



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

«BioProcédés, Hygiène & Sécurité Alimentaire»

## Qualité bactériologique des eaux de puits en milieu urbain (ville de Kénitra)

---

Présenté par

Mlle. Hakima REBBANI

---

Soutenu le

15 juin 2015

---

Devant le jury composé de

Pr. Sâad RACHIQ  
Pr. Karima MIKOU  
Mme. Malika OUAHID

Encadrant : FST - Fès  
Examinatrice : FST - Fès  
Encadrante : LRDEHM-  
Kénitra.

---

*Année universitaire*

2014/2015

## Remerciements

Je remercie tous les **enseignants de la FST**, particulièrement, ceux du département des sciences de la vie, pour leur bonne direction qui reflète les qualités d'un responsable compétant et méritant.

Je remercie **Mme. Malika OUAHID** la responsable du laboratoire régional de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu-KENITRA de m'avoir accordé la possibilité d'accéder à cet établissement pour la réalisation de ce modeste projet de fin d'étude.

Je remercie aussi mon professeur et rapporteur **Mr. Sâad RACHIQ** qui a bien voulu accepter d'encadrer ce travail, pour son aide et aussi pour ses conseils.

Je remercie aussi **Mr. Moustapha ZANDA**, et **Mmes. Ilham HADINE** et **Najwa ALAOUI** pour le temps qu'ils ont bien voulu me consacrer afin d'apporter des réponses à toutes mes questions et dont le savoir pratique m'a permis d'approfondir et d'enrichir mes connaissances du fonctionnement du **LRDEHM**.

Je tiens à présenter mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont prêtées main forte durant toute la période du stage.

## Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :

Mes chers parents pour leur soutien, affection et amour, leur confiance et patience et aussi pour leurs grands sacrifices. Je dédie ce travail aussi à toute ma famille pour laquelle j'exprime mon amour et mon respect le plus dévoué.

Tous mes amis et collègues et particulièrement les plus intimes en témoignage des moments inoubliables, des sentiments purs, et des liens solides qui nous unissent.

Toutes les personnes qui me connaissent et qui m'ont aidées pour la réalisation de ce travail.



## Abréviations

**LRDEHM** : Laboratoire régional de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu

**FMAT** : Flore mésophile aérobie totale

**CT** : Coliformes totaux

**EC** : *Escherichia coli*

**EI** : Entérocoques intestinaux

**SASR** : Spores d'anaérobies sulfito-réducteurs

**NM** : Norme marocaine

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**LMD** : Lutte contre les maladies diarrhéiques

**ISO** : Organisation internationale de standardisation

**CEAEQ** : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

**APHA**: American public health association

**AWWA**: American water works association

**WEF**: World economic forum

**UFC**: Unité formant colonies

**TSA** : Gélose tryptonée au soja

**TTC** : Chlorure de triphényltétrazolium

**TSC** : Tryptone-sulfite-cyclosérine

**BEA** : Bile-esculine-azoture

**VMA** : Valeur maximale admissible

## Résumé

Le présent travail a porté sur l'analyse bactériologique de 10 échantillons d'eau de puits non traités. Ces derniers sont situés en zone urbaine (ville de Kénitra).

Le degré de contamination varie selon les puits.

Selon la norme marocaine (NM 03.7.001/2006), 8 échantillons (80%) se sont révélés non conformes de point de vue bactériologique.

Les coliformes totaux ont été retrouvés dans 5 échantillons (puits), à des densités allant de 6 à  $10^2$  UFC/100ml d'eau.

*Escherichia coli* a été détectée seulement dans 2 échantillons à des densités variant entre 5 et 6 UFC/100ml.

Les entérocoques intestinaux ont été retrouvés également dans 2 échantillons à des densités fluctuant entre 8 et 10 UFC/100ml.

Par contre, les spores d'anaérobies sulfite-réducteurs n'ont été retrouvées que dans un seul échantillon (puits).

## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCTION .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>PRESENTATION DU LIEU DE STAGE.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>PARTIE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1. LES EAUX SOUTERRAINES .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1.1. Les puits .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1.2. Le forage .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. INDICATEURS DE CONTAMINATION BIOLOGIQUE .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>2.1. Les bactéries revivifiables à +22°C et +37°C.....</b>                                | <b>5</b>  |
| <b>2.2. Les coliformes .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2.3. Les entérocoques intestinaux.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2.4. Les spores des anaérobies sulfito-réducteurs .....</b>                               | <b>7</b>  |
| <b>2.5. Les salmonelles .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>3. CRITERES DE POTABILITE DE L'EAU .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>4. NORME MAROCAINE DE LA QUALITE DE L'EAU .....</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>PARTIE 2 : MATERIELS ET METHODES .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>1. ECHANTILLONNAGE .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>2. RECEPTION .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>3. ANALYSE DES ECHANTILLONS .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>3.1 Préparation des dilutions.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>3.2 Dénombrement des bactéries.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>3.2.1. Dénombrement des bactéries revivifiables à 22 et 37°C .....</b>                    | <b>11</b> |
| <b>3.2.2. Dénombrement des coliformes totaux et E. coli.....</b>                             | <b>12</b> |
| <b>3.2.3. Dénombrement des entérocoques intestinaux par la méthode de filtration.....</b>    | <b>13</b> |
| <b>3.2.4. Dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices à 37°C ...</b> | <b>13</b> |
| <b>4. ASSURANCE QUALITE.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>1. RESULTATS .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2. DISCUSSION .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>CONCLUSION.....</b>   | <b>26</b> |

## Introduction

Les eaux souterraines sont des eaux qui se trouvent sous la surface de la terre, notamment les cours d'eau souterrains, l'eau qui remplit les interstices des couches rocheuses et l'eau des nappes phréatiques. En général, elle est naturellement salubre et propre à la consommation, puisque le sol sus-jacent agit comme un filtre (Adingni, 2011).

Cependant, la contamination pourrait avoir lieu avec des eaux usées urbaines ou industrielles ou des eaux de surfaces qui favorisent la diffusion des microorganismes pathogènes et, donc, la transmission des épidémies.

Dans les pays en voie de développement, cette situation est très préoccupante à tel point qu'en 1978, l'OMS a lancé un programme prioritaire de lutte contre les maladies diarrhéiques (LMD) qui avait comme objectif de réduire la mortalité et la morbidité dues aux maladies diarrhéiques, surtout chez les nourrissons et les jeunes enfants. Selon cette même source (OMS), un enfant sur deux meurt de diarrhée avant l'âge de 5 ans et ces enfants pourraient passer jusqu'à 15 à 20 % des deux premières années de leur existence à souffrir de diarrhée (C.M.Bourgeois, 1996).

La plus grave des maladies diarrhéiques qui continue de s'étendre dans certaines régions, particulièrement en Afrique occidentale, c'est la Choléra (C.M.Bourgeois, 1996)

Par contre, dans tous les pays comme en France où les mesures d'hygiène se sont développées, les grandes épidémies historiques (choléra, dysenterie bacillaire, fièvres typhoïdes et paratyphoïdes) ont disparues (C.M.Bourgeois, 1996).

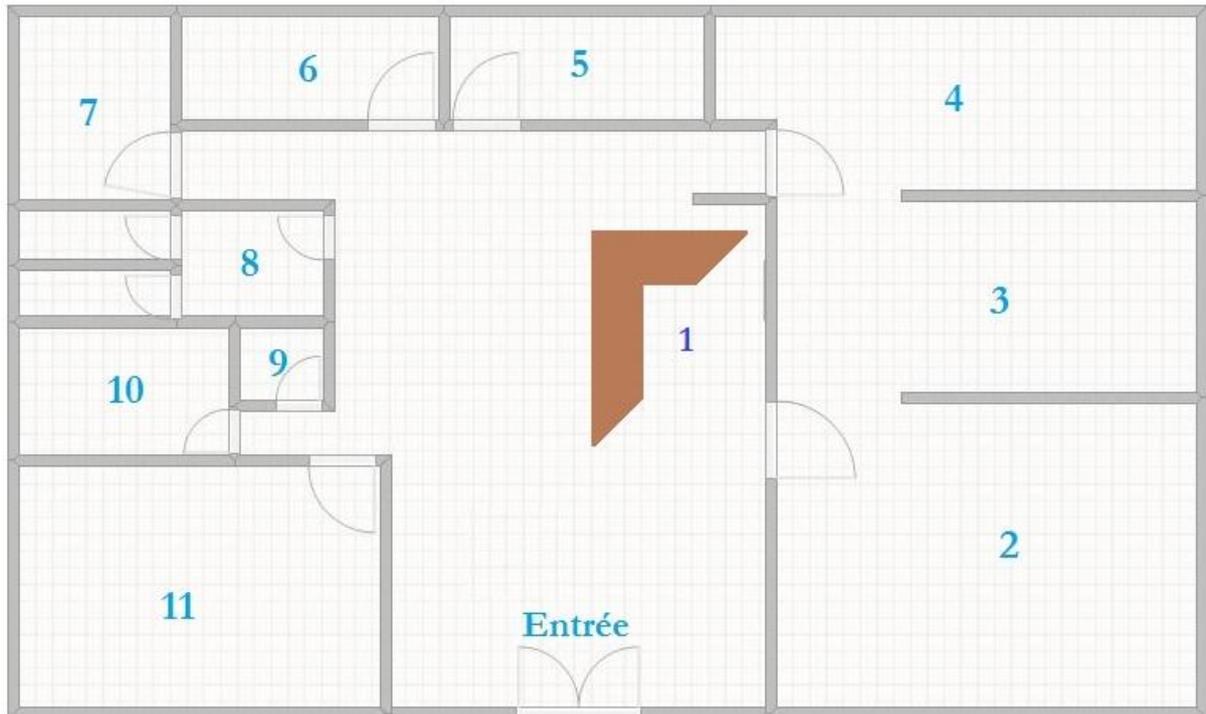
Les phénomènes microbiologiques qui intéressent l'eau d'alimentation concernent donc, en premier lieu, l'existence éventuelle de microorganismes pathogènes habituellement d'origine fécale et leurs effets sur la santé publique, ainsi que l'existence corollaire de microorganismes indicateurs de contamination fécale qui sous-entendent la présence de pathogènes dans le milieu et l'existence de microorganismes d'altération de l'eau qui par leur développement massif ou leurs activités sur les matériaux des conduites peuvent produire des nuisances : goûts, odeurs,.....(C.M.Bourgeois, 1996).

Le présent travail a pour objectif d'apprendre les techniques de l'évaluation de la qualité bactériologique des échantillons d'eau souterraine et les appliquer sur 10 puits non traités prélevés dans la ville de Kenitra.

## Présentation du lieu de stage

Le présent travail a été effectué au Laboratoire Régional de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu de Kénitra (LRDEHM), qui est un établissement public relevant du Ministère de la santé. Il est lié sur le plan administratif à la direction régionale de la santé Gharb Chrarda Bni Hssen.

- **organisation du laboratoire**



**Figure 1 : Plan de LRDEHM-KENITRA**

Le laboratoire est constitué des unités suivantes :

1. Réception ;
2. Unité de microbiologie des eaux ;
3. Salle d'incubation et de lecture ;
4. Unité de microbiologie des aliments ;
5. Salle de préparation des milieux de culture ;
6. Laverie ;
7. Unité de physico-chimie des eaux ;
8. Sanitaire ;
9. Réserve et ;
10. 11. Bureaux.

## • Missions

Les missions du laboratoire ont été définies par la circulaire ministérielle N°000128 du 17-10-2011 et consistent en :

- ✓ L'analyse microbiologique des eaux : Eau d'alimentation humaine, eau de baignade, eau de piscine, eaux usées, ... ainsi que des denrées alimentaires ;
- ✓ L'analyse physico-chimique des eaux pour l'ensemble des délégations de la région ;
- ✓ Contribution aux investigations épidémiologiques mises en œuvre par les services compétents des délégations relevant de la direction régionale de la santé ;
- ✓ Contribution au diagnostic et à la prévention des maladies à transport hydrique et alimentaire ;
- ✓ En outre, le laboratoire assure, selon la demande et la disponibilité, des stages de formation de courte durée au profit des étudiants ;

# Partie 1 : Revue bibliographique

## 1. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont naturellement propres à l'utilisation humaine mais elles peuvent être parfois contaminées par une installation inappropriée du cuvelage ou du tubage de puits après une rupture du cuvelage ou à la suite d'une entrée d'eau de surface contaminée dans les puits. Ces ressources peuvent également être sujettes à la contamination dans les cas où les puits sont forés dans un substrat rocheux fissuré sans une couche suffisante de sol de protection et avec moins que la longueur de cuvelage ou de tubage minimale recommandée. Le pompage ou l'utilisation des eaux souterraines à des fins de consommation se fait à l'aide des puits ou forages (Adingni, 2011).

### 1.1. Les puits

Les puits sont des ouvrages creux verticaux et cylindriques de captage des eaux souterraines. Leur diamètre est généralement compris entre 1 et 1,20m pour les puits traditionnels et 1,40 à 1,80m pour les puits modernes (da Silveira, 2010). Ils sont réalisés avec un matériel beaucoup moins important et coûteux que celui nécessaire pour la réalisation de forage (PADEAR, 1997).

On distingue deux grands types de puits :

- Les puits traditionnels ne pénétrant que très superficiellement dans la nappe et sur une faible hauteur.
- Les puits modernes dont les parois sont tenus par des buses armés en béton avec une hauteur de pénétration dans la nappe beaucoup plus importante.

### Les puits traditionnels

De manière générale les puits traditionnels sont construits par les puisatiers ou la communauté elle-même. Ces ouvrages ne respectent en rien les normes standards de construction de puits. Ils sont faits pour la plupart sans cuvelage et ancrage de surface avec ou sans margelle mais souvent en terre de barre. Ces ouvrages sont sujets à des infiltrations d'eaux de ruissellement polluant ainsi l'eau destinée à la consommation.

## Les puits modernes

Ce sont des ouvrages de grands diamètres et construits en béton armé. Il comprend de haut en bas selon les normes :

- l'équipement de surface formé par la dalle anti-bourbier et la margelle,
- le cuvelage, constitué par des buses pleines en béton ou métalliques, descendu jusqu'au niveau d'eau et maintenu par les ancrages,
- le captage constitué par des buses crépines pénétrant sur une profondeur suffisante l'aquifère pour faire face :
  - o Aux fluctuations saisonnières du niveau de la nappe
  - o Au rabattement dû au puisage
- le captage est terminé par une dalle de fond et un matelas de gravier. Ces puits offrent l'avantage d'être plus durables, mais néanmoins reste plus chers et nécessitent un matériel plus important.

### 1.2. Le forage

Le forage est un petit trou de diamètre allant de 10 à 30 cm en général, percé par une foreuse et pouvant atteindre une profondeur très importante de l'ordre de 300 mètres. La réalisation d'un forage nécessite un coût financier relativement faible associé à une grande rapidité d'exécution (da Silveira, 2010). Les débits prélevés sont en général de un mètre cube par heure. Le matériel de mise en œuvre est relativement coûteux et réclame une technicité très délicate pour son entretien. On distingue généralement deux types de forages munis de pompe:

- les forages munis de pompe à motricité humaine et ;
- les forages munis de pompes motorisées.

## 2. Indicateurs de contamination biologique

### 2.1. Les bactéries revivifiables à +22°C et +37°C

Toute bactérie aérobie, levure et moisissures, capable de former des colonies dans le milieu spécifié (NM ISO 6222/2007).

## 2.2. Les coliformes

**Bactéries lactose-positives :** bactéries pouvant former des colonies en aérobiose à  $(36\pm 2)$  °C sur un milieu de culture lactose sélectif et différentiel avec production d'acide dans les  $(21\pm 3)$ h.

**Bactéries coliformes :** bactéries lactose positives et qui sont oxydase-négatives.

***Escherichia coli* :** bactéries coliformes et qui produisent également de l'indole à partir du Tryptophane dans les 21 ( $\pm 3$ ) h à 44 ( $\pm 0,5$ ) °C (NM ISO 9308-1/2007).

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (Archibald, 2000; CEAEQ, 2000; Edberg *et al.*, 2000; Santé Canada, 1991). Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (CEAEQ, 2000). La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg *et al.* 2000; OMS, 2000), à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes qui peuvent causer de graves maladies chez les patients débilisés. Ainsi, *Klebsiella pneumoniae* peut causer des infections des voies respiratoires et génito-urinaires ainsi qu'une septicémie, particulièrement en milieu hospitalier (Geldreich, 1999). Cependant, les souches présentes dans l'eau n'ont pas le même pouvoir pathogène que celles retrouvées en milieu hospitalier (Archibald, 2000). Par ailleurs, *Enterobacter aerogenes* peut engendrer des problèmes respiratoires chez des personnes hospitalisées ou ayant une immunodéficience (Bartlett, 1998).

## 2.3. Les entérocoques intestinaux

Les entérocoques sont des bactéries gram positif qui se présentent sous forme de coques en courtes chaînes. 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 (CEAEQ, 2000; Facklam *et al.* 1999; Hancock et Gilmore, 2000); ces caractéristiques sont utilisées pour leur identification. Les entérocoques peuvent

être détectés en milieu liquide ou sur gélose; cette dernière est considérée comme étant la mieux adaptée à l'eau potable (Clausen *et al.* 1977; APHA-AWWA-WEF, 1998).

La détection d'entérocoques dans une nappe d'eau souterraine doit soupçonner sérieusement une contamination d'origine fécale et la présence de micro-organismes entéropathogènes Simmons *et al.* (2001) font ainsi état d'une certaine corrélation entre la présence d'entérocoques et celle de coliformes fécaux dans une eau de consommation non traitée. De manière plus probante, Charrière *et al.* (1994) ont clairement démontré que la détection d'entérocoques était fortement associée à la présence d'*E coli* dans des réseaux de distribution approvisionnés par des eaux souterraines. Quant à Zmirou *et al.* (1987), ils ont mis en évidence un risque accru de développer une gastro-entérite avec un nombre relativement restreint de streptocoques fécaux (3 à 10 bactéries/100 ml).

Edberg *et al.*, (1997) suggèrent d'ailleurs de ne pas consommer une eau souterraine dans laquelle des entérocoques ont été identifiés. Bien que les entérocoques fassent partie de la flore normale de l'intestin humain, certaines espèces sont impliquées dans diverses infections nosocomiales où le genre *Enterococcus* est reconnu comme la troisième plus importante cause de ce type d'infection (Facklam *et al.* 1999; Hancock et Gilmore, 2000). Il n'est cependant pas démontré que les souches présentes en milieu hospitalier se retrouvent dans l'environnement, particulièrement dans l'eau. Ces données recueillies en milieu hospitalier servent plutôt à démontrer que les personnes les plus à risque d'être infectées par un entérocoque résistant à la vancomycine sont habituellement celles ayant un état de santé débilité ou qui subissent des traitements médicaux (Madani *et al.* 1999).

#### **2.4. Les spores des anaérobies sulfito-réducteurs**

Des bactéries anaérobies strictes gram positif et sporulées réduisent les sulfites en sulfures d'hydrogène. Les spores résistent au stress environnemental en particulier aux radiations solaires. Parmi les spores anaérobies sulfito-réductrices, celles de *Clostridium perfringens*, espèce le plus souvent associée aux fèces d'animaux à sang chaud ainsi, que les spores de *Clostridium tetani*, le commensal du tube digestif de certains animaux, fèces, sols (spores), des eaux usées et des boues. Cette espèce cause la maladie de Tétanos qui peut être transmise par les plaies, les traumatismes opératoires (formes végétatives ou spores par effraction) (Delarras et al.2010).

## 2.5. Les salmonelles

*Salmonella*, genre très important des Enterobactériaceae, ce sont des bacilles Gram négatif généralement mobiles mais parfois immobiles (ex : *S pullorum* ; *S gallinarum*).

Parmi les salmonelles majeures on distingue : typhoïdes et paratyphoïdes (Liozon ,2010).

La fièvre typhoïde et paratyphoïde, sont deux maladies très fréquentes en zone tropicale :

Quatre agents responsables :

-*Salmonella typhi* ou bacille d'Eberthi ;

-*Salmonella paratyphiA* (Afrique), *B* (Europe), *C* (extrême orient) ;

Il s'agit de pathologies strictement humaines.

La dissémination des germes se fait par les matières fécales des sujets malades ou porteurs sains. Elles ont deux modes de transmission :

Transmission directe : par contact avec du linge souillé ou l'absorption d'aliments manipulés par des porteurs de *salmonella*.

Transmission indirecte : Par ingestion d'eau polluée, de coquillages, de fruits de mer, de la viande ou de laitages contaminés.

On peut prévenir de ces maladies par : consommation d'eau potable, pasteurisation du lait, mise en place de dispositifs d'évacuation des eaux usées, en plus il faut éviter la consommation de fruits et légumes crus.

(Liozon ,2010)

## 3. Critères de potabilité de l'eau

L'eau d'alimentation humaine ne doit contenir en quantités dangereuses ni micro-organismes, ni substances chimiques nocifs pour la santé; en outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. Les eaux d'alimentation humaine doivent satisfaire aux exigences de la qualité de l'eau de consommation humaine.

#### 4. Norme marocaine de la qualité de l'eau

Cette norme est applicable:

- A toutes les- eaux qui, soit en l'état «naturel », soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs; y compris les eaux de source.

- A toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation des produits ou de substances, destinées à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale y compris la glace alimentaire d'origine hydrique.

## **Partie 2 : Matériel et méthodes**

### **1. Echantillonnage**

Les prélèvements sont effectués, dans des flacons stériles, par les techniciens d'hygiène selon la norme 19458. Le transport des échantillons se fait dans des caisses isothermes (température entre 2 et 8°C). L'origine des échantillons reste confidentielle.

### **2. Réception**

A l'arrivée des échantillons au laboratoire, on vérifie la conformité du prélèvement aux critères d'acceptabilité établi par celui-ci (la température doit être inférieure à 8 °C, délai d'acheminement inférieur à 24h, volume suffisant, le bulletin de demande d'analyse contenant tous les renseignements requis,...).

### **3. Analyse des échantillons**

#### **3.1. Préparation des dilutions**

- Pour les échantillons d'eau de consommation traitée, il n'est pas nécessaire d'effectuer des dilutions.
- En ce qui nous concerne, il s'agit des eaux de consommation non traitées, nous avons procédé alors à une série de dilutions au 10ème comme suite : 10 ml de l'échantillon sont prélevés aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile et introduits dans un flacon contenant 90 ml d'eau distillée stérile. L'opération est répétée plusieurs fois après agitation vigoureuse.

### 3.2. Dénombrement des bactéries

Tableau 1 : les différents indicateurs de contamination de l'eau et leurs méthodes de recherche.

| Paramètre                                  | Méthode                  | Norme marocaine   |
|--|--------------------------|---|
| Bactéries revivifiables à 22°C et à 37°C   | Incorporation sur gélose | NM ISO 6222/2007, indice de classement NM 03.7.005, qualité de l'eau-recherche et dénombrement des micro-organismes dans les eaux d'alimentation humaine : comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture gélosé |
| Bactéries coliformes et <i>E.coli</i>      | Filtration sur membrane  | NM ISO 9308-1/2007 ; indice de classement NM 03.7.003 : qualité de l'eau-recherche et dénombrement des <i>Escherichia coli</i> et des bactéries coliformes ; Partie 1 : Méthode par filtration sur membrane                         |
| Les entérocoques intestinaux               | Filtration sur membrane  | NM ISO 7899-2/2007 ; indice de classement NM 07.3.006, qualité de l'eau-recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux d'alimentation humaine : Méthode par filtration sur membrane                           |
| Les spores d'anaérobies sulfite réducteurs | Filtration sur membrane  | MN ISO 6461-2/2007 : qualité de l'eau-recherche et dénombrement des spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs ( <i>clostridia</i> ) partie 2 : Méthode par filtration sur membrane                                    |

#### 3.2.1. Dénombrement des bactéries revivifiables à 22 et 37°C

Dans un premier temps, la surface de travail est désinfectée pour travailler dans des conditions aseptiques. Les boîtes de pétri sont identifiées (numéro de l'échantillon, dilution et température d'incubation). Deuxièmement, on a agité vigoureusement les flacons d'un mouvement vertical afin de bien homogénéiser les échantillons. On a placé un volume de la prise d'essai (ou de dilutions) n'excédant pas 2 ml, 1 ml, 0,1 ml, 0,5 ml dans la boîte de pétri

puis on a ajouté 15 à 20 ml de la gélose à l'extrait de levure fondue (45° à 47°C) et on a mélangé avec précaution par rotation lente dans les deux sens, pour ne pas éclabousser la gélose du couvercle de la boîte de pétri. On a laissé le milieu se solidifier sur une surface plane et on aensemencé au moins une boîte par température d'incubation.

On a retourné les boîtes et on a incubé un jeu à (36±2) °C pendant (44±4) heures, l'autre jeu est incubé à (22±2) °C pendant (68±4) heures. On a examiné les boîtes aussitôt qu'elles sont retirées des étuves et si une boîte présente une croissance confluyente, on la rejette.

Et troisièmement, on a effectué les dénombrements à l'aide d'un compteur de colonies, et on a retenu seulement les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies.

Les résultats sont exprimés en UFC/ml (Unité formatrice d'une colonie).

### 3.2.2. Dénombrement des coliformes totaux et *E. coli* :

Le dénombrement se fait par la technique de la **filtration sur membrane**, qui consiste à recueillir, identifier et dénombrer à la surface d'une membrane filtrante stérile de porosité 0,45 µm, les bactéries recherchées dans un échantillon.

100 ml de chaque dilution sont filtrés sur une membrane filtrante stérile, à l'aide d'un système de filtration sous vide préalablement stérilisé. Les filtres sont ensuite récupérés et posés dans une boîte de Pétri contenant de la gélose lactosée au TTC et au tergitol tout en évitant la formation de bulles d'air qui sont signalées par des taches blanches. Les boîtes de Pétri sont incubées, en position inversée, à 37°C pendant 24h. Pour le dénombrement des **coliformes thermo-tolérants**, l'incubation est faite à 44°C pendant 24h.

Au terme des incubations, sont considérées des bactéries lactose-positives, toutes colonies typiques, quelle que soit leur taille, si le milieu sous la membrane présente une coloration jaune.

Pour les essais de l'oxydase et de l'indole, on a repiqué les colonies typiques sur une gélose non sélective (gélose tryptonée au soja (TSA)) pour le test d'oxydase et dans un bouillon au tryptophane pour l'indole. En troisième lieu, on a incubé la gélose non sélective à 37°C pendant 24h et on a effectué l'essai à l'oxydase et aussi le tube contenant le bouillon au tryptophane à 44°C pendant 24h. Pour mettre en évidence la production d'indole on ajoute 0,2 ml à 0,3 ml de réactif de kovacs. L'apparition d'une coloration rouge à la surface du bouillon confirme la production d'indole.

On a considéré toutes les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase comme étant des bactéries coliformes et toutes les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase, mais positive à l'indole, comme étant des *E. Coli*.

Les résultats sont exprimés en UFC /100 ml (unité formant colonies par 100 ml d'échantillon).

### **3.2.3. Dénombrement des entérocoques intestinaux par la méthode de filtration**

Pour les entérocoques intestinaux, le même protocole expérimentale a été adopté que celui pour les coliformes.

Les entérocoques sont dénombrés sur la gélose de Slanetz et Bartley. Les boîtes ensemencées sont incubées à  $36\pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant  $44\text{h} \pm 4$ .

Après incubation, on a considéré comme entérocoques intestinaux typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble des colonies. S'il y a des colonies typiques, on transfère la membrane, au moyen d'une pince stérile, sans retournement, sur une boîte de gélose BEA (bile-esculine-azoture) préchauffée à  $44^{\circ}\text{C}$ ) puis on incube à  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 2h.

On considère toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noire dans le milieu environnant comme donnant une réaction positive, et on les compte comme entérocoques intestinaux.

Les résultats sont exprimés en unité formant colonies par 100 ml d'échantillon.

### **3.2.4. Dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices à**

**37°C**

Les échantillons destinés à la recherche de ces spores sont chauffés dans un bain d'eau à  $75^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ). Pendant 15 min à partir du moment où cette température est atteinte. Un flacon similaire contenant le même volume d'eau que celui de l'échantillon pour essai doit être utilisé parallèlement comme témoin afin de vérifier le temps de chauffage nécessaire. Après on a agité vigoureusement l'échantillon d'un mouvement vertical. On a versé 100 ml de l'échantillon d'eau préalablement chauffée. On a déposé la membrane filtrante aseptiquement dans la boîte et on a versé une première couche de la gélose TSC puis on a fixé la membrane avec une pince stérile. On a coulé une deuxième couche de gélose TSC de façon à apporter l'épaisseur totale de la gélose à 5 mm environ, on a laissé le milieu solidifier et on a incubé

dans une jarre pour anaérobiose avec un sachet générateur d'anaérobiose à la température 37°C pendant 24h à 48h. Finalement, on a compté toutes les colonies noires. Les résultats sont exprimés en UFC/ 100ml. Les colonies suspectes sont noires (dû à la réduction des sulfites).

#### 4. Assurance qualité

Les blancs d'entonnoirs effectués au moment de l'analyse doivent démontrer l'absence de colonies de coliformes ou de tout autre microorganisme ;

La température des incubateurs doit être maintenue, successivement, à  $36^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  et  $44^{\circ}\text{C}\pm 0,50^{\circ}\text{C}$  ;

Toutes les exigences précisées dans le manuel du contrôle de la qualité en microbiologie doivent être respectées ;

## Partie 3 : Résultats et discussion

### 1. Résultats

Tableau 2 : Résultats d'analyse bactériologique de 10 puits différents prélevés dans la ville de Kénitra

| Code de l'échantillon | F.M.A.T à 22°C en UFC/1ml | FMAT à 37°C en UFC/1ml | C.T en UFC/100 ml | E.C en UFC/100 ml | E.I en UFC/100ml | S.A.S.R en UFC/100 ml | conformité |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------|
| P <sub>1</sub>        | 00                        | 00                     | 00                | 00                | 00               | 00                    | C          |
| P <sub>2</sub>        | 50                        | 4.10 <sup>2</sup>      | 80                | 00                | 00               | 00                    | NC         |
| P <sub>3</sub>        | 00                        | 20                     | 40                | 05                | 10               | 00                    | NC         |
| P <sub>4</sub>        | 2,5.10 <sup>3</sup>       | 2.10 <sup>3</sup>      | 00                | 00                | 00               | 00                    | NC         |
| P <sub>5</sub>        | 120                       | 40                     | 06                | 00                | 00               | 00                    | NC         |
| P <sub>6</sub>        | 50                        | 65                     | 00                | 00                | 00               | 00                    | NC         |
| P <sub>7</sub>        | 110                       | 120                    | 00                | 00                | 00               | 00                    | NC         |
| P <sub>8</sub>        | 00                        | 00                     | 00                | 00                | 00               | 00                    | C          |
| P <sub>9</sub>        | 10 <sup>3</sup>           | 3.10 <sup>2</sup>      | 10 <sup>2</sup>   | 06                | 08               | 20                    | NC         |
| P <sub>10</sub>       | 10 <sup>2</sup>           | 2.10 <sup>2</sup>      | 10                | 00                | 00               | 00                    | NC         |

F.M.A.T : Flore Mésophile Aérobie Totale

E.C : *Escherichia coli*

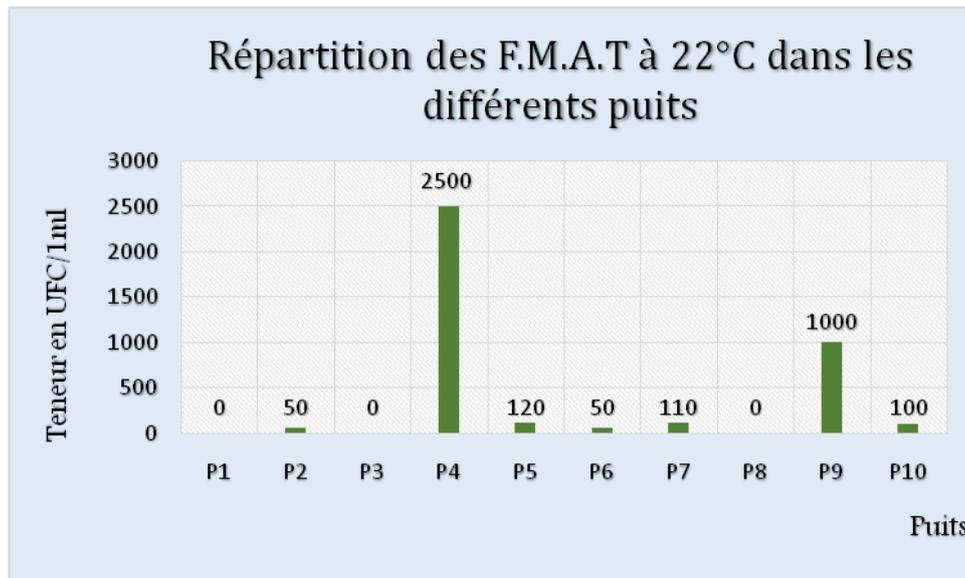
S.A.S.R : Spores d'anaérobies sulfito-réducteurs

C.T : Coliformes totaux

EI : Entérocoques intestinaux

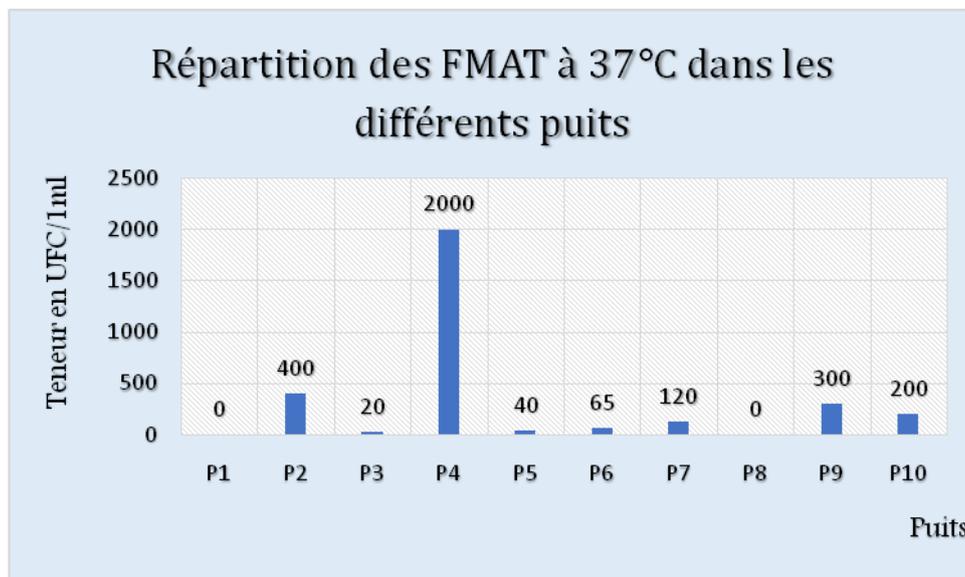
Dans notre travail, seulement 2 puits (20%) sont conformes de point de vue bactériologique selon la Norme Marocaine relative à la qualité de l'eau (NM 03.7.001/2006). Ces deux puits sont propres pour la consommation humaine, car il y a absence de sources de contamination fécale, donc absence de risques sanitaires. Il s'agit des puits P<sub>1</sub> et P<sub>8</sub>. Cependant, le reste des puits sont non conformes avec la NM 03.7.001/2006.

Pour les F.M.A.T à 22°C, la densité minimale est de 50 UFC/1 ml, elle est enregistrée au niveau des puits P<sub>6</sub> et P<sub>2</sub> alors que la densité maximale est de l'ordre de 2,5.10<sup>3</sup> UFC/1 ml au niveau du puits P<sub>4</sub> (*Graphique 1*) :



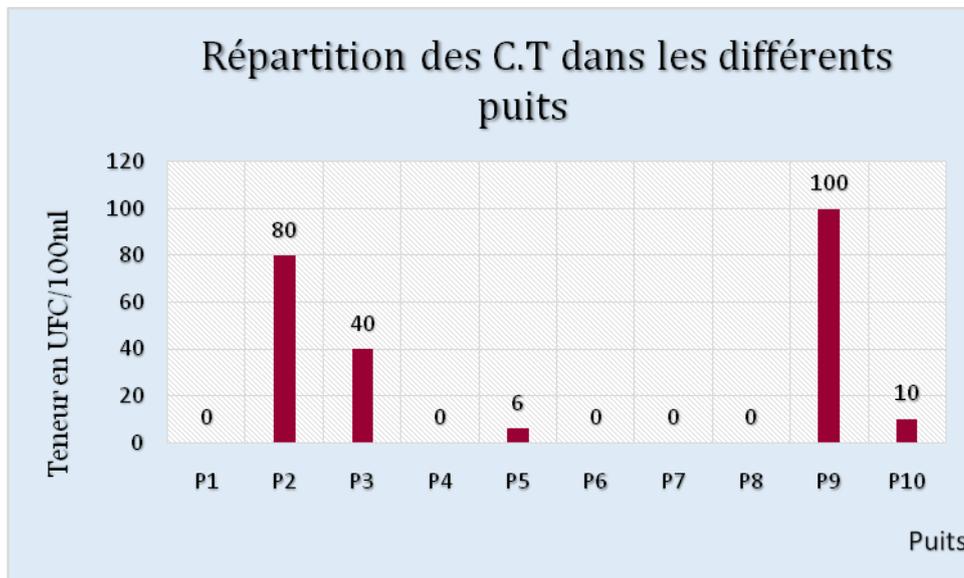
*Graphique 1 : Représentation graphique de la répartition des F.M.A.T à 22°C dans les différents puits*

Pour les F.M.A.T à 37°C, la valeur de la densité minimale 20 UFC/1 ml est enregistrée au niveau du puits P<sub>3</sub>, alors que la valeur maximale de l'ordre de  $2 \cdot 10^3$  UFC/1 ml est enregistrée au niveau du puits P<sub>4</sub> (Graphique 2) :



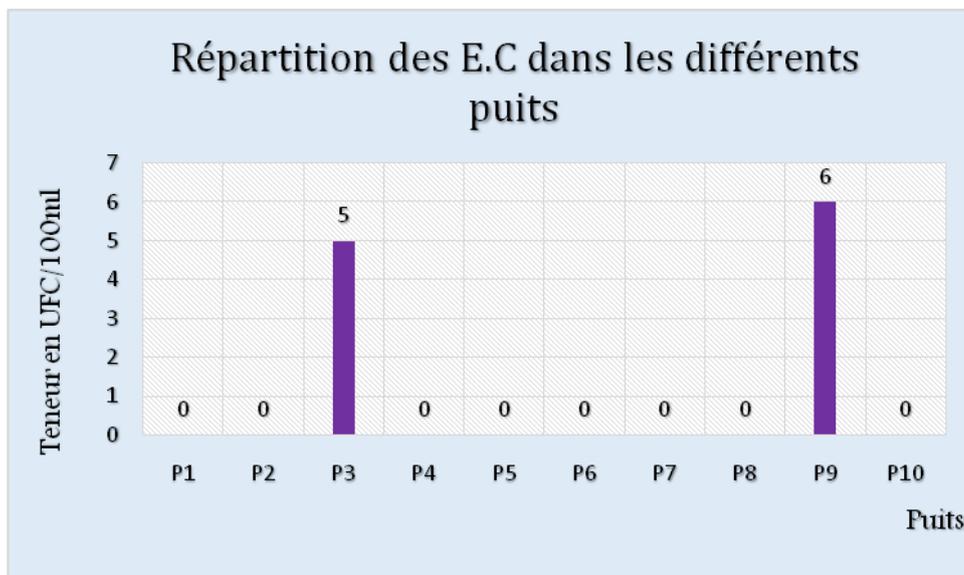
*Graphique 2 : Représentation graphique de la répartition des F.M.A.T à 37°C dans les différents puits*

En ce qui concerne les coliformes totaux, la concentration minimale de 6 UFC/100 ml est enregistrée au niveau du puits P<sub>5</sub>, la densité maximale est enregistrée au niveau du puits P<sub>9</sub> (10<sup>2</sup> UFC/100 ml) (Graphique 3) :



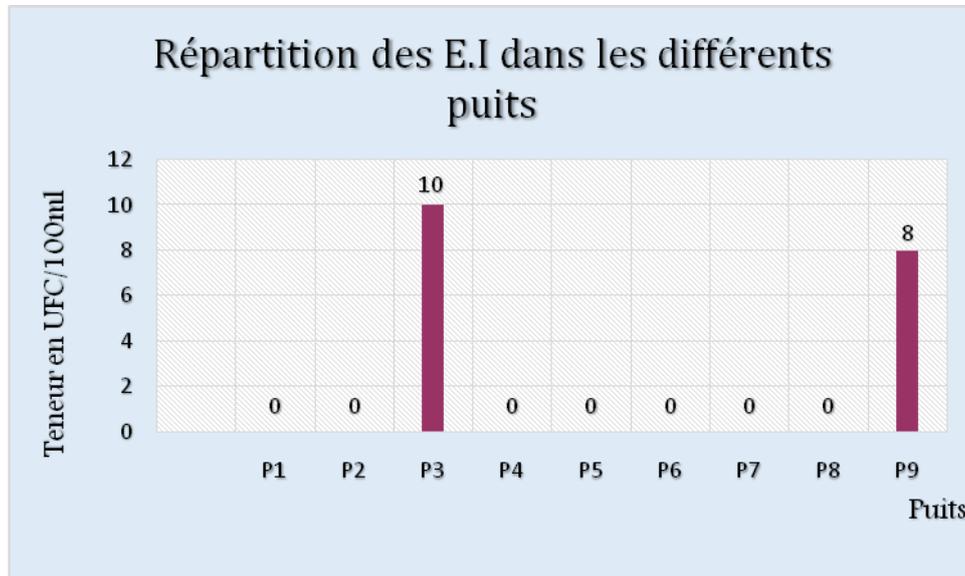
*Graphique 3 : Représentation graphique de la répartition des C.T dans les différents puits*

*E. coli* est présente seulement au niveau des puits P<sub>3</sub> et P<sub>9</sub> dont les concentrations sont respectivement de 5 UFC/100 ml et 6 UFC/100 ml (Graphique 4) :



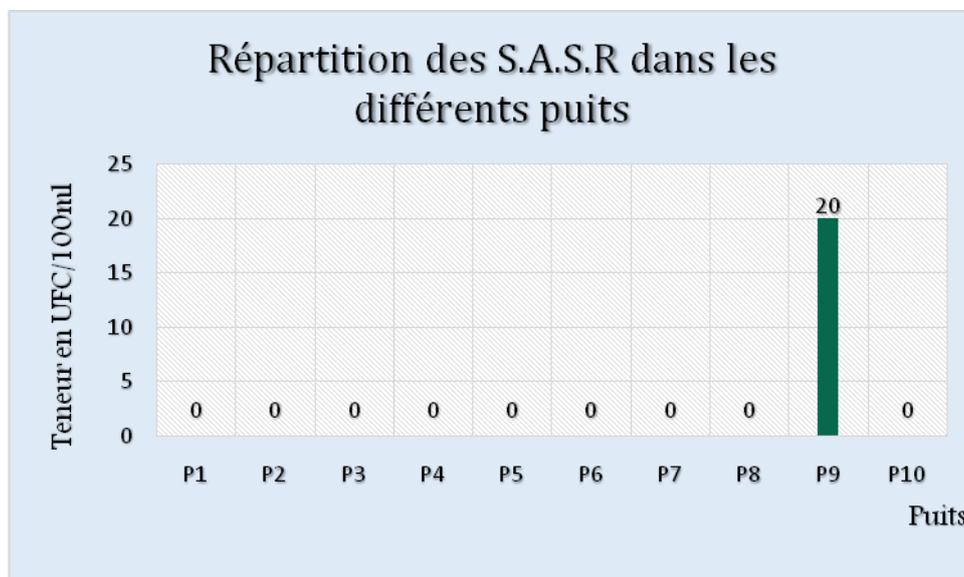
*Graphique 4 : Représentation graphique de la répartition d'E. coli dans les différents puits*

Les entérocoques intestinaux ne sont présents qu'au niveau des deux puits précédents (P<sub>3</sub> et P<sub>9</sub>) à des concentrations de 10 UFC/100 ml et de 8 UFC/100 ml respectivement (*Graphique 5*) :



*Graphique 5 : Représentation graphique de la répartition des E.I dans les différents puits*

Un seul puits (P<sub>9</sub>) héberge des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs (*Graphique 6*) :



*Graphique 6 : Représentation graphique de la répartition des S.A.S.R dans les différents puits*

## 2. Discussion

Les résultats de l'analyse bactériologique présentés dans ce travail, ont montrés que les eaux des puits P<sub>1</sub> et P<sub>8</sub>, (soit 20%), sont conformes de point de vue bactériologique. Ainsi, les

valeurs obtenues sont conformes avec la norme marocaine relative aux eaux d'alimentation humaine (NM 03.7.001/2006) dont la valeur maximale admissible pour chaque bactérie est :

- Flore Mésophile Aérobie Totale à 37°C : 20 UFC/1 ml ;
- Flore Mésophile Aérobie Totale à 22°C : 100 UFC/1 ml ;
- Coliformes totaux : 0 UFC/100 ml ;
- *Escherichia coli* : 0 UFC/100 ml ;
- Entérocoques intestinaux : 0 UFC/100 ml ;
- Spores d'anaérobies sulfito-réducteurs : 0 UFC/100 ml ;

Par contre, les autres puits P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>9</sub> et P<sub>10</sub> peuvent présenter un risque sanitaire pour le consommateur, car les valeurs de la densité de la plupart des bactéries recherchées sont supérieures à la valeur maximale admissible par la norme marocaine (NM 03.7.001/2006).

Les résultats de notre travail, peuvent être comparables, à ceux obtenus par *Benajiba et al. (2013)* lors de leur évaluation de la qualité microbienne des eaux de 15 puits de la nappe phréatique de la ville de Martil, et qui a révélé une contamination importante de la nappe phréatique sur les 270 analyses réalisées de CT, CF et SF (90 analyses pour chaque groupe de bactéries). En effet, ils ont trouvés que 100%, 96,67% et 92,23% respectivement des résultats des bactéries précédentes se sont révélés positifs. Ces résultats peuvent être expliqués par plusieurs raisons parmi lesquelles on cite la position des puits par rapport aux sources estimées de contamination fécale : les puits P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>9</sub> et P<sub>10</sub> seraient trouvés dans des zones caractérisées par une présence importante de sources de pollution urbaine (fosses septiques non normalisées et leurs débordements, lac mort pollué, eaux usées jetées à ciel ouvert, ordures ménagères, rejets de l'abattoir et quartiers résidentiels, puits moins profond).

Les puits P<sub>1</sub> et P<sub>8</sub> seraient situés dans des zones où les sources de pollution urbaine sont mineures ou bien il s'agirait de puits assez profonds ou protégés.

## Conclusion

Pour conclure, on peut déduire d'après notre analyse et nos interprétations que les 2 puits P<sub>1</sub> et P<sub>8</sub> sont exemptes de bactéries recherchées (FMAT, CT, *E. coli*, EI et SASR), et donc sont conformes, de point de vue bactériologique, aux valeurs admissibles par la norme marocaine de la qualité de l'eau. Mais cette conformité demeure suspecte, car il reste des analyses microbiologiques et physico-chimiques à faire. Au contraire des puits P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>9</sub> et P<sub>10</sub> qui sont révélés positifs, de point de vue bactériologique, qui peuvent être considérés depuis cette petite analyse non propres à la consommation humaine.

## Bibliographie

Adingni, Y. N. (2011). Problématique De L'urbanisation Et Protection Des Ressources En Eau Souterraine : Cas De La Commune d'Abomey - Calavi. Fondation 2iE.

APHA, AWWA et WEF (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association et Water Environment Federation, 20e édition, pagination multiple.

Archibald, F. (2000). The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems- a cause for concern? *Water Qual Res J. Canada*, 35:1-22.

Bartlett J.C. (1998), Bacterial pneumonia. Dans : Gorbach, SL, JG Bartlett et NR Blacklow, éditeurs, *Infectious diseases*, p. 571-582.

Benajiba.M.H , Younes Saoud, Abdelilah Lamribah, Mustapha Ahrikat, Nadia Amajoud et Ouissal Ouled-Zian (2013).Evaluation de la qualité microbienne des eaux de la nappe phréatique de Martil au Maroc. Article d'érudit.

CEAEQ (2000) Recherche et dénombrement des entérocoques: méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec, gouvernement du Québec, 27 p.

Charrière, G., D.A.A. Mossel, P. Beaudeau et H. Leclerc (1994) Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. for the official monitoring of drinking water supplies. *Journal of Applied Bacteriology*, 76: 336-344.

Clausen, EM, BL Green and W Litsky (1977) Fecal streptococci: indicators of pollution. Dans: Hoadley, AW et BJ Dutka,édit., *Bacterial Indicators/Health hazards associated with water*. American Society for Testing and Materials, ASTM STP 635, pp.: 247-264.

C.M.Bourgeois, J. M. (1996). Microbiologie alimentaire. TOME 1/Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments.

Da Silveira, K. (2010). Cours d'hydrologie et d'ouvrages de captages. Master 2. Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement. 48p.

Delarras (2010). Les cahiers d'outre-Mer. Dynamiques des campagnes tropicales.

Edberg, SC, EW Rice, RJ Karlin et MJ Allen (2000). Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 88: 106S-116S.

Edberg, SC, H LeClerc et J Robertson (1997) Natural protection of spring and well drinking water against surface microbial contamination. II indicators and monitoring parameters for parasites. Critical Reviews in Microbiology, 23: 179-206.

Facklam, RR, DF Sahm et LM Teixeira (1999) Enterococcus. Dans Murray, PR, EJ Baron, MA Tenover et RH Tenover, éd., (1999) Manual of clinical microbiology, American Society for Microbiology, pp.:297-305.

Geldreich, E. (1999). Klebsiella. Dans : American Water Works Association manual of water supply practices: waterborne pathogens. AWWA # 48, p. 89-92.

Hancock, LE et MS Gilmore (2000) Pathogenicity of enterococci. Dans: Fischetti, VA, RP Novick, JJ Ferretti, DA Portnoy et JI Rood, éd., Gram positive pathogens. American Society for Microbiology, pp.:251-258.

Liozon, S (2010). Cahiers du préparateur en pharmacie. Pathologies. Collection porphyre.

Madani, TAA, A Kabani, P Orr et L Nicolle (1999) Enterococcal bacteremia in a tertiary care centre in Winnipeg. Canadian Journal of Infectious Diseases, 10: 57-63.

NM 03.07.001/2006 ; Qualité des eaux d'alimentation humaine.

NM ISO 6222/2007, indice de classement NM 03.7.005, Qualité de l'eau-Recherche et dénombrement des micro-organismes dans les eaux d'alimentation humaine : comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture nutritif gélosé.

NM ISO 9308-1/2007 ; Indice de classement NM 03.7.003 : Qualité de l'eau-Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes ; Partie 1 : Méthode par filtration sur membrane.

OMS (2000). Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 –critères d'hygiène et documentation à l'appui. Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 1050 p.

PADEAR (1997). Technique de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement. Fascicule II, Série Formation ONG. 125p.

Santé Canada (1991) La qualité bactériologique. Document de support aux « recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ».

Simmons, G., V. Hope, G. Lewis, J. Whitmore et W. Gao (2001) Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand. *Water Research*, 35: 1518-1524.

Zmirou, D, JP Kelley, JF Collin, M Charrel et J Berlin (1987) A follow-up study of gastrointestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water. *American Journal of Public Health*, 77: 582-584.

## ANNEXES

### ANNEXE 1 :

Tableau 1 : PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES A EFFET SANITAIRE (NM 03.07.001/2006).

| PARAMETRES                      | VMA      | COMMENTAIRES   |
|---------------------------------|----------|--|
| <b><i>Escherichia coli</i></b>  | 0/100 ml | Les teneurs en chlore résiduel doivent être comprises entre :<br>0,1 et 1 mg/l à la distribution<br>0,5 à 1,0 mg/l à la production |
| <b>Entérocoques intestinaux</b> | 0/100 mL |  |

Tableau 2 : PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES INDICATEURS DU FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS ET DE L'EFFECACITE DE TRAITEMENT (NM 03.07.001/2006).

| PARAMETRES  | VMA                               | COMMENTAIRES   |
|---|-----------------------------------|--|
| <b>Coliformes</b>   | 0/100 ml                          | -Pas de coliformes dans 95% des échantillons prélevés sur une période de 12 mois.<br>- Pas de résultats positifs dans deux échantillons consécutifs. |
| <b>Spoires de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (Clostridia)</b> | 0/100 ml                          | Ce paramètre doit être mesuré lorsque l'eau est d'origine superficielle ou influencée par une eau d'origine superficielle.                           |
| <b>Micro-organismes revivifiables à 22°C et 37°C</b>                          | 20/1 ml à 37°C<br>100/1 ml à 22°C | Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle   |

### ANNEXE 2

#### Composition des milieux de culture :

#### **Gélose lactosée au tergitol et TTC :**

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| -Peptone pancréatique de viande | 10,0 g/l  |
| - Extrait de viande             | 5,0 g/l   |
| - Extrait autolytique de levure | 6,0 g/l   |
| - Lactose                       | 20,0 g/l  |
| - Tergitol                      | 7 0,1 g/l |
| - Bleu de bromothymol           | 50,0 mg/l |

- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium 25,0 mg/l
  - Agar agar bactériologique 10,0 g/l
- pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2.

### Milieu urée tryptophane (urée indole) :

- L-tryptophane 3 g/l
- Urée 20 g/l
- Monophydrogénophosphate de potassium 1 g/l
- Dihydrogénophosphate de potassium 1 g/l
- Chlorure de sodium 5 g/l
- Éthanol à 95 °GL 10 m/l
- Rouge de phénol 25 mg/l
- Eau distillée (qsp) 1 l

### Gélose Slanetz et Bartley (M-entérocooccus) :

- Tryptose 20,0 g/l
- Extrait de levure 5,0 g/l
- Glucose 2,0 g/l
- Hydrogénophosphatedipotassique (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 4,0g/l
- Azoture de sodium (NaN<sub>3</sub>) 0,4 g/l
- Agar-agar 8 g à 18 g/l
- Eau 1 000 ml

Une fois le milieu est stérilisé, refroidi jusqu'à une température de 50-60 °C, il est additionné par 10 ml d'une solution de TTC (1% de chlorure de 2, 3,5-triphényl tétrazolium 1g)

### La gélose à la bile, à l'esculine et à l'azide de sodium (BEA) :

- Tryptone 17,00 g/l
- Peptone pepsique de viande 3,00 g/l
- Extrait autolytique de levure. 5,00 g/l
- Bile de boeuf bactériologique 10,00 g/l
- Chlorure de sodium. 5,00 g/l
- Esculine 1,00 g/l
- Citrate ferrique ammoniacal 0,50 g/l
- Azide de sodium 0,15 g/l
- Agar agar bactériologique 13,00 g/l

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,1 ± 0,1.



## Gélose à l'extrait de levure :

- Tryptone 6,0 g/l
  - Extrait autolytique de levure 3,0 g/l
  - Agar agar bactériologique 10,0 g/l
- pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,2 ± 0,2

### ANNEXE 3 :

Tableau 3 : Maladies dues à la consommation d'eaux contaminées et leurs agents, 1996.

| Maladies                             | Agents   |
|--------------------------------------|--|
| <b>Origine bactérienne</b>           |  |
| Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes   | <i>Salmonella typhi</i><br><i>Salmonella paratyphi A et B</i>  |
| Dysenterie bacillaire                | <i>Shigella</i>  |
| Choléra                              | <i>Vibrio cholerae</i>   |
| Gastro-entérites aiguës et diarrhées | <i>E. Coli</i> entérotoxigène<br><i>E. Coli</i> entérohémorragique<br><i>E. Coli</i> entérohémorragique<br><i>Campylobacter jejuni/ coli</i><br><i>Yersinia enterocolitica</i><br><i>Salmonella Sp</i><br><i>Shigella Sp</i> |
| <b>Origine virale</b>                |  |
| Hépatite A                           | <i>Virus hépatite A</i>  |
| Hépatite non A non B                 | <i>Virus hépatite non A non B</i>  |
| Poliomyélite                         | <i>Virus poliomyélitique</i>   |
| Gastro-entérites aiguës et diarrhées | <i>Virus de Norwalk</i><br><i>Rotavirus</i><br><i>Astrovirus</i><br><i>Calicivirus</i><br><i>Coronavirus</i><br><i>Enterovirus</i><br><i>Adenovirus</i><br><i>Reovirus</i>   |
| <b>Origine parasitaire</b>           |  |
| Dysenterie amibienne                 | <i>Entamoeba histolytica</i><br><i>Giardia lamblia</i>   |
| Gastro-entérite                      | <i>Cryptosporidium parvum</i>  |

Source : MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE TOME 1/ Aspect microbiologique de la sécurité et la qualité des aliments . C.M.Bourgeois et al.1996

