichia coli et les entérocoques intestinaux par filtration de membrane.....	26
Figure 10 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 1 « <b>Al Mahata</b> ».....	30
Figure 11 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 2 « <b>Laaouina</b> ».....	31
Figure 12 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 4 « <b>Nakhla</b> ».....	32
Figure 13 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 5 « <b>Ahmed Arukbi</b> ».....	32
Figure 14 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 6 « <b>Zlij</b> ».....	33
Figure 15 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 7 « <b>Rkha</b> ».....	34
Figure 16 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 8 « <b>Bouzakri</b> ».....	35
Figure 17 : la moyenne de la charge bactérienne des différents paramètres bactériologiques étudiés des 8 sources.....	35



## **INTRODUCTION :**

L'eau est un élément indispensable pour la vie et pour le développement socio-économique réel et durable d'un pays, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eau existantes surtout les informations concernant:

- La vulnérabilité des ressources à un éventuel facteur de contamination.
- Les mesures nécessaires pour développer, gérer et protéger les ressources.

L'eau provenant des précipitations qui s'infiltré dans le sol et se fraye un chemin à travers les fissures et les pores du sable, des graviers ou des roches, jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par une couche imperméable où elle s'accumule et forme une nappe constituant une réserve d'eaux souterraines qui peut être libre ou captive s'écoulant lentement à travers les sédiments ou les roches perméables, couvrant des distances de quelques millimètres à plusieurs mètres par jour. Elle resurgit finalement dans les rivières, les zones humides, les sources ou l'océan [1].

L'eau a été utilisée comme vecteur de l'élimination des déchets, les indicateurs microbiologiques sont considérés parmi les paramètres les plus importants pour les eaux à usage domestique. Ils correspondent à des germes pathogènes qui proviennent du rejet des eaux usées domestiques ou industrielles directement dans les cours d'eau et /ou des lessivages des sols.

La ville de Taza objet de notre travail de recherche est une zone à vocation de grande culture et élevage, qui joue un rôle socio-économique assez important dans la région. Les eaux des sources naturelles ont toujours été une source importante d'approvisionnement en eau potable pour les populations locales, pour l'abreuvement des animaux et pour l'irrigation.

Ce travail réalisé dans le cadre d'un stage de fin d'études a été effectué au sein de laboratoire de la délégation de santé à la ville de TAZA, sous thème : «Contribution à l'analyse bactériologique des eaux de huit sources de la zone urbaine de la ville de TAZA ». L'objectif de ce stage est d'accentuer, de développer notre savoir faire acquis au cours de nos études, d'enrichir nos connaissances dans ce domaine, et de nous permettre aussi de perfectionner notre sens de responsabilité et notre esprit de travail en groupe.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



# **Chapitre I**

## *Présentation du*

### *LPDEHM*





## **I- Présentation de la structure d'accueil :**

Nous avons réalisé notre stage au laboratoire provincial de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu (LPDEHM). Ce laboratoire constitue l'une des structures d'appui de la délégation de ministère de la santé à Taza.

Le laboratoire comporte quatre unités ; une unité de stockage des réactifs, milieux de culture et différents consommables, une unité de stérilisation, la troisième est pour le diagnostic des maladies parasitaires (la leishmaniose et le paludisme) avec deux infirmières diplômées d'état fonctionnant en tant que microscopistes, et la quatrième unité est précisément dans laquelle a été déroulé notre stage et spécialisé dans le contrôle bactériologique des eaux et des denrées alimentaires avec un assistant médical et une technicienne de laboratoire.

Les échantillons reçus au laboratoire proviennent de différentes structures, et majoritairement de service d'hygiène de milieu de SIAAP, de service d'hygiène de milieu de l'hôpital Ibnou Baja de Taza, des différents techniciens d'hygiène de milieu des centres santé de la province, de bureau municipal d'hygiène et aussi de service d'hygiène de milieu de la délégation de santé de la province de Guercif qui n'a pas encore démarré son laboratoire.

Les missions de LPDEHM comme définis en [2] sont comme suit :

Le laboratoire provincial de diagnostic épidémiologique et hygiène de milieu est parmi 23 laboratoires provinciaux à l'échelle nationale est lié au :

- Laboratoire régional pour la confirmation des échantillons examinés, l'assistance, l'encadrement technique et le suivi par les visites de supervision et l'établissement des rapports par le directeur régional pour informer le délégué sur l'état des lieux de laboratoire et suggérer les mesures correctives.
- L'institut national d'hygiène par la veille au développement de l'expertise et à l'encadrement technique de laboratoire.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



- A la direction de l'épidémiologie et de lutte contre les maladies par la fixation des orientations stratégique en matière de contrôle sanitaire des eaux et des aliments et suivre les performances analytiques des laboratoires provinciaux et régionaux.

**Missions**

- 1- Réaliser les analyses microbiologiques des eaux et des aliments de leur délégation et ce selon un programme d'échantillonnage établi conjointement entre le responsable de LPDEHM et le responsable de la cellule provinciale ou préfectorale d'hygiène du milieu de cette délégation et sous la coordination de médecin chef de SIAAP.
- 2- Contribuer aux investigations épidémiologiques mises en œuvre par les services compétents de leur délégation et en assurant les analyses nécessaires au diagnostic épidémiologique.
- 3- Effectuer, dans le cadre de partenariat avec les autres départements, les analyses microbiologiques se rapportant au domaine de la santé (eaux de boissons, alimentation) [2].



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



# Chapitre II

*Revue*

*Bibliographique*





## **I- Ressources en eau :**

### **1- Eaux de surface :**

Les eaux de surface sont représentées par des oueds dont le plus important est l'oued Inaouen. Celui-ci draine une superficie de 1487 Km<sup>2</sup> au niveau du Barrage Idriss 1<sup>er</sup> situé à l'extrême ouest de la province. Le tableau 1 indique les oueds existants ainsi que leurs apports.

Au niveau de barrage Bab Louta, sur Oued Bouhlou, le Bassin versant est de 132 Km<sup>2</sup> et les apports sont de l'ordre de 24 mm<sup>3</sup>/an ;

Au niveau du barrage projeté Touahar, sur oued Inaouen, les apports sont estimés à 147 mm<sup>3</sup>/an.

En plus des oueds, La province de Taza est caractérisée par l'existence d'un nombre très important des sources, qui participent à l'écoulement des eaux de surface, à l'irrigation et aussi à l'alimentation en eau potable [3].

**Tableau 1:** Oueds et leurs apports [4]

Oueds	Superficie en Km <sup>2</sup>	Apport en mm <sup>3</sup>
Inaouen	1487	243
Larbaa	280	91
Lahdr	610	42
Matmata	270	3.1
Bouzemelane	290	1.3
Bouhlou	298	51



## 2- Eaux souterraines :

La province de Taza est située entre deux zones distinctes : le Pré - Rif au nord et le Moyen Atlas au sud. Les deux zones sont séparées par le couloir Fès – Taza. Il s'en suit une hydrogéologie contrastée. La zone pré rifaine est caractérisée par les formations marneuses imperméables est dépourvue de réservoirs d'eau souterraine d'une importance significative, à l'exception des sous écoulements très localisées et de quelques nappes perchées de très faible productivité, localisées dans les formations gréseuses et / ou marno – calcaires donnant parfois naissances à des petites sources à faibles débits. La zone atlasique est riche de calcaires et dolomies du lias constituant un aquifère important dont les caractéristiques hydrodynamiques sont variables et dépendent étroitement de la tectonique et du degré de karstification. Dans cette zone, le primaire affleure au niveau de Jbel Tazzeke où les ressources en eaux souterraines font défaut [3]. Le tableau 2 regroupe les propriétés des nappes phréatiques existant dans la région:

**Tableau 2:** Propriétés des nappes phréatiques existantes dans la région [4].

Nappes phréatiques	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Apport (mm <sup>3</sup> /an)	Exploitation (mm <sup>3</sup> /an)
Couloir Fès-Taza	800	267	16
Couche de Taza	325	10	10

## II- Contamination des eaux de sources :

La contamination d'eau de source :

Eau pure n'existe pas dans l'environnement naturel. Eau est toujours trouvée en combinaison avec minéraux et produits chimiques d'un type ou d'un autre. Des fois ces composés sont présents naturellement [5].

Quelques contaminants sont présents naturellement ont le potentiel de causer dommage aux humains. Ces contaminants comprennent les métaux (par exemple, arsenic, mercure et





UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



plomb), composés radioactifs (comme radium) et microorganismes (comme parasites, bactéries, protozoaires et algues bleu-vert toxiques). L'eau peut devenir contaminée avec ces composés et microorganismes s'ils sont présents naturellement dans le sol ou roche qui l'entoure [5].

La contamination de l'eau est un résultat d'activité humaine. Agriculture, activité industriel et développement urbain, qui affectent la qualité et quantité d'eau de la surface et d'eau souterraine. Certaines de ces activités, comme le développement urbain, réduit l'aire de surface disponible pour la filtration de l'eau dans le sol. Ainsi, l'eau coule à travers la surface du sol « ruissellement de la surface » au lieu de recharger l'eau souterraine. En plus, la qualité de l'eau peut être mise en danger et l'activité humaine peut directement et indirectement introduire les contaminants en eau de la surface et eau souterraine [5].

**Types de contamination :**

Il y en a deux types de contamination d'eau de surface et d'eau souterraine : Pollution de source ponctuelle et pollution de source non ponctuelle.

Pollution de source ponctuelle entre l'environnement à un lieu spécifique d'une source identifiable. En voici quelques exemples :

- ✓ Décharges industriels aussi que déversements et fuites de produits chimiques industriels.
- ✓ Effluents d'eaux usées municipales.
- ✓ Ruissellement des décharges.
- ✓ Déchets des sites miniers existants et abandonnés.
- ✓ Systèmes septiques sur site.
- ✓ Les réservoirs d'huile et de gaz souterrains qui ont des fuites.

La pollution d'eau de source non ponctuelle vient de plusieurs sources diffuses : l'eau qui coule à travers le sol accumule les polluants naturels et anthropiques et les dépose directement dans les eaux de la surface, ou dans les eaux souterraines par percolation. Comme exemples :



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES

- ✓ Ruissellement agricole, qui peut contenir huile, graisse, engrais, pesticides, bactéries et nutriments de bétail et fumier.
- ✓ Ruissellement urbain de bâtiments, rues et trottoirs qui apporte sédiment, nutriments, bactérie, huile, métaux, produits chimiques, pesticides, sels routiers, excréments d'animaux domestiques et déchets.
- ✓ produits bactériens et pétrolières de la navigation de plaisance.
- ✓ Intrusion d'eau salée.
- ✓ Précipitation acide et autres formes de pollution de l'aire qui tombent dans eau de la surface et sur le sol [5].
- ✓ Déconnectez votre descente des gouttières de l'égout. Attrapez les eaux pluviales dans un baril de pluie et l'utilisez pour arroser votre pelouse ou jardin, ou redirigez l'écoulement à un lieu où il peut s'infiltrer dans le sol et remplir de nouveau l'eau souterraine [5].

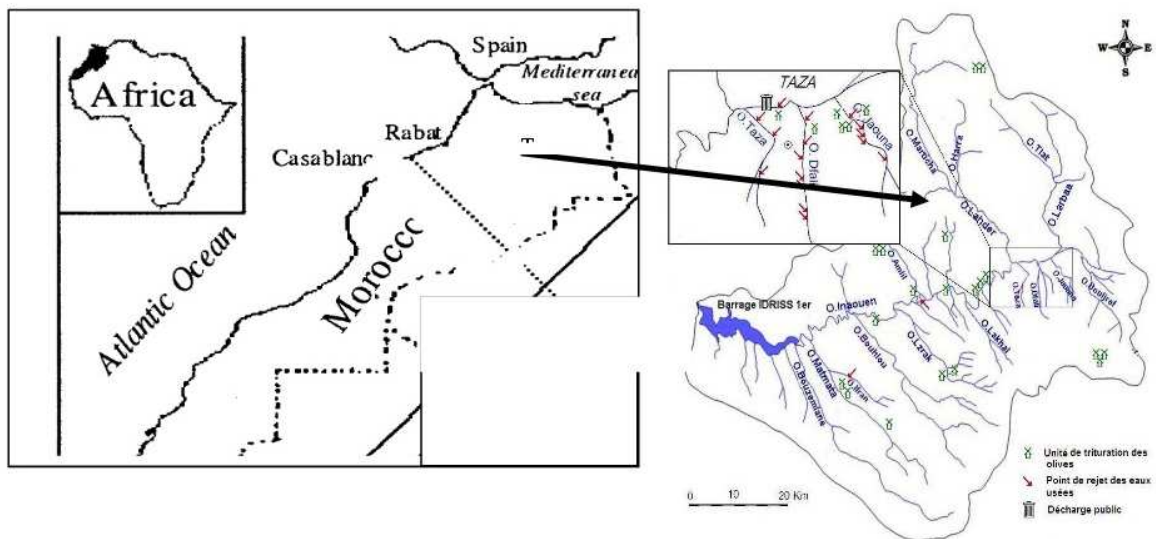
### **III- Présentation de la zone d'étude :**

#### **1- Contexte géographique, hydrographique et climatique de la zone :**

La région de Taza, située au nord-est du Maroc, est caractérisée par un climat de type semi-continentale aride [6]. La pluviométrie annuelle varie de 200 à 1500 mm, en fonction essentiellement de la variation d'altitude. La répartition des pluies dans l'année montre deux saisons distinctes : une saison tempérée et humide (octobre à mai) et une saison chaude et sèche (juin à septembre). La température moyenne annuelle est de 17.6°C, mais peut atteindre des valeurs extrêmes (5°C en hiver, 35°C en été). Sur le plan morphologique, la région de Taza est située en majorité entre deux bassins hydrologiques [7] : le bassin de la Moulouya à l'est et le bassin de Sebou à l'ouest. D'un point de vue hydrogéologique, la région est caractérisée par des nappes discontinues dont la plus importante, de type karstique, est celle du Lias d'où jaillit la source de Ras El Ma (Débit 30 l/s).

L'agriculture est la principale activité de la population dans la province de Taza avec 63 % de production de céréales [8,9]. La population de la province de Taza, est estimée à 743 237 habitants selon les sondages de 2004, dont 55 % est desservie en eau potable [10], 80 %

principalement urbaine (Taza), est alimentée en grande partie à partir du barrage Bab Louta, de forages d'exploitation et de sources Ras El Ma et Ain N'sa [11]. Le reste de la population est rurale et s'alimente à partir des sources et des puits avoisinants les douars [12]. Il est à noter que le réseau d'assainissement au niveau de la ville de Taza qui est la plus importante de la région, est de type unitaire [10]. Ce réseau est constitué de 5 collecteurs principaux qui déversent leurs collectes en différents points des oueds traversant la ville : Larbaa, Dfali, Jaouna et Taza (Figure 1).



**Figure 1 :** Les principaux affluents et sources de pollution de la région de Taza

## 2- Pollution de l'eau :

Qualité des eaux de la Province de Taza :

Les principales sources de pollution des eaux, en règle générale, sont : agricole, domestique, industrielle ou émanant des déchets solides. La mauvaise gestion de l'assainissement et l'absence de traitement aggravent la pollution du milieu naturel, et en particulier les ressources en eau. Les eaux usées domestiques et industrielles sont partout rejetées à l'état brut dans le milieu naturel et occasionnent des pollutions, des ressources en eau (Figure 1).



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



**2-1. Pollution domestique :**

La Province de Taza ne dispose d'aucun système d'épuration des eaux usées. Celles-ci sont rejetées directement dans les oueds Larbaa, Dfali, Jaouna et Taza. Les types de rejet sont des eaux de vaisselle et salle de bain dont la composition contient principalement les tensioactifs, phosphates et matières organiques [13]. La pollution générée par les différents centres de la Province de Taza est résumée dans le Tableau 1 et la Figure 2 [14] :

**Tableau 3** : Pollution générée par les centres de la Province de Taza (SDACT; 2004)

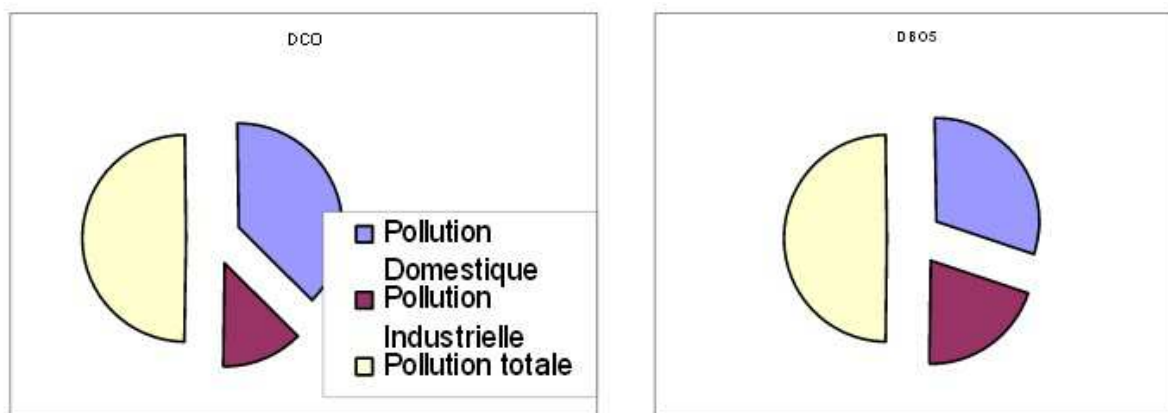
Centre	Taza	Oued Amlil	Tahla
Consommation d'eau (m <sup>3</sup> /j)	15900	998	1524
Rejets des eaux usées (m <sup>3</sup> /j)	11600	735	1295
DBO5 (Kg/J)	3570	203.88	427
Rivière sible	Dfali, Taza, Jaouna, Larbaa	Inaouen	Ifrane



**Figure 2 :** Les zones irriguées par les eaux usées dans la région de Taza.

## 2-2. Pollution industrielle :

Le faible nombre d'industries répertoriées dans la région, fait que la pollution industrielle n'est que de l'ordre de 2 %. Les types des rejets industriels sont le textile et l'agroalimentaire [10]. Il faut signaler que la production des olives est parmi les principales activités agroalimentaires, ce qui en résulte une forte concentration des effluents en DCO et DBO5. La comparaison de la pollution industrielle et domestique se résume dans la Figure 3.



**Figure 3 :** Estimation de la pollution industrielle domestique pour 2005 à Taza.

Les principales activités industrielles restent le textile et l'industrie agroalimentaire. Cette dernière est responsable des rejets de la trituration d'olive et de la conserverie [10]. Cette activité est très polluante et génère des eaux très concentrées en matière organique « les margines ». En effet, la trituration d'une tonne d'olive donne 500 kg de l'eau de végétation « les margines » [15,16].

La Province de Taza produit 27010 t/ an de margines dont 67,1 % sont produites par les unités de la ville et ses environs. 86 % de ces margines sont déversées dans les cours d'eau et 14 % sont désignées à l'épandage dans la nature sans traitement préalable. Par ailleurs, 74.1 % de margines produites sont directement déversées dans l'oued Inaoeuen et ses affluents.

## 2-3. Pollution agricole :





**Figure 4 :** L'évolution de certaines maladies hydriques dans la Province de Taza, de 2001 à 2009. (Délégation de la santé de Taza, 2011).

### **3- Les maladies hydriques :**

Les maladies hydriques sont **les maladies liées à l'eau de boissons causées chez l'homme ou l'animal par l'ingestion et le contact avec une eau insalubre**. Elle est provoquée par de l'eau ou de la nourriture contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques. **Il s'agit des infections gastro-intestinales dues à des bactéries, parasites ou virus**. Parmi les maladies les plus connues le choléra, le paludisme ou malaria, la diarrhée, la fièvre typhoïde, l'hépatite...

#### **3-1. Le choléra :**

Le choléra est une infection intestinale aiguë, due à l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés par le bacille *Vibrio cholerae*. La durée d'incubation est courte, de moins d'un jour à cinq jours. Le bacille produit une entérotoxine qui provoque une diarrhée abondante, indolore pouvant aboutir rapidement à une déshydratation sévère et à la mort du sujet si le traitement n'est pas administré rapidement. La plupart des patients présentent aussi des vomissements [18,19].

A l'échelle mondiale, le choléra reste toujours une menace, il est l'un des principaux indicateurs du développement social. Si cette maladie n'est plus une menace dans les pays appliquant des règles minimales d'hygiène, elle représente toujours un défi dans les pays qui ne peuvent garantir l'accès à de l'eau de boisson saine et à des conditions d'assainissement suffisantes. Presque tous les pays en développement doivent faire face à des flambées épidémiques de choléra ou à la menace d'épidémies [18,19].

#### **3-2. Le paludisme ou malaria :**

Le paludisme est une maladie qui peut être mortelle. Il est dû à des parasites transmis à l'homme par des piqûres de moustiques infectés.





UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Le paludisme est dû à des parasites du genre *Plasmodium* transmis d'une personne à l'autre par des piqûres de moustiques *Anophèles* infectés, appelés «vecteurs du paludisme», qui piquent principalement entre le crépuscule et le petit matin [18,19].

Il existe 4 types de paludisme humain:

- *Plasmodium falciparum*
- *Plasmodium vivax*
- *Plasmodium malariae*
- *Plasmodium ovale*

Les *Plasmodium falciparum* et *Plasmodium vivax* sont les plus répandus. Le *Plasmodium falciparum* est le plus mortel.

Le paludisme est une maladie caractérisée par des épisodes fébriles aigus. Les symptômes apparaissent au bout de 7 jours ou plus (généralement 10 à 15 jours) après la piqûre de moustique infectante. Les premiers symptômes – fièvre, maux de tête, frissons et vomissements – peuvent être modérés et difficiles à attribuer au paludisme. S'il n'est pas traité dans les 24 heures, le paludisme à *P. falciparum* peut évoluer vers une affection sévère souvent mortelle [18,19].

Les enfants fortement atteints développent fréquemment un ou plusieurs des symptômes suivants: anémie sévère, détresse respiratoire consécutive à une acidose métabolique ou paludisme cérébral. Chez l'adulte, on observe aussi fréquemment une atteinte de tous les organes. Dans les zones d'endémie, les personnes peuvent parfois être partiellement immunisées, et il peut y avoir des infections asymptomatiques [18,19].

### **3-3. La diarrhée :**

La diarrhée est la deuxième cause de mortalité chez l'enfant de moins de cinq et elle est à l'origine de 760 000 décès d'enfants par an. Elle peut durer plusieurs jours, déshydratant l'organisme et le privant des sels minéraux nécessaires pour la survie. Dans la plupart des cas de décès, les sujets meurent en fait de déshydratation sévère par pertes hydriques. Ce sont les



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



enfants en état de malnutrition ou d'immunodépression qui sont le plus exposés au risque de diarrhées engageant le pronostic vital [18,19].

Il y a trois types cliniques de diarrhées:

- les diarrhées liquides aiguës – qui durent plusieurs heures ou jours et dont le choléra fait partie.
- les diarrhées liquides avec émission de sang – également appelées dysenterie.
- les diarrhées persistantes – à partir de 14 jours d'affilée.

Elle est en général le symptôme d'une infection intestinale pouvant être causée par divers micro-organismes, bactéries, virus ou parasites. L'infection se transmet par le biais de l'eau ou d'aliments contaminés, ou d'une personne à l'autre en cas d'hygiène insuffisante [18,19].

### **3-4. La fièvre typhoïde :**

Infections causée par la *Salmonella typhi*. Une fois que les bactéries entrent dans le corps de la personne, elles se multiplient et se diffusent à partir des intestins, par le réseau sanguin [18,19].

Les symptômes peuvent être bénins ou graves et comprennent une fièvre prolongée pouvant être aussi élevée que 39°-40° C, des malaises, une anorexie, des céphalées, une constipation ou une diarrhée, des taches rosées sur la poitrine ainsi qu'une splénomégalie et une hépatomégalie. La plupart des sujets présentent des symptômes 1-3 semaine après l'exposition [18,19].

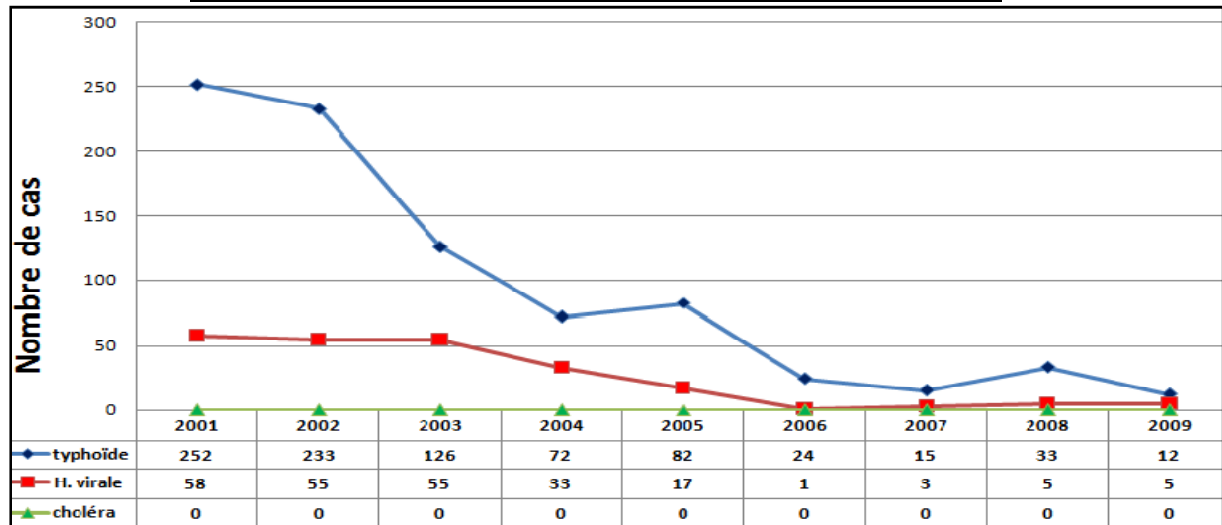
### **3-5. L'hépatite A et E :**

Entraînent une infection et une inflammation du foie. La maladie commence avec une forte fièvre, une faiblesse du corps, une perte d'appétit, une nausée et un malaise abdominal, suivis par un ictère en quelques jours [18,19].

La figure 4 montre l'évolution de certaines maladies hydriques dans la province de Taza :



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



**Figure 4 :** L'évolution de certaines maladies hydriques dans la Province de Taza, de 2001 à 2009 (Délégation de la santé de Taza, 2011).

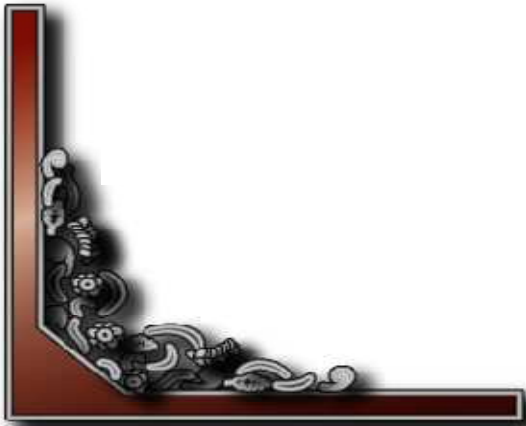


UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



# Chapitre III

## *Matériel et méthodes*





## **I- Contrôle qualité d'eau :**

Le Laboratoire Provincial de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du milieu dispose d'un laboratoire de contrôle de la qualité des eaux, équipé des matériels et des appareils de mesures de contrôle et d'essais modernes pour préserver la conformité de l'eau brute ou de l'eau traitée.

Les analyses effectuées sont des analyses bactériologiques effectuées durant la période : de 05/05/2014 au 22/05/2014.

### **1- Analyses bactériologiques :**

#### **1-1. Les bactéries recherchées :**

Les microorganismes se retrouvent partout dans l'environnement. Parmi eux, il y en a des bénéfiques et d'autres qui peuvent être utilisés comme indicateurs microbiologiques de la qualité d'eau potable.

La norme marocaine exige d'analyser les bactéries suivantes :

##### **1.1.1. Bactéries coliformes :**

Les coliformes constituent un groupe de bactéries Gram négatif, en forme de bâtonnets, ne formant pas de spores, présentant une réaction négative à l'oxydase, pouvant croître en aérobiose et éventuellement en anaérobiose en présence de sels biliaires (ou autre dérivé tensioactif présentant des propriétés d'inhibition de croissance similaires), et normalement capables de faire fermenter le lactose avec production d'acide et



**Figure 5 : Bactéries coliformes**

d'aldéhyde en 48h. Lorsqu'on les fait incuber à une température de  $(36 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , Ils possèdent également l'enzyme p-galactosidase. On les retrouve fréquemment dans



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES

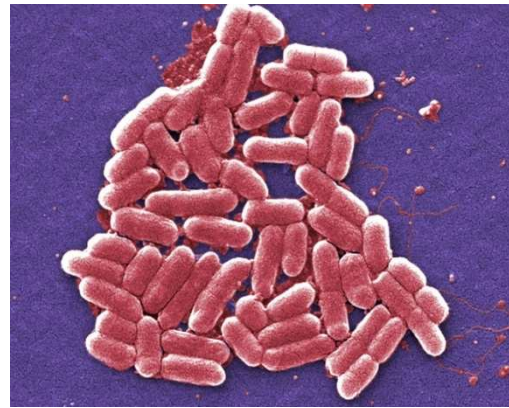


l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [20].

La valeur maximal admissible dans l'eau potable :  
0 / 100 ml (NM 03.7.001) [21] [26].

### **1.1.2. *Escherichia coli* :**

*E. coli* est le seul membre du groupe des coliformes que l'on trouve exclusivement dans les intestins des mammifères, dont les humains. La présence d'*E. Coli* dans de l'eau indique une contamination récente par des matières fécales, et peut indiquer la présence possible de pathogènes responsables de maladies, comme des bactéries, des virus et des parasites. Même si la plupart des souches d'*E. Coli* sont inoffensives, certaines souches, peut causer des maladies [20].



**Figure 6: Escherichia coli**

#### **Sources :**

Les coliformes totaux et *Escherichia coli* servent d'indicateurs pour mesurer le degré de pollution et la qualité de l'eau des sources. La contamination récente par des matières fécales humaines ou animales représente la principale source de pathogènes dans l'eau potable :

- Fosses septiques et rejets d'eaux usées mal traités.
- Eaux de ruissellement.
- Lessivage de fumiers animaux.
- Animaux domestiques ou sauvages.

Pendant et après des précipitations, des bactéries et d'autres micro-organismes dangereux peuvent pénétrer dans les rivières, les lacs et les nappes phréatiques.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Une source mal construite ou mal entretenue peut accroître les risques de contamination [20].

**Risques pour la santé :**

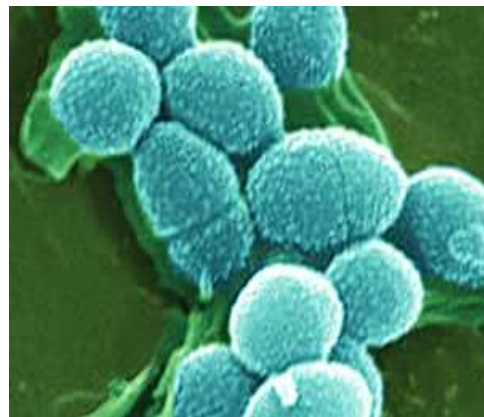
La présence d'*E. Coli* dans l'eau potable signifie que celle-ci a été contaminée par des matières fécales pouvant contenir des micro-organismes pathogènes, comme des bactéries, des virus ou des parasites. Les conséquences d'une exposition à des bactéries, des virus et des parasites pathogènes présents dans l'eau peuvent varier. Les symptômes les plus courants sont les suivants :

Les enfants en bas âge, les personnes âgées, ainsi que les personnes dont le système immunitaire sont affaibli, peuvent avoir des symptômes plus graves. Dans les cas extrêmes, certains pathogènes peuvent infecter les poumons, la peau, les yeux, le système nerveux, les reins, ou encore le foie, et les effets peuvent être plus graves, chroniques, voire mortels.

La concentration maximale acceptable de coliformes totaux dans l'eau potable a été établie à « aucun micro-organisme détectable par volume de 100 ml » (0 colonie pour 100 millilitres (0 CFU/100 ml)), (NM 03.7.001) [21] [26].

**1.1.3. Les Entérocoques intestinaux :**

Les streptocoques sont définis comme des cocci, Gram positif disposés, le plus souvent en chaînettes, ce sont des micro-organismes vivants dans les matières fécales. Ils sont plus résistants que les coliformes. On les utilise comme indicateur de pollution en faisant le rapport entre le taux d'entérocoques et de coliformes qui permet de cerner si la pollution est d'origine humaine ou animale. Les entérocoques sont aussi utilisés comme indicateur d'efficacité de traitement [22].



**Figure 7: Les Entérocoques intestinaux**

Ils peuvent notamment hydrolyser l'esculine en présence de 40 % de bile et ont la capacité de croître à une température entre 10 et 45 C°, à un pH alcalin de 9,6, dans une solution contenant 6,5 % de NaCl. Ces caractéristiques sont utilisées pour leur identification. Les



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



entérocoques peuvent être détectés en milieu liquide ou sur gélose lors d'une filtration sur membrane[22].

Le dénombrement des entérocoques intestinaux est fondé sur la filtration d'un volume spécifié d'un échantillon d'eau à travers une membrane filtrante ayant une grandeur de pore (0,45µm) suffisante pour retenir les bactéries. Le filtre est placé sur un milieu sélectif solide, Ce milieu de culture contient un composé (azoture de sodium) qui inhibe les bactéries à Gram négatif. Les entérocoques, qui sont Gram positif, forment des colonies caractéristiques roses ou rouges résultant de la réduction d'une autre substance (chlorure de triphényltétrazolium) [22].

Les colonies typiques sont bombées, avec une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie (NM 03.7.006) [22].

**Sources :**

Contamination d'origine fécale (fosse septique, égout, animaux, fumier).

Eau de surface qui pénètre dans un puits non étanche [23].

**Risque pour la santé [23]:**

Maladie gastro-entérite.

Hépatites, méningites.

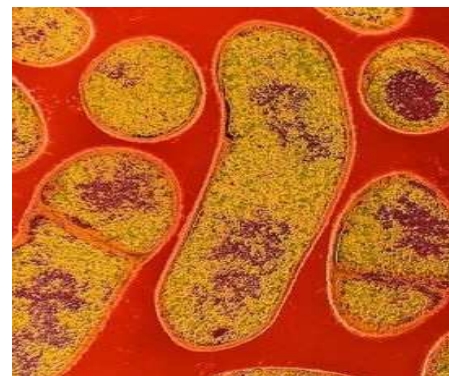
**VMA dans l'eau potable:**

E.I = 0 UFC/100 ml [22].

**1.1.4. Spores de clostridium anaérobies sulfito-réducteurs :**

Micro-organismes anaérobies formant des spores et sulfite réducteurs, appartenant au genre *Clostridium* et largement répandues dans l'environnement [24].

Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales, ainsi que dans les eaux usées et le sol. À la différence des *Escherichia coli* et des autres organismes coliformes, les spores survivent dans l'eau pendant longtemps, car elles sont plus résistantes que



**Figure 8: Clostridium botulinum.**





UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



les formes végétatives à l'action des facteurs chimiques et physiques. Elles peuvent ainsi fournir des indications sur une pollution éloignée ou intermittente [24].

Elles peuvent même être résistantes à la chloration dans les proportions habituellement utilisées pour le traitement des eaux, et sont donc ainsi utiles pour les besoins des contrôles (NM 03.7.004) [24].

Ces micro-organismes réduisent le sulfite de sodium en sulfure dans une gélose SPS, provoquant avec le citrate ferrique un précipité noir de sulfure de autour des colonies.

**VMA dans l'eau potable :**

SCASR = 0/100 ml [24].

**1.1.5. Micro-organismes revivifiables:**

Toute bactérie aérobie, levure ou moisissure, capable de former des colonies dans des milieux spécifiés.

La Méthode de dénombrement des micro-organismes revivifiable présent dans l'eau par comptage des colonies se formant dans un milieu de culture nutritif gélose PCA après incubation en aérobose à 36 °C (NM 03.7.005) [25].

**VMA dans l'eau potable :**

G.R = 20 UFC/ 1ml à 37 °C. (NM 03.7.001) [21].

**1-2. Echantillonnage :**

**1.2.1. Situes des prélèvements :**

On a choisit 8 sources représentatives de la zone urbaine de TAZA : source 'Laaouina', et source 'Abattoir' situé au quartier Chuhada au centre de la ville, source 'A nakhla' et source 'Al Mahata' situé au Quartier La Gare à coté des égoux. Ainsi quatre autres sources 'Ahmad Rukbi' , 'Zlij' , 'R'kha' et 'Bouzekri' situé à la périphérie de Taza.

**1.2.2. Prélèvement :**

Un seul prélèvement d'eau a été effectué dans chaque station. Les échantillons d'eau sont prélevés soigneusement dans des flacons stériles de (500ml) en verre à bouchon rodé. Ces



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



prélèvements sont effectués aseptiquement en laissant dans le flacon un espace d'air afin de faciliter la remise en suspension des microorganismes par agitation avant l'ensemencement dans les milieux de culture appropriés.

Les prélèvements sont acheminés au laboratoire dans une glacière à une température  $5 \pm 3^{\circ}\text{C}$  dans une durée maximal de 2 heures afin d'effectuer des analyses bactériologiques, la norme exige que les examens doivent être effectués immédiatement des leur arrivée au laboratoire.

### **1.2.3. Matériel de travail :**

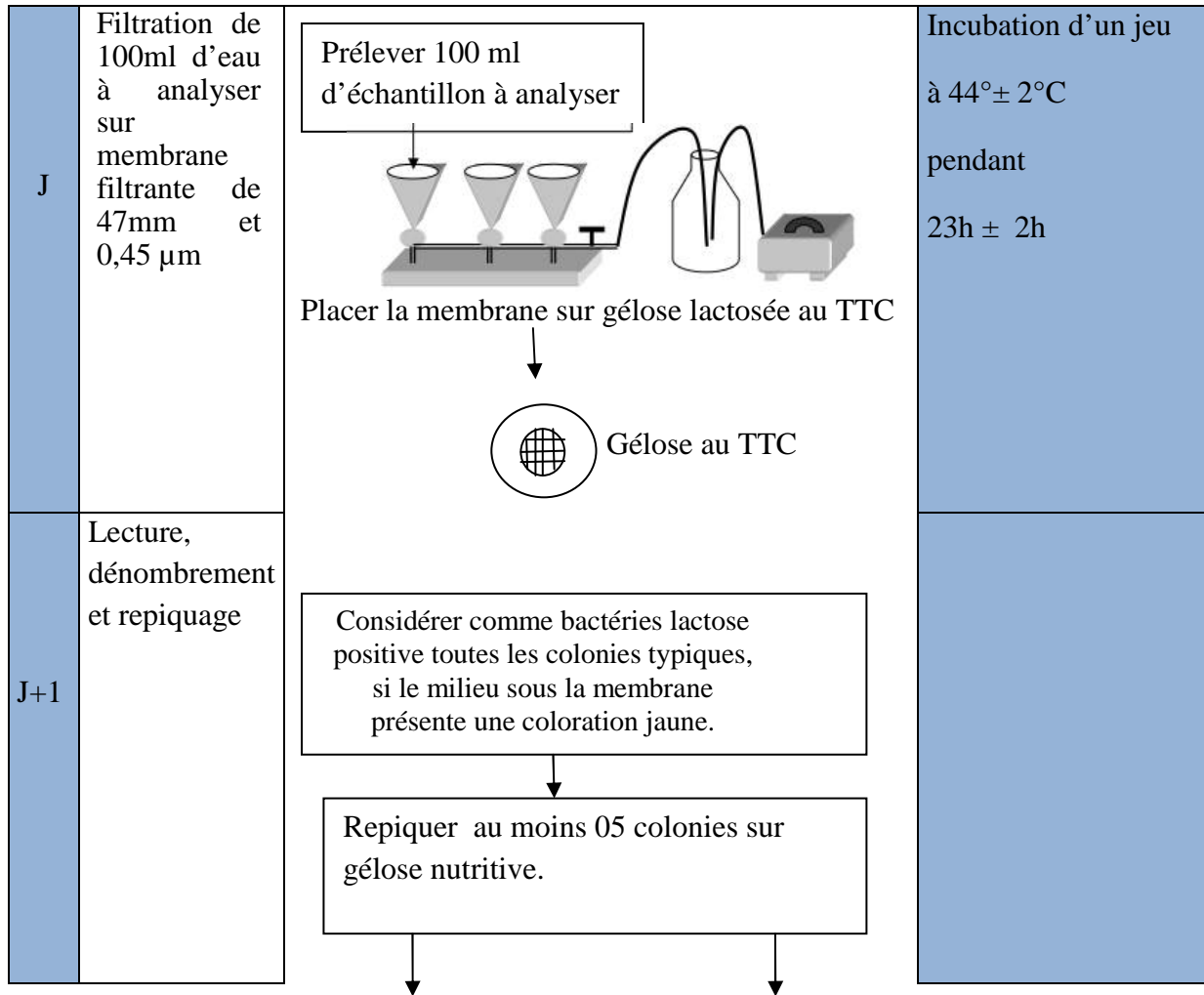
Correspond au matériel habituel des laboratoires de microbiologie alimentaire et comprend :

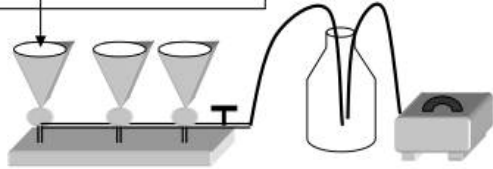

- Matériels de stérilisation en chaleur humide (autoclave) et en chaleur sèche (étuves à  $170^{\circ}\text{C}$ ).
- Incubateurs réglés à  $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$  et à  $44 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- Réfrigérateur pouvant maintenir la température entre 0 et  $4^{\circ}\text{C}$ .
- Membranes filtrantes en acétate de cellulose ou similaires de diamètre 47mm et de porosité  $0,45\mu\text{m}$ .
- Pince à membrane type millipore ou similaire.
- Boîte de pétri stériles de diamètre 55-60 mm et 90-100 mm.
- Bec benzène.
- Tube à essai  $220 \times 22$  mm et  $160 \times 16$  mm.
- Pipette graduées de 10, 5, 2, 1 ml.
- Flacon stérile.
- Microscope.
- fioles jaugées.
- Balance électrique.
- Pipettes jetables graduées de 10, 5, 2 et 1ml.

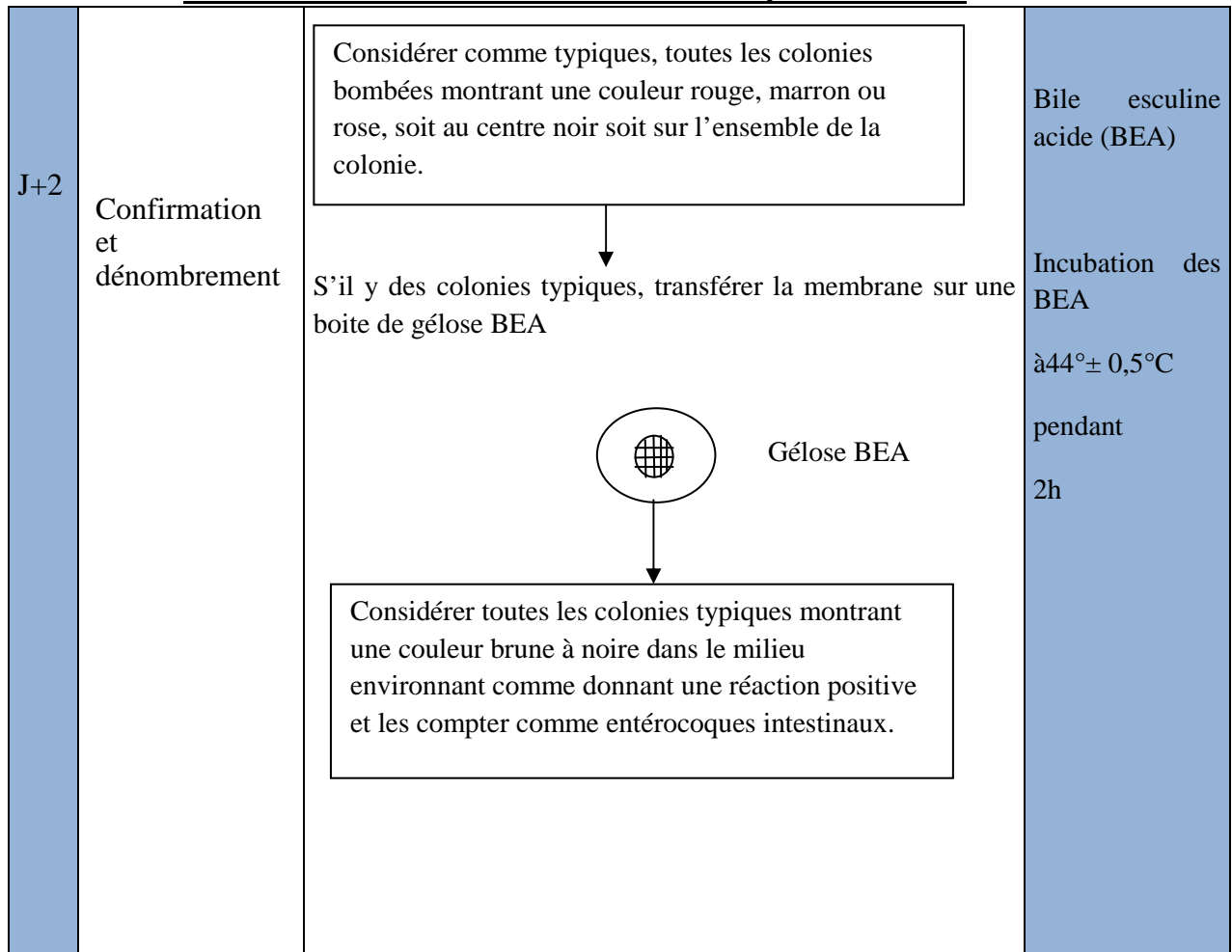
### **1.2.4. Mode opératoire :**

**UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**

Pour la recherche et le dénombrement des bactéries coliformes et *des Escherichia coli* on utilise la méthode par filtration sur membrane selon la norme [26].



J+2	<p>Essais de l'oxydase et de l'indole</p> <p>Expression des résultats</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Test oxydase positif si coloration bleu/violet foncé.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Présence d'indole si après ajout de 0,3ml de réactif de Kovac's, apparaît une coloration rouge à la surface du bouillon BT.</p> </div> <p>Incubation des colonies oxydase(-).</p> <p>-Considérer toutes les colonies oxydase négative comme des bactéries coliformes.</p> <p>- Considérer toutes les colonies oxydase négative mais positive à l'indole comme étant des <i>E. coli</i>.</p> <p>A partir du nombre de colonies caractéristiques dénombrées sur TTC et en tenant compte des essais oxydase et indole, calculer le nombre d'<i>E. coli</i> et de bactéries coliformes présentes dans 100ml d'échantillon.</p>	<p>Incubation des colonies oxydases négatives dans un bouillon de tryptophane à <math>44^{\circ} \pm 2^{\circ}C</math> pendant 24h.</p>
J	<p>Filtration de 100ml d'eau à analyser sur la membrane filtrante de 47 mm <math>0,45\mu m</math></p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Prélever 100 ml d'échantillon à analyser et /ou des dilutions décimales</p> </div>  <p>Placer la membrane sur le milieu de slanetz et Bartley</p> <p align="center">↓</p>  <p>Milieu de Slanetz et Bartley</p>	<p>Incubation à <math>36^{\circ} \pm 2^{\circ}C</math> pendant <math>44h \pm 4h</math></p>



**Figure 9 :** Méthode de recherche et dénombrement des coliformes, Escherichia coli et les entérocoques intestinaux par filtration de membrane (selon NM 03.7.001).

#### Méthode d'incorporation en gélose nutritive :

Cette méthode consiste à mélanger dans une boîte de pétri, de 90 mm de diamètre, 1 ml d'échantillon (dilué ou non dilué) et environ 15 ml de milieu gélose, fondu et ramené à une température de 50 °C.

Cette technique peut donc provoquer un choc thermique préjudiciable au développement des bactéries habituées à vivre dans les eaux de température basse. Elle peut par contre aider, dans certains milieux sélectifs, à la sélection de bactérie supportant aisément des températures élevées.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Cette méthode à pour le but de déterminer les micro-organismes revivifiables, l'échantillon est incorporé en gélose (extrait de levure ou PCA), puis on incube les boites en aérobiose à  $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$  pendant  $(44 \pm 4)$  h et puis énumération des colonies. (NM 03.7.001).

**Méthode de recherche des spores de Clostridium anaérobie sulfite-réducteurs :**

Cette méthode consiste à mélanger dans un tube 20ml de l'échantillon (dilué ou non dilué) et compléter par le milieu SPS agar.

Cette méthode à pour le but de déterminer les spores, puis on incube les tubes en anaérobiose à  $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$  pendant  $(44 \pm 4)$  et puis énumération des spores de couleur noir.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



# Chapitre IV

## *Résultats et discussions*





**UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**



### I- Résultats :

Les résultats des analyses bactériologiques des toutes les sources étudiées sont résumés dans le tableau 4.

Source	Date de prélèvement	Température °C	Coliforme à 36°C	E. coli à 44°C	E.I	G.R à 36 °C	SCAS R	Résultat
S1- Mahata	05/5/2014	20	10	04	ND	14	ND	NC
S2- Laouina	05/5/2014	21	ND	ND	01	23	ND	NC
S3- Abattoir	05/5/2014	21	ND	ND	ND	ND	ND	C
S4- Nakhla	05/5/2014	19,5	112	23	03	20	ND	NC
S5- Ahmed Rokbi	13/5/2014	19,5	12	09	02	01	ND	NC
S6-Zallij	13/5/2014	20	ND	ND	324	14	ND	NC
S7-Rkha	13/5/2014	19	10	04	ND	07	ND	NC
S8- Bouzekri	13/5/2014	18	55	23	01	05	ND	NC

**Tableau 4 :** Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sources.

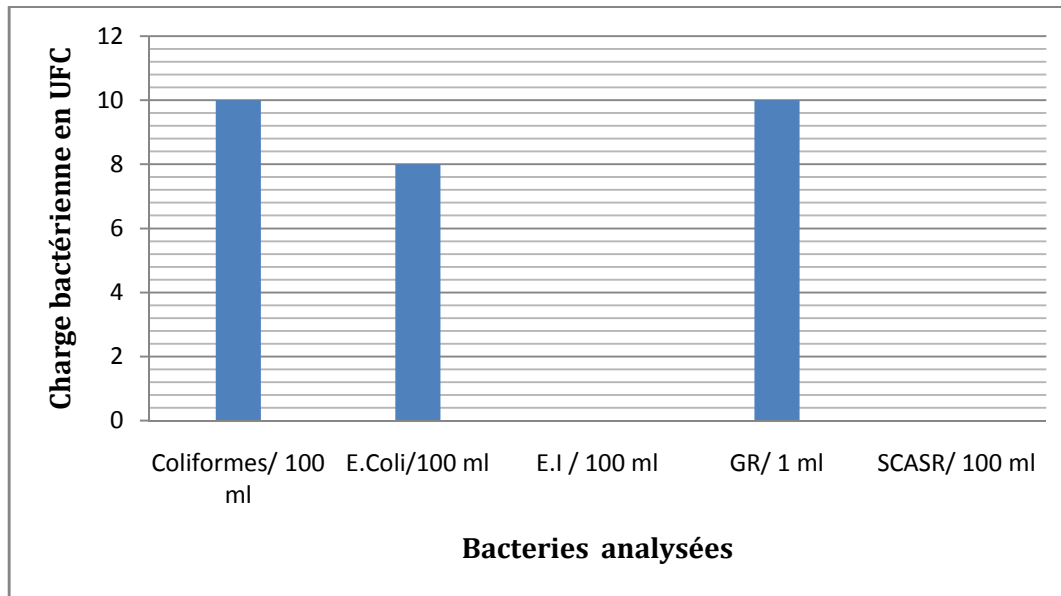
C :Conforme ; NC :Non conforme





### 1. Cas de la source Al Mahata.

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source Al Mahata sont représentés dans la figure 10.

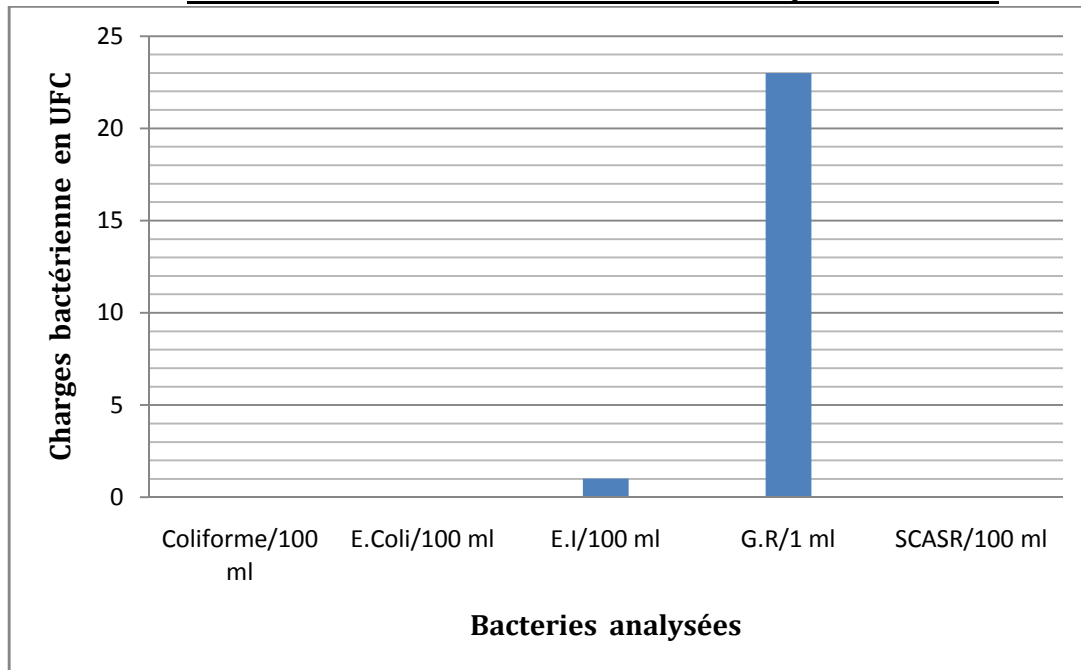


**Figure 10 :** Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 1 :Al Mahata.

Les résultats obtenus montrent que la charge bactérienne des coliformes et *d'E. Coli* dépasse la valeur maximale admissible de la norme marocaine. Les eaux de la source Al Mahata ne sont donc pas conformes à la Norme marocaine.

### 2. Cas de la source Laaouina.

La figure 11 représente les résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source Laaouina.



**Figure 11** : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 2 : **Laaouina**.

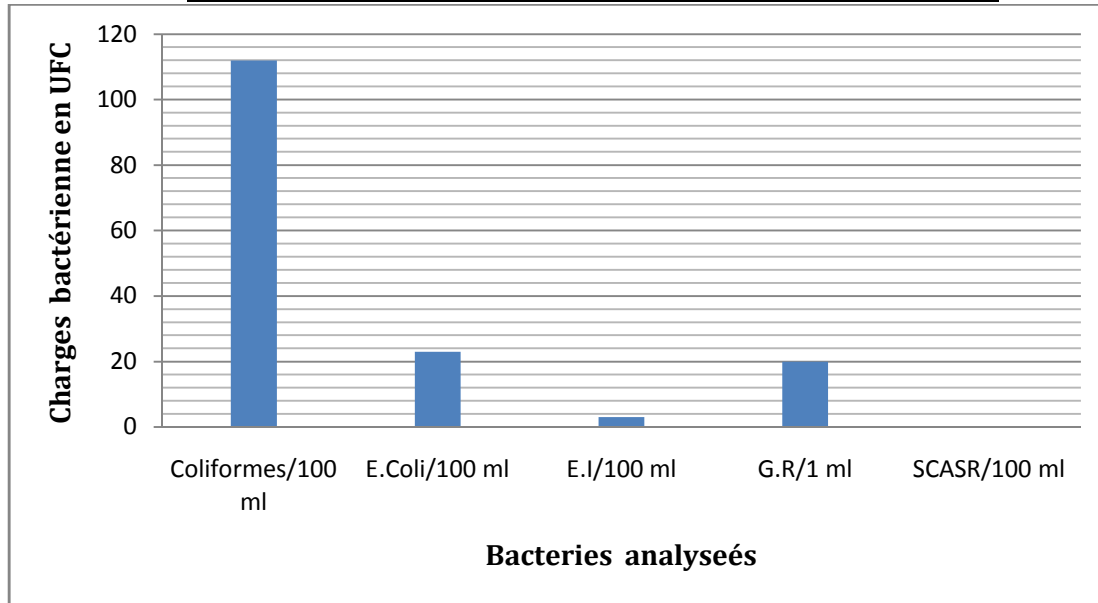
Les eaux de la source Laaouina ne sont pas conformes à la norme marocaine, car la charge bactérienne des enterocoques intestinaux et les microorganismes revivifiants dépasse VMA.

### 3. Cas de la source Abbatoir

Tous les bactéries recherchées n'ont pas été détectées dans les eaux de la source Abbatoir, donc elle est conforme à la norme marocaine.

### 4. Cas de la source Nakhla.

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source Nakhla sont représentés dans la figure 12.

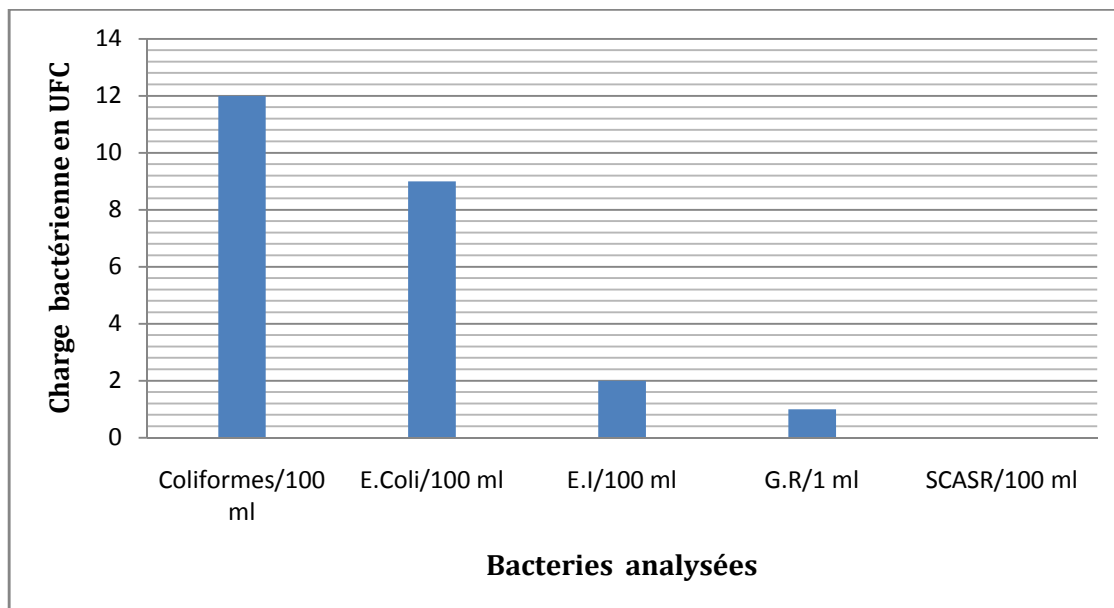


**Figure 12** : Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 4 : **Nakhla**.

Les eaux de la source Nakhla contiennent des coliformes , *d'E.coli* et les enterocoques intestinaux , donc elle n'est pas conforme à la norme marocaine.

##### 5. Cas de la source Ahmed Arukbi.

La figure 13 représente les résultats des des analyses bactériologiques des eaux de la source Ahmed Arukbi.



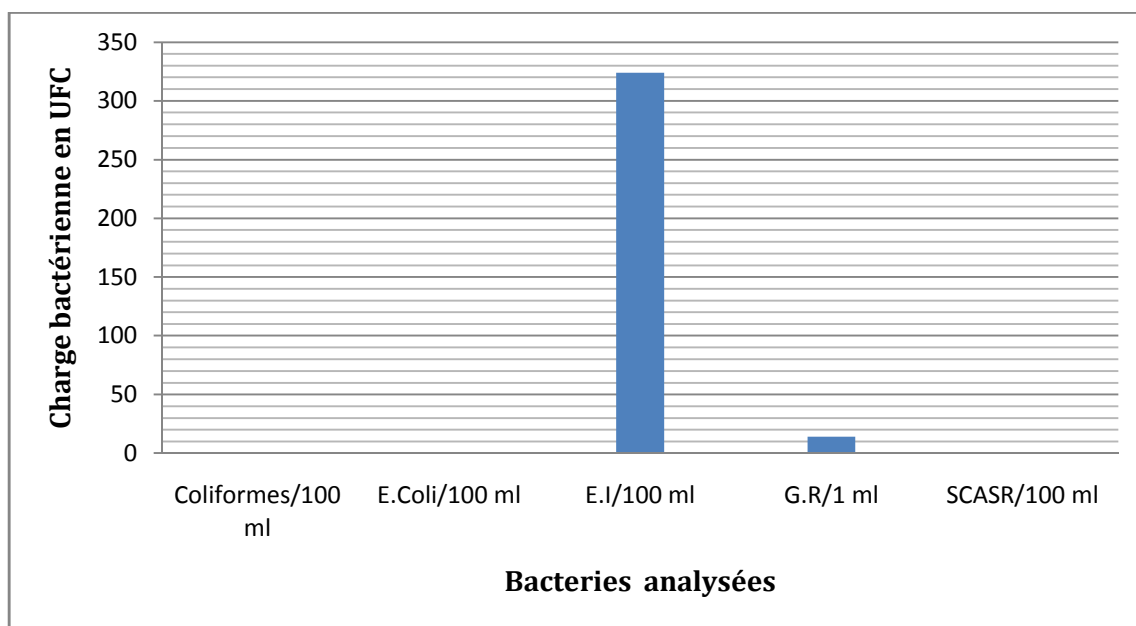


**Figure 13 :** Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 5 : **Ahmed Arukbi.**

La charge bactérienne des coliformes, d'E .coli et des enterocoques intestinaux dépasse largement VMA de la norme marocaine.

#### **6. Cas de la source Al Mahata Zlij.**

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source Nakhla sont représentés dans la figure 14.

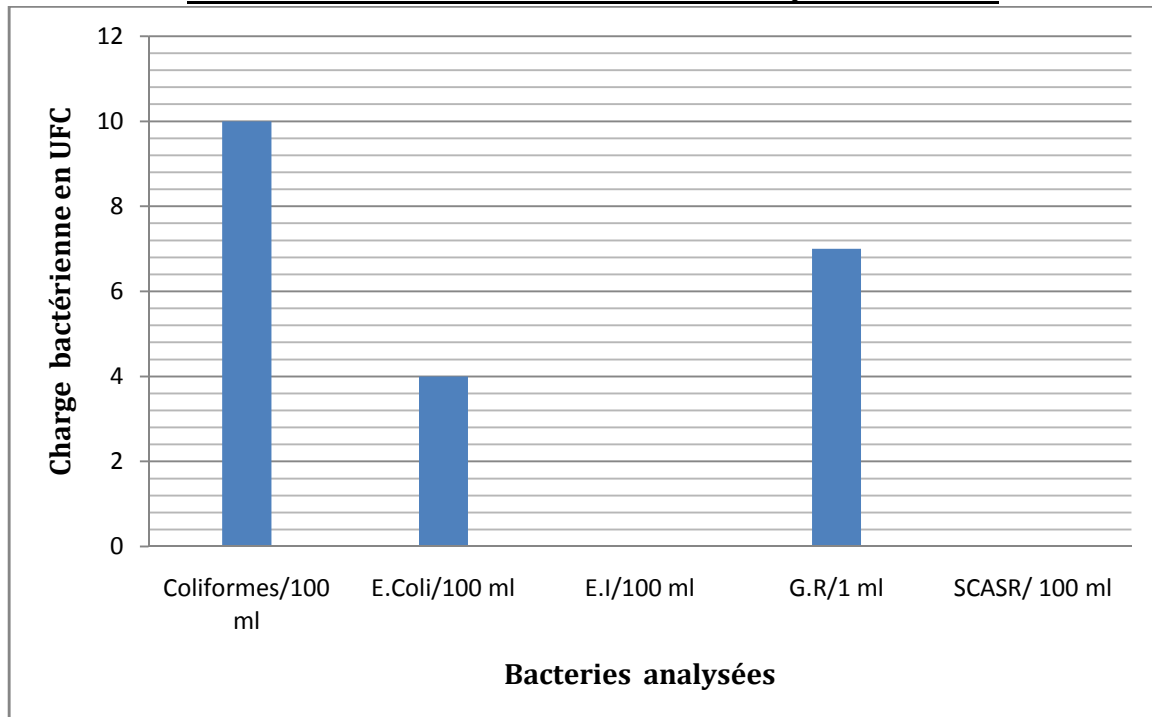


**Figure 14:** Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source 6 : **Zlij.**

La charge bactérienne des enterocoques intestinaux dépassent largement VMA, donc elle n'est pas conforme à la norme marocaine.

#### **7. Cas de la source Rkha.**

La figure 15 représente les résultats des des analyses bactériologiques des eaux de la source Rkha.



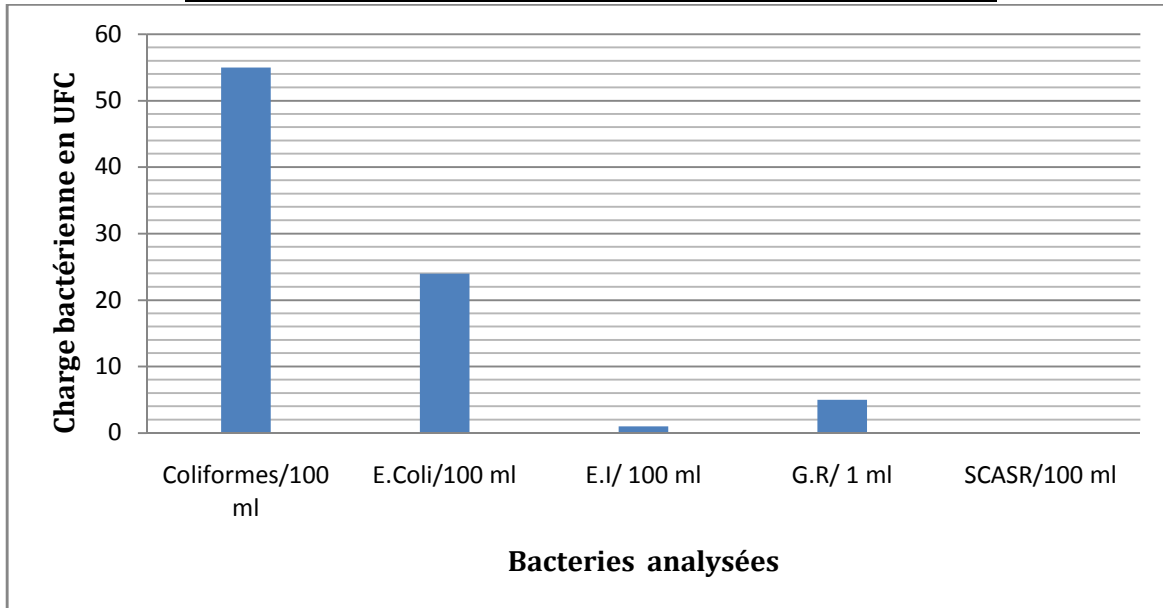
**Figure 15:** Résultats d'analyse bactériologiques des eaux de la source 7 : **Rkha.**

Le graphe montre que la charge bactérienne des coliformes et *d'E.coli* dépasse VMA, donc elle n'est pas conforme à la norme marocaine.

#### **8. Cas de la source Bouzakri.**

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source Bouzakri sont représentés dans la figure 16.

**UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**

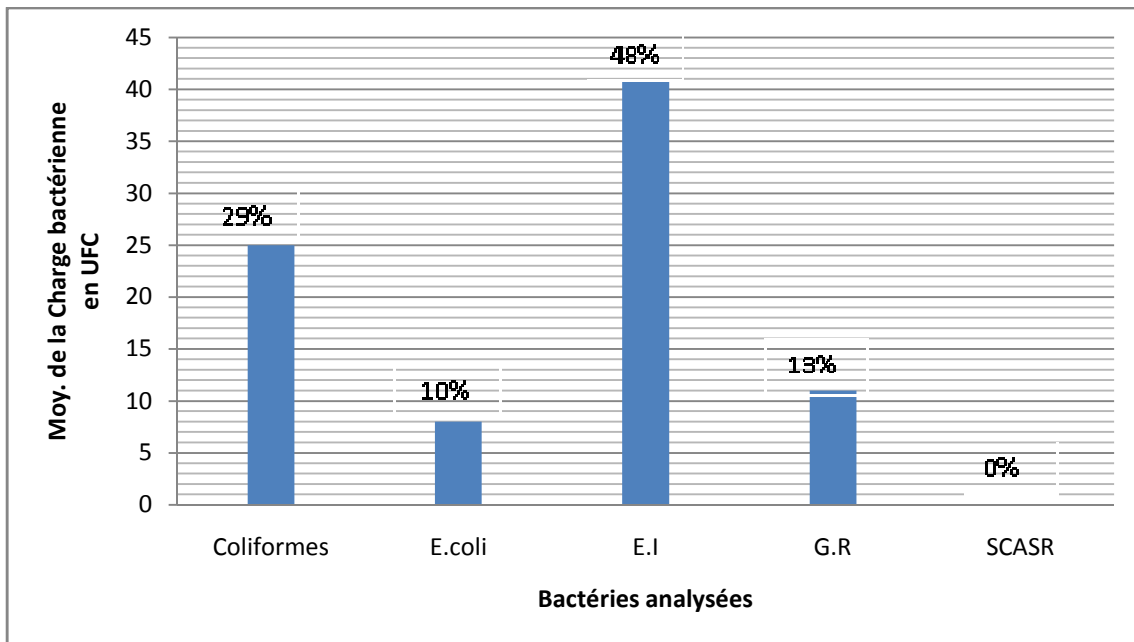


**Figure 16 :** Résultats d’analyse bactériologiques des eaux de la source 8 : **Bouzakri.**

Le graphe montre la présence de la charge bactérienne des colifomes, d’*E.coli* et des enterocoque intestinaux dépasse VMA, donc elle n’est pas conforme.

**9. la charge bactérienne des 8 sources.**

La figure 17 représente la moyenne de la charge bactérienne dans les 8 sources étudiées.



**Figure 17 :** la moyenne de la charge bactérienne dans les 8 sources étudiées.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Les résultats obtenus montrent que la moyenne de la charge bactérienne des coliformes et des Entérocoques intestinaux est très élevée dans les eaux de huit sources étudiées et la moyenne de la charge d'*E.coli* et des germes revivifiants est assez élevée.

On note aussi l'absence des spores dans toutes les eaux de ces sources.

## **II- Discussion :**

Les résultats des analyses bactériologiques montrent que la charge bactérienne dans les eaux des sources Mahata (S1), Laaouina (S2), Nakhla (S4), Ahmad Rukbi (S5), Zlij (S6), Rkha (S7) et Bouzakri (S8), dépassent la valeur maximale admissible (VMA) des eaux des sources analysées par rapport à la norme marocaine de potabilité (NM 03.7.001), ce qui justifie qu'elle ne pourra pas être consommée à leur état brut, car elle représente un risque sur la santé du consommateur.

Par contre les eaux de la source Abattoir (S3) ne représentent aucun risque sur la santé du consommateur car toutes les bactéries analysées sont non détectées, donc elle peut être consommée à son état brut.

L'analyse des coliformes et des entérocoques intestinaux dans les eaux des différentes sources montre des charges importantes (Coliforme: 29% ; Entérocoque intestinal: 48%). Ainsi que la charge bactérienne assez élevée d'*E. Coli* et des Germes revivifiants (*E. coli* : 10 % ; Germe revivifiant: 13%). On note aussi que dans toutes les eaux des sources étudiées les spores de *Clostridium* anaérobie sulfite-réducteur sont non détectées.

La présence des charges bactériennes très élevées surtout d'*E. Coli* qui permet de mettre en évidence une pollution d'origine fécale. Cela peut être en relation avec la détérioration de la qualité de ces eaux. Cette pollution provient exclusivement des intestins d'animaux à sang chaud, y compris les humains, même si la présence de la bactérie *E. coli* dans l'eau indique une contamination fécale, elle n'identifie pas la source précise de la matière fécale. Il y a plusieurs sources possibles : fumier, pâturage, fosses septiques, latrines et autres sources comme les animaux sauvages et les égouts comme le cas des sources Al mahata (S1) et Nakhla (S4) qui s'y trouvent juste à côté. Nous avons remarqué l'existence des fumiers, pâturage, des déchets de toutes natures dans les terrains avoisinants.



## **CONCLUSION :**

En conclusion, l'eau, principale constituant des êtres vivant (60% du corps humaine), demeure l'élément indispensable à la vie. N'étant pas une ressource inépuisable, elle doit donc faire l'objet d'une gestion équilibrée, c'est pour cela que son contrôle est très surveillé et que les normes marocaine de la qualité de l'eau potable sont très rigoureuses. Celles-ci consistent en paramètres bactériologiques contrôlés régulièrement afin que sa qualité soit conforme aux normes. Elles traduisent la mise en évidence des effets sanitaires du consommateur.

Au terme de notre travail qui s'est intéressé à la recherche des coliformes, l'*Escherichia coli*, les entérocoques intestinaux, les microorganismes revivifiables et les spores *Clostridium* anaérobie sulfite-réducteur dans les eaux des huit différentes sources on peut conclure que:

Les résultats obtenus des sept sources parmi huit étudiées sont non conformes, car elles contiennent des charges bactériennes dépassent largement les valeurs maximales admissibles.

L'analyse bactériologique des eaux constitue un contrôle préventif du danger mais, elles restent encore des analyses pour l'eau d'alimentation, dont il convient de mettre en œuvre d'autres procédés microbiologiques pour s'assurer que la potabilité des eaux avant leur consommation, pour qu'elles soient bonnes et incapables de nuire à la santé du consommateur.

Tous ces sacrifices incitent à dire que l'eau des sources est une matière à la fois précieuse et indispensable, qu'elle faudra être protégée contre toute source de pollution et éviter sa contamination.





UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



**Références bibliographiques :**

- [1] - Belghiti I, chahlaoui a., el moustaine r., bengoumi d., 2009. *Contribution a l'étude de la qualité bactériologique de l'eau des sources dans la ville d'elhajeb (region de meknes-maroc).miniscule*
- [2] - circulaire de Mme la ministre de santé Yasmina Baddou de 17 Octobre 2011, Réf DELM/14 relatif à l'organisation et missions des Laboratoires de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu.
- [3] - irrigation et gestion participative des ressources en eau. Te (136) Jraichi1 10/05/07
- [4] - Service production agricole, Direction Provinciale de l'Agriculture, Taza, 2000.
- [5]- FEPS : Fondation de l'eau potable sûre ([www.safewater.org](http://www.safewater.org))
- [6] - Monographie agricole de la Province de Taza. Direction provinciale de l'agriculture de Taza (DPAT), (2002)18 p.
- [7] - Minute du rapport définitif de l'étude du schéma directeur de l'assainissement du centre de Guercif (SDACG), (1994), Mission A.
- [8] - Le site officiel du secrétariat d'état auprès du ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement, chargé de l'eau : [www.water.gov.ma](http://www.water.gov.ma) .
- [9] - Le site officiel du ministère de l'industrie, de commerce et de la mise à niveau de l'économie : [www.mcinet.gov.ma](http://www.mcinet.gov.ma)
- [10] - Minute du rapport définitif de l'étude du schéma directeur de l'assainissement du centre de Taza (SDACT), (2004), Mission A.
- [11] - Publications de la faculté, Journées de Taza le 01 et 02 avril 2004, Numéro 1, Travaux du Colloque National "Région de Taza- Al Hoceima- Taounate : Ressources et Stratégies de Développement".



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



[12] – Plan directeur de distribution de l'eau potable de la ville de Taza (PDDEPT), Mission A, Reconnaissance et diagnostic du réseau, évaluation et simulation du réseau de distribution de l'eau potable existant- Tache 7, cellule de contrôle qualité, (1995) 15p.

[13] - Royaume du Maroc, Propositions d'actions de lutte contre la pollution générée par les Huileries d'Olives, Cas de la Province de Taounate, secrétariat d'état chargé de l'environnement. Rapport, (2004)14 p.

[14] - A. FOUTLANE, M. SAADALLAH, L. ECHIHABI et L. BOURHICH, (2002). Pollution par les margines et production d'eau potable. Cas de l'Oued Sebou au Maroc. Direction Laboratoire de la Qualité des Eaux, Office National de l'Eau Potable, Rabat (Maroc). Eastern Mediterranean Health Journal, Volume 8, No 1

[15] - N. BENYAHIA et K. ZEIN, (2003) . Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Contribution spéciale de Sustainable Business Associates (Suisse) à SESEC II 8p.

[16] - CAR/PP (2000). Centre d'activités régionales pour la production propre. Prévention de la pollution dans la production de l'huile d'olive. Ministère de l'Environnement Espagne, 141 p.

[17] - Étude de choix d'un site pour l'implantation d'une décharge contrôlée des déchets ménagers et assimilés de la ville de Taza (DCDMAT), Septembre 2004. Mission 1 : Diagnostic de la situation actuelle de la gestion des déchets ménagers et assimilés de la ville de Taza.

[18]- Professeur Pierre Aubry, Docteur Bernard-Alex Gaüzère Mise à jour le 20/04/2012 (Médecine Tropicale)

[19]-[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/fr/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/fr/) (OMS)

[20]- Selon les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau potable au Canada.



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



[21] - NM 03.7.001 version 2006, Norme marocain : Qualité des eaux d'alimentation humaine.

[22] - NM 03.7.006 version 2007, Recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux.

[23]- SMi Laboratoire d'analyse S.M. INC.

[24] - NM 03.7.004 version 2007, Recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (clostridia).

[25] - NM 03.7.005 version 2007, Dénombrement des micro-organismes revivifiable.

[26] - NM 03.7.003 version 2007, Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes.



## Annexe 1

### Milieux de culture : composition, principe et préparation

#### **Gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7**

La gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7 permet d'effectuer la recherche et 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.

#### ✓ **Composition : Type du milieu complet**

Pour 1 litre de milieu :

- Peptone pancréatique de viande .....10,0 g
- Extrait de viande .....5,0 g
- Extrait autolytique de levure.....6,0 g
- Lactose .....20,0 g
- Tergitol 7 .....0,1 g
- Bleu de bromothymol .....0,05 mg
- Agar agar bactériologique.....10,0 g
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium 12,5mg .....1% V/V

#### ✓ **Principe :**

- 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 bromothymol.
- Les autres microorganismes présentent des colonies dont la coloration rouge est due à la réduction du TTC en formazan insoluble.
- Les germes qui ne fermentent pas le lactose présentent des colonies entourées d'un halo bleu.

#### ✓ **Préparation :**

- mettre en suspension 51,1 g de milieu de base déshydraté ( sans TTC) dans 1 litre d'eau distillée ;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ;
- Refroidir et maintenir le milieu à 47°C, ensuite on y ajoute stérilement 1 % V/V de supplément TTC reconstitué et on veille à homogénéiser parfaitement ;
- Couler en boîtes de Pétri stériles ;



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



-Laisser solidifier sur une surface froide.

### **Gélose nutritive**

La gélose nutritive est utilisée dans le cadre de la microbiologie pour la culture d'une grande variété de microorganismes (*Salmonella*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Yersinia*, *Shigella*, etc.....), en vue de la purification nécessaire et préalable aux étapes d'identification prévues dans les normes spécifiques de recherche et/ou de dénombrement. Elle convient pour les germes ne présentant pas d'exigences particulières. L'utilisation de ce milieu doit conduire à l'obtention de colonies bien isolées.

#### ✓ **Composition :**

Pour 1 litre de milieu :

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

#### ✓ **Principe :**

Relativement simplifiée, la formulation apporte les éléments nutritifs nécessaires à la croissance d'une grande variété de germes non exigeants

#### ✓ **Préparation :**

- Mettre en suspension 28,0 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ;
- Refroidir et maintenir le milieu à 47°C ;
- Couler en boîtes de Pétri stériles ;
- Laisser solidifier sur une surface froide.

### **Bouillon au tryptophane**

Le bouillon au tryptophane permet la culture des germes ne présentant pas d'exigences particulières. Ce milieu est surtout employé dans le contrôle des eaux pour l'identification D'*Escherichia coli* par la production d'indole.

#### ✓ **Composition :**

Pour 1 litre de milieu :



**UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**

- Tryptone.....10,0 g
- Chlorure de sodium.....5,0 g

✓ **Principe :**

En aérobiose, Escherichia coli dégrade le tryptophane en indole par l'intermédiaire d'une tryptophanase. L'indole produit est révélé par le réactif de Kovacs.

✓ **Préparation :**

- Mettre en solution 15,0 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée
- Agiter lentement jusqu'à dissolution complète.
- Répartir 5 ml dans chaque tube à essai ;
- Boucher les tubes avec du coton ;
- Passer à l'autoclave pendant 15 min à 121 °C.
- Stocker au réfrigérateur à 4°C une semaine au maximum.

 **Gélose Slanetz et Bartley**

La gélose de Slanetz et Bartley 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.

✓ **Composition :**

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptose .....20,0 g
- Extrait autolytique de levure.....5,0 g
- Glucose.....2,0 g
- Phosphate dissodique.....4,0 g
- Azide de sodium .....0,4 g
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium .....0,1 g
- Agar agar bactériologique.....12,0g

✓ **Principe :**

- 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.

✓ **Préparation :**

- Mettre en suspension 43,5 g de milieu de base déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;



**UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**



- Refroidir et maintenir le milieu à 47°C ;
- Homogénéiser parfaitement ;
- Couler en boîtes de Pétri stériles ;
- Laisser solidifier sur une surface froide.

**🚩 Gélose à la bile, à l'esculine et à l'azoture de sodium (BEA)**

La gélose à la bile, à l'esculine et à l'azide de sodium (BEA) est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement et dénombrement des entérocoques intestinaux dans les produits alimentaires et les produits pharmaceutiques. Elle est également utilisée pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux.

✓ **Composition :**

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....17,00 g
- Peptone pepsique de viande .....3,00 g
- Extrait autolytique de levure.....5,00 g
- Bile de boeuf bactériologique .....10,00 g
- Chlorure de sodium.....5,00 g
- Esculine .....1,00 g
- Citrate ferrique ammoniacal .....0,50g
- Azide de sodium .....0,15g
- Agar agar bactériologique.....15,00g

✓ **Principe :**

- L'azide de sodium provoque l'inhibition des bactéries contaminantes à Gram négatif.
- La bile de boeuf empêche la croissance des bactéries à Gram positif.
- Les entérocoques hydrolysent l'esculine en glucose et en esculétine. Ce dernier composé forme un complexe noir en présence des ions ferriques apportés par le citrate de fer.

✓ **Préparation :**

- Mettre en suspension 57,00 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Répartir en tubes ou en flacons ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ;
- Refroidir pendant le minimum de temps nécessaire à sa reliquéfaction et maintenir à 47°C ;
- Couler en boîtes de Petri stériles ;
- Laisser solidifier sur une surface froide.



### **Gélose Plate Count Agar (PCA)**

La gélose glucosée à l'extrait de levure, appelée "Plate Count Agar" ou PCA, est utilisée pour le dénombrement des bactéries aérobies mésophiles

✓ **Composition:**

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....	5,0 g
- Extrait autolytique de levure.....	2, g
- Glucose.....	1,0 g
- Agar agar bactériologique.....	9,0g

✓ **Principe :**

Les substances nutritives apportées par la Tryptone, les facteurs vitaminiques de l'extrait de levure et le glucose (source énergétique) favorisent la croissance de la plupart des bactéries à dénombrer.

✓ **Préparation :**

- Mettre en suspension 17,5 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée ;
- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ;
- Refroidir et maintenir à 44-47°C.

### **Gélose Sulfite de Sodium –Polymixine (SPS)**

La gélose Sulfite de Sodium –Polymixine ( SPS) est destinée à l'isolement et à la numération des anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) et principalement de Clostridium perfringens

✓ **Composition :**

Pour 1 litre de milieu :

Tryptone.....	15g
Extrait de levure.....	10g
Citrate de fer .....	0.5g
Sulfite de sodium.....	0.5 g
Sulfadiazine.....	0.12g
Sulfate de polymyxine B.....	0.01g
Agar.....	14g

**Principe :**






**UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH**  
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES**



Le citrate de fer et le sulfite de sodium permettent la mise en évidence des colonies productrices d'hydrogène sulfuré. Les anaérobies sulfito-réducteurs se développeront en colonies entourées d'auréoles noires, dues à la réduction du sulfite provoquant un précipité de sulfure de fer.

**Préparation :**

- Verser 40,1 grammes de poudre dans un litre d'eau distillée ;
- Porter à ébullition lentement, en agitant jusqu'à complète dissolution ;
- Autoclaver 15 minutes à 121°C ;
- Liquéfier le milieu dans un bain-marie bouillonnant puis refroidir vers 47°C.

 **Gélose au cétrimide**

La gélose au cétrimide est un milieu sélectif destiné aux isolement et dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa*

✓ **Composition :**

Pour 1 litre de milieu de base :

- Peptone pancréatique de gélatine .....20,0g
- Cétrimide .....0,3 g
- Chlorure de magnésium .....1,4 g
- Sulfate de potassium .....10,0 g
- Agar agar bactériologique.....15,0g

✓ **Principe :**

- Le cétrimide (bromure de cétyl-triméthyl-ammonium), composé ammonium quaternaire, agit comme inhibiteur d'une grande variété de germes, y compris les espèces de *Pseudomonas* autres que *Pseudomonas aeruginosa*.
- La production de pyocyanine (pigment bleu, non fluorescent, soluble dans l'eau et le chloroforme) est stimulée en présence de chlorure de magnésium et de sulfate de potassium.
- Le milieu favorise également la production de pigments fluorescents (pyoverdines) par certaines souches de *Pseudomonas aeruginosa*.
- La plupart des *Pseudomonas aeruginosa* sont identifiables à leur odeur d'acétophénone.

✓ **Préparation :**

- Mettre en suspension 46,7 g de milieu de base déshydraté (BK049) dans 1 litre d'eau distillée ;
- Ajouter 10 mL de glycérol ;



UNIVERSITE SIDI MOAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



- Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution ;
- Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes ;
- Refroidir et maintenir le milieu à 47°C ;
- Couler en boîtes de Petri stériles ;
- Laisser solidifier sur une surface froide.