

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLAB BLIDA -1-

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Département de Biologie et physiologie cellulaire



Mémoire

De fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

THEME

**CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE ET
BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DE CONSOMMATION DE LA
COMMUNE DE BOUINAN (WILAYA DE BLIDA)**

Présenté par :

M^{elle} TOUAHRI Amina

Soutenu le : 03/07/2014

Devant le jury composé de :

| | | | |
|---------------------------|------------|-------------|---------------------|
| Mr LARBI DOUKARA.K | MAA | USDB | Président |
| Mme AMAROUCHE | MAA | USDB | Examinatrice |
| Mme HAMAIDI. F | MCA | USDB | Examinatrice |
| Mr MEGATLI. S | MCA | USDB | Promoteur |

2012/2013

Remerciements

Avant tout je remercie "Allah" tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce travail. Merci de m'avoir éclairé le chemin de la réussite.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon promoteur Mr MEGATLI Smail MCA à USDB, pour m'avoir aidé dans ce sujet, et pour son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.

Merci à tous les membres de jury qui ont accepté de juger mon travail :

Mr LARBI DOUKARA.K (MAA), Mme AMAROUCHE (MAA) et

Mme HAMAIDI.F(MCA)

mes gratitudes vont aussi à tous les personnes de Bureau d'hygiène de la commune de BOUINAN pour son aide

Mes remerciements vont également aux personnes des laboratoires de l'ANRH et EPSPB qui ont accepté de me guider pendant mon stage.

Finalement, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

A vous tous, un grand Merci.

Dédicaces

*Je dédie le fruit de mes études
A mes chers parents la lumière de ma vie
Pour leur immense affection et tendresse à mon égard et leurs prières.*

Que Dieu les garde et les protège pour nous.

A la mémoire de mes grandes mères.

A mon grand père Lakhdar.

A mes chers frères : Ali, Rachid E, Mustapha, Houcine et Said.

A mon grand frère Ahmed et sa femme Assia.

A ma chère sœur Fahima qui a veillé sur moi pendant toute ma vie.

*A ma chère sœur Zahia qui m'a beaucoup aidé pendant toute la période de mes études, sans
oublier son mari Ahmed.*

A mon très cher mari Rabah pour l'espoir qu'il a semé à moi, et toute sa famille.

A mes chères nièces : Rahma, Inece et Ghina.

A mon cher neveu Djalil.

A toute ma famille surtout ma tante Malika.

A mes chères amies : Safiha, Merieme.W, Meriem.H, Selma et Imene.

A ma chère Hadjer pour leur aide et encouragements.

*A tous mes collègues de la promotion de 2^{ème} année Master de
Microbiologie et toxicologie alimentaire (2012-2013).*

A tous ceux qui me sont chères.

Résumé

L'objectif de notre étude a porté sur la caractérisation physico-chimique bactériologique de l'eau de consommation de la commune de BOUINAN (wilaya de BLIDA), depuis forage jusqu'aux robinets des consommateurs, des agglomérations de BOUINAN le chef lieu, HASSAINIA et AMROUSSA, qui ont des systèmes d'alimentation en eau potable indépendant les uns des autres.

Les résultats trouvés ont montré que :

- ✓ Les paramètres physico-chimiques de notre travail sont conformes aux normes de potabilité avec des teneurs inférieures à 29.2 mg/l pour les nitrates et inférieures à 0.19mg/l pour les phosphates, et nulles pour les nitrites et l'Ammonium.
- ✓ Les eaux de la commune de BOUINAN tendent vers l'alcalinité (pH entre 7.2 et 8.3).
- ✓ Ces eaux se caractérisent par une minéralisation élevée (conductivité variant entre 1306 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1605 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Avec une turbidité ne dépassant pas 0.98 NTU signe d'une eau très claire.
- ✓ La concentration en chlore résiduel des eaux traitées est entre 0.1 et 0.9 mg/l dans tous les points de la chaîne de distribution donc le traitement de désinfection par chloration est efficace.
- ✓ Une absence totale des germes de contamination fécale et des germes pathogènes pour tous les échantillons prélevés.

Mots clés :

Eau de consommation, qualité, physico-chimique, bactériologique, BOUINAN.

Abstract

The objective of our study is based on physico-chemical and bacteriological characterization of water for consumption, from drilling to the taps consumers in the agglomerations of BOUINAN place chief, HASSAINIA and AMROUSSA, who have independent power systems drinking water each other.

The results of testing carried out we have to say that:

- ✓ The physico-chemical parameters are conform of the norms of the drinking water of the lower values with a 29.2 mg/l for Nitrates and below 0.19 mg/l for phosphate, and zero for Nitrite and Ammonium.
- ✓ The waters of municipality of BOUINAN to hang of alkalinity (pH between 7.2 and 8.3).
- ✓ These waters are marked by high mineralization (conductivity varies between 1306 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1605 $\mu\text{S}/\text{cm}$), with a turbidity not exceeding 0.98 NTU as single of clear water.
- ✓ The concentration of residual chlorine for treated waters between 0.1mg/l and 0.9 mg/l in all points of the distribution chain, so the effective treatment of disinfection by chlorination.
- ✓ The total absence of germs of faecal contaminations and pathogenic germs for all samples collected.

Keywords: consumption water, quality, physico-chemical, bacteriological, BOUINAN.

ملخص :

الهدف من دراستنا هو معرفة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية لمياه الشرب، ابتداء من آبار النقب حتى حنفيات المستهلكين، للمراكز السكنية بوينان-وسط، حسينية و عمروسة، التي لديها أنظمة تغذية بمياه الشرب مستقلة عن بعضها البعض.

النتائج المتحصل عليها بينت أن :

- ✓ المقاييس الفيزيوكيميائية مطابقة لمعايير المياه الصالحة للشرب مع تركيز اقل من 29.2 ملغ/ل بالنسبة للفوسفات، و غياب تام للنتريت و الأمونيوم.
- ✓ مياه الشرب لبلدية بوينان قاعدية نوعا ما (pH بين 7.2 و 8.3).
- ✓ هذه المياه تتميز بمعدنية عالية (ناقلية تتراوح بين $1306 \mu\text{S}/\text{cm}$ و $160 \mu\text{S}/\text{cm}$). مع معامل التعكر لا يتجاوز 0.98 NTU دليل على أن المياه جـد صافية.
- ✓ تركيز الكلور الزائد للمياه المعالجة يتراوح بين 0.1 و 0.9 ملغ/ل في كل نقاط شبكات التوزيع، إذن المعالجة بالكلور فعالة.
- ✓ غياب تام لجراثيم التلوث البرازي و الجراثيم الممرضة عند كل العينات المأخوذة.

الكلمات المفتاح :

ماء الشرب، نوعية، الفيزيوكيميائية، البكتريولوجية، بوينان.9

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure N°1 : Carte topographique de la wilaya de BLIDA..... | 20 |
| Figure N°2 : Schéma représentatif des canalisations des forages jusqu'aux réservoirs de la commune de BOUINAN..... | 22 |
| Figure N°3 : Variation des valeurs de la température..... | 39 |
| Figure N°4 : pH des eaux des trois agglomérations..... | 40 |
| Figure N°5 : Turbidité des eaux des trois agglomérations..... | 41 |
| Figure N°6 : Conductivité des eaux des trois agglomérations..... | 42 |
| Figure N° 7 : Le titre alcalimétrique(TAC) des eaux des trois agglomérations..... | 43 |
| Figure N°8 : Le Titre hydrotimétrique TH des eaux des trois agglomérations..... | 44 |
| Figure N°9 : Teneurs en Bicarbonates des trois agglomérations..... | 45 |
| Figure N°10 : Teneurs en Calcium des trois agglomérations..... | 46 |
| Figure N°11 : Teneurs en magnésium des trois agglomérations..... | 47 |
| Figure N°12 : Teneurs en chlorure pour les trois agglomérations..... | 48 |
| Figure N°13 : Teneurs en sulfates pour les trois agglomérations..... | 49 |
| Figure N°14 : Teneurs en nitrates pour les trois agglomérations..... | 50 |
| Figure N°15 : Teneurs en phosphates des trois agglomérations..... | 51 |
| Figure N°16 : Teneurs en matière organique des trois agglomérations..... | 52 |

Annexe V

Figure N° 17 : recherche et dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et en milieu liquide.

Figure N° 18 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu liquide.

Figure N° 19 : recherche et dénombrement des Vibrions Cholériques.

Figure N° 20 : recherche et dénombrement des Salmonelles.

Liste des tableaux

Tableau I : Normes bactériologiques d'une eau potable.....12

Annexe III

Tableau II : Variation des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'agglomération de BOUINAN.

Tableau III : Variation des paramètres physico-chimique de l'eau de l'agglomération de HASSAINIA.

Tableau IV : variation des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'agglomération d'AMROUSSA.

Tableau V : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute des forages d'agglomération de BOUINAN

Tableaux VI : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute des forages des agglomérations de HASSAINIA et AMROUSSA

Tableau VII : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération de BOUINAN.

Tableau VIII : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération HASSAINIA.

Tableau IX: Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération d'AMROUSSA.

Annexe IV

Tableau N°X : Normes des paramètres physico-chimiques d'eau de consommation humaine.

Tableau N°XI : Table de Mac-Grady d NPP.

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des eaux

Abs : absence

AEP : Alimentation en eau potable

BCPL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol

BGN : Bacille Gram Négatif

CE : Conductivité électrique

CEE : Commission Economique Européenne

CF : Coliformes fécaux

CGP : Cocci Gram négatif

CT : Coliformes totaux

DPD : diéthyl-p-phynylénediamine

D/C : double concentration

E. coli : *Escherichia coli*

EDTA : Ethylène diamine tétra-acétriq

°F : degré français

Mé/l : milli équivalent par litre

nm : nanomètre

N : normalité

NPP : nombre le plus probable

NTU : nephelometric turbidity unit

PVC : polychlorure de vinyle

S/C : simple concentration

SF: streptocoques fécaux

SFB I: Bouillon sélénite-cystéine

UFC: unité formant colonie

μS/cm : micro siemens par centimètre

VF : viande fois

SFB : bouillon agar sélénite de sodium

TSI : Tripte Sugar Iron

Sommaire

| | Page |
|------------------------|------|
| Remerciement | |
| Dédicace | |
| Liste des abréviations | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Glossaire | |
| Résumé | |
| Introduction..... | 1 |

Synthèse bibliographique

I : Généralités sur l'eau potable

| | |
|---|----|
| I.1. Définition de l'eau potable..... | 3 |
| I.2. Les différents types des eaux de consommation..... | 3 |
| I.3. Acheminement des eaux souterraines vers les consommateurs..... | 4 |
| I.4. désinfection de l'eau..... | 5 |
| I.5. Les critères de qualité d'une eau potable..... | 6 |
| I.5.1. Paramètres organoleptiques..... | 6 |
| I.5.2. Paramètres physico-chimiques..... | 7 |
| I.5.3. Caractéristiques bactériologiques..... | 10 |
| I.6. Pollution des eaux..... | 13 |
| I.6.1. Pollution des eaux souterraines..... | 13 |
| I.6.2. Différentes origines de la pollution..... | 13 |
| I.6.3. Pollution des canalisations et des réservoirs d'eau..... | 14 |
| I.7. Eau et maladies..... | 15 |
| I.7.1. Affection d'origine chimique..... | 15 |

| | |
|--|----|
| I.7.2. Maladies à transmission hydrique (MTH)..... | 16 |
|--|----|

Partie expérimentale

Chapitre II : Matériels et méthodes

| | |
|--|----|
| I.1. Systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) existants à BOUINAN..... | 19 |
| I.2. Matériel..... | 21 |
| I.3. Echantillonnage..... | 21 |
| I.4. Conditions des prélèvements des échantillons..... | 22 |
| I.5. Méthodes d'analyses..... | 23 |
| I.5.1. Analyses physico-chimiques..... | 23 |
| I.5.2. Analyses bactériologiques..... | 33 |

Chapitre I : Résultats et discussion

| | |
|---|----|
| II.1. Résultats des analyses physico-chimiques..... | 39 |
| II.2. Résultats des analyses bactériologiques..... | 53 |
| II.3. Discussion des résultats..... | 55 |

Conclusion

Glossaire

Références bibliographiques

Annexes.

Introduction

L'eau est l'élément vital sans lequel il n'y a pas de vie. Elle est présente dans la nature sous formes différentes : solide, liquide, et vapeur. Aucun être de ce monde ne peut vivre sans cette matière précieuse. On a besoin d'eau comme on a besoin d'oxygène pour respirer. À l'heure actuelle, l'utilisation globale de l'eau, en additionnant l'usage domestiques, industrielles et agricoles représente l'équivalent de 250 m³ par an et par habitant et encore les disparités sont énormes (**Bouziani, 2006**).

L'alimentation en eau des agglomérations peut être réalisée à partir des eaux pluviales, des sources des nappes phréatiques ou des eaux courantes. Ces ressources en eaux se trouvent menacées par différents types de pollution engendrées notamment par les activités industrielles. La pollution permanente est liée aux rejets industriels, aux eaux usées d'origine urbaine, à l'emploi dans l'agriculture des pesticides et des engrais ; il s'y ajoute la pollution exceptionnelle liée aux déversements intempestifs ou aux accidents de transport (**RODIER, 2005**).

Dans les pays en voie de développement, 80% des maladies sont dues à l'eau, un africain sur deux souffre d'une maladie hydrique. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS, 2004), chaque année : 30 millions de personnes meurent suite à des épidémies ou d'une contagion due à la pollution des eaux ; 2 millions de personnes, dont la plus part sont des enfants meurent de maladies diarrhéiques.

Aujourd'hui, le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont une préoccupation permanente pour la protection de l'environnement et la santé des consommateurs. De ce fait l'eau destinée à la consommation doit être nécessairement analysée, surveillée car il n'est pas certain qu'elle soit toujours conforme aux normes de potabilité nationales et internationales.

C'est dans cette optique que nous nous sommes proposés de réaliser le suivi de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine au niveau de la commune de BOUINAN depuis forages jusqu'aux consommateurs.

Introduction

Les objectifs que nous avons ciblés se résument à :

1. Une évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau brute (eau des forages).
2. Une évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau après sa chloration (au niveau des stations de pompage et réservoirs).
3. Une évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau prélevée auprès des consommateurs.

Le choix de ces trois niveaux de contrôle fera l'objet d'une comparaison afin de vérifier l'efficacité de traitement de l'eau brute qui se base essentiellement sur une chloration.

I.1. Définition de l'eau potable

L'eau potable est une eau possédant des qualités chimiques, microbiologiques et organoleptiques qui la rendent apte à la consommation humaine (**Zella, 2007**). L'eau doit être incolore, insipide, inodore et sans éléments minéraux et organique en quantités excessives (**Masschelein, 1996**).

I.2. Les différents types des eaux de consommation

Il s'agit des eaux pouvant être destinées à la boisson. Elles sont de plusieurs types :

I.2.1. Eau de distribution publique (eau de robinet)

Il s'agit de l'eau de consommation courante, fournie à la population, par l'intermédiaire d'un réseau public de distribution. Elles proviennent du captage des eaux superficielles (cours d'eau, lacs barrage) ou de celui de nappes ou de sources souterraines, cette eau subit généralement des traitements physico-chimiques (coagulation-floculation, filtration). Ce traitement est complété par une désinfection par le chlore et ce pour détruire les micro-organismes pathogènes (**Delarras, 2003**).

I.2.2. Eau de captage individuel (puits)

Ces captages des sources ou de gisements souterrains sont généralement destinés à l'approvisionnement d'une maison, d'un hameau, ou d'une industrie, principalement en zone rurale non desservie par l'eau de distribution. La plupart du temps, cette eau ne subit aucun traitement avant utilisation (**Delarras, 2003**).

I.2.3. Eau de source embouteillée

Est une eau destinée à la consommation humaine dans son pur état naturel et mise en bouteille à la source, qui doit satisfaire aux conditions d'exploitation, aux exigences microbiologiques. Ces eaux n'ayant subi aucun traitement avant embouteillage ; mais les normes auxquelles elles doivent répondre sont analogues à celles définies pour les eaux de boisson usuelles (**Delarras, 2003**).

I.2.4. Eau minérale

Une eau possédant un ensemble de caractéristiques qui sont de nature à lui apporter des propriétés favorables à la santé. Elle se distingue à la consommation par sa teneur en sels minéraux, en oligo-éléments ou d'être constituants. L'appellation eau minérale est donc réservée à une eau douée de propriétés thérapeutiques, elle nécessite d'ailleurs une autorisation pour son exploitation (**Bouziati, 2006**). Leur utilisation est conseillé en fonction d'indicateur médicale, elles se répartissent en 3 catégories ; eau minérale naturellement gazeuse, eau minérale naturelle renforcée au gaz de la source et eau minérale naturelle avec adjonction de gaz carbonique (**Delarras, 2003**).

I.3. Acheminement des eaux souterraines vers les consommateurs

L'exploitation de la nappe nécessite la mise en place de système de captage et des équipements hydrauliques de distribution (pompes...), qui sont souvent importants (**Bouziati, 2006**).

I.3.1. Captage

L'eau est captée dans la rivière, mais elle peut aussi être puisée dans une source, un lac ou, même dans la nappe souterraines. Cette eau est plus ou moins polluée par les déjections animales. Elle ne peut donc pas être bue sans traitement (**Figarella et al., 2001**).

I.3.2. Traitement de l'eau souterraine

L'eau captée est traitée par chloration afin d'être rendue potable, elle doit être conforme à la réglementation qui précise les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (**Figarella et al., 2001**).

I.3.3. Distribution

A partir de réservoir l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés. Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant de façon à assurer le débit maximal, avec pression au sol compatible avec la hauteur de l'immeuble (**Dupont, 1986**).

I.4. désinfection de l'eau

Dans le domaine de traitement de l'eau, le terme de stérilisation est inapproprié. Quel que soit le traitement mis en œuvre, il restera toujours des micro-organismes. On ne peut donc assurer qu'une désinfection (**Cardot et al., 2003**).

La désinfection est l'étape ultime de traitement de l'eau de consommation avant la distribution, visant à éliminer les microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites), ainsi que la majorité des germes banals moins résistants (**Cardot et al., 2003**).

Les principaux procédés de désinfection mis en œuvre se répartissent de la façon suivante :

- Physique : ébullition ultrasons, ultraviolet ou rayons gamma.
- Chimique : le Chlore, le Dioxyde de Chlore, l'Ozone, le Brome, l'Iode et le Permanganate de Potassium.

Selon les moyens disponibles et par rapport au coût des installations, la chloration reste le procédé le moins coûteux, le plus efficace et le plus utilisé.

I.4.1. Chloration de l'eau

L'eau recueillie dans les stations de traitement subit systématiquement un ajout des réactifs notamment le chlore et ses dérivés (le chlore gazeux Cl_2 , l'hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), l'hypochlorite de sodium NaClO) (**Cardot et al., 2003**).

Le chlore est doté d'un fort pouvoir oxydant, il favorise la destruction des micro-organismes. Il a une action germicide par destruction des diastases indispensables à la vie des microbes (**Cardot et al., 2003**).

I.4.2. Efficacité de la chloration

La désinfection la plus sûre est atteinte quand l'eau est chlorée de façon si intense, qu'il reste encore du chlore libre dans l'eau (0,1 à 0,2 mg/l). Après un temps de contact de 30min à $\text{pH} < 8$. Ceci suffit pour réduire largement une formation de micro-organismes dans les conduites et éviter une nouvelle infection.

Des quantités excessives de chlore dans l'eau potable est un risque pour la santé du consommateur. En effet, par réaction avec d'autres composés organiques solubles dans l'eau, il forme des substances chlorées dangereuses pour la santé, comme les chlorophénols et les

chloroalcanes. C'est la raison pour laquelle, avant la désinfection par le chlore, on enlève les composés organiques de l'eau (**Bliefert et Perraud, 2003**).

I.5. Les critères de qualité d'une eau potable

L'eau pour l'alimentation doit satisfaire des exigences de qualité en fonction de divers paramètres qui sont : organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques (**Gazzaniga et al., 1998**).

I.5.1. Paramètres organoleptiques

Les critères organoleptiques sont des paramètres de confort qui n'ont généralement pas d'incidence directe sur la santé. Mais la dégradation de la qualité organoleptique de l'eau est souvent la cause première d'insatisfaction et de perte de confiance chez les consommateurs par rapport à l'eau distribuée (**Bordet, 2007**).

1) Couleur

La couleur de l'eau provient en grande partie de la végétation en décomposition ou de la présence de métaux comme le fer et le magnésium dissous dans l'eau. Le degré de la couleur d'une eau dépend non seulement de la concentration en matières colorantes ; mais aussi du pH et de la turbidité (**Rodier et al., 1996**).

Un changement anormal de la couleur de l'eau de consommation est souvent l'indice de pollution du réseau (**Bordet, 2007**).

2) Odeur

L'eau potable doit être inodore, non seulement au moment du prélèvement mais encore après une période de 10 jours en vase clos à la température de 16°C (**Rodier et al., 2005**).

L'apparition d'une odeur est caractéristique d'une dégradation de la qualité (présence de matières en décomposition), et souvent précurseurs d'une pollution (**Bordet, 2007**).

3) Goût

Le goût est la saveur. Il peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives et de sensibilité chimique perçue lorsque l'eau est dans la bouche (**Rodier et al., 1996**).

La modification des caractéristiques gustatives de l'eau constitue un bon indicateur de dégradation possible de sa qualité. Si l'eau renferme une quantité trop élevée en chlorures, elle sera saumâtre. Si elle renferme une quantité trop élevée en magnésium, elle sera amère. Si elle est chargée en fer, elle sera métallique. En cas d'absence de sels habituels et de l'anhydride carbonique, l'eau sera fade (**Rodier et al., 2005**).

I.5.2. Paramètres physico-chimiques

1) Température

Une eau fraîche est généralement plus agréable au goût qu'une eau tiède. Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes et en même temps intensifie les odeurs, les saveurs, la couleur, aggrave les problèmes de corrosion dans les canalisations. La température d'une eau devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air (**Rodier et al., 2005**).

2) Potentiel hydrogène (pH)

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (**Rodier et al., 2005**).

3) Conductivité

La conductivité électrique est la propriété qui a une eau pour conduire le courant électrique, elle dépend de la quantité d'ions que renferme cette eau ainsi que sa température (**Degremont, 1978**).

4) Turbidité

La turbidité est liée à la présence de fines particules organiques divers, d'argiles, de colloïdes de plancton, susceptibles de développer des capacités d'adsorption importante. Ce paramètre influe sur l'efficacité de la désinfection (**Bontoux, 1993**).

5) Titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrométrique ou dureté totale est liée principalement à la dureté calcique et la dureté magnésienne. La présence dans l'eau de sels minéraux, calcium ou magnésium, n'entraîne aucun danger pour la santé. Mieux, la consommation d'une eau moyennement dure donc bien équilibré en sels minéraux, contribue à satisfaire nos besoins en calcium et magnésium (**Sigg et al., 2006**).

6) Résidu sec

La détermination des résidus secs permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et celles en suspension. Les matières dissoutes influent sur la saveur de l'eau, certaines agissent sur la corrosion ou l'incrustation dans les eaux à des concentrations variables (**Rodier et al., 2005**).

7) Anions

❖ Chlorures (Cl^-)

Les teneurs en chlorures des eaux sont excrément variables et liées principalement à la nature de terrains traversées (**Degrement, 1989**).

❖ Sulfates (SO_4^{2-})

Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse. Le gypse est un sulfate de calcium hydraté qui est faiblement soluble (7g/l dans les conditions normales) (**Degrement, 2005**).

Ils se retrouvent dans l'eau de boisson surtout sous forme de sulfate calcique, et se voit donc dans les eaux très dures. Ces derniers sont généralement impropres à la consommation (**Ledrer, 1986**).

❖ Nitrates (NO_3^-)

Les Nitrates dans l'eau proviennent généralement des engrais azotés, de la décomposition des matières végétales et animales, des effluent industriels, le taux de Nitrates est très variable, suivant la saison et l'origine des eaux (**Rodier et al., 2005**). Leur présence en faible quantité est tolérable (**Degrement, 1989**).

❖ Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification étant incomplète, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (**Rodier et al., 2005**). Les eaux de consommations renferment généralement de faibles doses en cet élément (**Degrement, 1989**).

❖ Phosphates (PO_4^{3-})

Ils peuvent provenir des excréta humains et animales à une concentration maximale de 0.5mg/l. leur présence dans les eaux naturelles est liée aux terrains traversés et à la décomposition des matières organiques. Les eaux de surfaces peuvent être contaminées par le lessivage des terres cultivées renferment des engrais phosphatés (**Degrement, 1989**).

8) Cations**❖ Sodium (Na^+)**

Les ions sodium est un élément permanent dans l'eau. Il peut provenir de la lixiviation des formations géologiques contenant le chlorure de sodium, de la décomposition de sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, des retombées d'origine marine, du carbonate d'hydroxyde et d'hypochlorite de sodium utilisées dans le traitement des eaux (**Rodier et al., 2005**).

❖ Potassium (K^+)

Le potassium est présent dans l'eau à des teneurs ne dépassant pas généralement 10 à 45mg/l. Certains rejets industriels, en particulier de mines de potasse et d'usines d'engrais, peuvent en entraîner dans l'eau des quantités relativement élevées (**Rodier et al., 2005**).

❖ Calcium (Ca^{2+})

Les sels de Calcium sont obtenus en majorité lors de l'attaque de roches calcaires par l'anhydride carbonique dissous (CO_2). Il est l'élément principal responsable de la dureté (**Potelon et Zysman, 1998**).

❖ Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans en être l'élément essentiel. En effet, le rapport magnésium/calcium est en général très inférieur à 1 (**Potelon et Zysman, 1998**).

❖ L'oxygène dissous

On considère qu'une eau est polluée lorsque la concentration en O_2 dissous est située au-dessous d'une certaine valeur limite ; car la consommation d' O_2 dans l'eau est principalement due à des substances polluants qui sont biologiquement dégradables (**Rodier et al., 2005**).

❖ Ammonium (NH_4^+)

La présence d'azote ammoniacal en quantité relativement importante, peut-être l'indice d'une contamination par des rejets d'origine humaine ou industriel, en plus l'ammoniaque est favorable au développement de certaines bactéries qui sont à leur tour génératrice de mauvais gout (**Potelon et Zysman, 1998**).

I.5.3. Caractéristiques bactériologiques

L'eau ne doit pas contenir de micro-organismes pathogènes tout au moins en qualité susceptible de provoquer une toxi-infection chez les personnes les plus sensibles (**Bontoux, 1993**).

1) Coliformes

Sous le terme de coliforme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des *Entérobactériaceae*, ils sont présents en très grand nombre dans l'intestin et les selles de l'homme, donc ce sont des microorganismes indicateurs de contamination fécal (**Guiraud, 1998**). Certaines bactéries forment le groupe de coliformes ayant des propriétés suivantes : bacilles Gram négatif, non sporulé, ana-aérobie facultatif, oxydase négative. Ils peuvent se développer en présence de sels biliaires, fermentent le lactose avec production de gaz (**Haslay et Leclercq, 1993**). Ce groupe renferme :

2) Coliforme totaux

Les coliformes fermentent le lactose et produisent des gaz à 37°C (**Guiraud, 1998**). Ils sont largement répandus dans la nature et survivent plus largement dans l'eau. On l'utilise comme indicateur de contamination de l'eau potable (**Larppent, 2000**).

Les coliformes totaux résistent mieux à la chloration que les fécaux (**Larppent, 2000**).

3) Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants possèdent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais seulement fermentent le lactose avec production de gaz à 44°C. Ils se trouvent en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud (**Guiraud, 1998**).

L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, il correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent l'indole à partir de tryptophane à 44°C (**Rodier, 1996**). C'est un indicateur direct d'une pollution fécale d'origine humaine ou animal (**Rodier, 1996**).

4) Streptocoques fécaux

Parmi les paramètres microbiologiques à rechercher dans l'eau de boisson, les streptocoques. Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud (**Potelon et Zysman, 1998**).

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de Lance Field. Ils sont définis comme étant des cocci à Gram positif (CGP), sphériques, légèrement ovales, immobiles, ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, non sporulés, aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase. Se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homo fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz (**Denis et al., 2007**).

Leur recherche est associée à celle des coliformes fécaux et constituent un bon indicateur de contamination fécale. Certaines études ont même montré que les streptocoques étaient un meilleur témoin que les coliformes fécaux pour des pathologies infectieuses d'origine hydrique (**Potelon et Zysman, 1998**).

5) Anaérobies sulfite-réducteur (ASR)

Ce sont des bacilles Gram positif, souvent de grande taille, isolés ou en chaînettes. Généralement mobiles, parfois capsulés, capables de sporuler réduisant les sulfates, ils sont d'origine tellurique (**Guiraud, 1998**).

Les ASR constituent un des paramètres indicateurs de qualité, témoins de qualité, témoins du fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau, lorsque l'eau est d'origine superficielle (**Delarras, 2003**).

Une concentration en germes totaux trop importante est un signe de pollution et peuvent même entraîner des problèmes organoleptiques. Tandis qu'une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution (**Potelon et Zysman, 1998**).

5) Salmonelles

Ce sont des Entérobactéries, des bâtonnets à Gram négatifs (BGN), des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, sont des bacilles ou coccobacilles, oxydase négative, catalase positive, asporulés, lactose négative, mobiles par ciliature péritriche sauf pour *Salmonella gallinarum*, aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose,

le maltose et le mannitol, avec production de gaz, mais elles ne fermentent pas le saccharose. Elles réduisent le sulfite en sulfure et décarboxylase la lysine, réduisent les Nitrites en Nitrite (Guiraud, 1998).

6) Vibrions cholériques

Appartiennent à la famille des *Vibrionaceae*, ce sont des bactéries à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatif, de forme incurvé ou droit, mobile par ciliature polaire, non sporulés, dégradent les glucides par voie fermentaire, catalase positive, indole positive. Les vibrions cholériques des eaux sont halotolérants et peuvent se développer en présence de chlorure de sodium (Delarass, 2003).

Le tableau ci-dessous résume les normes bactériologiques de l'eau potable.

Tableau I : Normes bactériologiques d'une eau potable.

| Paramètres bactériologiques | Unités | OMS | Normes Algériennes |
|--------------------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| Coliformes totaux | Germes /1ml | 100 | 100 |
| Coliformes fécaux | Germes/100ml | 0 | 0 |
| Streptocoques fécaux | Germes/100ml | 0 | 0 |
| Clostridium sulfito-réducteur | Germes/20ml | 0 | 0 |
| Salmonelles | Pas d'unité | Absence | Absence |
| Vibrions cholériques | Pas d'unité | Absence | Absence |

(OMS 2007, JORA 2006)

I.6. Pollution des eaux

La pollution est l'ensemble des effets nocifs qui résultent de l'action de facteurs altéragènes, capables de créer des modifications défavorables de l'eau, au travers d'effets directes ou indirectes, altérant les critères physicochimiques et microbiologiques (**Ramad, 2000**).

I.6.1. Pollution des eaux souterraines

Il a été démontré que les bactéries fécales pouvaient être entraînées dans le sol jusqu'à 3m de profondeur et que, une fois la surface libre de la nappe est atteinte, elles pouvaient parcourir jusqu'à 15 m environ dans le sens d'écoulement de l'eau souterraine. La pollution peut encore atteindre une eau souterraine éloignée des sources de contamination lorsque le sol est formé des roches fissurées (**Lanoix et Roy, 1976**).

I.6.2. Différentes origines de la pollution

La pollution de l'eau est presque toujours due aux activités humaines, mêmes si cette pollution est parfois accidentelle. Les quatre principaux types de pollution sont :

1) Pollution domestique

Elle est généralement véhiculée par le réseau d'assainissement. Elle se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux (azote, phosphore) et des détergents (**Gaujous, 1995**).

2) Pollution industrielle

Les rejets industriels sont caractérisés par leur très grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau au cours de la chaîne industrielle :

- Des matières organiques et des graisses (cas des abattoirs et d'activités industries agro-alimentaires) ;
- Des hydrocarbures (cas des industries pétrolières, transports) ;
- Des métaux (traitements de surfaces, métallurgie) ;
- Des acides, bases, produits chimiques divers (industries chimique, tannerie) ;
- Des eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) (**Zerrouki et al., 2006**).

3) Pollution agricole

L'agriculture moderne est aussi devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux, par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides, dont certains présentent une telle toxicité qu'ils s'apparentent aux armes chimiques (**Ramad, 1995**). Les engrais et les pesticides ont contaminés les nappes souterraines et les eaux superficielles (**Zerrouki et al., 2006**).

4) Phénomènes naturels

Divers phénomènes naturels peuvent être aussi sont à l'origine de la pollution des eaux (par exemple, une éruption volcanique, le contact avec des filons géologiques (métaux arsenic), sources thermo-minérales (**Gaujous, 1995**).

L'eau de pluie se charge d'impuretés et de produits divers au contact de l'air et en ruisselant sur les toits et les chaussées de villes, (fumées industrielles, huiles de vidange, carburants, métaux lourds) (**Beoglin, 2001**).

I.6.3. Pollution des canalisations et des réservoirs d'eau

1) Formation de biofilm

Le terme biofilm sous-entend une couche visqueuse se formant souvent sur la face interne d'une canalisation d'eau. Le biofilm renferme des bactéries, virus, champignons et organismes pluricellulaires (**Haslay et Leclerc, 1993**).

Les bactéries fixées sont plus nombreuses sur des tuyauteries en ciment que sur les tuyauteries en PVC (chlorure de polyvinyle) (**Haslay et Leclerc, 1993**).

2) Bio détérioration

La bio détérioration est la transformation, sous l'action de micro-organismes, de produits organique.

Dans le cas de la distribution, elle concerne principalement les revêtements intérieurs des canalisations et les joints entre les différents éléments de canalisation (joints en caoutchouc, mastics et pates à joints) (**Haslay et Leclerc, 1993**).

3) Corrosion

Les eaux qui contiennent du gaz carbonique libre en solution ont tendance à attaquer les matériaux, avec lesquels elles sont en contact. Ce phénomène de corrosion, souvent aggravé par la présence d'oxygène dissous, favorise la formation de piles au niveau des piqûres (Boeglin, 2001).

Des teneurs en sulfates (SO_4^{-2}) supérieures à 300 mg/l peuvent contribuer à des corrosions des systèmes de distribution. En concentrations excessives en chlorures dans les eaux rendent celle-ci corrosive pour les ouvrages de distributions (Potelon et Zysman, 1998).

4) Entartrage

Les eaux calcaires ou « dures » donnent lieu à des précipitations souvent complexes de sels de calcium, de magnésium et de fer (tuyaux en fonte ou en acier), il s'agit de l'entartrage. Une eau de très bonne qualité mais très peu minéralisée peut se révéler agressive vis-à-vis de la tuyauterie en plomb. Ce métal passe alors en solution et peut être à l'origine d'une maladie grave ; le saturnisme. Quand l'eau est normalement riche en minéraux le problème ne se pose pas, car les sels de calcium se déposent sur la paroi des tubes en quantité suffisante pour éviter la solubilisation du plomb (Grosclaude, 1999).

I.7. Eau et maladies

Les maladies susceptibles d'être transmises par l'eau ont pour origine des substances chimiques toxiques, des parasites, des bactéries ou des virus.

I.7.1. Affection d'origine chimique

1) Saturnisme

Le saturnisme est une intoxication par le plomb, aiguë ou chronique professionnelle ou domestique. Les catégories de population les plus vulnérables sont les jeunes enfants et les femmes enceintes. Le plomb a été utilisé entre autres pour les canalisations d'eau. Il n'a aucun rôle physiologique connu chez l'homme, sa présence dans l'organisme témoigne toujours une contamination (Rodier et al., 2005).

2) Maladie d'Itaitai

Selon Ramade (1998), cette maladie est une affection observée au Japon lors d'un grave épisode de pollution des eaux de rivière et de boisson par du cadmium rejeté par les effluents d'industries électroniques.

3) Goitre

De nombreux auteurs pensent que la fréquence du goitre serait inversement proportionnelle à la richesse en iode des aliments et plus particulièrement de l'eau (**Rodier et al., 2005**).

4) Fluorose

A faible dose, le fluor est un élément indispensable à la santé. Il protège les dents contre les caries en diminuant la solubilité de l'email. A très forte dose, le fluor pourrait provoquer des lésions dentaires (taches colorées, dents cassantes). Ce risque est totalement exclu aux doses que l'on peut rencontrer dans l'eau potable (**Rodier et al., 2005**).

I.7.2. Maladies à transmission hydrique (MTH)

Malgré tout le contrôle bactériologique très rigoureux, on arrive toujours à détecter des maladies qui peuvent être transmises par l'eau et qui peuvent être d'origine bactérienne, parasitaire ou virale.

a) Maladies d'origine bactérienne

- **Choléra**

Le cholera est une infection intestinale aiguë très contagieuse, due à la bactérie *vibrio cholerae*, qui se propage sous forme d'épidémies essentiellement par l'intermédiaire de l'eau, due à une toxine bactérienne, elle est caractérisée par une diarrhée aiguë généralement sévère, des vomissements et peut tuer un adulte en quelques heures (**Berche, 1991**).

Le traitement de cette maladie repose sur la réhydratation correcte, précoce et rapide et l'antibiothérapie pour l'élimination du germe dans les selles.

- **Fièvre typhoïde**

C'est une maladie infectieuse due à l'ingestion d'une entérobactérie du germe *Salmonella*, c'est *Salmonella typhi* ou plus rarement de *Salmonella paratyphi A, B* et exceptionnellement *C* (**Miquel et Rovol, 2003**).

Le réservoir du germe c'est l'homme malade mais surtout le porteur sain. Cette maladie est marquée par des céphalées, vertiges, insomnie, anorexie et constipation, une température de 40°C à 41°C, lèvres sèches, langue chargée. L'évolution de cette maladie provoque des troubles cardiaques et neurologiques. Le traitement de cette maladie est par l'antibiothérapie (Chloramphénicol, Triamphénicol, Amoxicilline) (**Loup, 1992**).

- **Légionellose**

C'est une pneumopathie extensive, provoquée par *Légionellapneumophila* qui est un bacille à Gram négatif de (2-4×0.5-0.7µm), mobiles, 1 à 2 flagelles polaires, aérobie strictes, catalase positif, vivant dans toutes les eaux douces et même les milieux aqueux artificiels (robinet, bassins et fontaines), il prolifère à une température se situant entre 25°C et 45°C et devient inactive dès 50°C (**Miquel et Rovol, 2003**).

- **Gastro-entérite**

Toxi-infection intestinale causée par divers agents pathogènes tels que : *Shiguellexnin*, *Escherichia Coli*, *VibrioCholerae*, Selmonelles mineures (agents d'intoxication) et des anaérobies strictes : *Clostridium perfringens*. Dans certains cas, cette maladie a un caractère hémorragique (diarrhées sanglantes) (**Leminor et Veron, 1989**).

- **Dysenterie bacillaire**

Maladie très contagieuse due à l'ingestion de bactéries du genre "Shiguella". L'homme est le seul réservoir de ce genre qu'il s'agisse de malades ou de convalescents. La maladie débute par des fièvres, de vives douleurs abdominales, des diarrhées, des muqueuses hémorragiques. Le traitement de cette maladie est assuré par l'utilisation des antibiotiques absorbables par voie orale (Cycline, Ampicilline, Cotrinoxanozole ou Céphalosporine) (**Leminor et Veron, 1989**).

b) Maladie d'origine virale

- **Hépatite A**

Cette maladie est provoquée par le virus de hépatite A (VHA), c'est un picornovirus stable dans l'environnement, Ce virus peut survivre dans l'eau. La contamination humaine se fait par l'intermédiaire de cette eau ou des aliments souillés (**Haslay et Leclerc, 1993**). L'hépatite A de l'adulte jeune débute par une incubation silencieuse de 3 à 4 semaines, à laquelle des signes spécifiques apparaissent brusquement, et réalisent le tableau clinique suivant, état pseudo grippal, gastro-entérite, asthénie associée à des troubles musculaires ou neurologique (**Neuvy, 1991**).

- **Poliomyélite**

La poliomyélite, maladie infectieuse, épidémique et contagieuse est due à des entrovirus, elle aussi connue sous le nom de paralysie infantile car elle atteint surtout les enfants (Neuvy, 1991).

La poliomyélite peut être transmise par contact direct mais aussi par ingestion d'eau polluée. Le virus se rencontre dans les selles, d'où la nécessité d'une hygiène fécale et installation sanitaire (Neuvy, 1991).

c) Maladie d'origine parasitaire

- **Amibiase intestinale**

Due à un agent pathogène *Entamoebahistolytica*. Considérée autrefois comme une maladie tropicale, l'amibiase prend actuellement une grande extension, il n'est pas rare en effet, de la rencontrer dans des pays tempérés. La simplicité du cycle biologique et la facilité de sa transmission interhumaine auraient entraîné l'apparition de grandes épidémies sous nos climats sans les progrès de l'hygiène (Pelmont, 1994).

- **Cryptosporidiose**

Due principalement à un protozoaire *Cryptosporidiumparvum*. Il s'agit de la plus vaste épidémie provenant de l'eau. La période d'incubation de la *Cryptosporidiumva* de 5 à 28 jours.

Le symptôme le plus courant est la diarrhée du type de celle donnée par le choléra. Les autres symptômes étant une douleur abdominale, la nausée, la fièvre et la fatigue (Prescott et al., 2003).

Notre étude consiste à une évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique des échantillons d'eau brute et d'eau traitée, prélevés dans différents points (depuis les forages jusqu'au robinet de consommateur), distribuée à la population de la commune de BOUINAN.

Cette étude s'est étalée sur une période de trois mois (2 mars au 29 mai 2014). Les différentes analyses ont été effectuées au niveau du:

- Laboratoire des analyses des eaux de l'établissement public de santé de proximité (EPSP) de BOUINAN.
- Laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) de SOUMAA.

I.1.Présentation de la région de BOUINAN

I.1.1.Situation géographique

La commune de BOUINAN, s'étend sur une superficie de 7309 ha se situe au centre de la plaine de la Mitidja à une quinzaine de kilomètre du chef lieu de la Wilaya de Blida et à 35km au sud-ouest de la capitale Alger.

60% de sa superficie globale (4385ha) se trouve en montagne.

La commune de BOUINAN est structurée par une agglomération principale .chef lieu de commune BOUINAN et par trois agglomérations secondaires suivantes :

- AMROUSSA ;
- HASSAINIA ;
- MELLAHA(CHREA).

I.1.2. Limites Administratives

La commune de BOUINAN est entourée par les communes suivantes :

- Les communes de BOUFARIK et CHEBLI au Nord ;
- La commune de SOUMAA à l'Est ;
- Les communes de BOUGARA et HAMMAM MELOUANE à l'Ouest ;
- L'ATLAS BLEDEEN au Sud.

I.1.3.Climatologie

La région est caractérisée par un climat subhumide en hiver frais au niveau des parties hautes. En générale, les mois pluvieux se situent entre Décembre et Avril et les mois secs entre Juin et Septembre.

L'enneigement est assez fréquent, de Décembre à Janvier sur les massifs de haute altitude. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant le mois d'Août 33°C en moyenne, et les plus basses de l'ordre de 7°C en Janvier en hauteur.

I.I.4. Caractéristiques hydrogéologiques

La région de BOUINAN présente un sol argileux, très compact et humide. Le classement des terrains est de classe II c'est-à-dire terrain à perméabilité moyenne (ANRH , 2012).

I.1. 5. Systèmes d'alimentation en eau potable (AEP) existants à BOUINAN

Les centres urbains de BOUINAN, HASSAINIA et AMROUSSA sont alimentés par les eaux souterraines produites à partir des forages situés au nord de la commune de BOUINAN, les systèmes d'AEP des trois centres objets de l'étude sont indépendants et il n'existe pas de liaisons entre les dits systèmes.

a) Description du système d'AEP du centre urbain de BOUINAN

La localité de BOUINAN est alimentée à partir de quatre forages, situés à environ 5km au nord de la ville. Les eaux souterraines sont refoulées vers un réservoir, de 500 m³ de capacité, implanté à MAASSOUMA. La station de pompage de MAASSOUMA(Spm) refoulera à son tour les eaux produites à travers une conduite en amiante ciment de diamètre 300 mm, d'une longueur de 5000 m vers la station de pompage de 1000 m³ de HAOUCH KROTT. Le centre de BOUINAN sera desservi à partir de cette station de pompage. La station de pompage de HAOUCH KROTT(Spk) refoulera à son tour vers un réservoir de 1000 m³, par une conduite en acier de diamètre 200 mm de longueur 1500 m, le réservoir de 1000 m³(Rc) alimentera la cité CHREA.

b) Description du système d'AEP du centre de HASSAINIA

L'agglomération de HASSAINIA est alimentée à partir des eaux souterraines du forage F1 bis d'une production de 13 l/s. Les eaux sont refoulées à partir du forage par une conduite de diamètre 200 mm en acier d'une longueur de 3178 m, vers une station de pompage de 500m³ de capacité qui fait la diserte vers HASSAINIA ; cette station de pompage (SpH) peut refouler ses eaux, vers un réservoir 1000 m³, mais actuellement ce réservoir n'est pas utilisé.

C) Description du système d'AEP du centre d'AMROUSSA

L'agglomération de AMROUSSA est alimentée à partir de deux forages, F2 bis 7 l/s (en cours de remise en service) et F3 23 l/s. Les eaux produites sont refoulées par l'intermédiaire d'une conduite de diamètre 160 en PVC, de longueur 1220 m, vers un réservoir de 500 m³ qui sert de bêche de reprise à la station de pompage d'AMROUSSA (SpA), qui refoule à son tour vers un réservoir de 500 m³ qui fait la distribution vers AMROUSSA (RA).

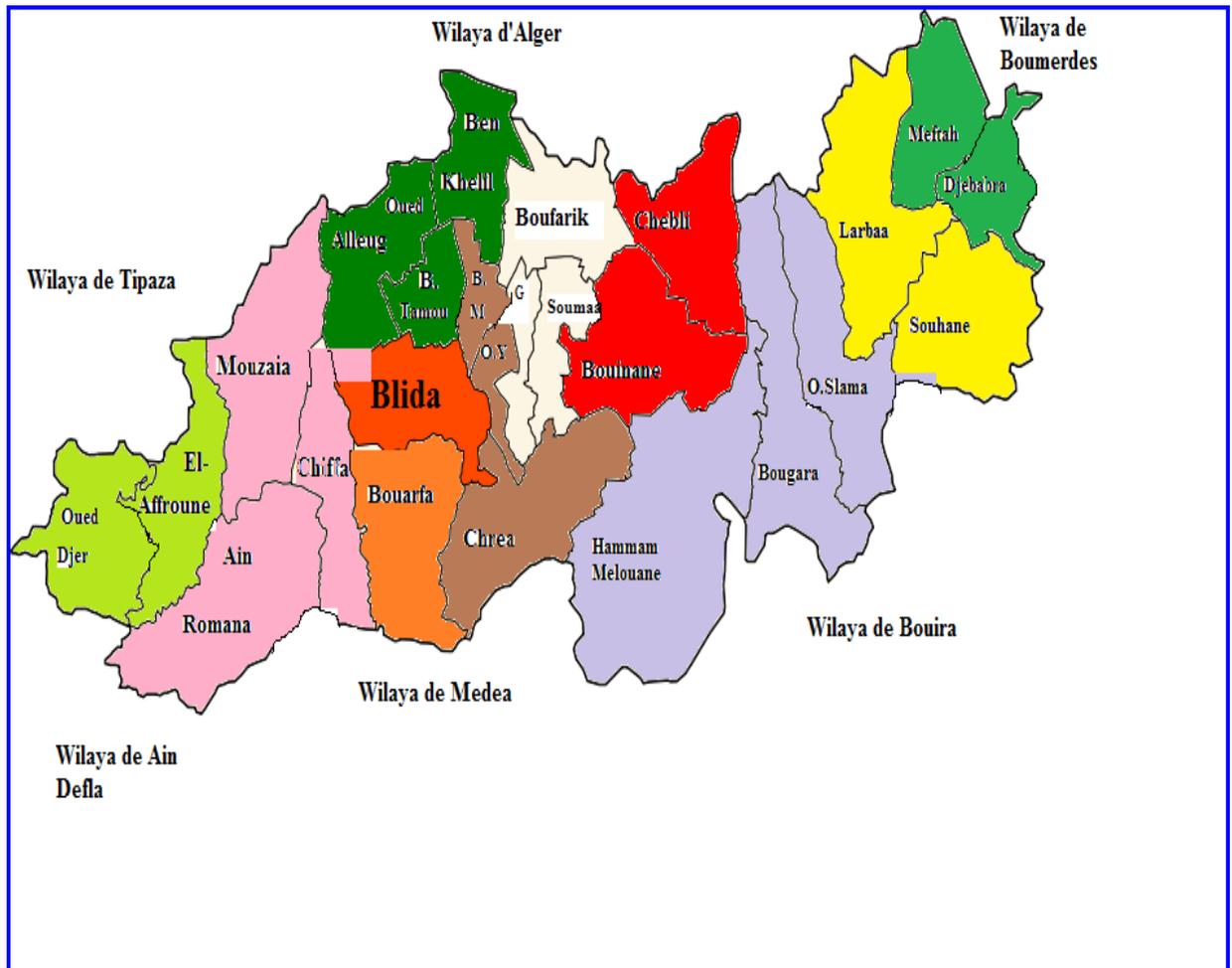


Figure I : Carte topographique de la wilaya de BLIDA

I.2. Matériel

I.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique, ayant fait l'objet de notre travail est constitué :

- d'eau brute prélevée à partir de six (06) forages (B1bis, B3bis, B4bis, B5bis, F1bis) sur l'eau traitée prélevée de quatre (04) stations de pompage (Spm, Spk, SpH, SpA) ;
- d'eau stockée dans deux (02) réservoirs (RC, RA) ;
- l'eau distribuée aux consommateurs de la commune de BOUINAN.

I.2.2. Matériel non biologique

Le matériel non biologique (appareillage, verreries, solution, réactifs et milieux de culture) utilisé lors de nos analyses bactériologiques et physico-chimiques est regroupé en annexe II

I.3. Echantillonnage

Un programme d'échantillonnage a été établi où des prélèvements à raison d'un un prélèvement par quinzaine, pendant une période de 3 mois s'étalant entre 02 mars et 29mai 2014, a été réalisé.

Pour chaque type d'analyse une série d'échantillon a été effectué.

I.3.1. Au niveau de l'agglomération de BOUINAN

- Un échantillon d'eau brute pour chaque forage (B₁ bis, B₃ bis, B₄ bis, B₅ bis)
- Un échantillon d'eau traité pour :
 - Les stations de pompage de MAASSOUMA (Spm) et HAOUCH KROTT(Spk) ;
 - Le réservoir de CHREA(RC) ;
 - Un robinet de consommateur qui s'alimente par la station de pompage de HAOUCH KROTT(C1) ;
 - Un robinet de consommateur qui s'alimente par le réservoir de CHREA(C1).

I.3.2. Au niveau de l'agglomération de HASSAINIA

- Un échantillon d'eau brute pour le forage F₁bis ;
- Un échantillon d'eau traité au niveau de :
 - La station de pompage (SpH);
 - Deux consommateurs (C1, C2).

I.3.3. Au niveau de l'agglomération d'AMROUSSA

- Un échantillon d'eau brute pour le forage F₃bis ;
- Un échantillon d'eau traité pour :
 - La station de pompage (SpA);
 - Le réservoir (RA) ;
 - Deux consommateurs (C1, C2).

❖ Remarque :

Pour chaque agglomération les échantillons ont été prélevés le même jour et dans l'ordre allant du forage jusqu'aux consommateurs.

I.4. Conditions de prélèvements des échantillons

Un prélèvement correct doit être considéré comme une phase préliminaire de l'analyse puisqu'il conditionne largement les résultats analytiques obtenus et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon destiné à être analysé doit être homogène. Il est prélevé de façon à être le plus exactement possible représentatif du milieu (**Rodier et al., 2005**).

I.4.1. Matériel de prélèvement

a) Pour les analyses bactériologiques

Les échantillons ont été recueillis dans des flacons en verre soumis au préalable à un nettoyage rigoureux et stérilisés, le flacon n'est jamais complètement rempli afin de permettre l'homogénéisation de l'ensemble au moment de la mise en culture.

Durant notre étude et en présence du technicien de bureau d'hygiène communal relevant de la commune de BOUINAN, et après l'autorisation de l'ADE de BOUINAN, tous nos prélèvements d'eau ont été effectués de façon aseptique et dans des conditions d'hygiène irréprochables, tant en ce qui concerne le préleveur, que le matériel et les flacons.

Le prélèvement doit se faire, en effectuant rigoureusement et dans l'ordre les opérations suivantes :

- Stériliser le robinet à l'aide d'un coton alcoolisé à 70°C, suivi d'un flambage pendant 20 secondes ;
- Laisser couler l'eau pendant 2 minutes pour permettre le renouvellement de l'eau des canalisations ;
- Rincer le flacon trois fois au moins avec de l'eau à prélever ;
- Remplir le (ou les) flacon(s) stériles au $\frac{3}{4}$ (ne sera jamais complètement afin de permettre d'homogénéiser l'ensemble au moment de la mise en culture), et reboucher aussitôt le flacon ;
- La quantité d'eau stagnante doit être évacuée à débit lent et régulier, afin de ne pas introduire les particules solides propres à l'installation interne ;
- Respecter un protocole d'étiquetage des flacons afin de permettre une traçabilité sécurisante. Inscrire sur l'étiquette les indications nécessaires à l'identification des prélèvements (origine, date et heure de prélèvement).

b) Pour les analyses physico-chimiques

Le remplissage a été fait en utilisant des flacons en plastique de 1 litre de capacité, réservés à cet usage. Les flacons sont rincés 2 à 3 fois avec l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord (déjà nettoyé avec l'acide chlorhydrique). On doit respecter un protocole d'étiquetage des flacons afin de permettre une traçabilité sécurisant le suivi et l'identification en laboratoire.

I.4.3. Transport et conservation

Les flacons étaient maintenus à une température comprise entre 4 et 6°C à l'obscurité dans une boîte à isolement thermique (glacière) appropriée menue des poches de glaces, et transportés le plus vite possible au laboratoire afin de limiter toute croissance des germes éventuellement présents (**Rodier, 2005**). Un délai maximum de 8 heures, est généralement recommandé entre les opérations de prélèvement et l'analyse. La conservation au laboratoire se fait aussi à 4°C (**Rodier, 2005**).

I.5.1. Analyses physico-chimiques

Tous les paramètres physico-chimiques ont été déterminés selon les protocoles utilisés au niveau du laboratoire de l'ARNH de SOUMAA.

a) Mesure de la température

La température est un paramètre qu'on doit absolument mesurer sur le terrain parce qu'elle tend à s'ajuster rapidement à la température ambiante (**Herbert et Legare, 2000**).

- **Principe**

La température est mesurée en utilisant un thermomètre et les résultats marqués sont exprimés en degré Celsius (°C).

- **Mode opératoire**

Immerger le thermomètre dans l'échantillon en laissant l'appareil se stabiliser, ensuite noter la valeur de la température indiquée.

b) Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

- **Principe**

La mesure de pH d'une solution s'appuie sur la mesure du potentiel d'une électrode en verre, sensible aux ions H_3O^+ , plongée dans la solution. C'est un paramètre d'appréciation de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau.

- **Mode opératoire**

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
- Mettre un agitateur avec une faible agitation ;
- Tremper l'électrode dans l'échantillon;
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation ;
- Noter le pH.

c) Mesure de la turbidité par absorption

- **Principe**

La détermination de la turbidité mesure une propriété optique de l'échantillon d'eau, qui résulte de la dispersion de la lumière par les particules de matières en suspension présentes dans l'échantillon. Elle se détermine à l'aide d'un turbidimètre à lecture directe, dont l'unité est le NTU (Néphélométric Turbidity Unit).

- **Mode opératoire**

- L'échantillon doit être remis à température ambiante et être homogénéisé doucement avant la mesure ;
- La cuve de la mesure doit être propre et essuyée à chaque utilisation, elle doit être rincée avec l'échantillon à analyser avant mesure ;

- Laisser l'appareil se stabilisé à 0NTU ;
- Remplir la cuve sans faire des bulles d'air, visser le bouchon et sécher la cuve ;
- Insérer la cuve dans le puits de mesure et fermer le capot de l'appareil ;
- Attendre l'affichage automatique d'une valeur. Si la valeur n'apparaît pas au bout de quelques secondes, appuyer sur (ENTER) et lire la valeur affichée ;
- Retirer la cuve de mesure, la vider et la rincer.

d) Mesure de la conductivité électrique

- **Principe**

La conductivité électrique est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau.

- **Mode opératoire**

Prendre un échantillon conservé dans de bonne condition (température ambiante – hygiène) ;
Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion d'électrode de conductimètre ;

Mettre l'électrode dans le bécher puis appuyer sur la touche READ ;

La valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;

L'électrode doit être rincée abondamment avec l'eau distillée après chaque mesure.

e) Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique TA exprime les quantités d'hydroxydes, de carbonates ou d'hydrogencarbonates alcalins ou alcalinoterreux présents dans l'eau.

- **Principe**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué (en général HCl N/10), en présence d'un indicateur coloré approprié.

- **Mode opératoire**

- Mettre dans un Erlen Meyer 100ml d'échantillon ;
- Ajouter une ou deux gouttes de la solution de phénol phtaléine à 0.5%. une coloration rose doit alors se développer ;
- Verser ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette en agitant constamment et ceci jusqu'à la décoloration, soit le V le nombre de ml.

f) Titre alcalimétrique complet (TAC) (dureté alcalimétrique)

- Utiliser l'échantillon précédant s'il n'y a pas une coloration ;
- Ajouter deux gouttes d'hélianthine et titrer avec le même acide jusqu'à coloration jaune orangée, soit V' le nombre de ml ;
- Les résultats sont exprimés comme suite :

$$TA (°F) = 5V$$

$$TAC (°F) = 5V'$$

g) Titre hydrométrique (dureté hydrométrique):

Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titré métrique à l'EDTA La dureté ou titre hydrométrique d'une eau, dans la plupart des cas est surtout due aux ions calcium (Ca^{+2}) et magnésium (Mg^{+2}).

Principe

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution d'EDTA à $PH=10$, l'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions de calcium et magnésium, lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Mode opératoire

Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 4 ml de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) et une pincée de l'indicateur noir ériochrome T, bien mélanger, la solution doit se colorer en rose. Titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA, en versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage au bleu, la couleur ne doit plus changer par l'addition d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

La concentration totale en ions calcium et magnésium (Ca^{+2}, Mg^{+2}), (ISO 6059, NA 752) exprimée en °F est donnée par la formule suivant :

$$TH = V_2 \times 2 \times Fc \times F$$

Avec :

- TH dureté exprimée en °F
- V_2 : est le volume en millilitre d'échantillon dosé
- Fc : facteur de correction
- F : facteur de dilution

h) Dosage des Carbonates et Bicarbonates**• Principe**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH=8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. Les carbonates n'existent qu'à pH >8,3 et les bicarbonates si le pH est compris entre 4,4 et 8,3.

• Mode opératoire

Si le pH >8,3 :

Prendre 100 ml d'eau à analyser ;

Noter le pH de l'échantillon ;

Ajouter à la burette HCl à 0,1N titrer jusqu'à l'obtention d'un pH de 4,3 ;

Noter le volume d'acide V1ml versé ;

Si 4,4 < pH < 8,3 donc :

Il n'y a ni carbonates ni OH⁻ dans l'échantillon.

$$\text{❖ } \text{HCO}_3^- \text{ Mé/l} = (V_2 \text{ ml} \times N \times 1000) / \text{PE.}$$

$$\text{❖ } \text{HCO}_3^- \text{ mg/l} = \text{HCO}_3^- \text{ mé/l} \times 61.$$

• Expression des résultats

Les résultats des Bicarbonates sont exprimés en mg/l.

i) Calcium**Principe**

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium, lors de titrage, l'EDTA réagit avec les ions de calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose au violet.

Mode opératoire

Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde 2N et une pincée d'indicateur (murexide), bien mélanger, titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement. Le virage atteint lorsque la couleur devient nettement violette, la couleur ne doit pas changer. La teneur en calcium exprimée en mg/l est donnée par l'équation :

$$Ca = \frac{C1 \times V1 \times A}{V0} \times Fc \times 1000 \times F$$

- C1 : concentration exprimée en mole/l de la solution EDTA=0,01.
- V₀ : est le volume en ml de la prise d'essai=50 ml
- V₁ : est le volume en ml de la solution d'EDTA, utiliser pour le dosage
- A : la masse atomique de calcium
- Fc : facteur de correction
- F : facteur de dilution

j) Magnésium

Principe

Titration des ions magnésium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un Ph compris entre 12 et 13.

L'indicateur utilisé est de noir ériochrome T.

Mode opératoire

Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 4 ml de chlorure d'ammonium (NH₄Cl), et une pincée de l'indicateur noir ériochrome T, bien mélanger, la solution doit se colorer en rose. Titrer immédiatement à l'aide de la solution d'EDTA, en versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage au bleu, la couleur ne doit plus changer par l'addition d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA la teneur en magnésium exprimée en mg/l est donnée comme celle indiquée pour le calcium.

k) Détermination des Chlorures

• Principe

Les chlorures, en présence du thiocyanate mercurique Hg (SCN) et de l'alun ferrique, donnent en milieu nitrique acide, un complexe coloré orange susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 470nm.



(Complexe orange)



• Mode opératoire

- Placer les prises d'essai (PE) (5 ml) dans des Erlenmeyers de 50 ml ;
- Traiter les PE des solutions étalons, le témoin (H₂O) et les échantillons de manière identique en ajoutant en 1^{er} lieu 15 ml de la solution de thiocyanate mercurique

préalablement diluée au 200/600 ml puis 20ml de la solution nitrique de l'alun ferrique aussi diluée au 1/6 ;

- Agiter les Erlenmeyers pour uniformiser la coloration qui apparaît et on laisse au repos pendant une demi heure ;
 - Effectuer les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 470 nm en réglant le zéro avec le témoin.
- **Expression des résultats**

La concentration des ions chlorures en mg/l est déduite à partir de la courbe d'étalonnage.

l) Détermination des sulfates

- **Principe**

Les sulfates sont précipités par le chlorure de baryum. Le précipité ainsi obtenu, très fin est stabilisé par la gélatine. On effectue sur le trouble une mesure turbidimétrique à la longueur d'onde de 495nm.

- **Mode opératoire**
 - placer les PE (5ml) dans des Erlenmeyers de 50ml ;
 - ajouter à chaque PE (étalons, le témoin (H₂O) et les échantillons) 20ml de la solution de BaSO₄ et de gélatine préalablement diluée au 1/6 ;
 - agiter pour uniformiser le trouble et on laisse au repos pendant 20 minutes jusqu'à la mesure. Une nouvelle agitation aurait comme conséquences la formation de bulles d'air et par conséquent une perturbation des mesures ;
 - effectuer les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 495nm en réglant le zéro avec le témoin.
- **Expression des résultats**

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en sulfates exprimés en mg/l.

m) Détermination des nitrates (NO₃⁻)

- **Principe**

Les Nitrates sont réduits en nitrites par une solution d'hydrazine en milieu alcalin et en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur. Les nitrites obtenus sont alors dosés par colorimétrie : diazotation avec l'acide sulfanilique et copulation avec l'α-Naphtylamine. On mesure l'absorbance du colorant ainsi formé à 520nm.

- **Mode opératoire**

Dans un Erlen Meyer de 100ml, ou mieux dans un flacon en verre brun de 100ml,

- Introduire 1 ml de prise d'essai ;
- Ajouter 5 ml de solution de soude (NaOH) à 0,05 M et 5 ml de mélange réducteur ;
- Agiter après chaque addition et attendre 1 heure ;
- Ajouter 40 ml du mélange colorant et laisser la coloration se développer dans l'obscurité pendant $\frac{1}{4}$ heure ;
- Mesurer l'absorbance à 520 nm.
- **Expression des résultats**

Les résultats déduites à partir d'une courbe d'étalonnage et sont exprimés en mg/l.

n) Détermination des nitrites (NO_2^-)

- **Principe**

Les nitrites sont dosés par la méthode colorimétrique qui met à profit la propriété que possède les composés :

- Donner une réaction de diazotation ;
- Dans une deuxième étape, le diazoïque formé réagit avec le naphthalène diamine en donnant un azoïque de coloration rose, se prêtant à un dosage spectrophotométrique à 543nm.
- **Mode opératoire**
- Prendre 50 ml d'eau à analyser plus 1 ml de solution de sulfamide à 1% ;
- Agiter puis laisser au repos 5 minutes ;
- Ajouter 1 ml de solution N-Naphtyle, puis agiter et laisser au repos pendant 10 min ;

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .

La lecture sera effectuée au colorimètre à 543 nm.

- **Expression des résultats**

Les résultats déduites à partir d'une courbe d'étalonnage et sont exprimés en mg/l.

o) Détermination des phosphates

- **Principe**

Le Molybdate d'ammonium $\text{Mo}_7(\text{NH}_4).4\text{H}_2\text{O}$ réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique développe une coloration bleue (bleu de molybdène) susceptible d'un dosage colorimétrique à 825 nm.

- **Mode opératoire**

- Au moment du dosage et dans des tubes à essai mélanger les 2 réactifs (3 volumes de solution molybdique et 1 volume de solution d'acide ascorbique).
- Prendre 20ml de Prise d'essai ;
- Ajouter 5ml du réactif mélangé ;
- Porter au bain marie à 80°C durant 10mn ;
- Laisser refroidir et mesurer l'absorbance à 825nm.

- **Expression des résultats**

Les résultats déduites à partir d'une courbe d'étalonnage et sont exprimés en mg/l.

p) Azote ammoniacal (NH_4^+)

- **Principe**

L'ammonium et les composés ammoniacaux réagissent avec le réactif de Nessler en donnant un complexe colloïdal jaune brunâtre. La coloration obtenue est appréciée à l'aide d'un colorimètre à 415 nm.

- **Mode opératoire**

Mélanger 50 ml de la prise d'échantillon avec 2 ml de réactif de Nessler ;

Laisser au repos pendant 10 min ;

S'il existe les ions de NH_4^+ la coloration jaune brunâtre apparaît ;

Mesurer l'absorbance à 415 nm.

- **Expression des résultats**

Les résultats déduites à partir d'une courbe d'étalonnage et sont exprimés en mg/l.

q) Matière organique (MO)

- **Principe**

La détermination de l'indice de KMnO_4 ou « oxydabilité », permettant d'évaluer la contamination en matières organiques et matière inorganique oxydables dans des eaux peu ou moyenne polluées. Réduction d'une partie du permanganate par les matières oxydables présentes dans l'échantillon. Détermination de l'excès de permanganate par l'addition d'une solution d'oxalate, suivi par un titrage de l'oxalate en excès par le permanganate (ISO 8467,1993).

- **Mode opératoire**

- Transférer à l'aide d'une pipette, 100 ml d'échantillon dans un bécher de 250 ml.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 2mol/l et mélanger en agitant doucement.

- Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à l'ébullition.
- Ajouter 20 ml de la solution étalon 2 milli moles/l de permanganate de potassium.
- Maintenir à l'ébullition pendant 10 mn.
- Après 10 mn, ajouter à l'aide d'une pipette 20 ml de la solution étalon d'oxalate de sodium 5 milli moles /l et attendre que la solution se décolore.
- Retirer alors le bécher de la plaque et le poser sur l'agitateur.
- Titrer pendant que la solution est encore chaude, avec la solution titrant de permanganate de potassium jusqu'à environ 30S, puis on note le volume V1 de permanganate consommé.
- Effectuer parallèlement à la détermination d'un essai à blanc en utilisant le même mode opératoire, mais en remplaçant la prise d'essai par 100ml d'eau distillée.
- Noter le volume V0 de solution de permanganate consommé.
- Conserver le blanc titré pour la vérification du permanganate de potassium.
- Au blanc titré, on ajoute 20 ml de la solution d'oxalate de sodium, réchauffer la solution une à deux minutes et re-titrer avec le permanganate jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistant 30S.
- Noter le volume V2 de solution de permanganate consommé, qui devrait être entre 19 et 20 ml.
- L'indice de permanganate, IMn, en milligrammes d'oxygène par litre est calculé selon la formule :

$$IMn = \frac{(V1 - V0)}{V2} \times F$$

Avec :

- **V0** : est le volume en ml de la solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc
- **V1** : est le volume en ml de la solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai
- **V2** : est le volume en ml de la solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrant
- **F** : est le facteur correctif utilisé, compte tenu des unités, pour exprimer les résultats en mg d'oxygène par litre, F =16

I.5.2. Analyses bactériologiques

Nos échantillons d'eau prise des différents points vont subir :

- Un test vérifiant la présence ou l'absence de chlore résiduel dans cette eau.
- Un contrôle bactériologique.

I.5.2.1. Test de chlore libre

a) Principe

Avant de procéder à tout prélèvement en vue de l'analyse bactériologique, il faut faire un test vérifiant la présence de chlore résiduel dans l'eau. Le test de chlore est réalisé par la méthode à la DPD (diéthyl-phénylénédiamine), en raison de sa rapidité de mise en œuvre, de sa reproductibilité et sa sensibilité.

b) Mode opératoire

Ce test se réalise de la façon suivante :

- Prendre un tube à essai stérile, ajouter une quantité déterminée d'eau à analyser « 5 à 10 ml » ;
- Ajouter un comprimé de DPD et bien mélanger le contenu du tube pendant 2 minutes.

c) Lecture

- **Un test de chlore positif** : est indiqué par l'observation d'une couleur rose de l'échantillon à tester.
- **Un test de chlore négatif** : aucun changement n'est observé.

Des recherches et dénombrements des germes (Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux et Salmonelles) sur les échantillons qui présentent un résultat négatif au test de chlore seront réalisés.

I.5.2.2. Contrôle bactériologique

L'analyse bactériologique de l'eau de consommation comporte la recherche et le dénombrement de :

- Germes indicateurs de contamination fécale : Coliformes totaux , Coliformes fécaux , Streptocoque fécaux ;
- Germes pathogènes : Salmonelles, *Vibrions cholériques*.

1) Recherche et dénombrement des coliformes et des streptocoques en milieu liquide (méthode de NPP)

Principe

Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans l'eau de manière parfaitement aléatoire. Dans ce type de méthode les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide, en cas de présence l'ensemble de milieu inoculé vire vers la positivité « présence d'un trouble ».

Un jugement quantitatif est possible en jouant sur les volumes de la prise d'essai, elle permet d'indiquer la valeur statistiquement la plus probable (**Rodier et al., 1995**).

a) Colimétrie en milieu liquide

➤ **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait par deux étapes consécutives :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes totaux qui fermentent le lactose à 37°C
- Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie: réservé à la recherche des coliformes fécaux qui possède les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes totaux, et produire de l'indole à partir du tryptophane à 44°C.

❖ **Test de présomption**

• **Mode opératoire**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C (Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol à double concentration) muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche Durham.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPLS/C (simple concentration) muni d'une cloche de Durham.
- Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

• **Incubation**

Placer les tubes et le flacon dans une étuve à 37°C pendant 24 à 48 heures.

• **Lecture**

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieure au $1/10^{\text{ème}}$ de la hauteur de la cloche) ;
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune, (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

Le dénombrement de coliformes totaux se fera alors selon la valeur du nombre caractéristique rapportée sur la table de NPP en annexe.

❖ Test de confirmation

- **Mode opératoire**

A partir de flacon et des tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux on repique à l'aide d'une pipette pasteur 2à3 gouttes dans un tubes contenant le milieu indole-mannitol (Schubert) muni d'une cloche de Durham ;

Chasser l'air éventuellement présent dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- **Incubation**

L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux dans la cloche du Durham (supérieur au $1/10$ de la hauteur de la cloche);
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de NPP en tenant compte du fait que *E coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

Etant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que coliformes totaux.

b) Streptométrie

- ❖ **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe "D" dans les eaux en milieu liquide par technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- Test de présomption : réservé à la recherche présomptive des streptocoques
- Test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des streptocoques
- ❖ **Test de présomption**
 - **Mode opératoire**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50ml dans un flacon contenant 50ml de milieu Rothe D/C ;
- 5 fois 10 ml d'eau, les 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C ;
- 5 fois 1 ml d'eau, les 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- **Incubation**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Seront considérés comme présomptifs les tubes présente un trouble microbien, seulement ces derniers :

- Ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement.
- Doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva-Litsky dans le but d'être justement confirmé.

- ❖ **Test de confirmation**
 - **Mode opératoire**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques du groupe "D" éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclée dans un tube contenant le milieu Eva-Litsky.

- **Incubation**

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 heures.

- **Lecture**

- Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon la prescription de la table du NPP.

2) Recherche des *Salmonelles*

Mode opératoire

La recherche des *Salmonelles* se fait en 4 étapes :

1^{er} jour : Enrichissement primaire

On introduit 50 ml de l'eau à analyser dans 100ml de bouillon de sélénite-cystéine D/C. la solution obtenue est appelée SFBI.

Elle est incubée à 37°C pendant 18 à 24h.

2^{ème} jour : Enrichissement secondaire et isolement.

La solution SFB I incubée la veille fera l'objet d'un 2^{ème} enrichissement sur bouillon sélénite-cystéine en tubes (SFBII) à raison de 1ml par tube et d'un isolement sur gélose Hecktoen I (HI) l'incubation est réalisée à 37°C pendant 18 à 24h.

3^{ème} jour : Isolement.

A partir du bouillon SFB II isolé sur gélose Hecktoen II (HII), prendre 1ml de SFB II et l'introduire dans un bouillon sélénite-cystéine (SFBIII).

On incube à 37°C pendant 18 à 24h.

4^{ème} jour : Lecture et identification.

Les boîtes de gélose Hecktoen feront l'objet d'une lecture. Les salmonelles apparaissent le plus souvent sous forme de colonies grises avec ou sans centre noire.

Ces dernières subiront une identification biochimique.

3) Recherche des *vibrions cholériques*

La recherche des vibrions est réalisée en 3 étapes

1^{er} jour : Enrichissement primaire.

S'effectue sur milieu eau peptonée alcaline (EPA) 10 fois concentrée. On répartit à raison de 50 ml par flacon, auquel on ajoute aseptiquement 250 ml d'eau à analyser.

On incube à 37°C pendant 6h – 18h à 24 h.

2^{ème} jour : Enrichissement secondaire.

On effectue le 2^{ème} enrichissement sur milieu EPA II en tubes à raison de 1 ml par tube et un isolement sur GNAB I.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

3^{ème} jour :

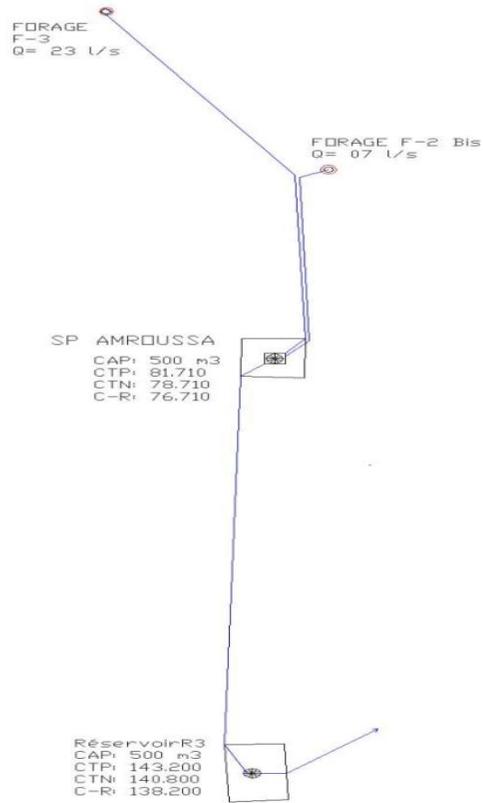
D'une part, le tube EPA II fera l'objet d'un isolement sur GNAB II, et d'autre part, la boîte de gélose GNAB I subira une lecture, en tenant compte que les vibrions se présentent le plus souvent sous forme de colonies lisses et transparentes émettant d'odeur de jasmin.

On incube la boîte de gélose GNAB II à 37°C pendant 24h.

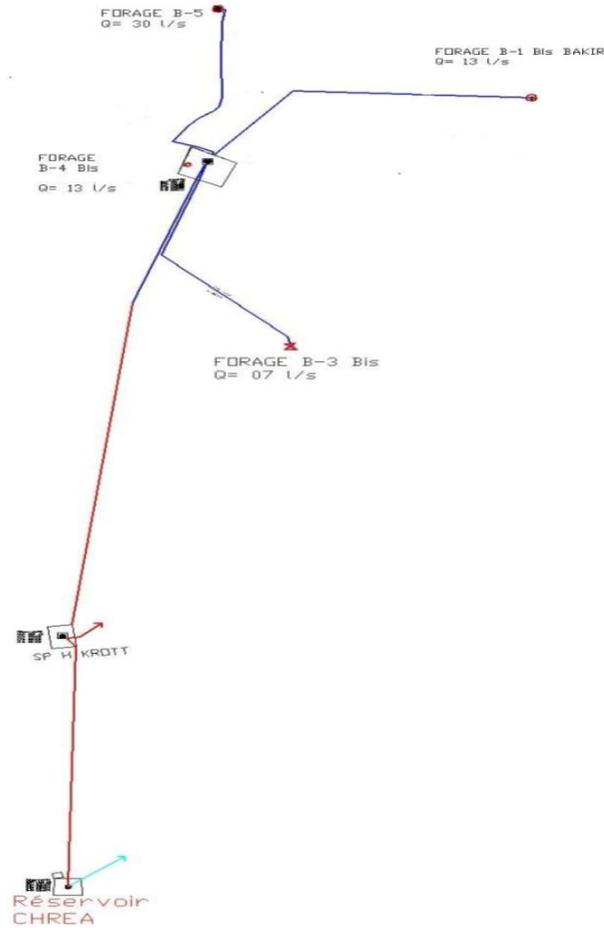
4^{ème} jour :

Une lecture de la boîte de gélose GNAB II sera effectuée avec une identification biochimique s'il s'agit des colonies suspectes.

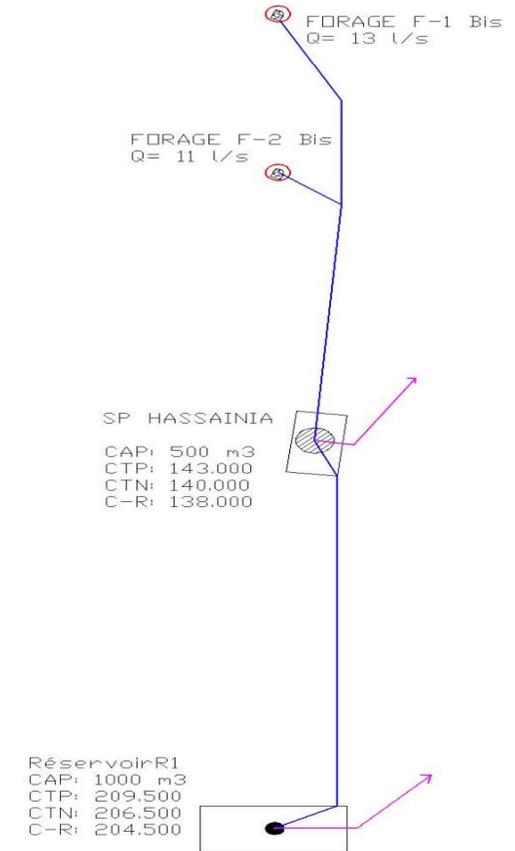
Nord



AMROUSSA



BOUINAN



HASSAINIA

Schéma représentatif des canalisations des forages jusqu'aux réservoirs de la commune de BOUINAN

II.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats concernant l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau distribuée dans la commune de BOUINAN depuis forages jusqu'aux robinets des consommateurs sont reportés dans les tableaux récapitulatifs II, III et IV (annexe II).

II.1.1. Température

Les résultats de la température mesurés au niveau du lieu de prélèvement, sont illustrés par les graphes suivants.

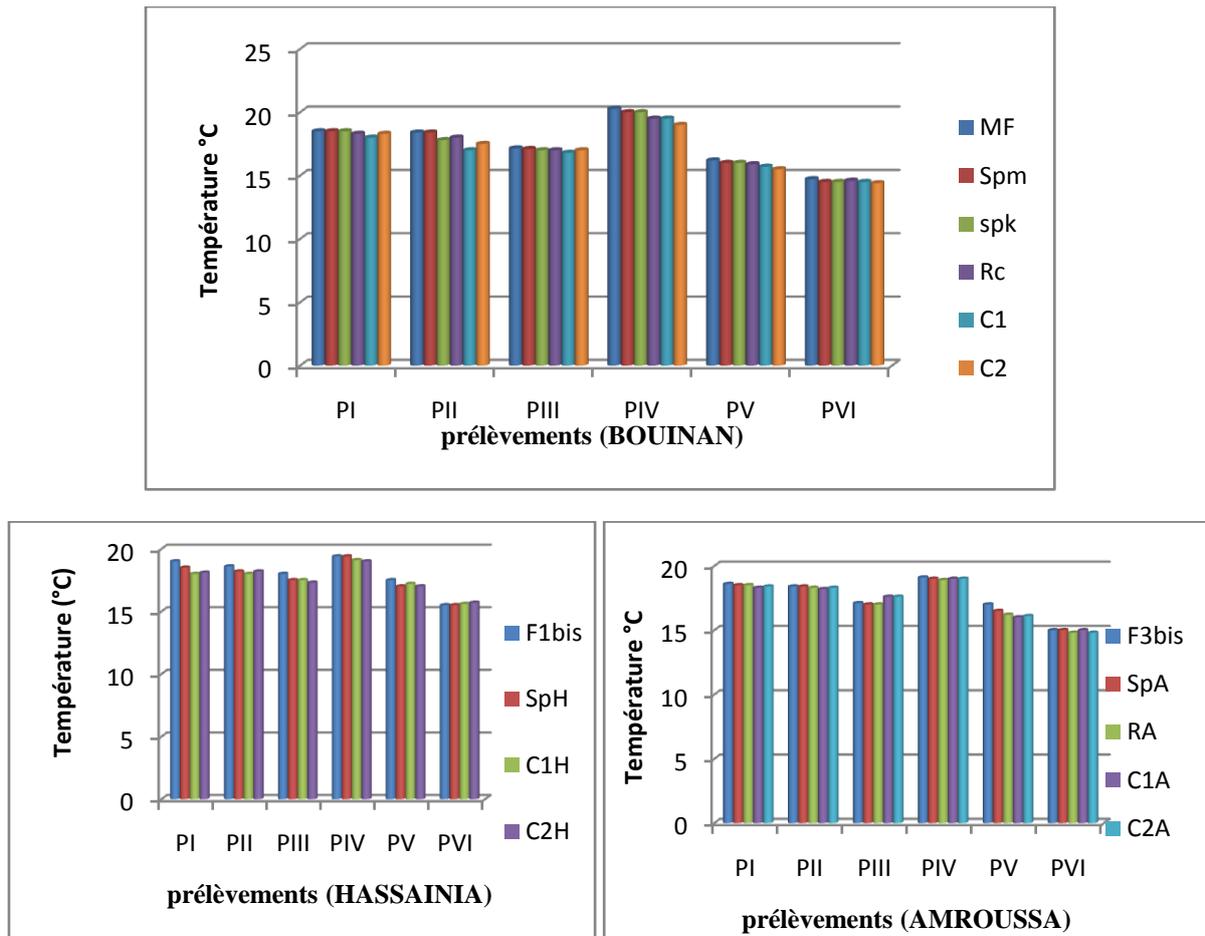


Figure N°3 : Variation des valeurs de la température.

Il est à constater que les valeurs de la température pour les trois agglomérations sont en générale très proches. Elles se situent entre 14.4 et 20.5°C pour l'agglomération de BOUINAN, entre 15.5 et 19.4 °C pour HASSAINIA et entre 14.8 et 19.1°C pour AMROUSSA. Ces valeurs sont conformes à la norme du journal officiel (2006) fixée entre (0- 25°C) pour l'eau de consommation.

II.1.3. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs du pH obtenues sont regroupées dans la figure N°4.

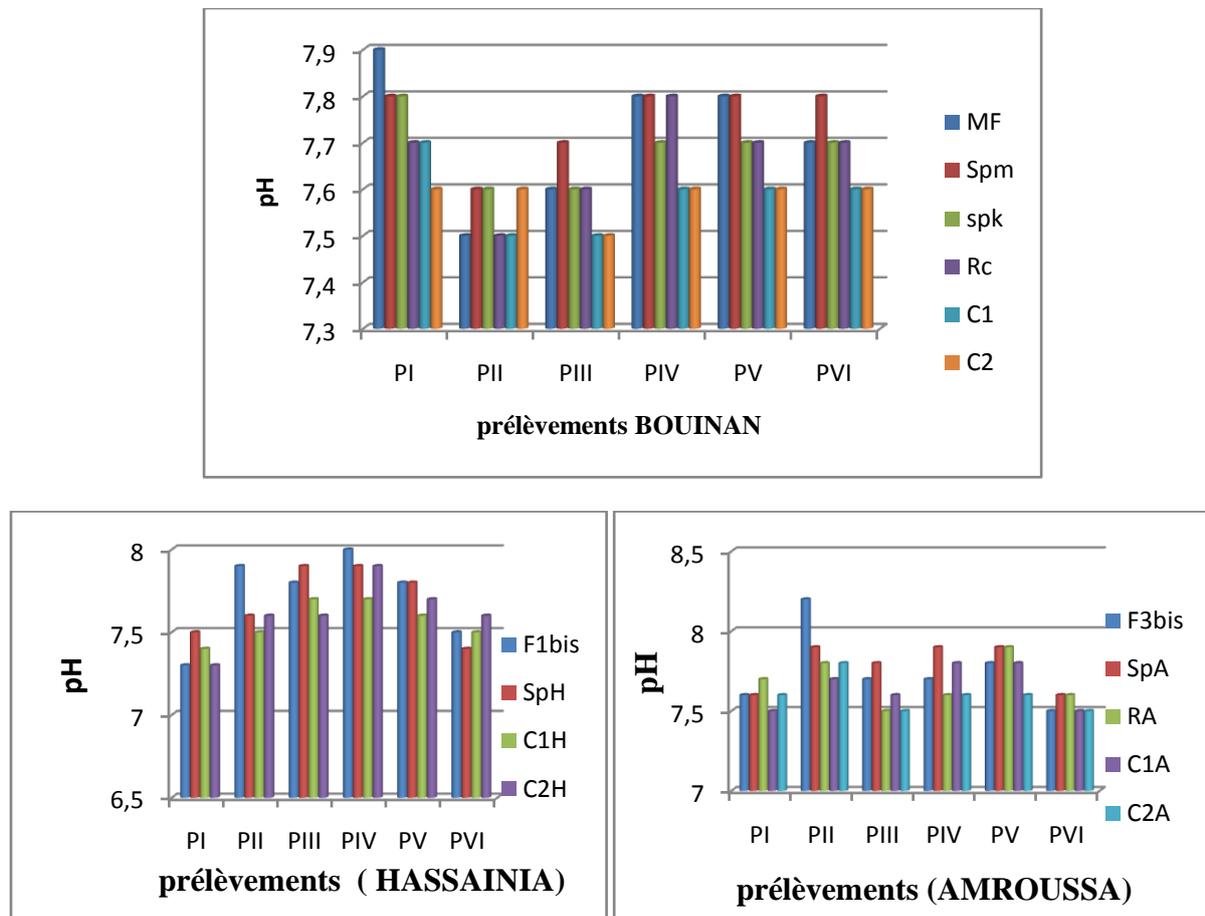


Figure N°4 : pH des eaux des trois agglomérations

Le pH des eaux analysées des différents sites de l'agglomération de BOUINAN est compris entre 7.2 et 8.3, il est entre 7.3 et 8 pour HASSAINIA et entre 7.5 et 8.2 pour AMROUSSA. Alors tous les prélèvements effectués tendent vers l'alcalinité et sont tous conformes à la norme Algérienne (JORA, N°27, Avril 2006) qui fixe cette valeur entre [6.5 et 8.5].

II.1.4. Turbidité

Les valeurs de la turbidité des différents échantillons analysés sont illustrées par la figure N°5.

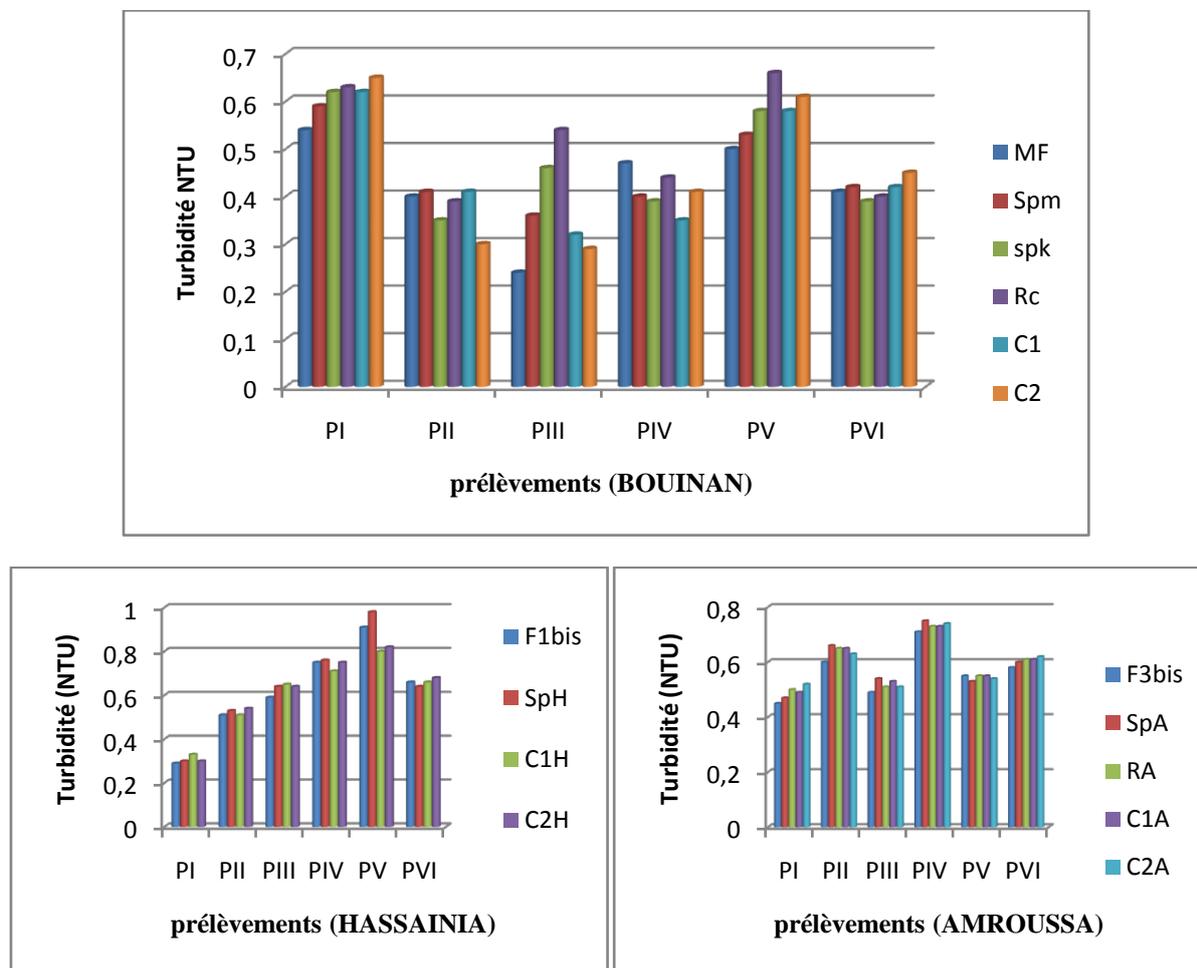


Figure N°5 : Turbidité des eaux des trois agglomérations.

Selon ces résultats nous déduisons que les valeurs de turbidité sont acceptables pour les trois agglomérations, et elles ne dépassent pas 0.98 NTU. Ces valeurs sont conformes à la norme du journal officiel qui fixe une valeur maximale de 5NTU.

II.1.5. Conductivité électrique (CE)

. Les résultats de la conductivité de la commune de BOUINAN sont résumés dans les histogrammes suivants.

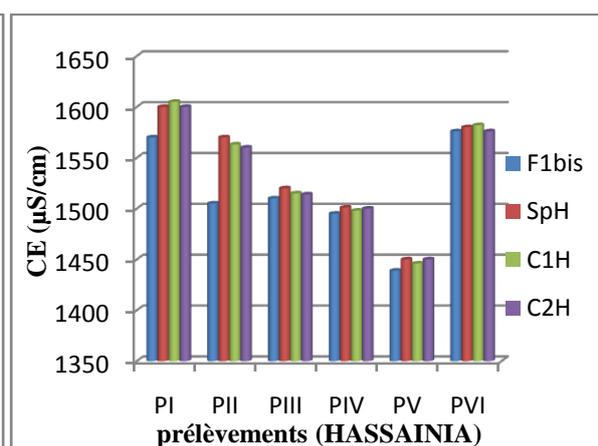
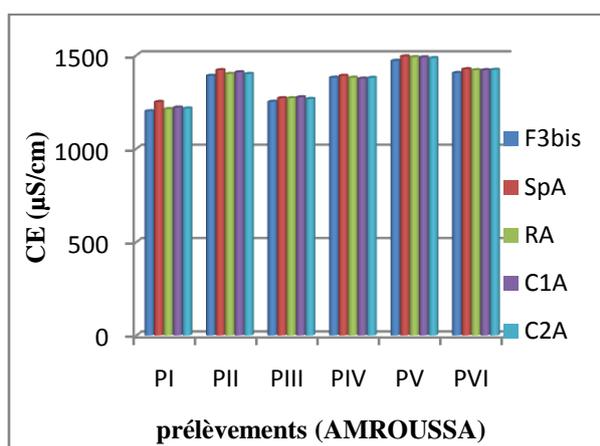
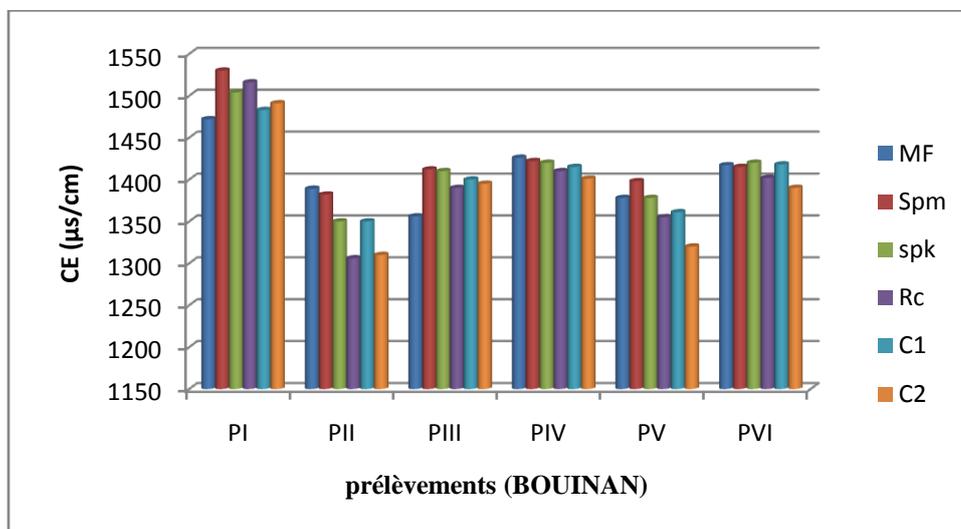


Figure N°6 : Conductivité des eaux des trois agglomérations.

Les valeurs enregistrées pour la conductivité varient entre 1320 et 1530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'agglomération de BOUINAN, entre 1446 et 1605 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour HASSAINIA et pour AMROUSSA ces valeurs varient entre 1200 et 1420 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces résultats sont conformes aux Algérienne JORA (N°27, Avril 2006) avec une concentration de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au maximum.

II.1.5. Titre alcalimétrique (TA)

Selon les tableaux II, III et IV de l'annexe II, on remarque que 100% des échantillons de la commune de BOUINAN présentent un TA nulle. Ces résultats sont conformes aux normes algériennes.

II.1.6. Dureté

a) Titre alcalimétrique complet (TAC)

Les résultats relatifs au titre alcalimétrique complet sont illustrés par les trois histogrammes suivants :

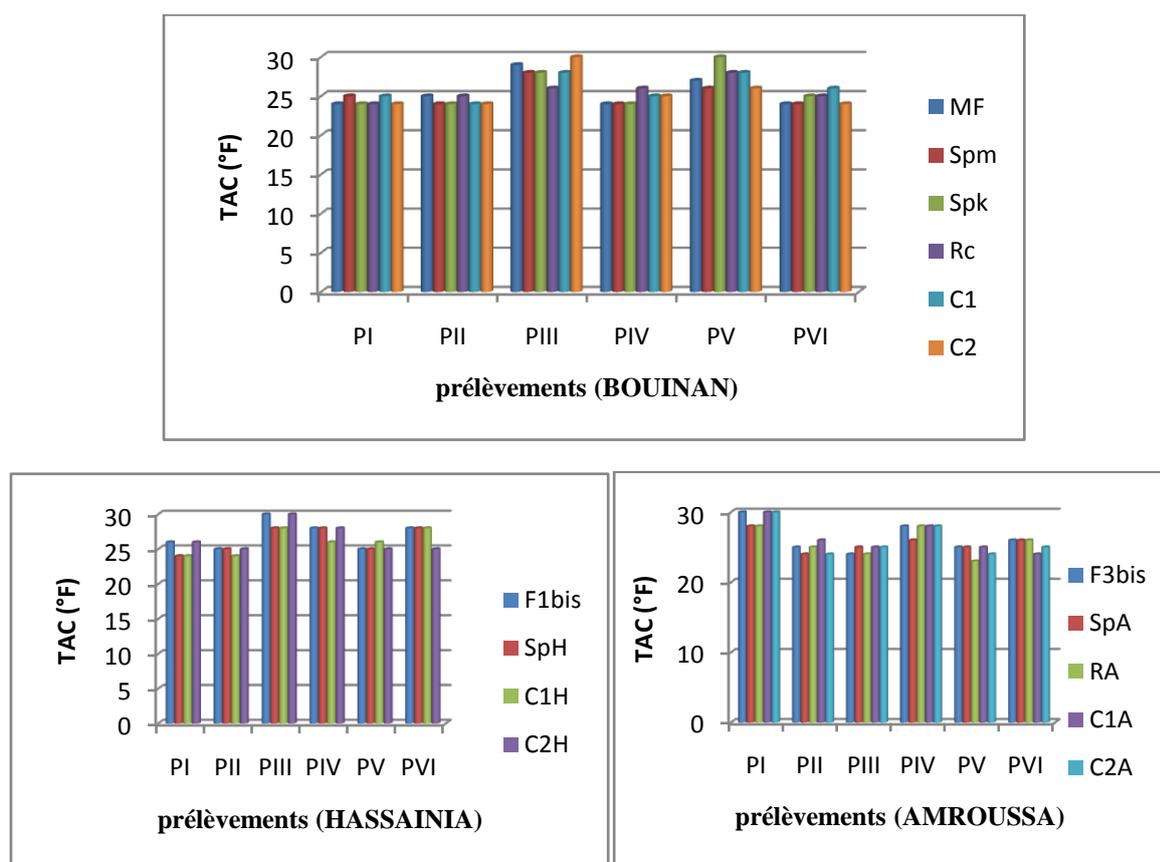


Figure N°7: Le titre alcalimétrique(TAC) des eaux des trois agglomérations.

Les valeurs du titre alcalimétrique complet des trois communes oscillent entre 24°F et 30°F et sont conformes aux normes algériennes (<200°F).

b) Titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrométrique correspond à la teneur globale en sels de calcium et en magnésium. Dans la plupart des eaux naturelles, le calcium contribue au TH dans la proportion de 70 à 90%. Les résultats trouvés au cours de ce travail sont représentés par les histogrammes suivants :

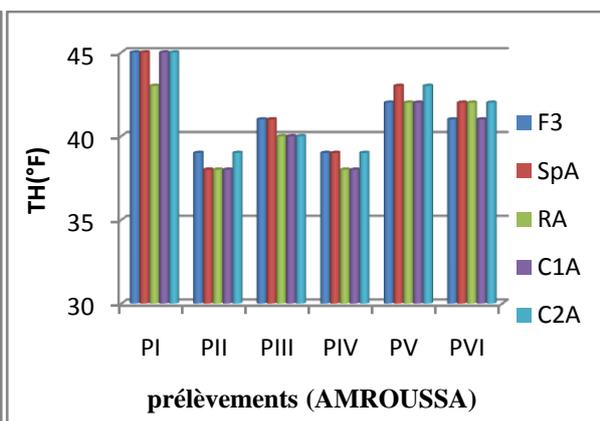
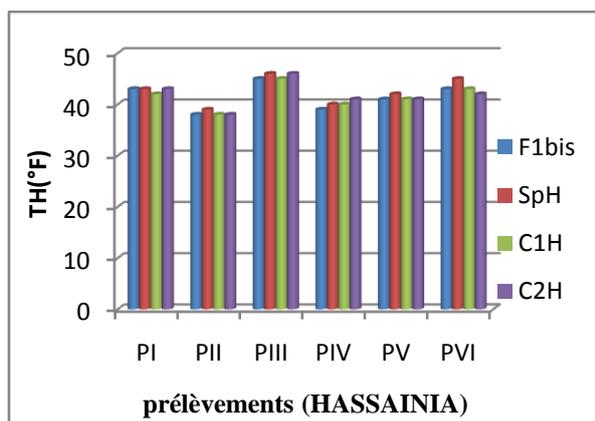
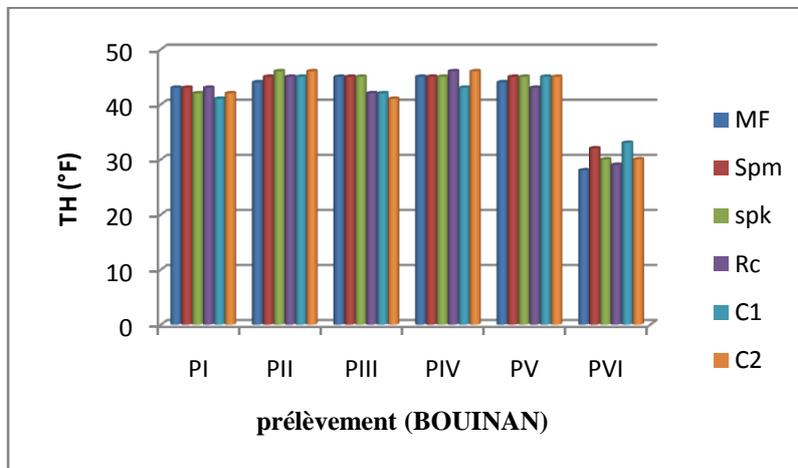


Figure N°8 : Le Titre hydrotimétrique des eaux des trois agglomérations

Les valeurs de TH enregistrées pour tous les échantillons analysés sont très proches, elles varient entre 39°F et 48°F. Ces valeurs sont inférieures à la norme fixée par la CCE qui est de 50°F et sont par conséquent conformes aux normes.

II.1.7 Bicarbonates (HCO_3^-)

La figure N°9 suivante illustre les variations du taux de HCO_3^- des eaux analysées de la commune de BOUINAN pendant la période d'étude.

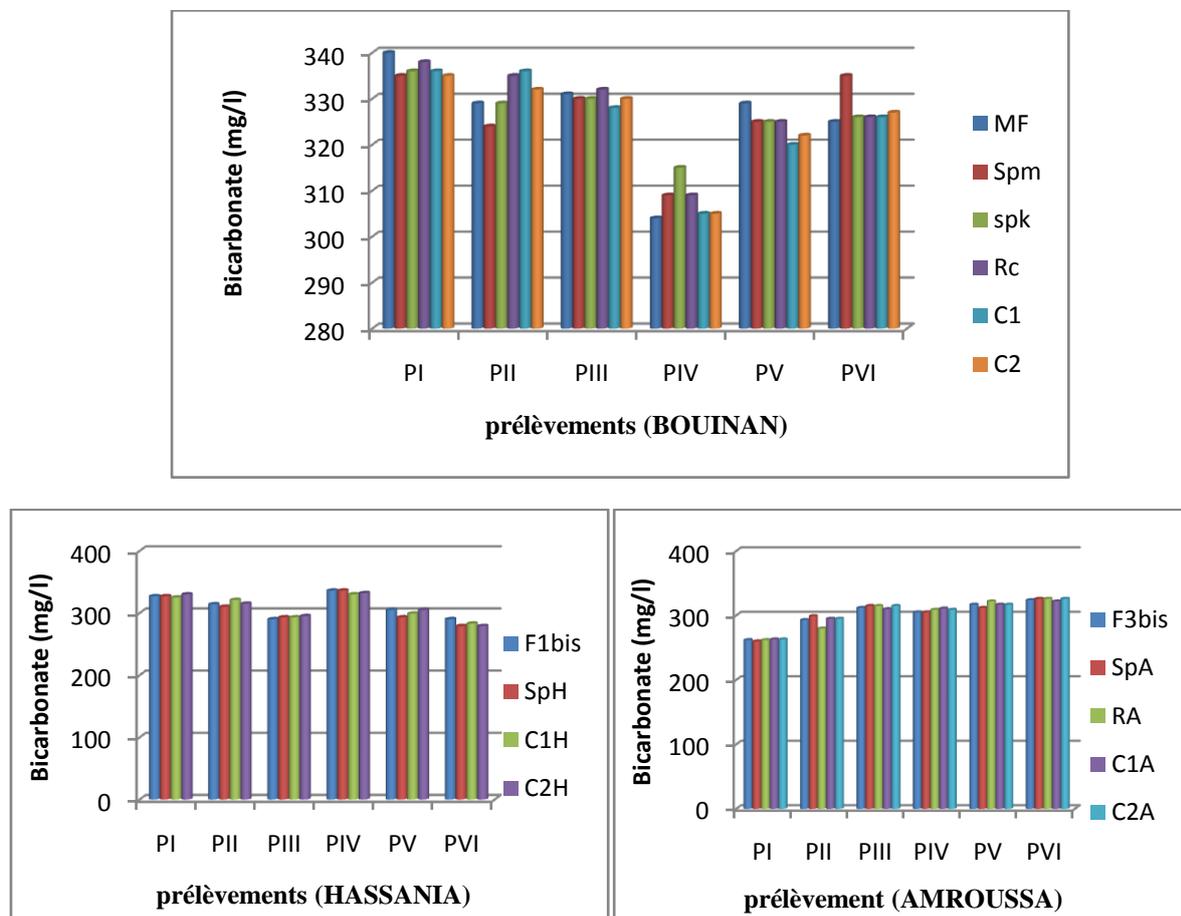


Figure N°9 : Teneurs en Bicarbonates des trois agglomérations.

D'après ces résultats il est à constater que les teneurs en bicarbonates pour les trois agglomérations sont comprises entre 298 mg/l et 360 mg/l pour l'agglomération de BOUINAN, 279 mg/l et 336 mg/l pour l'agglomération de HASSAINIA, et 260 mg/l et 326 mg/l pour AMROUSSA. Ces résultats sont conformes à la norme établie par JORA qui est fixé à (< 500mg/l).

II.1.8. Calcium (Ca^{2+})

Le Calcium est le composant majeur de la dureté de l'eau, il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Les analyses effectués sur l'eau de la commune de BOUINAN nous a permis d'illustrer les résultats de leurs concentrations dans les histogrammes suivants

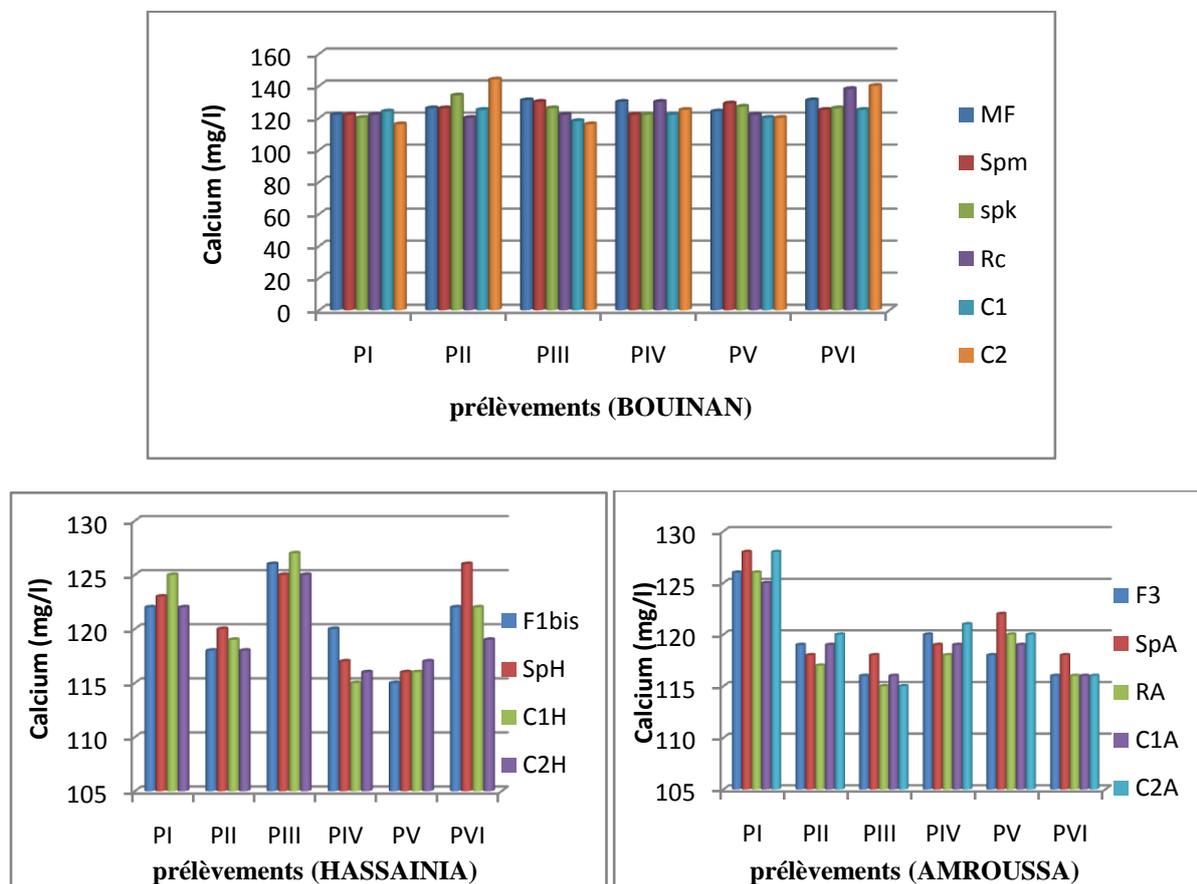


Figure N°10 : Teneurs en Calcium des trois agglomérations

Les teneurs en Calcium des échantillons de l'agglomération de BOUINAN varient entre 116 mg/l et 142 mg/l, et entre 115 mg/l et 128 mg/l pour HASSANIA et AMROUSSA.

Ces résultats sont tous conformes à la norme recommandée par JORA (2006) (75-200 mg/l).

II.1.9. Magnésium

Le magnésium est un élément essentiel dans l'eau, les différentes variations de ces concentrations, dans l'eau de la commune sont illustrées dans les histogrammes ci-dessous :

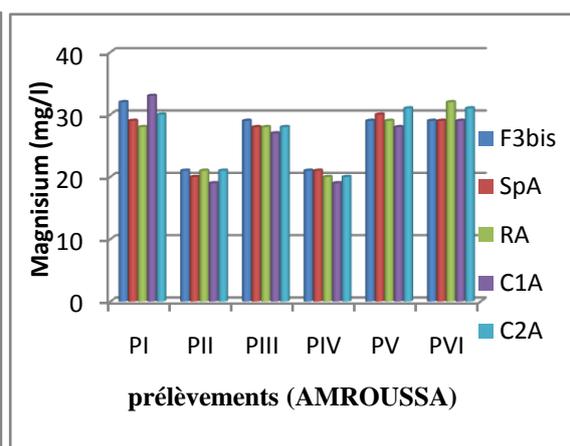
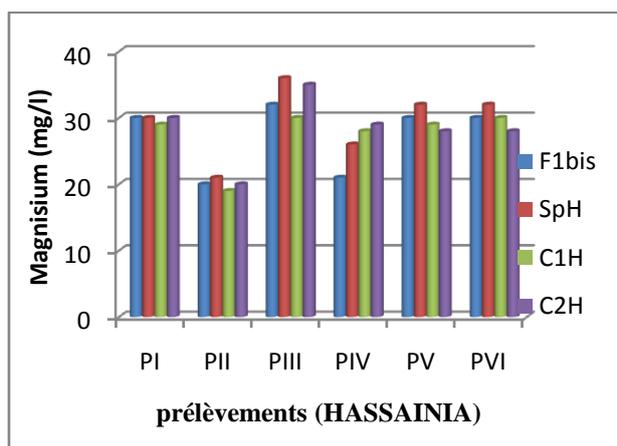
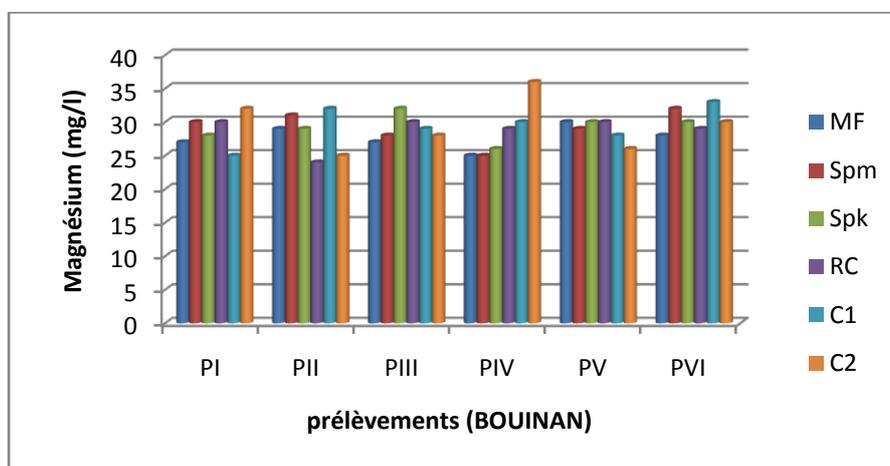


Figure N°11 : Teneurs en magnésium des trois agglomérations.

D'après les résultats ces histogrammes, on observe que les teneurs en magnésium des trois agglomérations sont comprises entre 19 mg/l et 32 mg/l.

Ces valeurs sont nettement inférieures à la norme algérienne dont la valeur est fixée à (150 mg/l).

II.1.10. Chlorure (Cl⁻)

Les histogrammes suivant représentent les teneurs en Chlorures des eaux des trois communes :

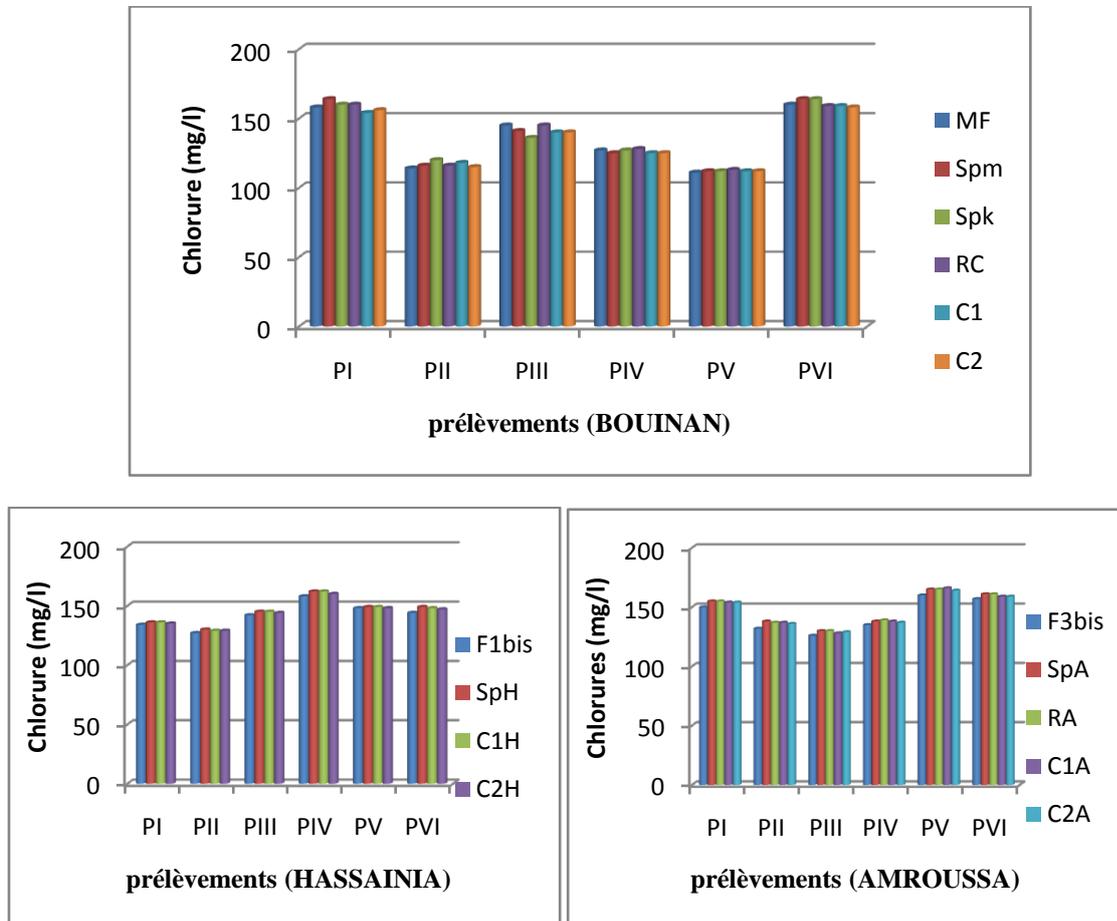


Figure N°12 : Teneurs en chlorure pour les trois agglomérations.

Les teneurs en chlorures trouvés pour l'ensemble des échantillons analysés sont comprises 114mg/l et 166 mg/l. La réglementation algérienne autorise une valeur de 500mg/l pour les eaux potables. Donc ces valeurs sont tous conformes à la norme.

II.1.11. Sulfate (SO₄²⁻)

Les teneurs en sulfates sont illustrées dans les histogrammes suivants :

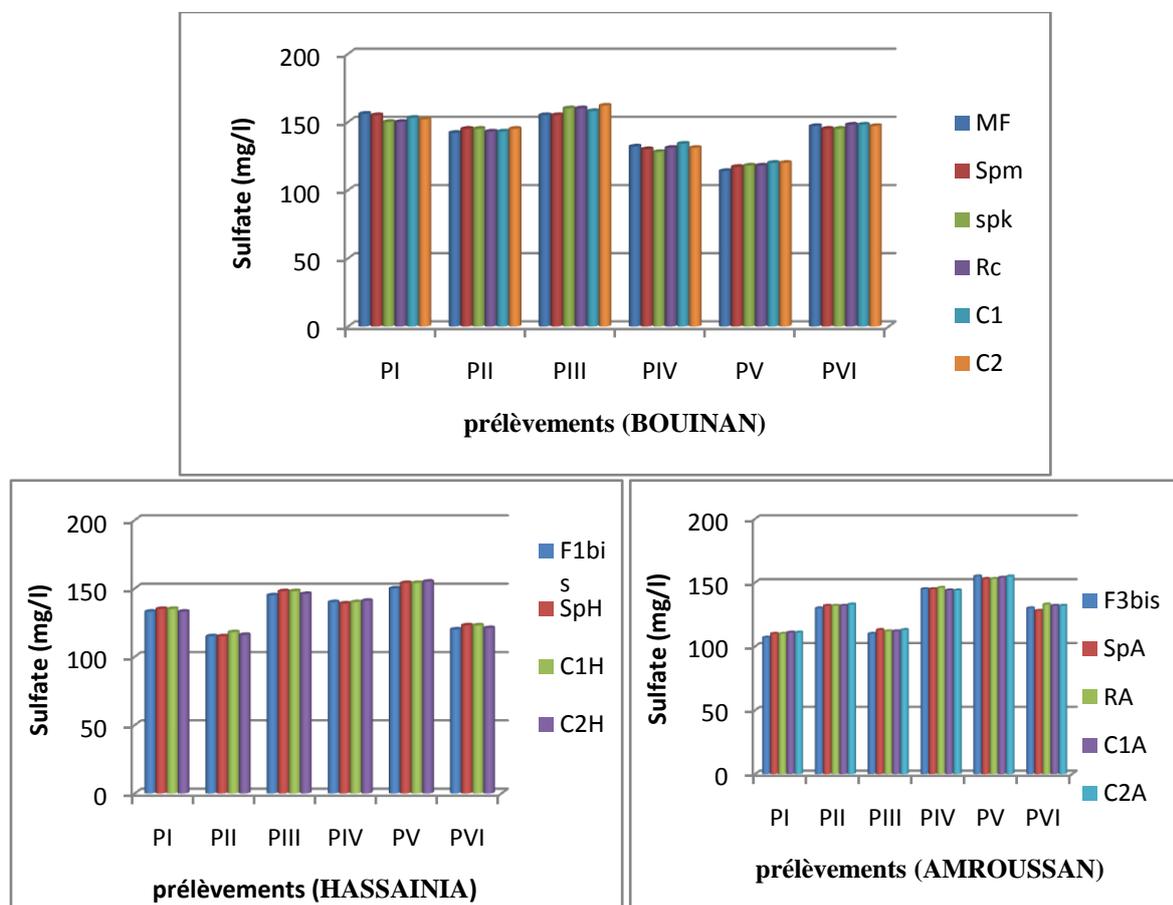


Figure N°13 : Teneurs en sulfates pour les trois agglomérations.

D'après ces résultats, nous constatons que les valeurs en sulfates des eaux de l'agglomération de BOUINAN fluctuent entre 118 mg/l et 160 mg/l, les valeurs du HASSAINIA oscillent entre 115 mg/l et 155 mg/l et entre 107 mg/l et 155 pour l'agglomération d'AMROUSSA.

Ces valeurs sont conformes aux valeurs tolérées par JORA(2006) (200mg/l).

II.1.12. Nitrates (NO_3^-)

Le tableau suivant résume les concentrations en nitrates des eaux des trois agglomérations :

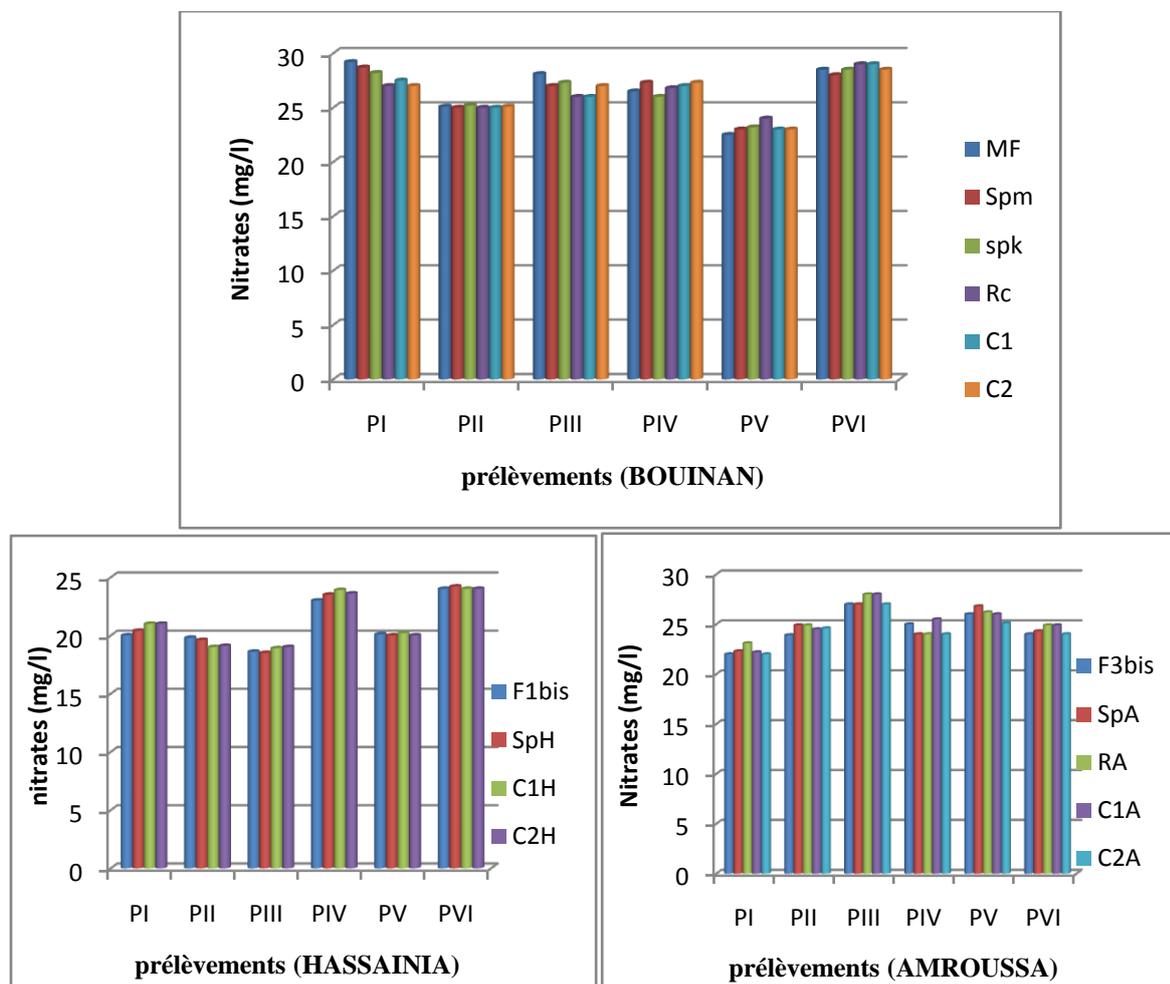


Figure N°14 : Teneurs en nitrates pour les trois agglomérations.

Ces résultats montrent que les teneurs en nitrates dans l'eau des trois agglomérations oscillent entre 22.5mg/l et 29.2 mg/l pour l'agglomération de BOUINAN, entre 22 mg/l et 28 mg/l pour AMROUSSA et entre 18.5 mg/l et 24.2 pour HASSAINIA.

L'ensemble des résultats sont conformes à la norme du JORA(2006) dont la valeur maximale tolérée est de 50 mg/l.

II.1.13 Nitrites (NO_2^-)

Selon les tableaux II, III, IV (annexe II), les échantillons analysés montrent une absence totale en nitrites.

II.1.14. Ammonium (NH_4^+)

Les tableaux II, III, IV (annexe II) montrent que les eaux analysées ne contiennent aucune trace de cet élément pour tous les échantillons prélevés, ce qui est conforme aux normes du JORA (0.5 mg/l au maximum).

II.1.15. Phosphates (PO₄³⁻)

Les concentrations en phosphates de l'eau des trois agglomérations sont illustrées dans la figure N°15.

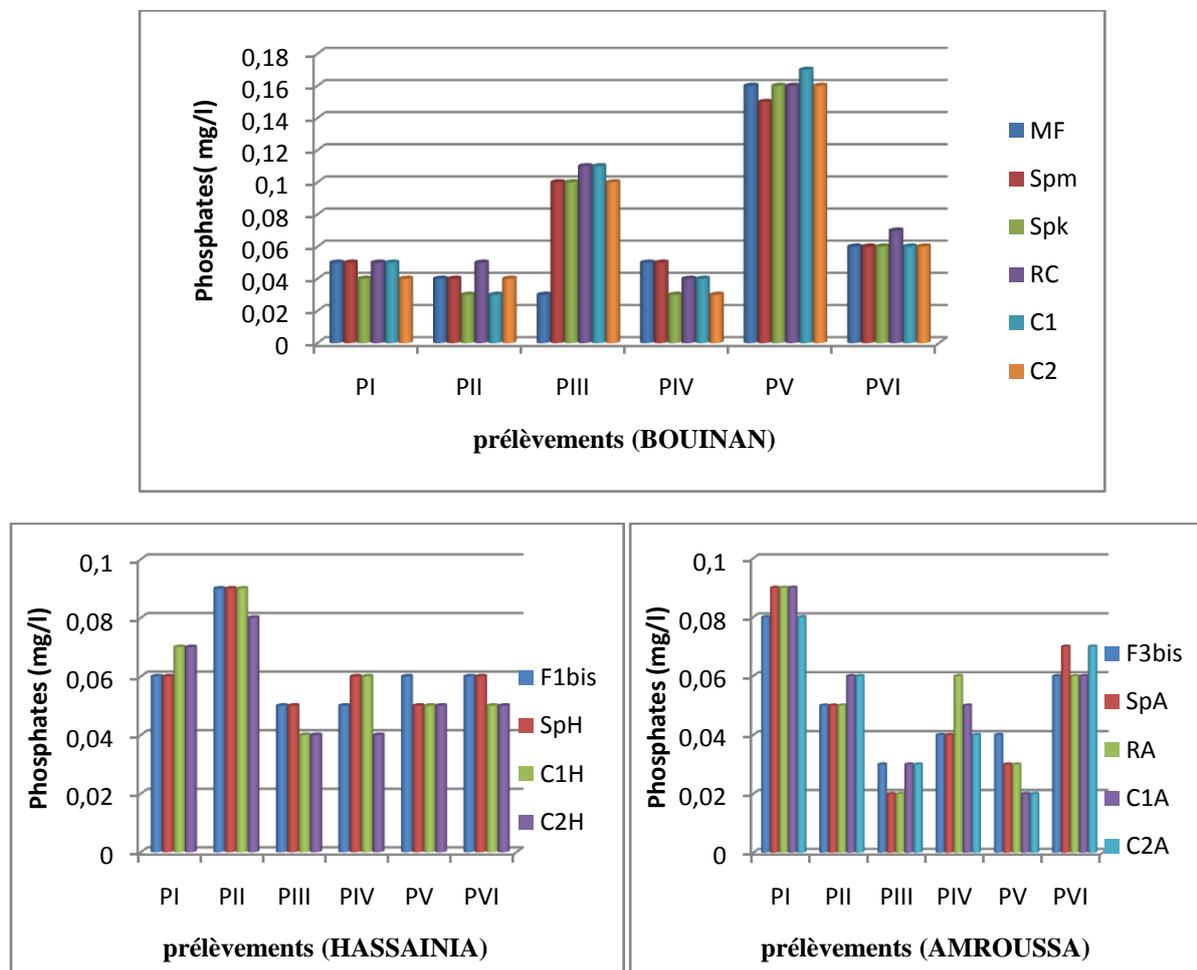


Figure N°15 : Teneurs en phosphates des trois agglomérations.

Les valeurs trouvées ne dépassent pas, 0.17 mg/l pour l'agglomération de BOUINAN, 0.09 mg/l pour les agglomérations de HASSAINIA et AMROUSSA. Ces résultats sont conformes à la norme algérienne (<0.5mg/l).

II.1.16. Matière organique

Les résultats des analyses de la matière organique des échantillons sont illustrés par les histogrammes suivants.

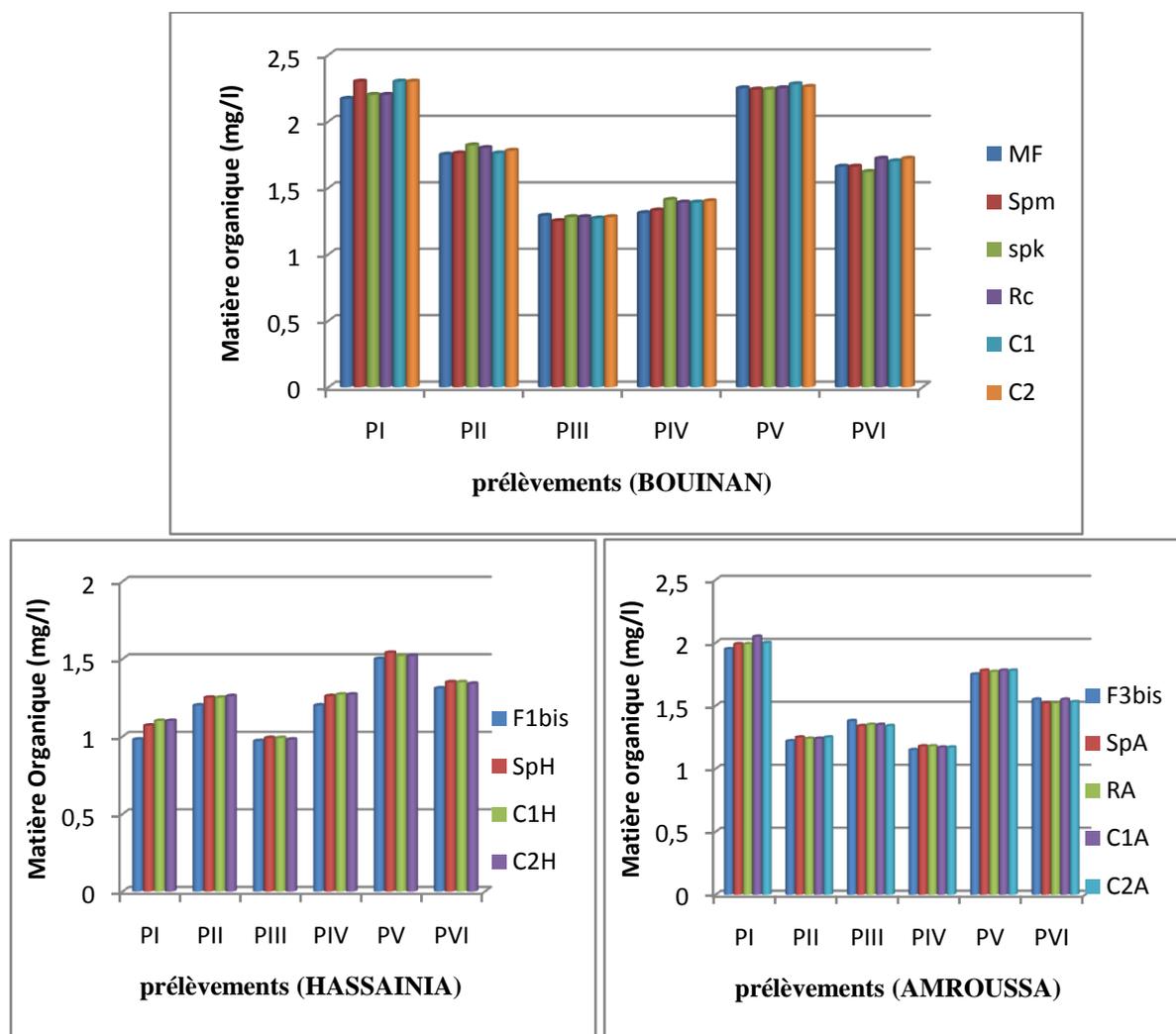


Figure N°16 : Teneurs en matière organique des trois agglomérations.

D'après la figure N°13, les teneurs en matière organique obtenues varient entre 1.28 mg/l et 2.3 mg/l pour l'agglomération de BOUINAN, entre 1.15 mg/l et 2.05 mg/l pour AMROUSSA, et entre 0.97 mg/l et 1.54 mg/l. Ces valeurs sont inférieures à la valeur limite de la norme algérienne (3mg/l).

II.2. Résultats des analyses bactériologiques

Tableau V : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute des forages d'agglomération de BOUINAN

| Prélèvements germes | I 02/03/2014 | | | | II 16/03/2014 | | | | III 30/03/2014 | | | | IV 13/04/2014 | | | | normes |
|------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|---------|
| | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | NA |
| C T (UFC/100ml) | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | <10 |
| C F (UFC/100ml) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S F (UFC/100ml) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Salmonelles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Vibrions cholériques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Test de chlore (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

CT : coliformes totaux CF : coliformes fécaux SF : Streptocoques Fécaux Sal : Salmonelles VC : Vibrions cholériques

(Suivi de tableau V) :

| Prélèvements germes | V 27/04/2014 | | | | VI 11/05/2014 | | | | VII 25/05/2014 | | | | normes |
|------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|---------|
| | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | <10 |
| C T (UFC/100ml) | 3 | 0 | 0 | 4 | 5 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| C F (UFC/100ml) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S F (UFC/100ml) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Salmonelles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Vibrions cholériques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Test de chlore (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Tableaux VI : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute des forages des agglomérations de HASSAINIA et AMROUSSA

| prélèvements | I 09/03/2014 | | II 23/03/2014 | | III 06/04/2014 | | IV 20/04/2014 | | V 04/05/2014 | | VI 18/05/2014 | | VII 29/05/2014 | | normes |
|------------------------------|-----------------|-------|------------------|-------|-------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|-------------------|-------|---------|
| | F1bis | F3bis | F1bis | F3bis | F1bis | F3bis | F1bis | F3bis | F1bis | F3bis | F1bis | F3bis | F1bis | F3bis | |
| germes | | | | | | | | | | | | | | | NA |
| Coliformes totaux | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| Coliformes fécaux | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Streptocoques fécaux | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Salmonelles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Vibrions cholériques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Test de chlore (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Tableau VII : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération de BOUINAN.

| prélèvement germes | I 02/03/2014 | | | | | II 16/03/2014 | | | | | III 30/03/2014 | | | | | IV 13/04/2014 | | | | | normes |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|---------|
| | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| CV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Chlore (mg/l) | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | |

(Suivi de tableau VII)

| prélèvement germes | V 27/04/2014 | | | | | VI 11/05/2014 | | | | | VII 25/05/2014 | | | | | normes |
|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|---------|
| | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absence |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absence |
| Test de chlore (mg/l) | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |

CT : coliformes totaux CF : coliformes fécaux SF : Streptocoques Fécaux Sal : Salmonelles VC : Vibrions cholériques

Tableau VIII : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération HASSAINIA.

| prélèvements | I 09/03/2014 | | | II 23/03/2014 | | | III 06/04/2014 | | | IV 20/04/2014 | | | normes |
|---------------|-----------------|-----|-----|------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|---------|
| | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| chlore (mg/l) | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | |

(Suivi de tableau VIII) :

| prélèvements | V 04/05/2014 | | | VI 18/05/2014 | | | VII 29/05/2014 | | | normes |
|---------------|-----------------|-----|-----|------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|---------|
| | SpH | C1H | CH | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| chlore (mg/l) | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | |

Tableau IX : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération d'AMROUSSA.

| Prélèvements | I 09/03/2014 | | | | II 23/03/2014 | | | | III 06/04/2014 | | | | IV 20/04/2014 | | | | normes |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|---------|
| | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absene |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Test de chlore (mg/l) | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | |

(Suivi de tableau IX)

| Prélèvements | V 04/05/2014 | | | | VI 18/05/2014 | | | | VII 29/05/2014 | | | | normes |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|---------|
| | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Test de chlore (mg/l) | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | |

II.2.1. Test de chlore

D'après les résultats obtenus sur 42 échantillons des eaux brutes, le test de chlore a révélé que 100% de ces échantillons sont négatifs (-).

Pour 84 échantillons des eaux traités, 100% présentent un taux de chlore résiduel positif (+). Les valeurs de chlore résiduel libre trouvées pour les trois agglomérations varient d'un échantillon à l'autre, elles se situent entre 0.1 et 1 mg/l pour l'agglomération de BOUINAN, entre 0.1 et 0.5 mg/l pour HASSAINIA, et entre 0.2 et 0.8 mg/l pour l'agglomération d'AMROUSSA.

II.2.2. Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute

Coliformes totaux

Les résultats obtenus sont inférieurs aux valeurs de la norme algérienne (< 10 UFC/100ml).pour 25% d'échantillons analysés on remarque une absence totale de ces germes.

Pour l'eau brute de l'agglomération de BOUINAN, la valeur maximale en coliformes totaux, est de 9 C.T/100 ml d'eau a été enregistrée au niveau de l'eau de forage B4bis.

Le nombre de présences de ces germes varie d'un forage à un autre, on note que la valeur minimale est enregistrée au niveau du forage B5bis avec 2 présences sur 7 prélèvements, et le maximum est de 5 présences sur 7 prélèvements est enregistré au niveau de forage B4bis.

Pour l'eau brute de l'agglomération de HASSAINIA (F1bis), la valeur varie entre 0 C.T et 3 C.T dans 100 ml, avec 2 présences sur 7 prélèvements.

La valeur minimale pour l'eau brute de l'agglomération d'AMROUSSA (F3bis) est de 0 C.T dans 100 ml, et le maximum est de 1C.T dans 100 ml, avec une seule présence sur 7 prélèvements.

a) Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, Salmonelles et Vibrions cholériques :

D'après les résultats des tableaux VI et VII nous constatons une absence totale des Coliformes fécaux, des Streptocoques fécaux, des Salmonelles et des Vibrions cholériques dans l'eau brute des six forages des trois agglomérations.

II.2.2. Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau depuis l'étape traitement (stations de pompage) jusqu'aux robinets des consommateurs des trois agglomérations de la commune BOUINAN, HASSAINIA, AMROUSSA (tableaux V et VI) révèlent une :

- Une absence totale des Coliformes totaux ;
- Une absence totale des indicateurs de contamination fécale (Coliformes fécaux et Streptocoques fécaux) ;
- Une absence des germes pathogènes (Salmonelles et Vibrions cholériques).

II.3. Discussion des résultats

La connaissance des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et la maîtrise du contrôle de l'eau sont indispensables pour assurer la qualité des eaux de distribution publique, et pour garantir la santé des consommateurs en respectant la législation en vigueur qui devient de plus en plus stricte. Les forages sont les points où affleurent les eaux souterraines, les caractéristiques physiques chimiques et biologiques de l'eau souterraines dépendent de facteurs tels que le climat, la nature des sols, la géologie et les activités humaines à l'intérieur du bassin versants, alors analyser la qualité de l'eau potable de consommation revient à analyser la qualité de l'eau souterraine.

Les résultats des analyses effectués au cours de notre étude concernant l'eau des 06 forages avant le traitement, l'eau traitée des stations du pompage du réservoir et celui des robinets des citoyens au niveau des trois agglomérations de la commune de BOUINAN ; montrent que les paramètres mesurés obéissent dans l'ensemble aux normes définies par la réglementation Algérienne.

Les valeurs de température des eaux mesurées sur terrains, durant la période de notre étude, montrent qu'il y a une variation ceci pourrait être en relation avec la variation climatique de la période d'étude et justifiée par le changement saisonnier de climat.

On ne signale pas une grande différence entre la température des eaux brutes des forages et celle marquée pour l'eau traitée depuis les stations de pompage jusqu'aux consommateurs. Pratiquement l'ensemble de nos échantillons d'eau brute, traitées et prélevés auprès des consommateurs sont conformes à la norme algérienne (25°C la température maximale limite).

Les pH notés, des échantillons d'eau brute des forages, d'eau traitée des stations de pompage, des réservoirs et distribué vers les robinets de la commune de BOUINAN, tendent vers l'alcalinité (pH entre 7.2 et 8.3). Ces résultats sont tous conformes à la norme de potabilité de Journal Officiel de la République Algériennes (6.5 - 8.5). L'OMS ne fixe pas de valeur pour le pH, mais précise qu'un faible pH peut poser des problèmes de corrosion et qu'un pH élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution et entraîner ainsi des problèmes de goût.

Les eaux de la commune de BOUINAN marquent une turbidité comprise entre 0.22 NTU et 0.98 NTU pour les trois agglomérations. Ces valeurs faibles sont conformes à la norme de potabilité du JORA (2 NTU), donc une eau claire et non turbide pour les citoyens.

Selon **Degrémont, (2005)**, la turbidité peut être considérée comme un excellent indicateur de la qualité générale de l'eau .Elle peut aussi servir «d'indice d'efficacité» de la conservation dans le réseau de distribution.

Les résultats de la conductivité des trois agglomérations varient de 1306 $\mu\text{S}/\text{cm}$, limite inférieure enregistrée pour le PII de l'agglomération de BOUINAN et 1605 $\mu\text{S}/\text{cm}$ limite supérieure, pour le PI de l'agglomération d HASSAINIA. Selon **Rodier et al., (2005)** il s'agit d'une eau de minéralisation élevée.

Les différentes variations de ce paramètre auraient pour cause la teneur en sels dissous, plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée. La conductivité varie également en fonction de la température, elle dans la plus part du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains lorsqu'il pleut. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluent agricoles et domestique, qui contiennent des sels contribuant entre eux aussi à l'accroissement de la conductivité (**Rodier et al., 2005**).

La dureté des eaux est appréciée par le Titre alcalimétrique complet (TAC) et le Titre hydrotimétrique (TH). Les valeurs de ces paramètres des trois agglomérations sont inférieures à la norme fixée par JORA qui est de 200°F pour le TAC et de 50°F pour TH.

Par ailleurs, ces valeurs montrent que ces eaux sont dures. L'eau dure n'a pas d'effet nocif sur la santé mais la formation de calcaire peut générer des désagréments des matériaux (entartrage des canalisations notamment) (**Rodier et al., 2005**).

Les résultats des bicarbonates obtenus pour l'eau des trois agglomérations de la commune de BOUINAN depuis forages jusqu'aux consommateurs sont conformes à la norme du journal officiel fixée au maximum à 500 mg/l.

Les eaux analysées présentent un pH proche de la neutralité. Un pH neutre favorise la formation des bicarbonates. Et la présence de ces dernier dans les eaux n'a aucun effet nocif sur la santé (**Rejseck, 2002**).

D'après les résultats des analyses, les concentrations en calcium des trois agglomérations sont conformes à la norme du journal officiel (75-200 mg/l). Ces résultats sont entre 115 mg/l et 142 mg/l. Le calcium est trouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau. (**Queneau et Habert, 2009**).

Les eaux présentent des teneurs élevées en calcium en rapport à la géologie des terrains traversés, durant leurs parcours dans l'ensemble du bassin versant. En effet le calcium provient de la dissolution des bicarbonates de calcium (**Defranceshi, 1996**) ce qui expliquerait probablement la richesse de ces eaux en calcium.

D'après **Defranceshi, 1996**, les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l. Le taux élevé en calcium selon **Rodier et al., (2005)** rend cette eau dure en parallèle une formation de calcaire peut générer des désagréments matériels. Généralement, dans les eaux naturelles, la teneur en calcium est plus importante que le magnésium (**Rodier et al., 2005**). Les trois agglomérations présentent des teneurs considérables en magnésium.

Globalement, les résultats obtenus dans cette étude montrent que les teneurs en magnésium des trois agglomérations de la commune de BOUINAN sont conformes à la norme de JORA qui est de 150mg/l.

La teneur de l'eau des trois agglomérations en chlorures fluctuent entre 114 mg/l comme valeurs inférieures enregistrées pour (MF, PI) de l'agglomération de BOUINA et 166mg/l, comme valeur supérieure enregistré pour le (C1A, PV) de l'agglomération d'AMROUSSA.

L'eau traitée a présenté des valeurs proches de celles des eaux brutes des forages, avec une légère augmentation par apport à l'eau brute due à l'ajout du chlore au niveau des stations de pompage. Ces résultats sont tous conformes à la norme algérienne (500 mg/l).

La variation de ces sels dans l'eau dépend des terrains traversés. D'ailleurs, la teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de la minéralisation d'une eau.

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250mg/l. Ils sont aussi susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier pour les éléments en acier inoxydable, pour lesquels les risques s'accroissent à partir de 50 mg/l. Ils ne jouent aucun rôle dans les phénomènes de décomposition et ne sont donc pas modifiés. (**Rodier et al., 2005**).

Les sulfates naturellement présents dans les eaux, en concentration très variable (importante au contact de terrains gypseux ou proches de mines de fer), ils sont parfois le témoin d'une pollution industrielle (textile, papeterie...) (**Queneau et Habert, 2009**).

Les sulfates selon **Potelon et Zysman,(1998)**, ont un effet corrosif vis à vis les canalisations si leurs teneurs dépassent 300 mg/l. Les analyses effectuées depuis les forages jusqu'aux robinets des consommateurs des trois agglomérations de la commune de BOUINAN, montrent des valeurs élevées, 166 mg/l dans l'agglomération de BOUINAN, 155mg/l dans les agglomérations de HASSAINIA et AMROUSSA. Mais elles restent néanmoins conformes aux normes tolérées par JORA (200 mg/l).

Les nitrates est le produit final de l'oxydation de l'azote dans l'environnement. L'augmentation du niveau de la concentration en nitrates est une indication de la pollution soit par des eaux usées ou des déchets, soit par des engrais agricoles.

Selon Rodier et al, (1996), les nitrates proviennent des élevages et des eaux de pluie. En organismes vivants et en matières organiques. Ce paramètre participe aux phénomènes d'eutrophisation (phénomène évolutif au cours duquel le milieu s'enrichit en matières nutritives).

Des concentrations maximales en nitrates atteint 29.2 mg/l dans l'agglomération de BOUINAN, 28 mg/l pour AMROUSSA et 24.2 mg/l pour HASSAINIA, l'ensemble de valeurs obtenus durant notre étude sont inférieures à la norme du journal officiel (au maximum 50 mg/l).

Chez l'homme, selon l'OMS, les nitrates en excès provoquent des troubles sanguins graves en particulier une dégradation de l'hémoglobine.

Selon **Rodier et al., (2005)**, les nitrates proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant.

Les résultats de notre étude montrent que les nitrites sont inexistantes. Cependant les normes algériennes tolèrent des valeurs de 0.1 mg/l.

De point de vue de toxicité qui est très significative en raison de leur pouvoir oxydant, il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates (**Rodier et al., 2005**).

L'eau potable ne doit pas contenir d'ammonium, les résultats obtenus montrent que l'eau analysée ne renferme pas d'azote ammoniacal pour tous les échantillons prélevés, depuis forages jusqu'aux robinets des consommateurs des trois agglomérations de la commune de BOUINAN, les teneurs en ce paramètre de pollution sont conformes aux normes de JORA (0.5 mg/l).

Selon **Potelon et Zysman (1998)**, la teneur en phosphates dans les eaux souterraines constitue un facteur de pollution. Les eaux de surface ou de nappes peuvent être contaminées par des rejets industriels et domestiques ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides.

Les échantillons analysés des trois agglomérations renferment des valeurs de phosphate conformes à la valeur fixée par la norme algérienne (0.5 mg/l).

La pollution par la matière organique est le résultat des rejets d'égouts urbains et de certaines industries alimentaires hautement polluantes : abattoirs, fromageries, laiteries et sucreries (**Kebich et al., 1999**). Les variations des valeurs de la matière organique de tous les échantillons de la commune de BOUINAN sont entre 0.97 mg/l et 2.3 mg/l, ces résultats sont conformes à la norme algérienne (3 mg/l).

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau prélevée à partir des trois agglomérations de la commune de BOUINAN depuis forages jusqu'aux robinets de consommateurs, nous ont permis d'obtenir des divers résultats :

Pour les eaux brutes des forages, les résultats des analyses montrent que, pour 42 échantillons, 26 enregistrent une conformité totale de leur teneur en coliformes totaux à la norme du JORA.

Pour les autres échantillons on observe une présence des coliformes totaux qui varient entre 1 et 9 UFC mais restent toujours conformes à la norme fixée par le JORA (10UFC).

L'absence totale des germes témoins de contaminations fécale (coliformes fécaux et Streptocoques fécaux), des germes pathogènes : Salmonelles et Vibrions cholériques pour tous les échantillons prélevés à partir des forages des trois agglomérations de la commune.

On remarque une absence totale des coliformes totaux pour tous les échantillons des eaux traités au niveau des stations de pompage et celles des réservoirs et des robinets des consommateurs. Ceci pourrait être interprété selon **Potelon et Zysman (1998)**, par l'efficacité du traitement de chloration et le temps de contact satisfaisant pour la destruction des germes présents dans l'eau.

Conclusion

Le contrôle permanent de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux potables, encore appelées dans la réglementation « eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) », est indispensable au développement des sociétés et sont parmi les préoccupations prioritaires de ceux qui les dirigent.

Cette étude s'est basée sur le contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de consommation de la commune de BOUINAN depuis forages jusqu'aux robinets des consommateurs.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré une conformité de l'eau brute et de l'eau traitée aux normes de potabilités.

Il est noté que les valeurs de chlore résiduel sont plus moins élevés dans quelque points de prélèvements de l'eau traitée (jusqu'au 0.9mg/l), elles sont suffisantes pour une bonne chloration mais peuvent induisent l'apparition d'un goût désagréable et la formation de composés toxiques tels que les trihalométhanes.

Les résultats des analyses bactériologiques ont montré une parfaite conformité de l'eau brute et de l'eau traitée aux normes.

A la lumière de ces résultats nous concluons que l'eau distribuée à la population de la commune de BOUINAN est de bonne qualité.

En perspective, il serait intéressant de continuer cette étude en portant la lumière sur le dosage des métaux lourds et les produits phytosanitaires (pesticides).

Un suivi de l'évolution des trihalométhanes (dérivée de chlore) dans les réseaux de distribution serait intéressant à étudier.

- ✚ **Berche. P, Gaillard. J et Simont. N, (1991).** Bactériologie, Bactéries des infections humaines 3^{ème} édition. Paris. 659p.
- ✚ **-Bliefert.C et Perraud. R. (2003).** Chimie de l'environnement : air,eau,sols , déchet. 1^{er} édition . 2^{ème} tirage. P291-327 .
- ✚ **Boeglin ;J,C, (2001) :** " Technique de l'ingénieur traité environnement" édition technique d'ingénieur.Paris. P 1110.
- ✚ **Bontoux F, 1993 :** Introduction à l'étude des eaux douce, eaux douce, eaux naturelle, eaux, 2^{ème} édition CBEDOC, diffusion Lavoisier, 170p.
- ✚ **Bordet. J. (2007).** L'eau dans son environnement rural : hydraulique et cycle de l'eau, l'alimentation en eau potable, l'assainissement des agglomérations. Edition JOHANRT ; p 171-209.
- ✚ **Bouziani. M. (2006).** L'eau dans tous ses états. Source de vie, ressource épuisable, maladies hydriques. Pollution chimiques. Alger. Dar el Gharb.
- ✚ **Cardot. C, Lafarge. P, Dortega. N, Portes. G et Vincent. D. (2006).** Techniques appliquées au traitement de l'eau. 2^{ème} édition. P 57-79.
- ✚ **DEFRANCESCHI. M. (1996).** L'eau dans tous ses états. Edition MARKETING E ELLIPSES.P38
- ✚ **Degrémont. (1978).** Mémento technique de l'eau. LAVOISIER technique et documentation. 8^{ème} Edition. Paris. P1200.
- ✚ **Degrement, 1989 :** Mémento technique de l'eau (tome 3)
Lavoisier technique et documentation, 2^{ème} édition 614p.
- ✚ **Degrement, 2005.** Mémento technique de l'eau. 10^{ème} édition, T1, paris Lavoisier *tec et doc* 785p.
- ✚ **Delarras. C. (2007).** La microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire (Aliments. Produits cosmétiques. Eaux. Produits pharmaceutique). Edition médicale internationales. LAVOISIER. P 473-476.
- ✚ **Denis.F, Ploy.M, Marin.C, Bengin E, Quentin.R. (2007).** Bactériologie médicale: techniques usuelles Edition: Elsevier Masson. Paris. P37-38.

- # Dupont.A. (1986). Hydraulique urbaine (hydrologie, captage et traitement des eaux). Tome1. 4^{ème} Edition. Paris. P53-81.
- # Figarella. J, Leyaral. G et Tarret. M. (2001). Microbiologie appliqué (Tome 2) Edition : LAUREUS. P 385.
- # Gauyous. D.(1995) : La pollution des milieux aquatiques ; aide mémoire 2^{ème} Edition Lavoisier. Tec et Doc. Paris p16,17,45,55,121,167,171.
- # Gazzaniga.J. L, Ourliac.J.P et Xanvier. L.C.(1998). Leau : usages et gestion. Edition LITEC. P135-148 .
- # Grosclaude. G. (1999). L'eau : Usages et polluants : Tome II. Collection Eau/ Institut National de la Recherche Agronomique. Paris. P 56.181.
- # Guiraud. JP. (1998). Microbiologie alimentaire Lavoisier : technique documentation. Edition Dunod. Paris pp 133-615-652.
- # Hasley.Cet Leclerc.H.(1993). Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition LAVOISIER TEC&DOC. P908.
- # HEBERT.S et LEGARE. S (2000) : "Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petis cours d'eau", Direction de l'état de l'environnement, gouvernement de Québec.
- # Lanoix J.N. et Roym.L(1976) Manuel du technicien sanitaire OMS p21-25, 32,55.
- # Larpent.J.P. (2000). Mémento : microbiologie.3^{ème} Ed. Edition LAVOISIER TEC&DOC P 1039.
- # Loup J et al. (1992). Bactériologie clinique. Edition Flammarion. Paris.
- # Masschelein. W.J. (1996).Processus unitaires du traitement de l'eau potable .Edition CEBEDOC Sprrillière P01-12.
- # Miquel G et Revol. H. (2003). Rapport 215 tome 1 : la qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Paris.
- # Neuvy. P. (1991). L'homme et l'eau dans le domaine tropicale. Paris. 230p.
- # Pelmont.J.L. (1994). Amibiase 1



- ✚ Potelon J. L. et Zysman. K. (1998).** Le guide des analyses de l'eau. 2^{ème} édition : QUEBEC. Griffon d'argile. P15-60.
- ✚ QUENEAU, P et HUBERT, J. (2009).** Place des eaux minérales dans minérales dans l'alimentation .
- ✚ Ramade F, 2000 :** dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau.p 45,46,60,61
- ✚ Rodier J ; Bazin C ; Broutin JP ; Chambon P ; Chompson H et Rodi L, 1996 :** l'analyse de l'eau : eaux résiduaires, eaux de mers 5^{ème} Edition, Edition DUNOD. P633,668.
- ✚ REJSEK. (2002).** **Analyses des eaux :** aspect réglementaire et technique. Service culture éditions pour l'éducation nationale. Aquitaine. P 56, 64, 66, 71, 83 ;95, 326.
- ✚ 12 Rodier JE ; Bazin C ; Broutin JP ; Champon P et Champsaur H, 2005 :** L'analyse de l'eau, 8^{ème} édition <<Edition DUNOD>> p138,135,140.
- ✚ Zella.L. (2007).** L'eau pénurie ou incurie. Alger. Office des publications universitaires.
- ✚ Zerrouki.H, Selt.M.T,Ouadjna.N, Milliani.Z, Menoueri. K, Krider. C, Haddadi. R. (2006) ;** La faim de l'eau. Le magazine des journalistes scientifiques. Université SAD DAhleb de Blida.PP24.

ANNEXE I

Matériel utilisé pour la partie expérimentale

1. Matériel utilisé les analyses bactériologiques

❖ **Appareillage**

I. Matériel utilisé pour les analyses bactériologiques :

- Bec bunsen (Flac)
- Boîtes de pétri de diamètre 55 mn
- Etuve à 37°C et 44°C (memmert)
- Bain marie (memmert)

❖ **Verreries et matériel consommable**

- Pince stérile
- Tubes stériles
- Paires
- Anse de platine
- Boîtes de pétrie stériles
- Pipettes pasteur stériles
- Portoir

❖ **Milieux de cultures**

- Bouillon Sélénite – Cystéine(SFB)
- Bouillon lactosé au poupre de bromocrésol (BCPL)
- Gélose Hektoen
- Eau peptonée alcaline (EPA)
- Gélose nutritive alcaline biliée (GNAB)

❖ **Réactifs, additifs et solution**

- Additifs SFB
- Alun de fer
- Eau de javel
- Réactif de Kovacs
- Sulfite de sodium

❖ **Recherche et dénombrement des coliformes**

• **Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL)**

➤ **A double concentration :**

- Extrait de viande de bœuf6 gr
- Peptone.....10 gr
- Lactose.....10 gr
- Pourpre de bromocrésol.....0,06 gr
- Eau distillée.....1000 ml

➤ **A simple concentration :**

- Extrait de viande de beaufe3 gr
- Peptone5 gr
- Lactose.....5 gr
- Pourpre de bromocrésol.....0,03 gr
- Eau distillée.....1000 ml

pH : 6,7

Autoclavage : 20 mn à 120°C

• **Réactif de Kovacs**

- Para-d iméthyle- aminobenzaldehyde.....5g
- Alcool iso-amylique.....75g
- Acide chlorhydrique.....25ml

❖ **Recherche et dénombrement des coliformes fécaux**

• **Milieu indole-mannitol (Schubert) :**

- tryptophane.....0,2gr
- acide glutamique.....0,2gr
- sulfate de magnésium.....0,7gr
- citrate de sodium.....4gr
- chlorure de sodium.....0,5gr
- tryptone oxoid.....2gr
- mannitol.....10gr
- eau distillée.....500ml
- tampon phosphate pH 7,6.....500ml

Autoclavage 115°C, 10 min

Préparation du tampon phosphate :

- 500 ml d'eau distillée
- 1,44 gr de phosphate monosodique
- 9,21 gr de phosphate disodique

❖ **Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide**

- **Bouillon glucosé à l'acide de sodium (milieu de Rothe) :**

- **A double concentration :**

- Tryptone40gr
- Glucose.....10gr
- Chlorure de sodium.....10gr
- Phosphate bipotassique.....5,4gr
- Phosphate monapotassique.....5,4gr
- Azide de sodium.....0,4gr
- Eau distillée.....1000ml

- **A simple concentration**

- Tryptone.....20gr
- Glucose.....5gr
- Chlorure de sodium.....5gr
- Phosphate bipotassique.....2,7gr
- Phosphate monopotassique.....2,7gr
- Azide de sodium.....0,2gr
- Eau distillée.....1000ml

pH :6,8_7

Autoclavage :15 mn à 121°c

- ❖ **Recherche et dénombrement des vibrions cholérique**

- **Eau peptonée alcaline(EPA)**

- Bacto-protéose peptone.....10gr
- Bactopeptone.....10gr
- Chlorure de sodium.....5gr
- Eau distillée.....1000ml

pH:8,5 -8,6

Autoclavage :15 mn à 121°c

- **Gélose nutritive alcaline biliée (GNAB)**

- Bactopeptone.....10gr

- Extrait de viande.....3gr
- Chlorure de sodium.....5gr
- Agar.....20gr

pH :8,5

Autoclavage :15 min à 121°c

❖ **Recherche et dénombrement des salmonelles**

• **Bouillon au selenite acide sodium(SFB)**

- Peptone tryptique de caséine.....8gr
- Lactose.....8gr
- Phosphate disodique.....20gr
- Selenite acide de sodium.....10gr
- Eau distillée.....1000gr

pH :6,8-7

Autoclavage :15min 121°c

• **Gélose Hektoen**

- Protéose peptone.....12gr
- Extrait de levure.....3gr
- Cure de sodium.....5gr
- Thiosulfate de sodium.....5gr
- Sels biliaires.....9gr
- Lactose.....2gr
- Saccharose.....12gr
- Fushine acide.....0,1gr
- Bleu de bromothymol.....0,065gr
- Agar.....18gr
- Eau distillée.....1000ml

pH :7,5±02

Autoclavage :15min à121°c

Matériel utilisé pour les analyses physicochimique:

❖ Appareillage

- Auto analyseur(SKALAR)
- Balance analytique (AND GR 200)
- Agitateur magnétique (FALC)
- Bain marie
- Conductimètre
- pH mètre
- Turbidimètre
- Thermomètre
- Spectrophotomètre
- Plaque chauffante (FALC)

❖ Verrerie et matériels consommable

- Pissette d'eau distillée
- Pipettes de 1mL, 2ml, 5ml, 10ml, 20ml, 25ml.
- Poires
- Erlen Meyer
- Fiole de 50ml, 100ml
- Glacière
- Becher en verre
- Barreau magnétique et baguette

Réactifs et des solutions utilisés pour les analyses physicochimiques

❖ Dosage de pH

Réactifs

- SOLUTION TAMPON pH/10 et pH/4
- SOLUTION H₂SO₄ à 0,01N

❖ Dosage de Ca Mg

Réactifs

- SOLUTION E.D.T.A
- 40g E.D.T.A
- 5 g Soude caustique
- 1g Chlorure de Magnésium

- SOLUTION : Tampon Ph/10 (Ca/Mg)
- SOLUTION DE SOUDE (Ca)
 - 40g de Soude
 - 1000ml d'eau distillée

❖ Dosage de chlorures

Réactifs

- SOLUTION SATURÉE DE THIOCYANATE MERCURIQUE
 - 2g Hg (SCN)₂
 - 2000 ml d'eau bidistillée.
- SOLUTION d'ALUN FERRIQUE
 - 67 g d'Alun ferrique Fe₂(SO₄)₃.NH₄24H₂O
 - 430ML d'acide nitrique concentré
 - H₂O Q.S.P 1000ml
- SOLUTION MÈRE DE CHLORURE à 10g/l
 - 20,984g de Chlorure de potassium
 - 1000 ml d'eau distillée
- SOLUTION ETALONS
 - 100, 80, 65, 50, 35, 20, 10, et 5 ml de la solution mère de Cl⁻
 - 1000ml d'eau distillée. (pour chaque solution)

❖ Dosage de la matière organique

Réactifs

- SOLUTION d'acide SULFURIQUE au 1/2
 - 1 volume de H₂SO₄
 - 3 volumes d'eau distillée
- SOLUTION DE PERMANGANATE DE POTASSIUM N/20
 - 1,58g de permanganate de potassium
 - 1000ml d'eau distillée
- SOLUTION DE PERMANGANATE DE POTASSIUM n/80
 - Préparée à partir de la solution de permanganate de potassium n/20 que l'on dilue 4 fois.
- SOLUTION DE SULFATE FERREUX OU SEL DE MOHR N/80
 - 4,9g de sulfate ferreux Fe SO₄ (NH₄)₂SO₄ 6H₂O
 - 5ml d'acide sulfurique concentré

1000ml d'eau distillée

- SOLUTION DE BICARBONATE DE SODIUM à 10%

❖ Dosage de l'azote amoniacal

Réactifs

- SOLUTION MERE D'AMMONIUM à 1g/l (NH^{4+})
2,972g de chlorure d'ammonium NH_4Cl
1000 ml d'eau distillée
- SOLUTION D'AMMONIUM à 10mg/l (NH^{4+})
10 ml de la solution mère à 1g/l
1000 ml d'eau distillée
- SOLUTIONS ETALONS
5, 10, 25, 50, 100, 150, et 200ml de la solution à 10mg/l
1000ml d'eau distillée(pour chaque solution)
- SOLUTION TAMPON ET COMPLEXANTE
230g de tartrate de sodium et de potassium
350 g de citrate de sodium
40 g de soude
1000 ml d'eau distillée
- SOLUTION DE PHENATE DE SODIUM
5g de soude
25ml d'eau distillée
10g de phénol
50ml d'eau distillée
- SOLUTION DE NITROPRUSSATE DE SODIUM
0,5g de nitroprussiate de sodium $\text{Na}_2(\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$
50ml d'eau distillée
- SOLUTION D'HYPOCHLORITE DE SODIUM à 2° CHLOROMETRIQUE
Solution concentrée d'eau de javel commercial (environ 32° chlorométriques)
Un litre de solution d'hypochlorite
- MELANGE DES REACTIFS
On mélange les 3 premiers réactifs dans les proportions suivantes :
200ml de la solution tampon et complexante
25ml de la solution de phénate
10ml de la solution de nitroprussiate

❖ DOSAGE DES NITRITES

REACTIFS

- SOLUTION D'ACIDE SULFANILIQUE
1,2 d'acide sulfanilique
140ml d'eau distillée vhaude
40ml d'acide chlorhydrique concentré
200ml d'eau distillée

- SOLUTION D'&-NAPHTHYLAMINE
1,2g d'&-Naphthylamine
2ml d'acide chlorhydrique
200ml d'eau distillée

- SOLUTION TAMPON D'ACETATE DE SODIUM

54,4g d'acétate de sodium $\text{Na CO}_2\text{-CH}_3,3\text{H}_2\text{O}$ (ou 32,8g de sel anhydre)
200ml d'eau distillée

- SOLUTION ETALON DES NITRITES à 100mg/l
150mg/l de nitrite de sodium
1000ml d'eau distillée

❖ DOSAGE DES NITRATES

REACTIFS

- SOLUTION DE SOUDE 1N
40g de soude
1000ml d'eau distillée

- SOLUTION DE SULFATE DE CUIVRE
2,6g de $\text{Cu SO}_4 5\text{H}_2\text{O}$
40ml d'acide sulfurique 1N
100ml d'eau distillée

- SOLUTION D'HYDRAZINE à 0,1 M
13g de $\text{NH}_2\text{-NH}_2 \text{H}_2\text{SO}_4$
1000ml d'eau distillée

- SOLUTION D'ACIDE SULFANILIQUE

6g d'acide sulfanilique $\text{H}_2\text{N SO}_3$

200 ml d'acide chlorhydrique concentrée

1000ml d'eau distillée

- SOLUTION &-NAPHTHYLAMINE

6g de &-Naphthylamine

40ml d'acide chlorhydrique concentrée

100ml d'eau distillée

- SOLUTION D'E.D.T.A

5g d'E.D.T.A

1000ml d'eau distillée

- SOLUTION D'ACETATE DE SODIUM

272g d'acétate de sodium $\text{NaCOO-CH}_3, 3\text{H}_2\text{O}$

1000ml d'eau distillée

- SOLUTION ETALONS

0.5 , 1, 2, 4, 6, 8,10ml de la solution mère de nitrate

100ml d'eau distillée. (pour chaque solution).

Annexe II

Tableau II : Variation des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'agglomération de BOUINAN.

| paramètres | Prélèvement I (02/03/2014) | | | | | | | | | Prélèvement II (16/03/2014) | | | | | | | | | Normes |
|---|----------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|
| | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | NA |
| T °C | 18.6 | 19 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.5 | 18.3 | 18 | 18.3 | 18 | 18.7 | 18.5 | 18.4 | 18.4 | 17.8 | 18 | 17 | 17.5 | 25 |
| pH | 8 | 8.3 | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.9 | 7.2 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | _ |
| Turbidité (NTU) | 0.60 | 0.49 | 0.57 | 0.52 | 0.59 | 0.62 | 0.63 | 0.62 | 0.65 | 0.49 | 0.22 | 0.61 | 0.29 | 0.41 | 0.35 | 0.39 | 0.41 | 0.3 | 2 |
| CE (µs/cm) | 1604 | 1615 | 1422 | 1247 | 1530 | 1504 | 1516 | 1483 | 1491 | 1320 | 1300 | 1531 | 1405 | 1382 | 1350 | 1306 | 1350 | 1310 | 2800 |
| TA (°F) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | _ |
| TAC (°F) | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 25 | 28 | 25 | 24 | 24 | 25 | 24 | 24 | <200 |
| TH (°F) | 41 | 45 | 42 | 45 | 43 | 42 | 43 | 41 | 42 | 48 | 41 | 45 | 42 | 45 | 46 | 45 | 45 | 46 | 50 |
| HCO₃⁻ (mg/l) | 336 | 336 | 358 | 333 | 335 | 336 | 338 | 336 | 335 | 317 | 336 | 360 | 305 | 324 | 329 | 335 | 336 | 332 | <500 |
| Ca²⁺ (mg/l) | 126 | 126 | 118 | 120 | 122 | 120 | 122 | 124 | 116 | 145 | 116 | 127 | 119 | 126 | 134 | 120 | 125 | 144 | 75-200 |
| Mg²⁺ (mg/l) | 23 | 32 | 29 | 25 | 30 | 28 | 30 | 25 | 32 | 29 | 30 | 30 | 27 | 31 | 29 | 24 | 32 | 25 | 150 |
| Cl⁻ (mg/l) | 176 | 163 | 159 | 134 | 164 | 160 | 160 | 154 | 156 | 104 | 115 | 135 | 102 | 116 | 120 | 116 | 118 | 115 | 500 |
| SO₄²⁻ (mg/l) | 182 | 163 | 124 | 155 | 155 | 150 | 150 | 153 | 152 | 118 | 152 | 180 | 120 | 145 | 145 | 143 | 143 | 145 | 200 |
| NO₃⁻ (mg/l) | 29.1 | 33.7 | 29.8 | 24.5 | 28.7 | 28.2 | 27 | 27.5 | 27 | 25 | 27.3 | 22 | 26.3 | 25 | 25.2 | 25 | 25 | 25.1 | 50 |
| NO₂⁻ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO₄³⁻ (mg/l) | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | <0.5 |
| NH₄⁺ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| M.Org (mg/l) | 2.3 | 2.0 | 2.5 | 1.91 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 1.99 | 1.80 | 1.50 | 1.75 | 1.76 | 1.82 | 1.80 | 1.76 | 1.78 | 3 |

Spm : station de pompage Maassoma Spk : station de pompage Haouch krott Rc : réservoir chréaa C1, C2 : Consommateur 1 et 2.

(Suivi de tableau II) :

| paramètres | Prélèvement III (30/03/2014) | | | | | | | | | Prélèvement IV (13/04/2014) | | | | | | | | | Normes |
|--|------------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|
| | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | Spm | Spk | Rc | C1 | C2 | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | NA |
| T °C | 17 | 17.4 | 17.2 | 17 | 17.1 | 17 | 17 | 16.8 | 17 | 20.5 | 20.1 | 20 | 20.5 | 20 | 20 | 19.5 | 19.5 | 19 | 25 |
| pH | 7.8 | 7.2 | 7.7 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 8.1 | 7.8 | 7.5 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.8 | 7.6 | 7.6 | _ |
| Turbidité (NTU) | 0.35 | 0.43 | 0.26 | 0.33 | 0.36 | 0.46 | 0.54 | 0.32 | 0.29 | 0.62 | 0.51 | 0.47 | 0.28 | 0.40 | 0.39 | 0.44 | 0.35 | 0.41 | 2 |
| CE(µs/cm) | 1590 | 1200 | 1307 | 1329 | 1412 | 1410 | 1390 | 1400 | 1395 | 1382 | 1470 | 1453 | 1400 | 1422 | 1420 | 1410 | 1415 | 1401 | 2800 |
| TA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | _ |
| TAC | 28 | 30 | 30 | 28 | 28 | 28 | 26 | 28 | 30 | 25 | 25 | 24 | 25 | 24 | 24 | 26 | 25 | 25 | <200 |
| TH | 48 | 42 | 45 | 46 | 45 | 45 | 42 | 42 | 41 | 45 | 45 | 46 | 46 | 45 | 45 | 46 | 43 | 46 | 50 |
| HCO³⁻(mg/l) | 325 | 330 | 336 | 336 | 330 | 330 | 332 | 328 | 330 | 305 | 305 | 298 | 310 | 309 | 315 | 309 | 305 | 305 | <500 |
| Ca²⁺(mg/l) | 145 | 118 | 124 | 140 | 130 | 126 | 122 | 118 | 116 | 120 | 122 | 144 | 134 | 122 | 122 | 130 | 122 | 125 | 75-200 |
| Mg²⁺(mg/l) | 28 | 30 | 22 | 28 | 28 | 32 | 30 | 29 | 28 | 25 | 24 | 25 | 29 | 25 | 26 | 29 | 30 | 36 | 150 |
| Cl⁻(mg/l) | 151 | 134 | 151 | 145 | 141 | 136 | 145 | 140 | 140 | 125 | 130 | 130 | 126 | 125 | 127 | 128 | 125 | 125 | 500 |
| SO₄²⁻(mg/l) | 175 | 142 | 140 | 163 | 155 | 160 | 160 | 158 | 162 | 107 | 128 | 145 | 148 | 130 | 128 | 131 | 134 | 131 | 200 |
| NO₃⁻(mg/l) | 32 | 26.3 | 25 | 29.4 | 27 | 27.3 | 26 | 26 | 27 | 25 | 28 | 24 | 29 | 27.3 | 26 | 26.8 | 27 | 27.3 | 50 |
| NO₂⁻(mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO₄³⁻(mg/l) | 0.15 | 0.10 | 0.16 | 0.05 | 0.10 | 0.1 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.02 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | <0.5 |
| NH₄⁺(mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| M. org (mg/l) | 1.15 | 1.35 | 1.48 | 0.18 | 1.25 | 1.28 | 1.28 | 1.27 | 1.28 | 1.50 | 1.25 | 1.35 | 1.15 | 1.33 | 1.41 | 1.39 | 1.39 | 1.40 | 3 |

(Suivi de tableau II)

| paramètres | Prélèvement V (27/04/2014) | | | | | | | | | Prélèvement VI (11/05/2014) | | | | | | | | | Normes |
|--|----------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|
| | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | Spm | Spk | RC | C1 | C2 | B1 bis | B3 bis | B4 bis | B5 bis | Spm | spk | RC | C1 | C2 | NA |
| T °C | 16 | 16.5 | 16 | 16.3 | 16 | 16 | 15.9 | 15.7 | 15.5 | 14.5 | 15 | 14.6 | 14.8 | 14.5 | 14.5 | 14.6 | 14.5 | 14.4 | 25 |
| pH | 7.5 | 7.9 | 8.2 | 7.6 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.4 | 7.9 | 7.6 | 8.1 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | _ |
| Turbidité (NTH) | 0.61 | 0.35 | 0.49 | 0.56 | 0.53 | 0.58 | 0.66 | 0.58 | 0.61 | 0.57 | 0.29 | 0.45 | 0.33 | 0.42 | 0.39 | 0.40 | 0.42 | 0.45 | 2 |
| CE(µs/cm) | 1390 | 1245 | 1513 | 1366 | 1398 | 1378 | 1355 | 1361 | 1320 | 1462 | 1416 | 1300 | 1490 | 1415 | 1420 | 1402 | 1418 | 1390 | 2800 |
| TA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | _ |
| TAC°F | 28 | 28 | 26 | 28 | 26 | 30 | 28 | 28 | 26 | 24 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 25 | 26 | 24 | <200 |
| TH°F | 42 | 45 | 46 | 43 | 45 | 45 | 43 | 45 | 45 | 46 | 43 | 45 | 46 | 45 | 45 | 46 | 46 | 45 | 50 |
| HCO₃⁻(mg/l) | 317 | 336 | 336 | 327 | 325 | 325 | 325 | 320 | 322 | 320 | 326 | 330 | 324 | 335 | 326 | 326 | 326 | 327 | <500 |
| Ca²⁺(mg/l) | 116 | 126 | 134 | 122 | 129 | 127 | 122 | 120 | 120 | 144 | 121 | 120 | 140 | 125 | 126 | 138 | 125 | 140 | 75-200 |
| Mg²⁺(mg/l) | 32 | 32 | 29 | 30 | 29 | 30 | 30 | 28 | 26 | 25 | 31 | 26 | 30 | 32 | 30 | 29 | 33 | 30 | 150 |
| Cl⁻(mg/l) | 106 | 118 | 110 | 110 | 112 | 112 | 113 | 112 | 112 | 164 | 159 | 154 | 163 | 164 | 164 | 159 | 159 | 158 | 500 |
| SO₄²⁻(mg/l) | 111 | 118 | 100 | 130 | 117 | 118 | 118 | 120 | 120 | 152 | 165 | 123 | 148 | 145 | 145 | 148 | 148 | 147 | 200 |
| NO₃⁻(mg/l) | 26 | 22 | 20 | 22 | 23 | 23.2 | 24 | 23 | 23 | 32 | 28 | 25 | 29 | 28 | 28.5 | 29 | 29 | 28.5 | 50 |
| NO₂⁻(mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO₄³⁻(mg/l) | 0.18 | 0.22 | 0.10 | 0.13 | 0.16 | 0.15 | 0.18 | 0.16 | 0.16 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | <0.5 |
| NH₄⁺(mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| M. Org (mg/l) | 2.30 | 2.55 | 2.03 | 2.15 | 2.24 | 2.24 | 2.25 | 2.28 | 2.26 | 1.73 | 1.82 | 1.60 | 1.49 | 1.66 | 1.62 | 1.72 | 1.70 | 1.72 | 3 |

Tableau III: Variation des paramètres physico-chimique de l'eau de l'agglomération de HASSAINIA.

| prélèvements | I(09/03/2014) | | | | II (23/03/2014) | | | | III (06/04/2014) | | | | Normes |
|--------------------------------------|---------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|------------------|------|------|------|--------|
| paramètres | F1bis | SpH | C1H | C2H | F1bis | SpH | C1H | C2H | F1bis | SpH | C1H | C2H | |
| Température °C | 19 | 18.5 | 18 | 18.1 | 18.6 | 18.2 | 18 | 18.2 | 18 | 17.5 | 17.5 | 17.3 | 25 |
| pH | 7.3 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.9 | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 7.8 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | _ |
| Turbidité (NTU) | 0.29 | 0.30 | 0.33 | 0.30 | 0.51 | 0.53 | 0.51 | 0.54 | 0.59 | 0.64 | 0.65 | 0.64 | 2 |
| Conductivité (µs/cm) | 15 | 1600 | 1605 | 1600 | 1505 | 1570 | 1563 | 1560 | 1510 | 1520 | 1515 | 1514 | 2800 |
| TA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | _ |
| TAC | 26 | 24 | 24 | 26 | 25 | 25 | 24 | 25 | 30 | 28 | 28 | 30 | <200 |
| TH | 43 | 43 | 42 | 43 | 38 | 39 | 38 | 38 | 45 | 46 | 45 | 46 | 50 |
| HCO ₃ ⁻ (mg/l) | 327 | 327 | 325 | 330 | 314 | 310 | 321 | 315 | 290 | 293 | 293 | 295 | <500 |
| Ca ²⁺ (mg/l) | 122 | 123 | 128 | 122 | 118 | 120 | 119 | 118 | 126 | 125 | 127 | 125 | 75-200 |
| Mg ²⁺ (mg/l) | 30 | 30 | 29 | 30 | 20 | 21 | 19 | 20 | 32 | 36 | 30 | 35 | 150 |
| Cl ⁻ (mg/l) | 135 | 134 | 133 | 135 | 128 | 126 | 126 | 127 | 145 | 142 | 142 | 144 | 500 |
| SO ₄ ²⁻ (mg/l) | 133 | 135 | 135 | 133 | 115 | 115 | 118 | 116 | 145 | 148 | 148 | 146 | 200 |
| NO ₃ ⁻ (mg/l) | 20 | 20.4 | 21 | 21 | 19.8 | 19.6 | 19 | 19.1 | 18.6 | 18.5 | 18.9 | 19 | 50 |
| NO ₂ ⁻ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.4 | 0.04 | <0.5 |
| NH ₄ ⁺ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| Matière organique (mg/l) | 0.98 | 1.07 | 1.10 | 1.10 | 1.20 | 1.25 | 1.25 | 1.26 | 0.97 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 3 |

SpH : Station de pompage HASSAINIA C1H et C2H: consommateurs 1 et 2 de HASSAINIA

(Suivi de tableau III) :

| prélèvements | IV (20/04/2014) | | | | V (04/05/2014) | | | | VI (18/05/2014) | | | | Normes |
|--------------------------------------|-----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|--------|
| paramètres | F1bis | SpH | C1H | C2H | F1bis | SpH | C1H | C2H | F1bis | SpH | C1H | C2H | NA |
| Température °C | 19.4 | 19.4 | 19.1 | 19 | 17.5 | 17 | 17.2 | 17 | 15.5 | 15.5 | 15.6 | 15.7 | 25 |
| pH | 8.0 | 7.9 | 7.7 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.5 | 7.6 | _ |
| Turbidité (NTU) | 0.75 | 0.76 | 0.71 | 0.75 | 0.91 | 0.98 | 0.80 | 0.82 | 0.66 | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 2 |
| Conductivité (µs/cm) | 1495 | 1501 | 1498 | 1500 | 1439 | 1450 | 1446 | 1450 | 1576 | 1580 | 1582 | 1576 | 2800 |
| TA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | _ |
| TAC | 28 | 28 | 26 | 28 | 25 | 25 | 26 | 25 | 28 | 28 | 28 | 25 | <200 |
| TH | 39 | 40 | 40 | 41 | 41 | 42 | 41 | 41 | 43 | 45 | 43 | 42 | 50 |
| HCO ₃ ⁻ (mg/l) | 336 | 336 | 330 | 332 | 305 | 293 | 299 | 305 | 290 | 279 | 283 | 279 | <500 |
| Ca ²⁺ (mg/l) | 120 | 117 | 115 | 116 | 115 | 116 | 116 | 117 | 122 | 126 | 122 | 119 | 75-200 |
| Mg ²⁺ (mg/l) | 21 | 26 | 28 | 29 | 30 | 32 | 29 | 28 | 30 | 32 | 30 | 28 | 150 |
| Cl ⁻ (mg/l) | 160 | 162 | 158 | 158 | 148 | 149 | 149 | 148 | 145 | 145 | 146 | 146 | 500 |
| SO ₄ ²⁻ (mg/l) | 140 | 139 | 140 | 141 | 150 | 154 | 154 | 155 | 120 | 123 | 123 | 121 | 200 |
| NO ₃ ⁻ (mg/l) | 23 | 23.5 | 23.9 | 23.6 | 20.1 | 20 | 20.2 | 20 | 24 | 24.2 | 24. | 24 | 50 |
| NO ₂ ⁻ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | <0.5 |
| NH ₄ ⁺ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| Matière organique (mg/l) | 1.20 | 1.26 | 1.27 | 1.27 | 1.50 | 1.54 | 1.52 | 1.52 | 1.31 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 3 |

Tableau IV : variation des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'agglomération d'AMROUSSA.

| prélèvements paramètres | I(09/03/2014) | | | | | II(23/03/2014) | | | | | III(06/04/2014) | | | | | Normes |
|---|---------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|-----------------|------|------|------|------|--------|
| | F3bis | SpA | RA | C1A | C2A | F3bis | SpA | RA | C1A | C2A | F3bis | SpA | RA | C1A | C2A | NA |
| Température °C | 18.6 | 18.5 | 18.5 | 18.3 | 18.4 | 18.4 | 18.4 | 18.3 | 18.2 | 18.3 | 17.1 | 17 | 17 | 17.6 | 17.6 | 25 |
| pH | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.5 | 7.6 | 8.2 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.8 | 7.7 | 7.8 | 7.5 | 7.6 | 7.5 | _ |
| Turbidité (NTU) | 0.45 | 0.47 | 0.50 | 0.49 | 0.52 | 0.60 | 0.66 | 0.65 | 0.65 | 0.63 | 0.49 | 0.54 | 0.51 | 0.53 | 0.51 | 2 |
| Conductivité (µs/cm) | 1200 | 1250 | 1212 | 1220 | 1215 | 1430 | 1420 | 1400 | 1409 | 1400 | 1290 | 1270 | 1270 | 1275 | 1266 | 2800 |
| TA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | _ |
| TAC | 30 | 28 | 28 | 30 | 30 | 25 | 24 | 25 | 26 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 25 | <200 |
| TH | 45 | 45 | 43 | 45 | 45 | 39 | 38 | 38 | 38 | 39 | 41 | 41 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| HCO₃⁻ (mg/l) | 262 | 260 | 262 | 263 | 263 | 293 | 299 | 280 | 295 | 295 | 312 | 315 | 315 | 310 | 315 | <500 |
| Ca²⁺ (mg/l) | 126 | 128 | 126 | 125 | 128 | 119 | 118 | 117 | 119 | 120 | 116 | 118 | 115 | 116 | 115 | 75-200 |
| Mg²⁺ (mg/l) | 32 | 29 | 28 | 33 | 30 | 21 | 20 | 21 | 19 | 21 | 29 | 28 | 28 | 27 | 28 | 150 |
| Cl⁻ (mg/l) | 150 | 152 | 150 | 150 | 151 | 135 | 130 | 130 | 135 | 132 | 126 | 125 | 125 | 126 | 125 | 500 |
| SO₄²⁻ (mg/l) | 107 | 110 | 110 | 111 | 111 | 130 | 132 | 132 | 132 | 133 | 110 | 113 | 112 | 112 | 113 | 200 |
| NO₃⁻ (mg/l) | 22 | 22.3 | 23.1 | 22.2 | 22 | 23.9 | 24.9 | 24.9 | 24.5 | 24.6 | 27 | 27 | 28 | 28 | 27 | 50 |
| NO₂⁻ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO₄³⁻ (mg/l) | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | <0.5 |
| NH₄⁺ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| Matière organique (mg/l) | 1.95 | 1.99 | 1.99 | 2.05 | 2.00 | 1.22 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | 1.25 | 1.38 | 1.34 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 3 |

SpA : Station de pompage AMROUSSA

(Suite de tableau IV) :

| prélèvements paramètres | IV(20/04/2014) | | | | | V(04/05/2014) | | | | | VI(18/05/2014) | | | | | Normes |
|--------------------------------------|----------------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|--------|
| | F3bis | SpA | RA | C1A | C2A | F3bis | SpA | RA | C1A | C2A | F3bis | SpA | RA | C1A | C2A | |
| Température °C | 19.1 | 19 | 18.9 | 19 | 19 | 17 | 16.5 | 16.2 | 16 | 16.1 | 15 | 15 | 14.8 | 15 | 14.8 | 25 |
| pH | 7.7 | 7.9 | 7.6 | 7.8 | 7.6 | 7.8 | 7.9 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | — |
| Turbidité (NTH) | 0.71 | 0.75 | 0.73 | 0.73 | 0.74 | 0.55 | 0.53 | 0.55 | 0.55 | 0.54 | 0.58 | 0.60 | 0.61 | 0.61 | 0.62 | 2 |
| Conductivité (µs/cm) | 1380 | 1390 | 1380 | 1375 | 1379 | 1480 | 1494 | 1490 | 1489 | 1485 | 1421 | 1425 | 1420 | 1420 | 1422 | 2800 |
| TA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| TAC | 28 | 26 | 28 | 28 | 28 | 25 | 25 | 23 | 25 | 24 | 26 | 26 | 26 | 24 | 25 | <200 |
| TH | 39 | 39 | 38 | 38 | 39 | 42 | 43 | 42 | 42 | 43 | 41 | 42 | 42 | 41 | 42 | 50 |
| HCO ₃ ⁻ (mg/l) | 305 | 305 | 309 | 311 | 309 | 317 | 312 | 322 | 317 | 317 | 324 | 326 | 326 | 322 | 326 | <500 |
| Ca ²⁺ (mg/l) | 120 | 119 | 118 | 119 | 121 | 118 | 122 | 120 | 119 | 120 | 116 | 118 | 116 | 116 | 116 | 75-200 |
| Mg ²⁺ (mg/l) | 21 | 21 | 20 | 19 | 20 | 29 | 30 | 29 | 28 | 31 | 29 | 29 | 32 | 29 | 31 | 150 |
| Cl ⁻ (mg/l) | 135 | 138 | 135 | 134 | 136 | 160 | 165 | 165 | 166 | 164 | 159 | 160 | 158 | 158 | 160 | 500 |
| SO ₄ ²⁻ (mg/l) | 145 | 145 | 146 | 144 | 144 | 155 | 153 | 153 | 154 | 155 | 130 | 128 | 133 | 132 | 132 | 200 |
| NO ₃ ⁻ (mg/l) | 25 | 24 | 24 | 25.5 | 24 | 26 | 26.8 | 26.2 | 26 | 25.1 | 24 | 24.3 | 24.9 | 24.6 | 24 | 50 |
| NO ₂ ⁻ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| PO ₄ ³⁻ (mg/l) | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | <0.5 |
| NH ₄ ⁺ (mg/l) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| Matière organique (mg/l) | 1.15 | 1.18 | 1.18 | 1.17 | 1.17 | 1.75 | 1.78 | 1.77 | 1.78 | 1.78 | 1.55 | 1.52 | 1.52 | 1.55 | 1.53 | 3 |

Tableau VII : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération de BOUINAN.

| prélèvement germes | I 02/03/2014 | | | | | II 16/03/2014 | | | | | III 30/03/2014 | | | | | IV 13/04/2014 | | | | | normes |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|---------|
| | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| CV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Chlore (mg/l) | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | |

(Suivi de tableau VII)

| prélèvement germes | V 27/04/2014 | | | | | VI 11/05/2014 | | | | | VII 25/05/2014 | | | | | normes |
|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|---------|
| | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | Spm | spk | Rc | C1 | C2 | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absence |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absence |
| Test de chlore (mg/l) | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |

CT : coliformes totaux CF : coliformes fécaux SF : Streptocoques Fécaux Sal : Salmonelles VC : Vibrions cholériques

Tableau VIII : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération HASSAINIA.

| prélèvements | I 09/03/2014 | | | II 23/03/2014 | | | III 06/04/2014 | | | IV 20/04/2014 | | | normes |
|---------------|-----------------|-----|-----|------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|---------|
| | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| chlore (mg/l) | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | |

(Suivi de tableau VIII) :

| prélèvements | V 04/05/2014 | | | VI 18/05/2014 | | | VII 29/05/2014 | | | normes |
|---------------|-----------------|-----|-----|------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|---------|
| | SpH | C1H | CH | SpH | C1H | C2H | SpH | C1H | C2H | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Absence |
| chlore (mg/l) | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | |

Tableau IX : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée de l'agglomération d'AMROUSSA.

| Prélèvements | I 09/03/2014 | | | | II 23/03/2014 | | | | III 06/04/2014 | | | | IV 20/04/2014 | | | | normes |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|---------|
| | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absene |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Test de chlore (mg/l) | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | |

(Suivi de tableau IX)

| Prélèvements | V 04/05/2014 | | | | VI 18/05/2014 | | | | VII 29/05/2014 | | | | normes |
|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|---------|
| | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | SpA | RA | C1A | C2A | NA |
| CT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| CF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| VC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | absente |
| Test de chlore (mg/l) | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | |

ANNEXE III

Tableau N°X : Normes des paramètres physico-chimiques d'eau de consommation humaine.

| 27Rabie El Aoual 1427 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLICQUE ALGERIENNE N°27 26 Avril 2006 | | | |
|---|--------------|--------|--------------------|
| PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMATION HUMAINE PARAMETRES AVEC VALEURES LIMITES | | | |
| GROUPE DE PARAMETRES | PARAMETRES | UNITES | VALEURS LIMITES |
| | température | °C | 25 |
| Paramètres physico- chimiques | pH | / | 6.5 à 8.5 |
| | calcium | Mg/l | 200 |
| | magnesium | Mg/l | 150 |
| | Sodium | Mg/l | 200 |
| | potassium | Mg/l | 12 |
| | Sulfate | Mg/l | 400 |
| | chlorure | Mg/l | 500 |
| | conductivité | µS/cm | 2800 |
| | Dureté | Mg/l | 200 |
| | Résidus secs | Mg/l | 2000 |
| Paramètre chimiques indésirable | Ammonium | Mg/l | 0.5 |
| | Nitrates | Mg/l | 50 |
| | Nitrites | Mg/l | 0.2 |
| | Fer | Mg/l | 0.3 |
| | manganèse | Mg/l | 0.5 |
| | phosphate | Mg/l | 0.5 |
| | Fluor | Mg/l | 2 |
| | Cuivre | Mg/l | 1.5 |
| | Zinc | Mg/l | 5 |
| | Argent | Mg/l | 0.05 |

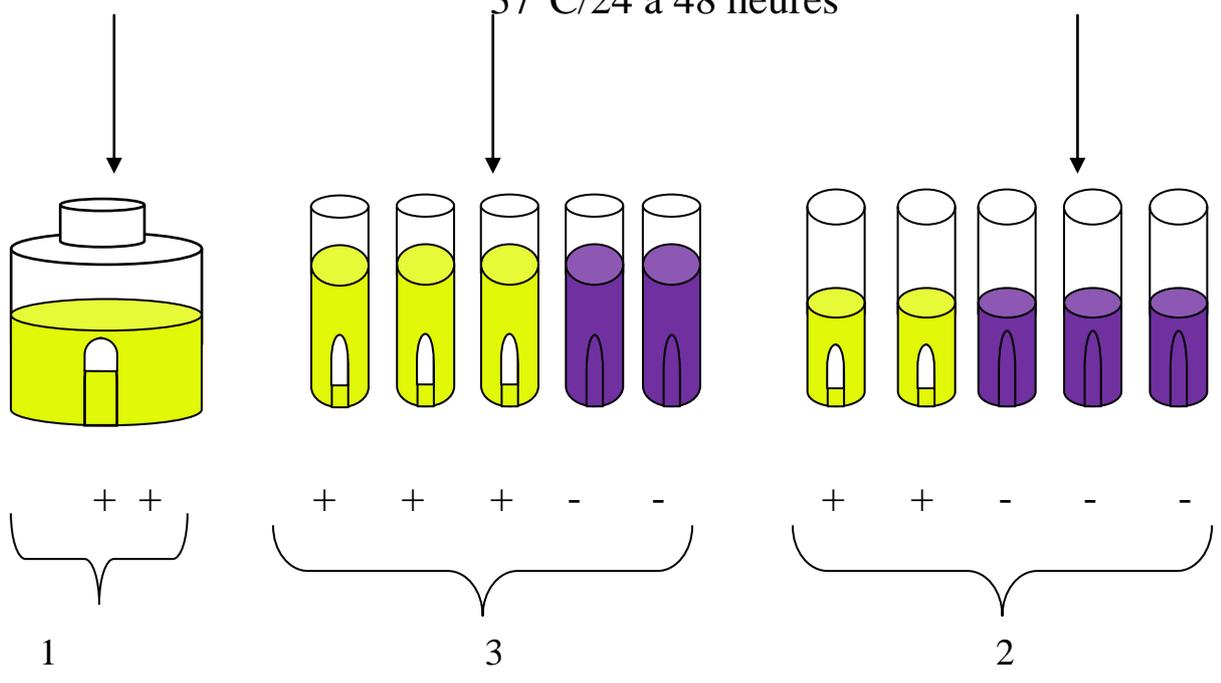
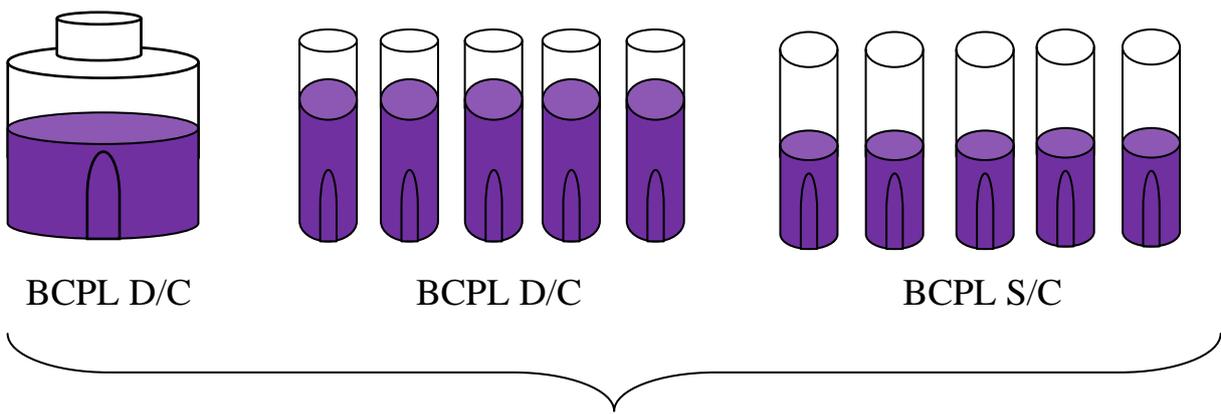
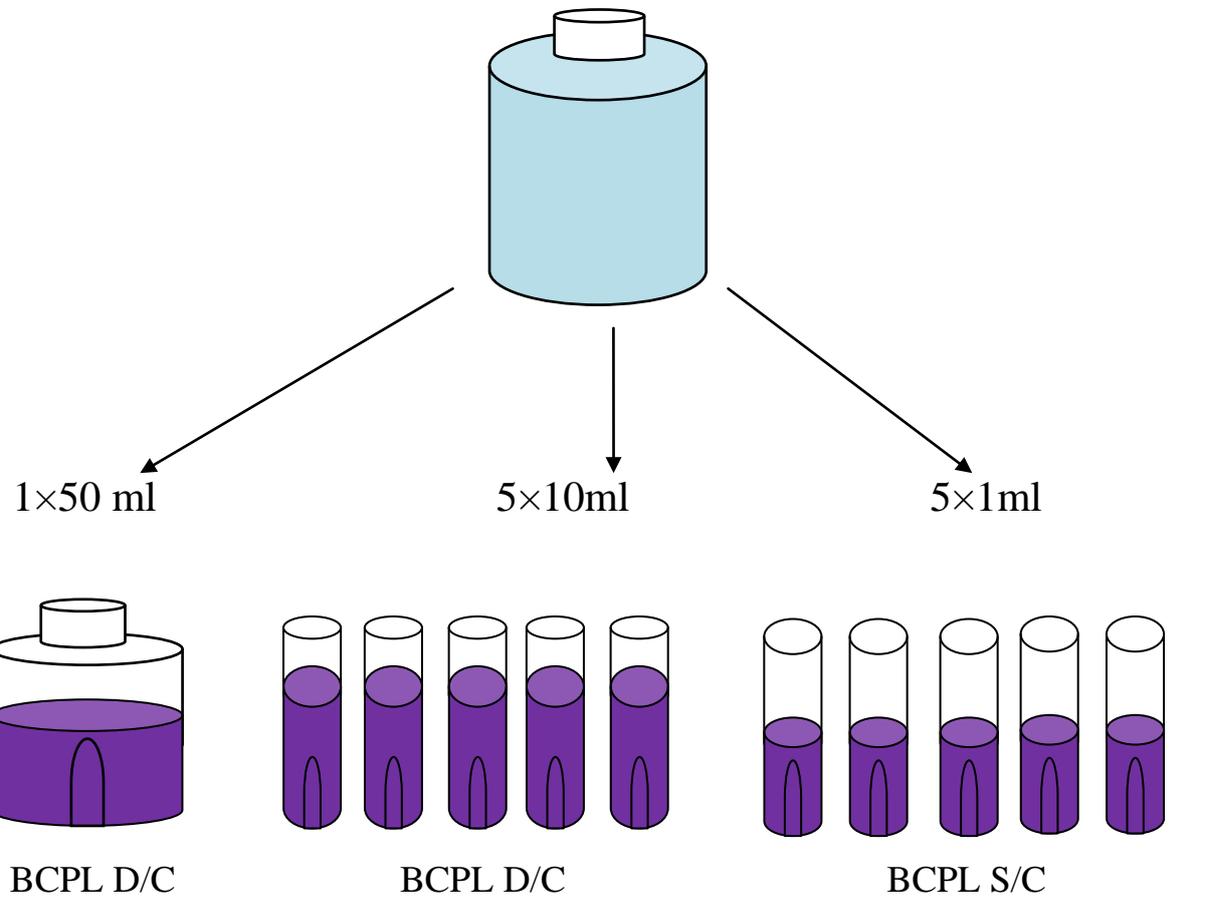
ANNEXE IV

Tableau N°XI : Table de Mac-Grady d NPP.

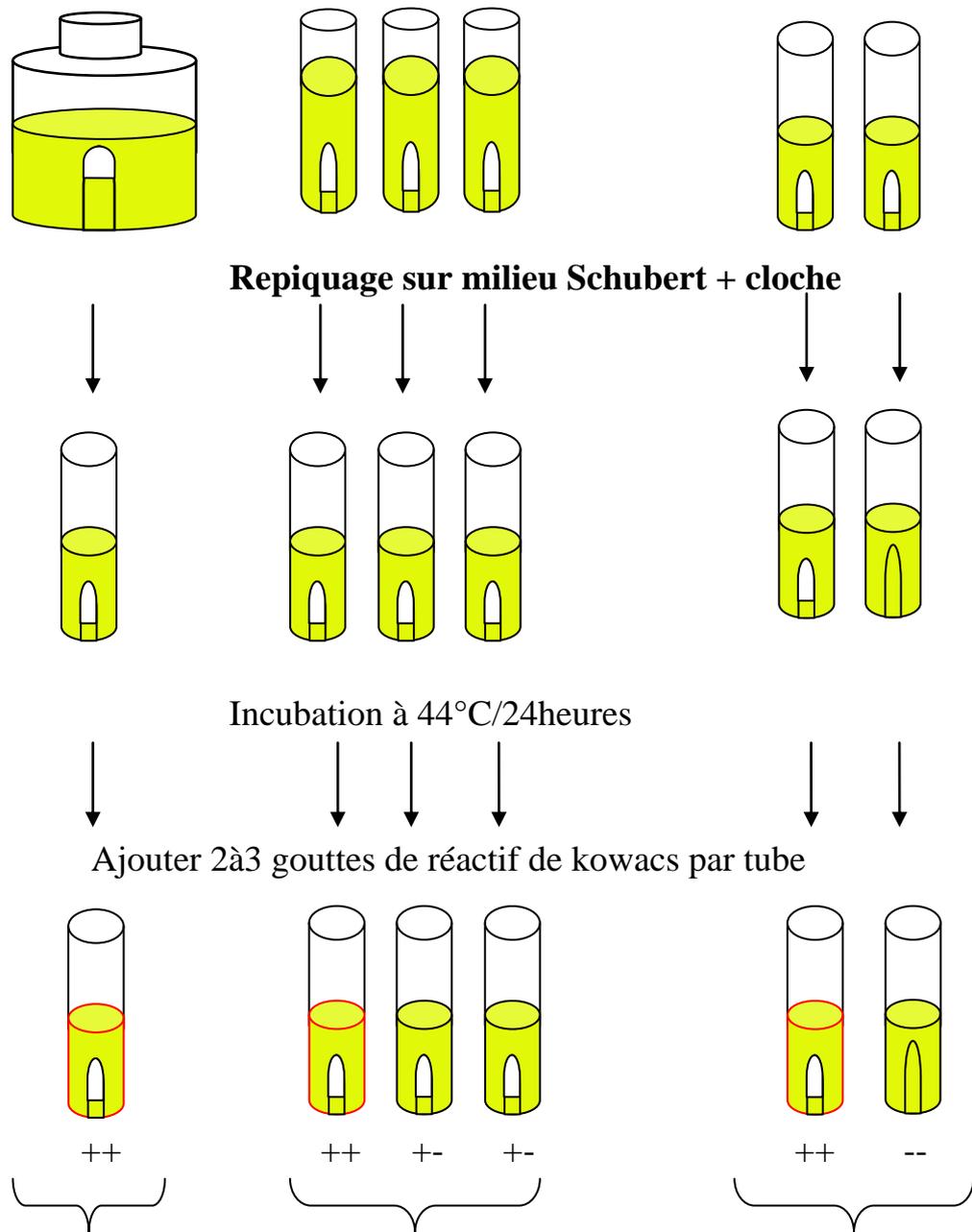
| 1x50 ml | 5x10 ml | 5x1ml | Nombre caractéristique | Limites de confiance | |
|---------|---------|-------|---------------------------|----------------------|-----------|
| | | | | inferieur | supérieur |
| 0 | 0 | 0 | < 1 | | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | <0.5 | 4 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | <0.5 | 6 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | <0.5 | 4 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | <0.5 | 6 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | <0.5 | 8 |
| 0 | 2 | 0 | 2 | <0.5 | 6 |
| 0 | 2 | 1 | 3 | <0.5 | 8 |
| 0 | 2 | 2 | 4 | <0.5 | 11 |
| 0 | 3 | 0 | 3 | <0.5 | 8 |
| 0 | 3 | 1 | 5 | <0.5 | 13 |
| 0 | 4 | 0 | 5 | <0.5 | 13 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | <0.5 | 4 |
| 1 | 0 | 1 | 3 | <0.5 | 8 |
| 1 | 0 | 2 | 4 | <0.5 | 11 |
| 1 | 0 | 3 | 6 | <0.5 | 15 |
| 1 | 1 | 0 | 3 | <0.5 | 8 |
| 1 | 1 | 1 | 5 | <0.5 | 13 |
| 1 | 1 | 2 | 7 | 1 | 17 |
| 1 | 1 | 3 | 9 | 2 | 21 |
| 1 | 2 | 0 | 5 | <0.5 | 13 |
| 1 | 2 | 1 | 7 | 1 | 17 |
| 1 | 2 | 2 | 10 | 3 | 23 |
| 1 | 2 | 3 | 12 | 3 | 28 |
| 1 | 3 | 0 | 8 | 2 | 19 |
| 1 | 3 | 1 | 11 | 3 | 26 |
| 1 | 3 | 2 | 14 | 4 | 34 |
| 1 | 3 | 3 | 18 | 5 | 53 |
| 1 | 3 | 4 | 21 | 6 | 66 |
| 1 | 4 | 0 | 13 | 4 | 31 |
| 1 | 4 | 1 | 17 | 5 | 47 |
| 1 | 4 | 2 | 22 | 7 | 59 |
| 1 | 4 | 3 | 28 | 9 | 85 |
| 1 | 4 | 4 | 35 | 12 | 100 |
| 1 | 4 | 5 | 43 | 15 | 120 |
| 1 | 5 | 0 | 24 | 8 | 75 |
| 1 | 5 | 1 | 35 | 12 | 100 |
| 1 | 5 | 2 | 54 | 18 | 140 |
| 1 | 5 | 3 | 92 | 27 | 220 |
| 1 | 5 | 4 | 160 | 39 | 450 |
| 1 | 5 | 5 | >240 | - | |

Annexe IV

Test de présomption



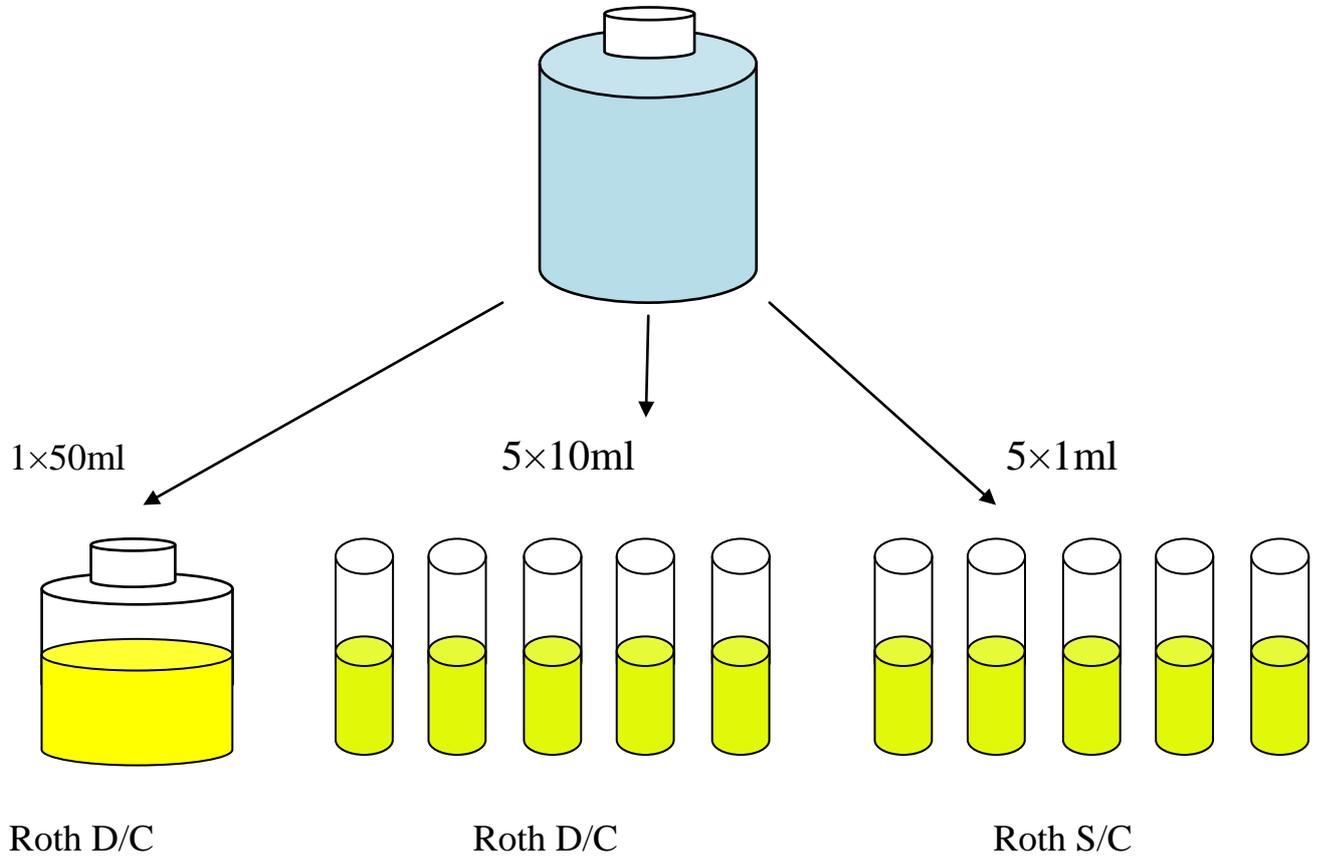
Test de confirmation



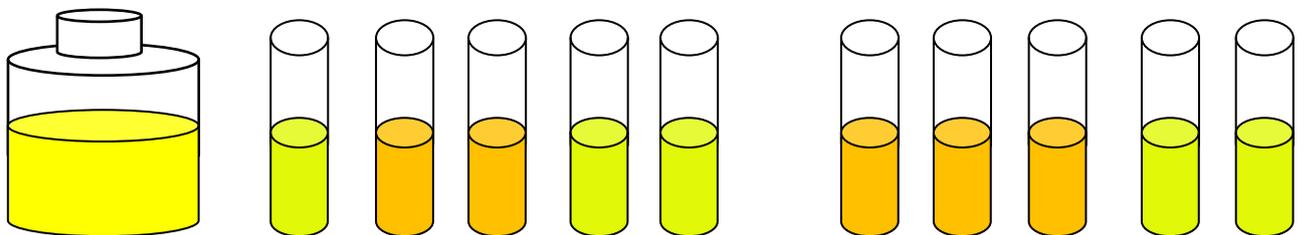
La lecture finale se fera selon la table de Mac-Grady de NPP.

Figure N° 17 : recherche et dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et en milieu liquide.

Test de présomption



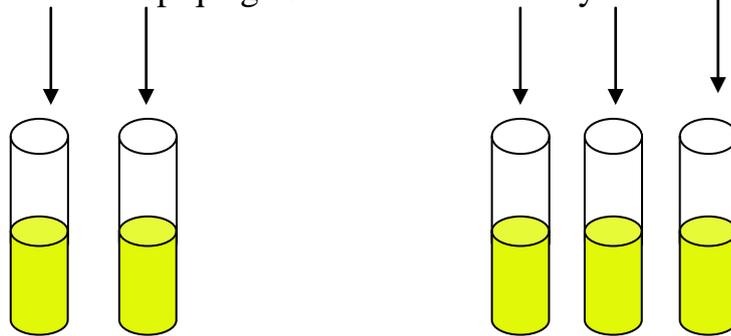
Incubation à 37°C pendant 24 à 48h



Test de confirmation



Repiquage sur milieu Eva litsky



Incubation à 37°C pendant 24h



+ -

+ - -

La lecture final se fera selon la table de Mac-Grady de NPP.

Figure N° 18 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu liquide.

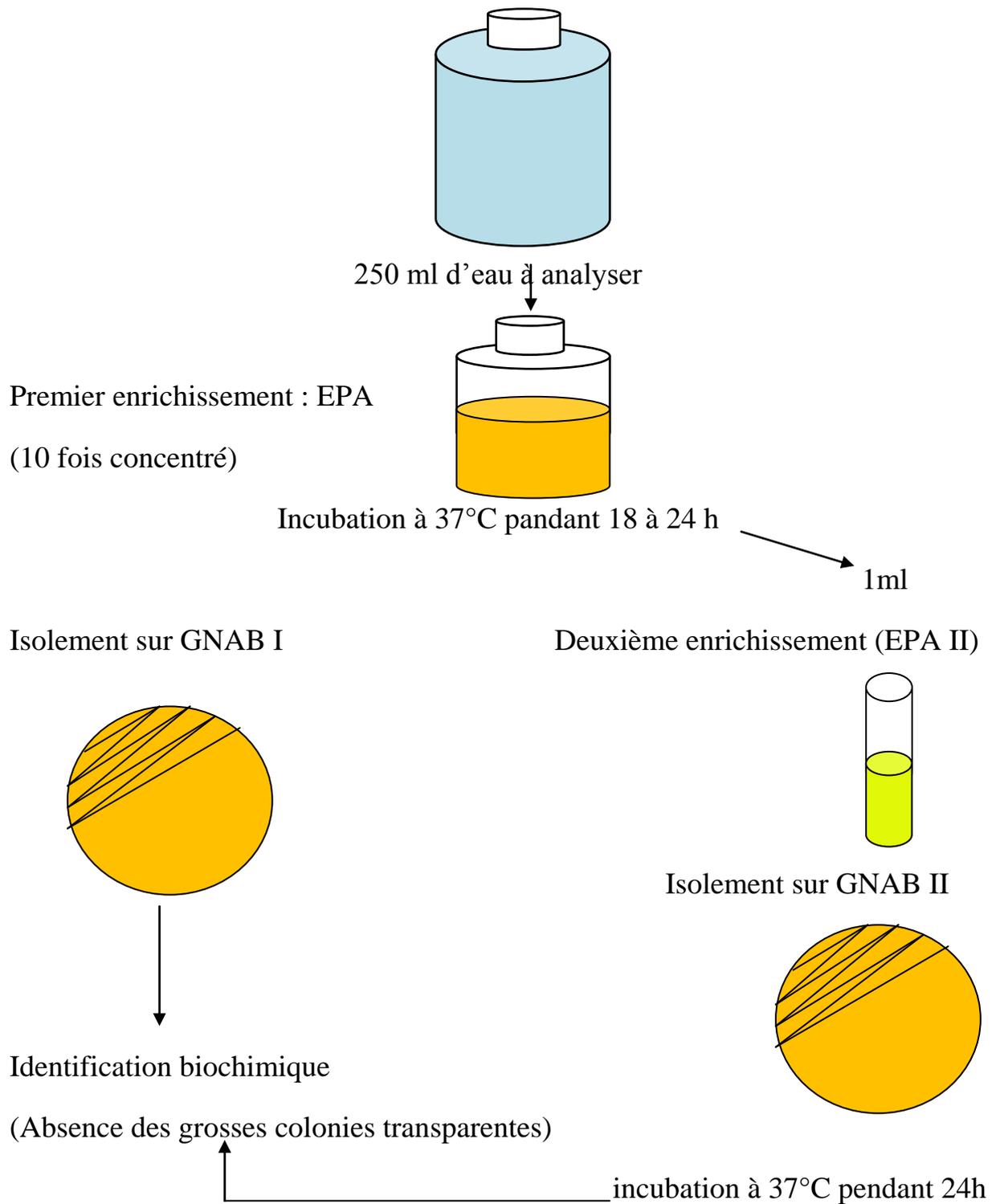


Figure N° 19 : recherche et dénombrement des Vibrios Cholériques.

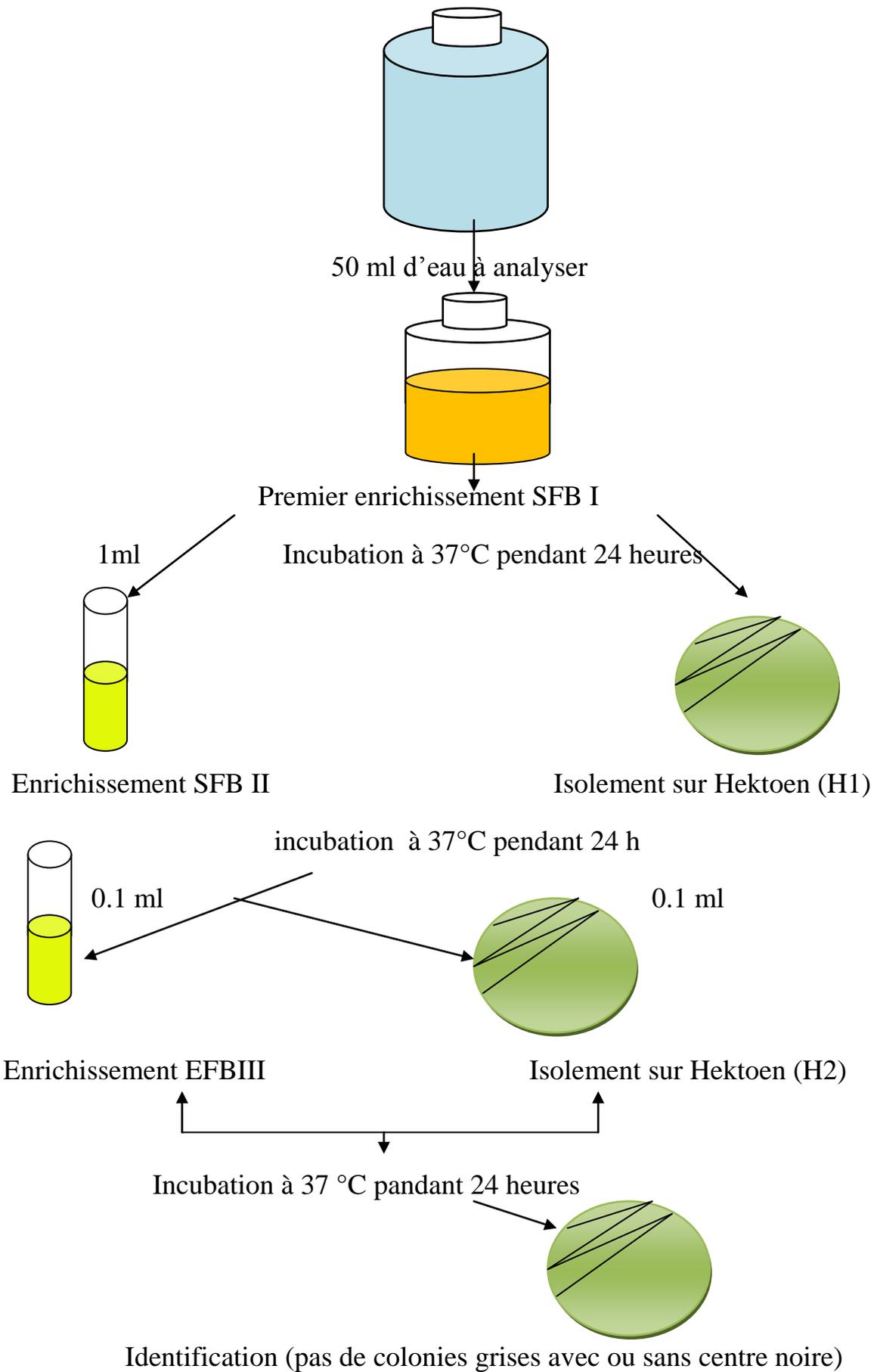
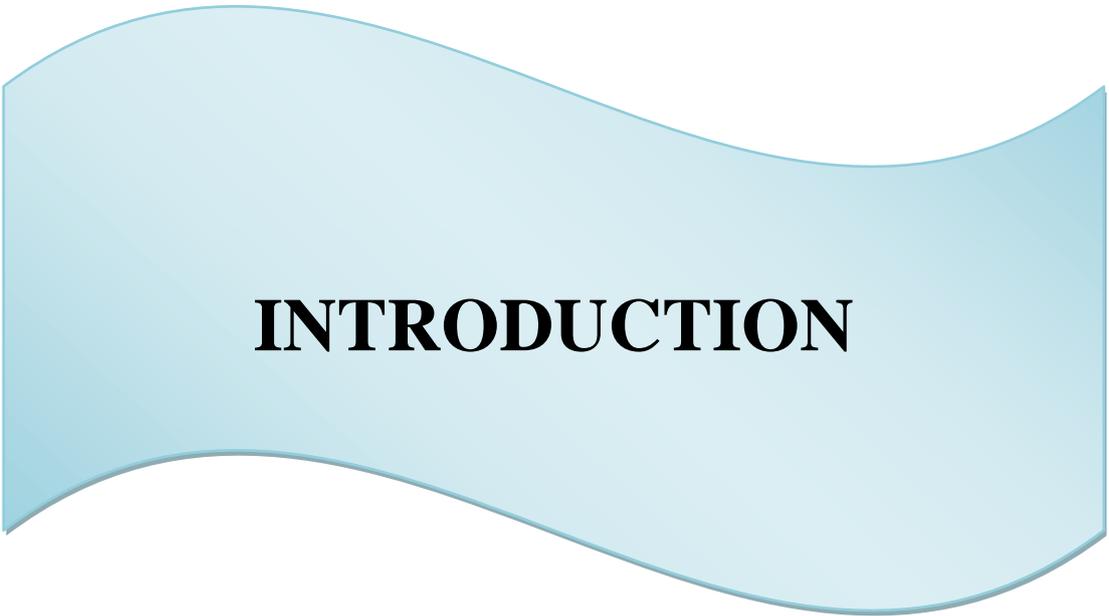
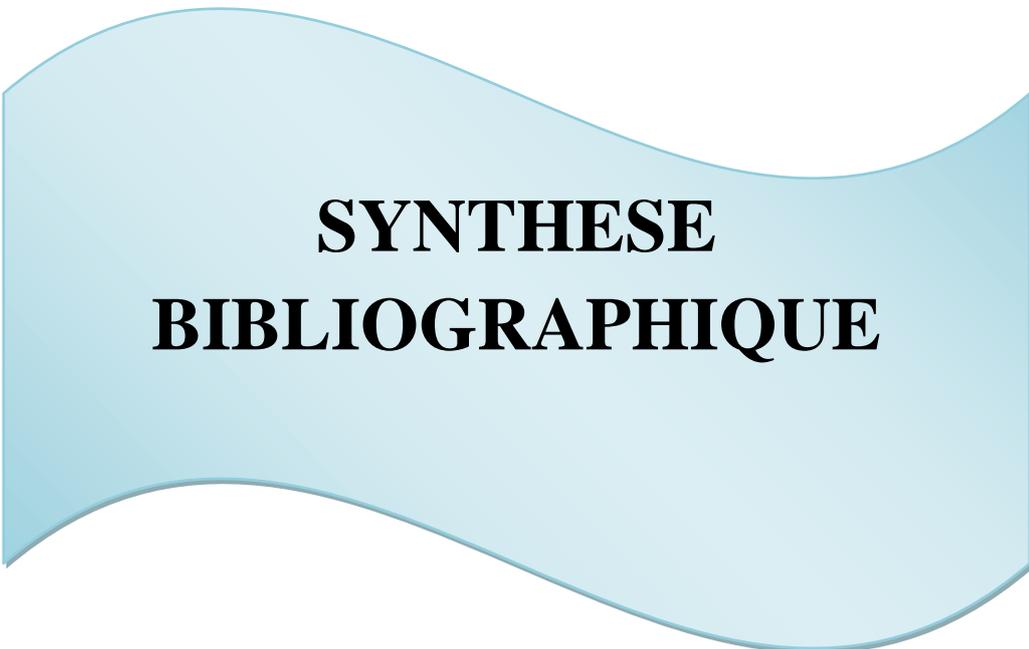


Figure N° 20 : recherche et dénombrement des salmonelles



INTRODUCTION



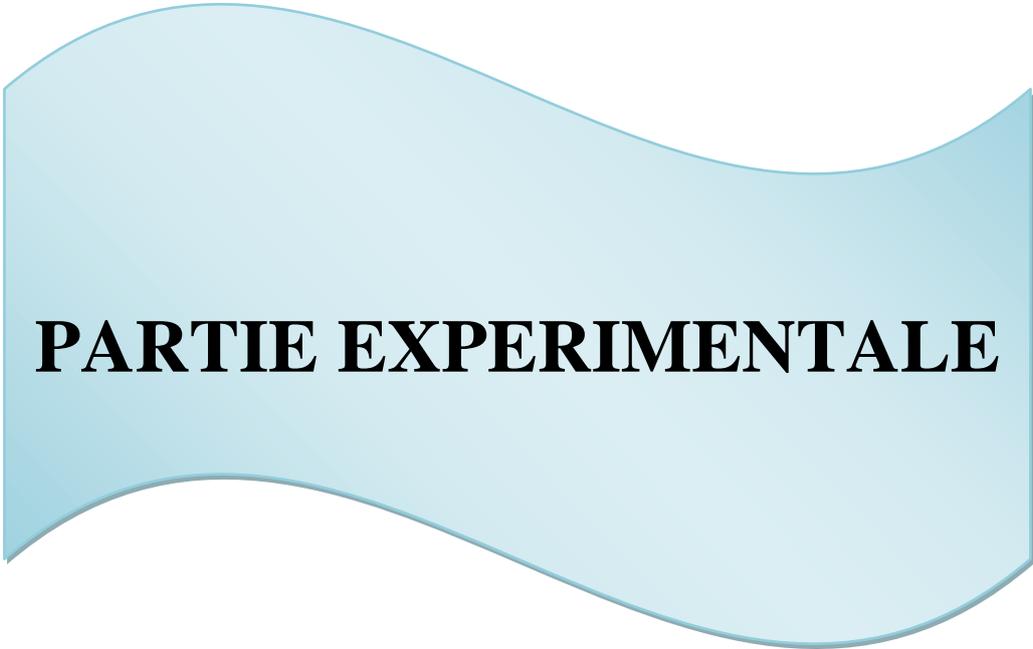
**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**



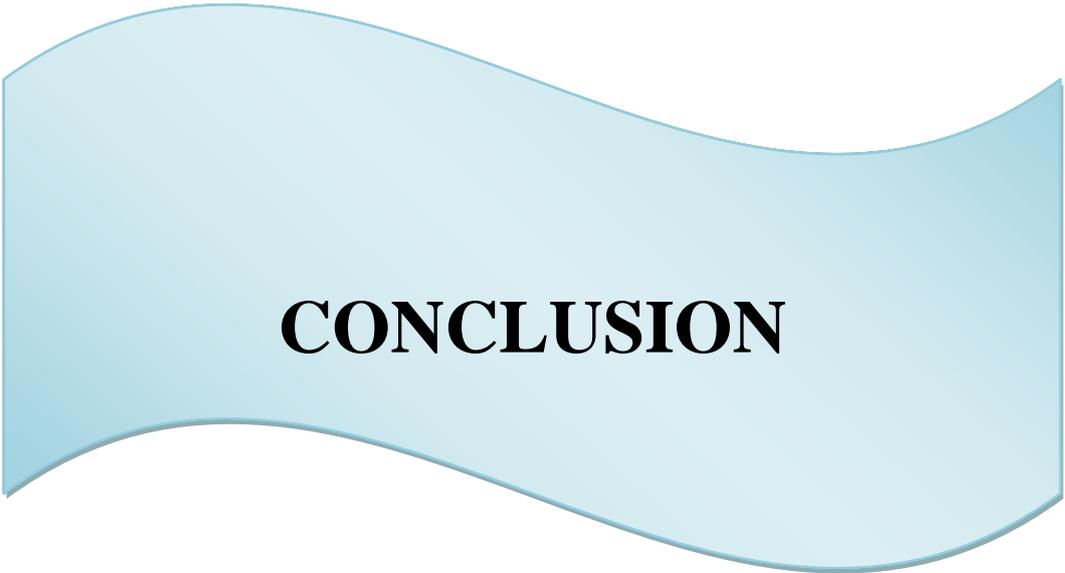
CHAPITRE I
MATERIEL ET METHODE



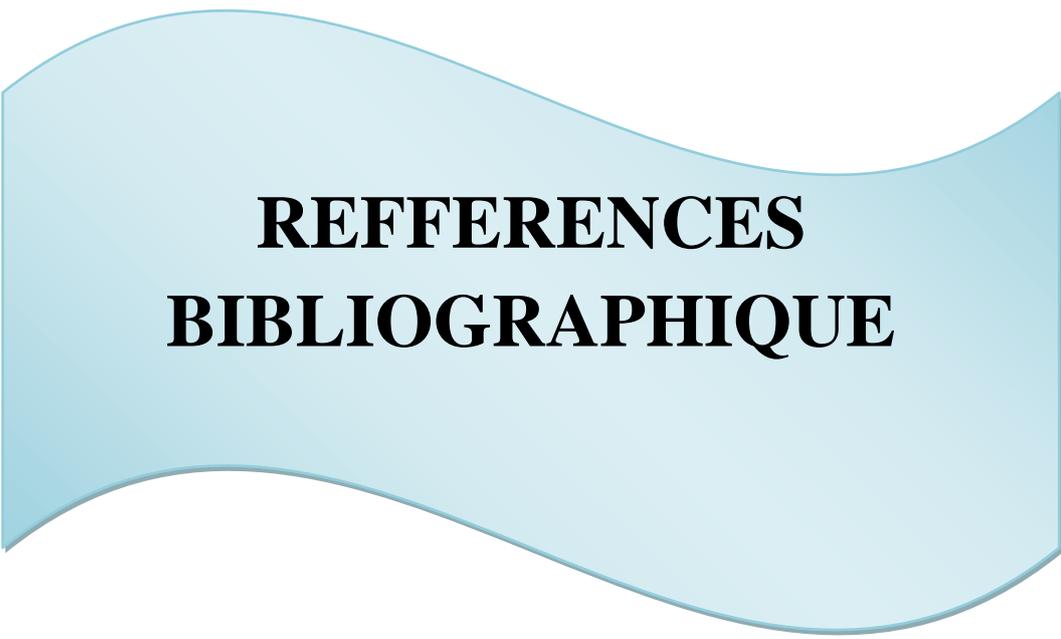
**CHAPITRE II RESULTAT
ET DISCUSSION**



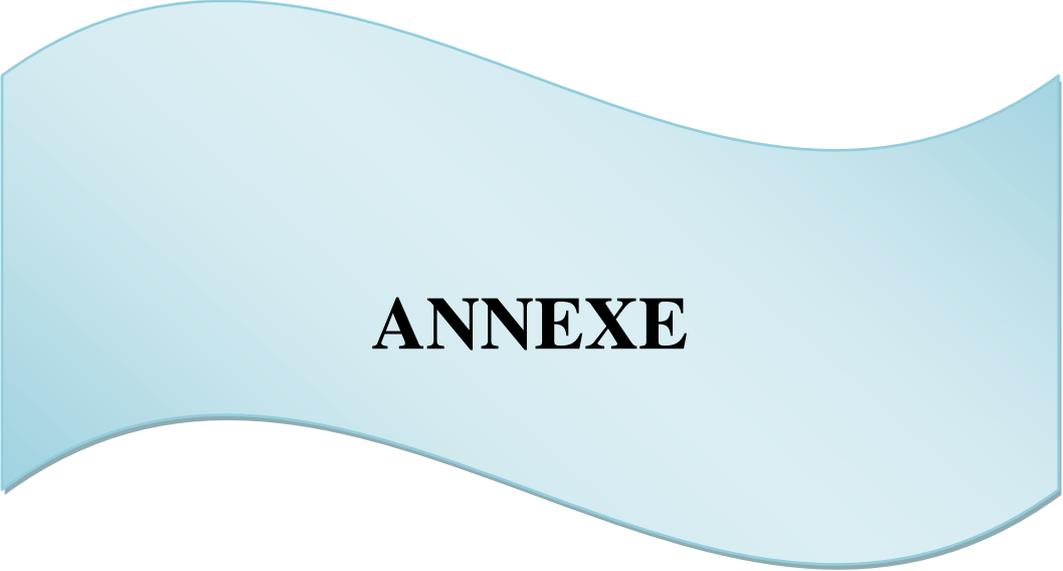
PARTIE EXPERIMENTALE



CONCLUSION



**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE**



ANNEXE