

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955 - سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Biologie
Spécialité : Microbiologie appliquée
Intitulé :

**ETUDE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE
SURFACE DE GARAET HADJ ETAHAR - GUERBES
SANHADJA (SKIKDA)**

Présenté Par :

RAHMANI Besma
ALIOUA Ilham

BOUTELBA Romaissa
BOUCHELIHA Soumia

Encadrant : Dr. FEKRACHE Fadila

Membre de Jury :

Mr. BOUDEFFA Khaled (MCA)

Président

Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Mdm. ZAOUI Lilya (MCA)

Examineur

Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2023/2024

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS.....	
LISTE DE FIGURES	
LISTES DES TABLEAUX.....	
DEDICACE	
RESUME :	
Introduction	1
CHAPITRE I :	4
La contamination microbiologique des eaux	4
1. Pollution microbiologique des eaux.....	5
2. Sources de contamination bacteriologique	5
3. Analyse microbiologique des eaux	7
3.1. Coliformes totaux.....	8
3.2. Coliformes fecaux	9
3.3. Streptocoques fecaux	10
CHAPITRE II :	11
Matériel et méthodes	11
1.Description du site d'étude	12
2.L'échantillonnage	12
3.Etude physicochimique.....	14
3.1. Mesure de ph (norme iso 10523).....	14
3.2. Mesure de la turbidité (norme iso 7027)	14
3.3. Dosage de la dureté totale (titre hydrotimétrique total th).....	14
Mode opératoire.....	14
3.4. Expression des résultats.....	14
4.Dosage des ions calcium Ca^{2+} (norme iso 6055 na 752).....	14
Principe	14
Mode Opératoire	14
5.Dosage des ions de chlorure (Cl^-)	15
Mode opératoire.....	15
6.Détermination du titre alcalimétrique	15
7.2. Expression des résultats.....	16
7.3 Recherches et dénombrement des coliformes	16
8.Test de confirmation	18
9.Recherche des streptocoques fecaux (norme iso 7899-2na 766).....	18
10.Rcherche de staphylococcus pathogenes	19
CHAPITRE III :	20

RESULTATS ET DISCUSSION.....	20
1.Resultats des analyses physico-chimiques.....	21
1.1. PH.....	21
1.2. La turbidite	21
1.3. Les chlorures Cl^-	22
1.4. Le calcium Ca^{+2}.....	22
1.5. Ta.....	23
1.6. TAC	23
1.7.TH (TITRE HYDROMETRIQUE).....	23
2.Resultats des analyses bactériologiques	24
2.1. Résultats des dénombrements des microorganismes revivifiables	24
2.2. Germe aérobie.....	24
2.3. Les coliformes aérobies	24
2.4. Les coliformes fécaux.....	25
2.5. Streptocoques fécaux	25
2.6. Les staphylocoques pathogènes	25
CONCLUSION :.....	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28

LISTE DES ABREVIATIONS

F° : Degré Français

ADE : Algérienne Des Eaux

EDTA : Ethylène diamine tétra acétique

C° : Degré Celsius

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PH : Potentiel d'Hydrogène

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TGEA : Gélose Typotone Glucose Extrait

TH : Titre hydrométrique

TSA : gélose typotone soja

UFC : Unités Formant Colonies

μs/cm : Micro-siémens par centimètre

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : image de Garaet Hadj Tahar dans le mois de mars.	12
Figure 2 : Localisation des points de prélèvements.....	12
Figure 3 : Rompe de filtration (photo originale de laboratoire de l'ADE)	17
Figure 4 : Recherche et dénombrement des coliformes (Google image)	17
Figure 5 : Colonies des coliformes totaux	18
Figure 6 : recherche et identification des staphylococcus pathogène	19
Figure 7 : figure variation de PH au niveau de site d'étude.....	21
Figure 8 : figure variation de la turbidité au niveau de site d'étude.....	22
Figure 9 : figure variation du chlorure des eaux étudiées.....	22
Figure 10 : figure variation du Ca des eaux étudiées	22
Figure 11 : figure variation du TAC des eaux étudiées	23
Figure 12 : figure variation du THT des eaux étudiées	23
Figure 13 : figure variation du nombre de germes aérobies	24
Figure 14 : figure variation du nombre de califormes aérobies / 100 ml dans les eaux étudiées	25
Figure 15 : variation du nombre de staphylocoque pathogènes dans les eaux étudiées.....	26

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : source potentielle de contamination bactériologique	6
Tableau 2 : concentration de coliformes fécaux pour différentes sources de contamination bactériologique	7
Tableau 3 : qualité microbiologique de l'eau de biosson (OMS,2009)	8

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements tout d'abord :

À « Dieu » tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience afin de finir ce travail.

*À notre encadreur madame **FEKRACHE FADILA**, pour sa grande disponibilité, ses précieux conseils et ses orientations.*

À tous les professeurs du département que j'ai croisé tout au long de notre carrière universitaire pour leur dévouement et leurs conseils.

Aux membres de jury qui ont accepté de procéder à l'évaluation des résultats de nos recherches.

À toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à nos recherches et à l'élaboration de ce mémoire.

DEDICACE

*Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude
Tous d'abord, louange à Allah qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné
courage et patience pour passer tous les moments difficiles.*

Maintenant, je dédie mon travail :

*À la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie à ma mère
Saida tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui
n'a pas cessé de m'encourager.*

*À Mon très cher père Azouz
aucun remerciement ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le
respect que j'ai toujours pour toi.*

*A ma grande mère et mon grand-père qui m'ont soutenu et psychologiquement
ma tante paternelle*

Ma mère a une seconde saveur et une seconde odeur de mon papa

à Mes chères frères Aymen 'Mohamed

à Mes belles Imane , cham

À ma nièce Eileen

A tous la famille Alioua et

BouLahaiche

*Toutes mes amies surtout« Imane ,Manel ,ROMAÏSSA, Houda,Nesrine, Roukia T ,
Hadil, Amira, Roukia D. Malak, hayem, »*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin
à la concrétisation de ce travail*

...ILHAM

DEDICACE

*Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude
Tous d'abord, louange à Allah qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné
courage et patience pour passer tous les moments difficiles.*

Maintenant, je dédie mon travail :

*À la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie à ma mère
Nasira tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui
n'a pas cessé de m'encourager.*

À Mon très cher père Abdel Wahab

*Aucun remerciement ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le
respect que j'ai toujours pour toi.*

À Mes chères frères Adem, Aymen, Anis.

A tous la famille Boutelba et

Derbal

*Toutes mes amies surtout « Imane, Manel Feryal, Nesrine, chahinez, mouna, Ahlem,
Chourouk, Selma, Ilham, Lamis, Marwa, nada»*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin
à la concrétisation de ce travail.*

...ROMANESSA

DEDICACE

Merci à Allah de m'avoir donné la capacité décrire, de réfléchir, d'avoir la force d'en croire en lui et surtout d'avoir la patience de persévérer jusqu'à la réalisation de mon rêve et de mon bonheur, je lève mes mains vers le ciel et dis :

الحمد لله

*Je dédie ce modeste travail à ma famille qui m'a soutenue le long de cette belle expérience et durant toutes les expériences que j'ai vécues, les meilleures et les pires
...je vous aime*

A' la lune qui fait briller mes ténèbres, la prunelle de mes yeux

... à ma mère.

A' l'homme qui m'a toujours soutenu.

Mon père rabi yhafdou,

Merci de m'avoir

Appris que les très belles aventures se passent en dehors de ma zone de confort.

A' la plus belle âme que j'aie jamais vue, à mon marie que dieu te protège à moi.

Merci à les étoiles qui remplissent ma vie, ma sœur faten et mes frères Mohamed lamine et Ayoub

... SOUMISE

DEDICACE

Je dédie cette thèse à mes plus chers êtres au monde :

Ma mère et mon père. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour

Dont ils ne cessent de me combler.

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mon cher mari Ahmed.

A ma chérie sœur Ilham.

A mes chers frères : Abd alkarim et Yasser et A toute ma famille,

Et mes amis surtout Imane Feraguena et mes collègues Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

...BESMA

RESUME :

Le thème que nous venons de développer, et qui vise à déterminer la qualité physicochimique et bactériologique de Garaet Hadj Tahar qui fait partie de l'écocomplexe Guerbès-Sanhadja au niveau de la wilaya de Skikda, entre dans la cadre de la protection et la conservation des zones humides, et notamment l'eau qui est la plus consommée par tout les êtres vivants.

L'ensemble des résultats des analyses bactériologiques à révélé que l'eau de Garaet Hadj Tahar est exposée à une légère contamination d'origine fécale causée principalement par l'élevage intensif, ainsi qu'au nombre très élevé d'oiseaux hébergés par ce marais. Les paramètres physico-chimiques, affichent des faibles teneurs en matières chimiques provenant principalement des engrais utilisés dans les terrains agricoles avoisinants, ces métallique. Afin d'assurer la pérennité de cet écosystème aquatique, il serait nécessaire de diminuer voire arrêter l'exploitation de son eau pour l'irrigation afin de maintenir son niveau d'eau.

Mots clés:

Zones humides, Garaet Hadj Tahar, qualité de l'eau, physico-chimie, bactériologie, pollution.

SUMMARY

The theme we have just developed, aiming to define the physicochemical and bacteriological water quality of Garaet Hadj Tahar a part of the Eco complex Guernès-Sanhadja located in the wilaya of Skikda, comes within the context of protecting and preserving wet areas and especially water that is mostly consumed by all living beings.

The whole results of bacteriological analysis showed that Garaet Hadj Tahar water is exposed to a light contamination from fecal roots mainly caused by the intensive stock farming, and the excessively high number of birds dwelling there.

Physicochemical parameters display weak contents of chemical matters chiefly coming from neighboring agricultural fields fertilizers, these records are not strong enough to cause an organic or metallic pollution.

In order to preserve this aquatic ecosystem and its water level, the exploitation of its water in irrigating aims should be decreased or even stopped.

Key words

Wet areas, Garaet Hadj Tahar, water quality, physic-chemistry, bacteriology, pollution.

المخلص

يدخل موضوع دراستنا التي تهدف إلى تحديد النوعية الفيزيوكيماوية و البكتريولوجية لمياه قرعة الحاج الطاهر في إطار المحافظة على المناطق الرطبة و حمايتها و ليس فقط المياه و التي تعد الأكثر استهلاكا من قبل جميع الكائنات الحية . مجموعة التحاليل البكتريولوجية بينت ان مياه قرعة الحاج الطاهر معرضة إلى تلوث خفيف ذو مصدر برازي ناتج عن المواشي و ارتفاع عدد الطيور المقيمة في هذه المياه . بينت المعايير الفيزيوكيماوية احتواء بسيطاً لهذه المياه على المواد الكيماوية الناتجة عن استعمال الأسمدة في الزراعية المجاورة، هذه القيم المسجلة تبقى اضعف من أن تسبب تلوث عضوي او معدني . من اجل ضمان ديمومة هذا النظام البيئي المائي من الضروري خفض او حتى وقف استعمال للري للحفاظ على مستوى المياه به .

الكلمات المفتاحية

المناطق الرطبة قرعة الحاج الطاهر نوعية المياه الفيزيوكيماوية البكتريولوجية التلوث



Introduction

Introduction

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface terrestre, elle recouvre ses $\frac{3}{4}$ connus sous le nom d'hydrosphère. Elle est aussi le constituant majeur de la matière vivante englobée sous le terme de biosphère.

Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables (Harrat et Achour. 2010), dont 97% de l'eau de surface est salée ; les 3% restant constituent les réserves d'eau douce de la planète (Rejsek.2002). La protection de ces milieux naturels contre toute pollution urbaine ou industrielle est indispensable, pour conserver la bonne qualité des eaux (CE, 2000)

L'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais, des pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement conduisent à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatique récepteurs (Mullis *et al*, 1997)

Les zones humides une de ces milieux naturels ; où l'eau est le principal facteur contrôlant la vie animale et végétale associée (Metallaoui, 2010). L'Algérie abrite une gamme de zones humides très diversifiées, lacs, lagunes, marais, sebkha (Metallaoui et Houhamidi.2008), qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs (Metallaoui. 2010).

Parmi ces milieux, le plus connus à l'heure actuelle, c'est le complexe de Guerbes-Sanhadja, considérés comme exceptionnels, constituant l'un des principaux réservoirs de la biodiversité du bassin méditerranéen ; site Ramsar depuis 02/02/2001, contient 31 sites humides (Samraoui et De Belair. 1997), représentée ici par Garaet Hadj Taher, Garaet Beni M'hamede, Garaet Sidi Makhlouf, Garaet Messaoussa.

Ces milieux sont des ressources essentielles à la vie en général (biodiversité) et aux sociétés humaines en particulier (alimentation en eau pour l'agriculture et autres usages), dont il faut protéger la qualité en prévenant les pollutions de toutes natures et en restaurant si nécessaire les compartiments pollués, sans nuire de façon excessive au développement économique. (Metallaoui, 2010).

Vue cette importance majeure, nous avons essayé d'étudier et de déterminer l'état ainsi que le degré de la pollution bactériologique, des eaux de Garaet Hadj Taher du complexe de Gerbes

Introduction

Sanhadja ; ceci dans le but d'apprécier l'évolution de sa qualité et son impact sur l'environnement et sur la santé publique.

Notre recherche est basée sur :

- La détermination de quelques paramètres physico-chimiques de Garaet hadj Taher.
- La recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.

Notre travail est structuré en trois chapitres interdépendants.

1. Le premier consiste en une synthèse bibliographique avec des généralités sur l'eau et les différents types de pollution affectant cette dernière.
2. Le deuxième présente une description du site de travail et matériels et méthodes.
3. Et le dernier chapitre représenté sous forme des graphes comporte les résultats obtenus au cours de la période d'étude avec une discussion de ces résultats. On termine par une conclusion générale.



CHAPITRE I :
La contamination
microbiologique des eaux

CHAPITRE I : La contamination microbiologique des eaux

Une eau potable ne doit pas contenir d'organismes pathogènes tels que les bactéries, les virus, les protozoaires, ou des champignons. La détection de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination d'origine fécale. La présence de ces germes pathogènes dans une source d'approvisionnement en eau peut engendrer des épidémies de maladies d'origine hydrique (Ouandaogo, 2008).

1. Pollution microbiologique des eaux

L'utilisation massive des engrais chimiques et des pesticides en agriculture ainsi que les rejets des eaux usées domestiques et industrielles dans la nature contribuent à la dégradation de la qualité des ressources en eau (eaux de surface et souterraines). Le transfert de ces polluants dans les eaux se fait soit par infiltration, soit par drainage des eaux pluviales.

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme une simple moyenne de transport pour ces microorganismes. Les principes organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont : les bactériennes viral ou parasitaire (Harrat, 2007).

L'eau polluée peut contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affection dites des maladies à transmission hydrique. La plupart des germes de contamination fécale car ils sont plus connus et facile à rechercher et à dénombrer. Parmi les germes teste de contamination fécale qui se trouvent d'une façon presque constante dans les métièrs fécale humains et animales appartiennent aux espèces suivantes :

- Coliformes totaux
- Coliformes fécaux (E. Coli)
- Streptocoque du groupe D : dite streptocoques fécaux

2. Sources de contamination bactériologique

Les sources potentielles de contamination bactériologique des eaux de surface sont multiples. Comme le décrit le tableau suivant, elles peuvent être d'origine urbaine, rurale, agricole, industrielle et naturelle. Chacune de ces sources a un pouvoir de contamination distinctif.

CHAPITRE I : La contamination microbiologique des eaux

Tableau 1 : source potentielle de contamination bactériologique

Urbaines	Eaux usées municipales : > non traités ; > non désinfectés ; > déversements et dérivations aux stations d'épuration ; > débordements des réseaux d'égout. Eaux de ruissellement (égouts pluviaux).
Rurales	Eaux usées domestiques de bâtiments non desservis (Résidences et commerces) : > rejets directs d'eaux usées non traitées ; > débordements de fosses septiques ; > résurgences de champs d'épuration. Eaux de ruissellement.
Agricoles	Déjections d'animaux d'élevage : > rejetées aux cours d'eau (directement ou indirectement) ; > en provenance de systèmes d'entreposage défectueux, D'aires d'alimentation et de cours d'exercice. Eaux de ruissellement et drains souterrains de terres fertilisées avec des déjections animales.
Industrielles	Déjections d'animaux d'élevage : > rejetées aux cours d'eau (directement ou indirectement) ; > en provenance de systèmes d'entreposage défectueux, D'aires d'alimentation et de cours d'exercice. Eaux de ruissellement et drains souterrains de terres fertilisées Avec des déjections animales.
Industrielles	Industries agroalimentaires. Industries de pâtes et papier.
Naturelles	Déjections d'oiseaux et d'animaux sauvages. Eaux de ruissellement.

CHAPITRE I : La contamination microbiologique des eaux

Tableau 2 : concentration de coliformes fécaux pour différentes sources de contamination bactériologique

Sources de contamination		Concentrations en coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Références
Urbaines	Eaux usées municipales non traitées (réseau d'égout)	1 000 000 à 3 000 000	Mamrot, 2012
	Débordements d'ouvrages de surverse	100 000 à 1 000 000	Tchobanoglous et al., 2003
	Eaux usées traitées	≤ 2 000	Mamrot, 2012
	Égouts pluviaux (divers sites)	1 000 à 21 000	USEPA, 1983
	Égouts pluviaux (résidentiels)	2 000 à 200 000	Wong, 2006
	Égouts pluviaux (industriels)	1 000 000 à 100 000 000	Wong, 2006
Rurales	Eaux usées domestiques non traitées (rejet direct d'une résidence isolée)	1 000 000 à 100 000 000	USEPA, 2002 MDDEP, 2009
	Eaux de ruissellement	< 1 000	Wong, 2006
Agricoles	Déjections fraîches d'animaux d'élevage (bovins, poules et moutons)	100 000 000 à 1 000 000 000	ASAE, 1998
	Lisiers de bovins laitiers, de moutons et de volailles	100 000 à 50 000 000	Patni et al., 1985
	Eaux de ruissellement (amas de fumier et cours d'exercice)	1 000 000 à 5 000 000	Coote et Hore, 1978
	Eaux de ruissellement et drains souterrains (terres fertilisées au lisier)	100 à 1 000 000	King et al. sans date
Industrielles	Pâtes et papiers	< 10 000	MDDEP, 2010
	Lieux d'enfouissement technique	≤ 1 000	Q 2, r. 19
Naturelles	Goélands à bec cerclé (fientes)	60 000 000	MDDEP, 1989
		21 000 000 000	Lévesque et al., 2000
	Eaux de ruissellement	< 20	

3. Analyse microbiologique des eaux

L'analyse microbiologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. En effet, elle n'est que la photographie de la qualité de l'eau au moment du prélèvement et elle n'a donc pas de valeur dans le temps et doit être interprétée au regard de l'enquête sanitaire.

CHAPITRE I : La contamination microbiologique des eaux

Tableau 3 : qualité microbiologique de l'eau de biosson (OMS,2009)

Paramètres	Valeurs guide l'OMS	Interprétation
Coliformes thermotolérants	0/100 ml	Indicateurs de pollution fécale
Streptocoques fécaux	Pas de normes	Indicateurs de pollution fécale
Coliformes totaux	0/100 ml dans 95% des échantillons	Indicateurs d'efficacité de traitement (désinfection); ne signalent pas nécessairement une pollution fécale.

Remarque: Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait *Escherichia coli*, membre du groupe des coliformes thermotolérants.

Ces germes sont dénommés germes indicateurs de pollution fécale et leur présence témoigne de l'existence d'une contamination fécale. Leur mise en évidence dans l'eau n'est pas la preuve de la présence de pathogènes, mais elle permet de la suspecter fortement.

Les coliformes totaux ne sont pas tous d'origines fécales. Ils ne sont donc pas indicateur d'une pollution fécale. Leur recherche est cependant utile pour contrôler la qualité d'une eau.

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale, et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution.

L'indicateur le plus utile pour estimer la pollution fécale est la bactérie *Escherichia coli*. Abondant dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fécale), assez persistant pour être recherché.

3.1. Coliformes totaux

Ces coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram (-) non sporulant (PNUE/OMS., 1977). Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C.

Ils regroupent les genres *Echerichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxell* (Joly et Reynaud., 2003). La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement

d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (Rodier *et al.*, 1996).

- ***E. coli* bactérie**

E. coli ou « colibacille » est une bactérie à Gram négatif, non sporulée, aérobie anaérobie facultative appartenant à la classe des g-protéobactéries et à la famille des Enterobacteriaceae. *E. coli* représente l'espèce majoritaire des coliformes thermotolérants qui constitue un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C (Gourmelon, 2014).

L'habitat primaire des *E. coli* est le tractus digestif de l'homme et des animaux à sang chaud. *E. coli* est la souche prédominante de la flore aérobie du tube digestif. Les bactéries *E. coli* sont excrétées dans les fèces à des concentrations d'environ 10^8 colibacilles par g (Gourmelon, 2014).

Les bactéries *E. coli* se retrouvent dans les eaux environnementales par le biais des effluents, tels que les eaux usées, les lisiers ou les fumiers des animaux d'élevages, et par contact avec les déjections des animaux sauvages ou d'élevage lors des pâturages. L'environnement constitue l'habitat secondaire des *E. coli* qui est, contrairement à l'habitat primaire, plutôt défavorable à leur survie (Winfield et Groisman, 2003).

La bactérie *E. coli* est une bactérie versatile qui comprend, à la fois, des bactéries commensales du tube digestif, des bactéries pathogènes et des bactéries adaptées à l'environnement (Tenaillons *et al.*, 2010).

La majorité des *E. coli* vivent en symbiose dans le colon et sont éliminés par les fèces.

Ces bactéries se retrouvent ensuite dans l'environnement et peuvent être mises en évidence par méthode culturale.

Les *E. coli* sont aussi des bactéries pathogènes pour l'Homme, intestinales ou extra-intestinales. Elles ont été impliquées dans de nombreuses pathologies humaines.

E. coli serait responsable de deux millions de morts par an dans le monde (Kosek *et al.*, 2003; Russo et Johnson, 2003).

3.2. Coliformes fécaux

Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptone contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom *d'Escherichia Coli* bien que le groupe comporte

CHAPITRE I : La contamination microbiologique des eaux

plusieurs souches différentes. (PNUE/OMS, 1977 ; Rodier et *al.*, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003).

Les Coliformes fécaux thermo-tolérants (44°C) sont considérés d'origine humaine (Gaujous, 1995). Les coliformes fécaux répondent aux critères de bons indicateurs, la principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est leur survie relativement courte en eau de mer, ce qui peut exiger un recours à des indicateurs supplémentaires (PNUE/OMS, 1977).

3.3. Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de Streptococcaceae, au genre *Streptococcus*. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homo-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz (Manuel De Bergey., 1984).

Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés (Gaujous, 1995). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (PNUE/OMS., 1977).



CHAPITRE II :
Matériel et méthodes

1. Description du site d'étude

Garaet Hadj Tahar est un lac d'eau douce souvent inondé sauf exception, irrigué par les affluents d'Oued El Kabîr. Elle couvre une superficie de 112 ha avec une altitude moyenne de 19 m. Situé à une vingtaine de kilomètres de la méditerranée elle présente une forme ovale très allongé entouré au nord-ouest par une colline d'argile, à l'est par des dunes et au sud est, par la plaine alluviale d'Oued El kebir. La dépression occupée par ce lac est orientée nord-ouest sud-est. (Metallaoui *et* Houhamdi, 2008).



Figure 1 : image de Garaet Hadj Tahar dans le mois de mars.

2. L'échantillonnage

Pour contribuer à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de Garaet Hadj Tahar nous avons choisi trois points de prélèvement.

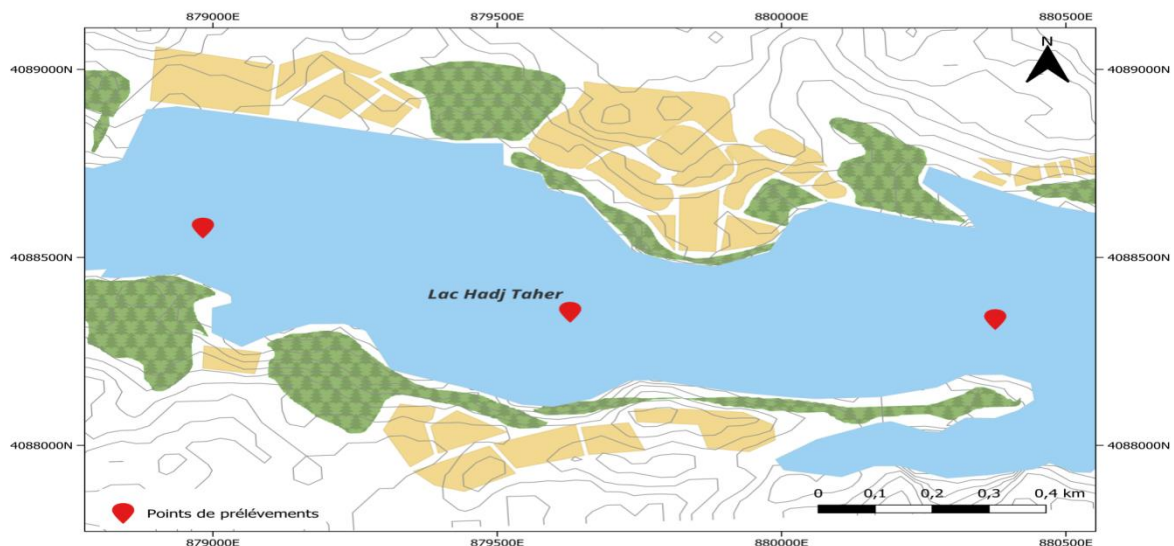


Figure 2 : Localisation des points de prélèvements

Un examen microbiologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé

Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Rodier *et al*, 2005).

Pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination, il est souhaitable d'utiliser des flacons en verre d'une contenance égale à 250 ml à verrerie destinée aux prélèvements d'eau doit être munis d'un nettoyage avec un détergent puis rinçage avec l'eau propre (eau douce), puis un rinçage final avec l'eau distillée (Lightfoot, 2002 ; Guiraud, 1998).

La verrerie lavée est ensuite stérilisée à la chaleur sèche (four Pasteur) à une température comprise entre 170 et 175 ° C, pendant au moins 1h.

Les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement de l'échantillon. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (Gharallah, 2005). Le prélèvement de nos échantillons a été effectué manuellement au niveau de la colonne d'eaux sur des points de prélèvement fixes en utilisant des flacons stériles de 250 ml pour l'analyse bactériologique.

Rince au moment de l'emploi avec l'eau à examiner, les flacons sont ouverts sous l'eau, goulot dirigé à contre – courant, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (Rodier *et al*, 1996)

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachable. Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (Light foot, 2002).

Les échantillons soigneusement étiquetés sont places dans une glacière à + 4 ° C et transportés ensuite au laboratoire. Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10 ° C, les prélèvements seront transportés dans des glaisières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 ° C. Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon (Rodier et al, 1996).

La totalité de nos analyses ont été réalisés au niveau du laboratoire central ADE.

3. Etude physicochimique

3.1. Mesure de pH (NORME ISO 10523)

Le pH de l'eau sont mesurés par une méthode potentiométrique avec un PH mètre à l'aide au platine.

3.2. Mesure de la turbidité (NORME ISO 7027)

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, elle est réalisée à l'aide d'un turbidimètre mesuré en néphalométriques (NT), utilisant des cuves en verre bien nettoyées et bien séchées, remplies avec de l'eau à analyser.

3.3. Dosage de la dureté totale (TITRE HYDROTOMETRIQUE TOTAL TH)

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures se des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser

Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole de 250 ml.
- Ajouter 2 ml de solution tampon K_{10} (pH de $K_{10} = 10$) et 3 gouttes de mordant noir 11 (indicateur net)
- La solution doit se colorer en rouge foncé ou violet, le PH doit entrer 10 en maintenant une Agitation.
- Verser la solution EDTA rapidement au début puis ne goutte à goutte jusqu' au virage du violet au bleu, Notre le volume versé (V_{EDTA}).

3.4. Expression des resultats

L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par degré français F° ($V \cdot 2$)

4. Dosage des ions calcium Ca^{2+} (NORME ISO 6055 NA 752).

Principe

Les ion calcium sont titrés avec une solution de l'EDTA à un PH entre 12 et 13, l'indicateur murexide ($CH_8N_6O_6$) forme un complexe rose avec le calcium.

Lors de titrage, l'EDTA réagit avec les ions (Ca^{2+}), l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

Mode Opératoire

- 50 ml prise à essai
- 02 ml de solution hydroxyde de sodium $NaOH$

Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

- petit quantité de Murex ide HSN indicateur
- titration avec l'EDTA Na₂ qui est un sel
- di sodique (acide éthylène diamine tetracétique) jusqu'à virage du couleur mauve foncé
- $Ca^{+2} = V \cdot 10$ en mg/l

5. Dosage des ions de chlorure (cl-)

Mode opératoire

- 5 ml l'échantillon dans un bicher
- Ajouté 2 gouttes de chromate de potassium
- Au moyen d'une burette, la solution de nitrate d'argent est versé jusqu'à apparition d'une rouge brique
- Les résultats sont exprimés selon la formule : volume titré*71 en mg/l

6. Determination du titre alcalimétrique

Principe : Il est déterminé par neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide fort (HCL)

Mode opératoire

Pour déterminer le TA

- 100 ml d'eau à analyser sont prélevé dans un bécher
- 1 à 2 gouttes de la solution phénolphtaléine sont ajoutées
- La coloration rose doit alors se développer, dans le cas contraire le TA est nul ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le PH 8.3
- Versé de l'acide sulfurique H₂SO₄ doucement dans le bécher à l'aide d'une burette en agitât constamment j'jusqu'à décoloration complété de la solution

Pour déterminer le TAC

- Ajouter à l'échantillon précédent 02 gouttes de solution de méthylorange puis titré à nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune orangé (PH=4.3)

Ensuit titré avec de l'acide sulfurique le volume titré représente le TAC en (°F)

Pour le convertir en mg on fait $V \text{ (°F)} \cdot 10 = V \text{ mg}$

7. Les analyses bactériologiques

7.1 Recherche et dénombrement des germes aérobies à 22°C et 37°C (norme ISO 6222 na 763)

Selon les normes internationales, les micro-organismes se définissent comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.

Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1 ml dans deux boîtes de pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15 ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

Incubation et lecture

Retourner les boîtes et incuber à 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22°C pendant 72 h. la lecture se fait après chaque 24 h.

On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

7.2. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml (Germe/ml)

7.3 Recherches et dénombrement des coliformes

On utilise la méthode de filtration sur membrane pour la recherche et le dénombrement des bactéries.

La filtration sur membrane est une technique de numération adaptée pour énumérer des bactéries présentes à des concentrations très faibles dans l'eau. Pour pouvoir dénombrer ces bactéries, il est alors nécessaire d'analyser des volumes d'eau importants (Figure03).



Figure 3 : Rampe de filtration (photo originale de laboratoire de l'ADE)

Principe

Les bactéries présentes dans l'échantillon à analyser sont retenues sur un filtre dont les pores sont inférieurs à la taille des bactéries ($0.45 \mu\text{m}$ de diamètre). Le filtre qui a retenu les bactéries contenues dans l'eau, est ensuite déposé sur un milieu de culture approprié où les bactéries puisent les éléments nécessaires à sa croissance et se développent. Après incubation. Les UFC (unités formants colonies) sont comptées pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau. Selon le milieu de culture où est déposé le filtre, on met en évidence la présence de différents types de microorganismes.

Mode opératoire

- Filtration de 100 ml de l'échantillon à travers une membrane filtrante d'une porosité de $0,45 \mu\text{m}$ (figure).
- Pose de cette membrane sur un milieu sélectif : la gélose lactosée au tergitol et au T.T.C
- Incubation à $36 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant $22 \pm 2 \text{ h}$

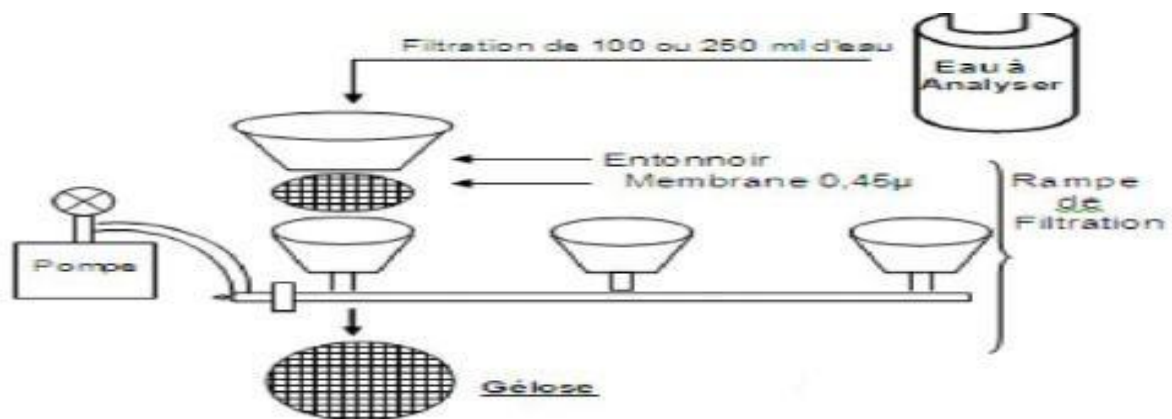


Figure 4 : Recherche et dénombrement des coliformes (Google image)

Après incubation, 5 à 10 colonies caractéristiques jaunes lactose positive (présentant une coloration jaune sous la membrane) seront prélevée pour confirmation (Figure 05)

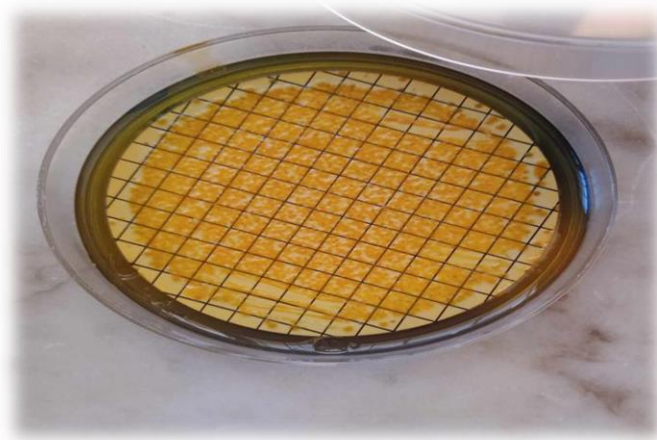


Figure 5 : Colonies des coliformes totaux

8. Test de confirmation

- Pour les bactéries coliformes, la confirmation est basé sur la recherche de l'enzyme oxydase.

Repiquage sur gélose TSA, incubation à $36^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant $22 \pm 2\text{h}$ puis test à l'oxydase.

Utilisé réactif PDA , imprégnés sur des disques oxydase. Ces disques est placé sur une lame et une colonie y est déposée sur le disque

- Pour les E. coli, la confirmation est basé sur la production d'indole et sa mise en évidence :

Repiquage sur bouillon au tryptophane, incubation à $44 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pendant $22 \pm 2\text{h}$, mise en évidence de la production d'indole en ajoutant quelques gouttes du réactif de Kovc.

9. Recherche des streptocoques fécaux (norme iso 7899-2na 766)

Mode opératoire

- Filtration de 100 ml de l'échantillon à travers une membrane filtrante d'un porosité de $0.45 \mu\text{m}$
- Pose de cette membrane sur un milieu sélectif : la gélose Slantz et Bertley.
- Incubation à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant $24 \pm 2\text{h}$ à 48h .

Après incubation, 5 à 10 colonies caractéristiques rouge (présentant une coloration rouge sous la membrane) seront prélevées pour confirmation.

10. Recherche de staphylococcus pathogenes

Mode opératoire

On prépare les boîtes bétri avec le milieu chapman. A partir de la solution mère, on porte aseptiquement 0.1 ml (2goutte) dans les boîtes de pétri et en ensemence à l'aide d'une pipette pasteur stérile, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 h

Lecture et incubation

Les bactéries mannitol négative sont incolores alors que les bactéries mannitol positive apparaissent entourées d'un halo jaune et les staphylocoques pathogènes possèdent très souvent ce caractère.

Dans tous les cas, observer les colonies présumées des staphylocoques recherchés et procéder à leur identification biochimique.

Identification

Les principaux caractères pour l'identification de staphylococcus :

- La coloration de Gram
- Le test catalase
- La test oxydase
- Le test mannitol

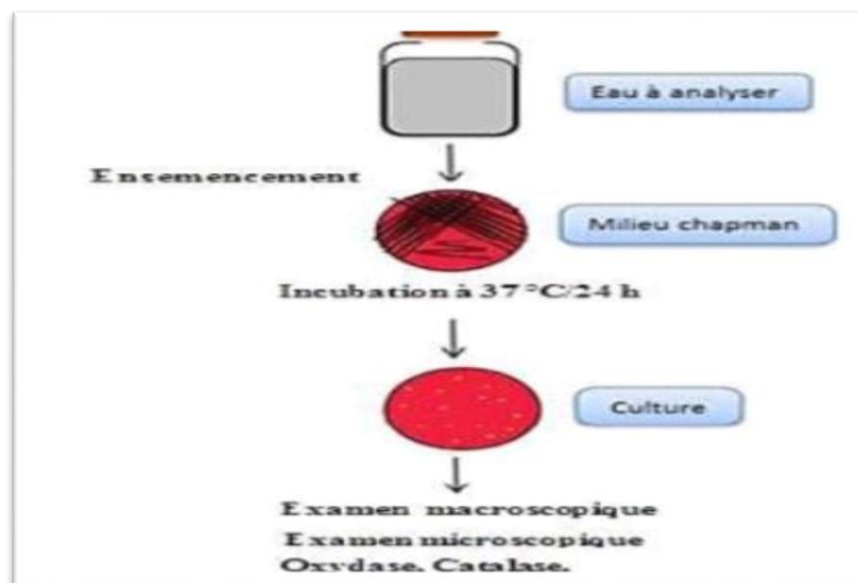


Figure 6 : recherche et identification des staphylococcus pathogène



**CHAPITRE III :
RESULTATS ET
DISCUSSION**

1. Resultats des analyses physico-chimiques

1.1. PH

Le pH est un facteur très dépendant des conditions naturelles du milieu, telle la couverture végétale et la nature des roches et du substrat pédologique et des activités humaines telles la pollution (Dussart, 1966 ; Bermond et Vuichard, 1973). Il diminue en présence des teneurs élevées en matières organiques et augmente en période d'été, lorsque l'évaporation est assez importante (Meybeck et al., 1996).

D'après les résultats (Fig 07.) La valeur de Ph la plus faible est de 7.62 mesurée dans le site 1 et la plus élevée est de 8,1 obtenue dans le site 3 Les valeurs observées révèlent que le Ph est légèrement neutre dans les sites 1.2.3 de Gara et hadj Tahar. Cette gamme de Ph est favorable à la vie aquatique (figure 07).

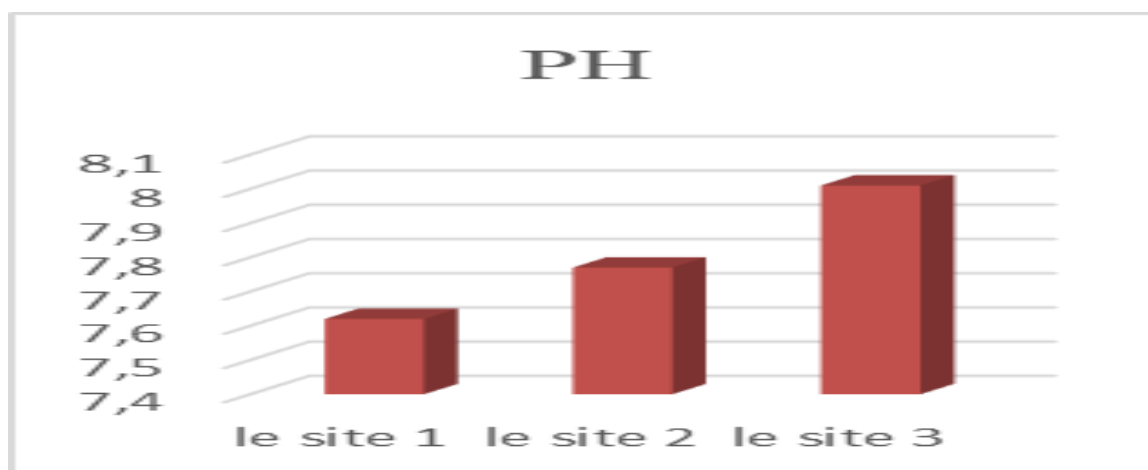


Figure 7 : variation de pH au niveau de site d'étude

1.2. La turbidité

La turbidité est liée à la présence de particules en suspension dans l'est qui diffusent la lumière dont le limon, l'argile, les matières organique et inorganique en fines particules certaines conditions météorologiques peuvent modifier la turbidité de l'eau.

On a marqué une valeur maximale 39.5 NTU dans le site 1. Cette augmentation due à l'écoulement de l'eau dans ce site, alors que la valeur minimale est de 28.6 NTU noté dans le site 3. (figure 08).

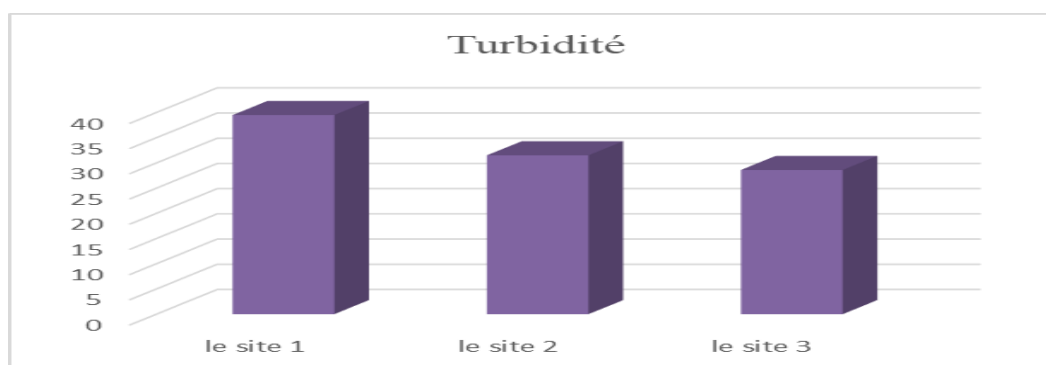


Figure 8 : variation de la turbidité au niveau de site d'étude

1.3. Les chlorures cl^-

La figure montre que, la concentration des chlorures dans l'eau dépend du terrain traversé. Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (Belghiti et al, 2013). Sur la base des résultats des analyses teneur en chlorure est entre (482,500) dans le site (1,2,3) Selon les normes algériennes relatives à la portabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500mg/l dans les eaux de consommation. (figure 09).

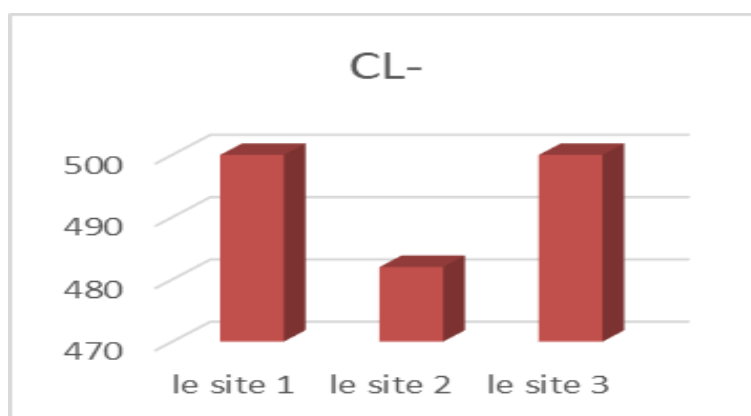


Figure 9 : variation du chlorure des eaux étudiées

1.4. Le calcium ca^{+2}

Le calcium est un autre élément qui constitue la dureté de l'eau et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Sur la base des résultats des analyses teneur en Ca^{+2} est entre (58, 75) dans le site (1,2,3). D'après les résultats, l'eau est inférieure à la norme algérienne $< 200mg/l$. (figure 10)

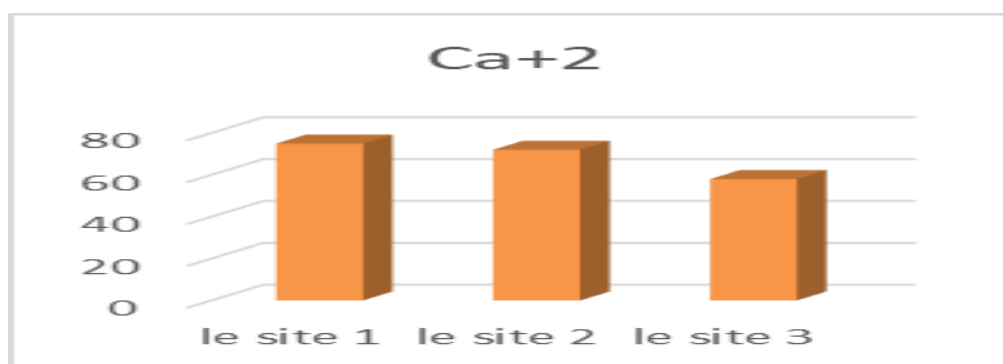


Figure 10: variation du Ca des eaux étudiées

1.5. Ta

On distingue le titre alcalimétrique simple (TA) qui mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustique (Rodier,2005)

Le titre alcalimétrique mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes (OH) et une valence de carbonates. D'après les résultats obtenus une valeur de ta nulle est hydrométrique (dureté totale) (TH).

1.6. TAC

Le titre alcalimétrique complété ou tac correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogencarbonates. D'après les résultats obtenus une valeur dans le site (1, 2,3) est entre (108,110)mg/l pour donc dans le domaine optimal. Les résultats obtenus ne dépassent pas les normes Algérienne de 150 mg/l(figure 11).

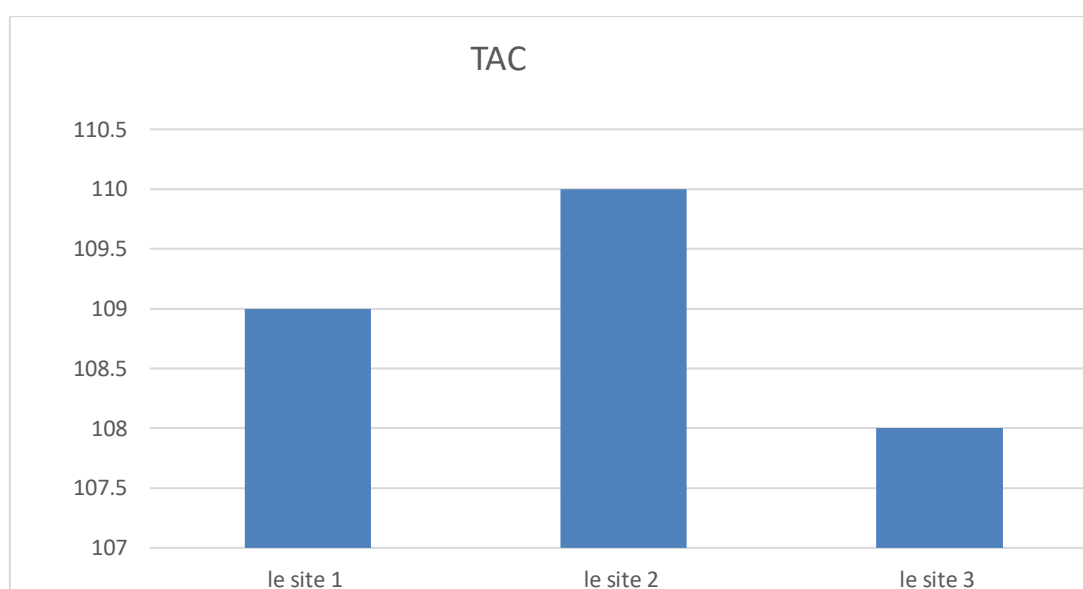


Figure 11 : variation du TAC des eaux étudiées

1.7.TH (TITRE HYDROMETRIQUE)

Exprime la dureté de l'eau est une mesure globale de la concentration. D'après les résultats obtenus une valeur dans le site (1,2,3) est entre (110,132).

Les résultats obtenus ne dépassent pas les normes de 500 mg/l. (figure 12).

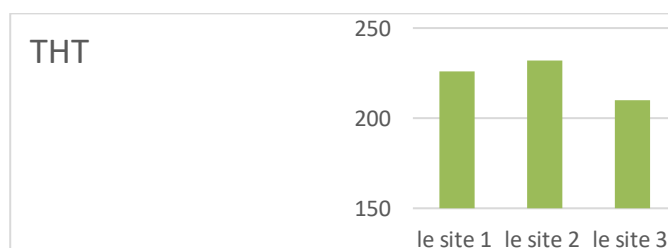


Figure 12 : variation du THT des eaux étudiées

2. Resultats des analyses bactériologiques

2.1. Résultats des dénombrements des microorganismes revivifiabiles

La recherche des micro-organisme aérobie non pathogènes dits « revivifiabiles » permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui relèvent la présence possible d'une contamination bactériologique (Abdellaoui et al 2012).

2.2. Germe aérobie

Pour les germes incubés à 37°C, on a enregistré des taux plus au mois différents signalant que la valeur maximale atteint 2.8×10^2 /ml a été observée dans le site 1 tandis que la valeur minimale qui a été enregistré est de 1.6×10^2 /ml dans le site 3. Pour les germes incubés à 22°C, on a enregistré des taux plus différents signalant que la valeur maximale atteint 3.2×10^2 /ml a été observée dans le site 2 tandis que la valeur minimale qui a été enregistré est de 2.1×10^2 /ml dans le site 3. Selon ces résultats on peut dire que ces variations sont dues à des chutes de pluie, l'influence de la température sur la croissance de ces microorganismes et au fait que les sites sont exposés à diverses sources de contaminations qui diffèrent d'un endroit à l'autre. (figure 13).

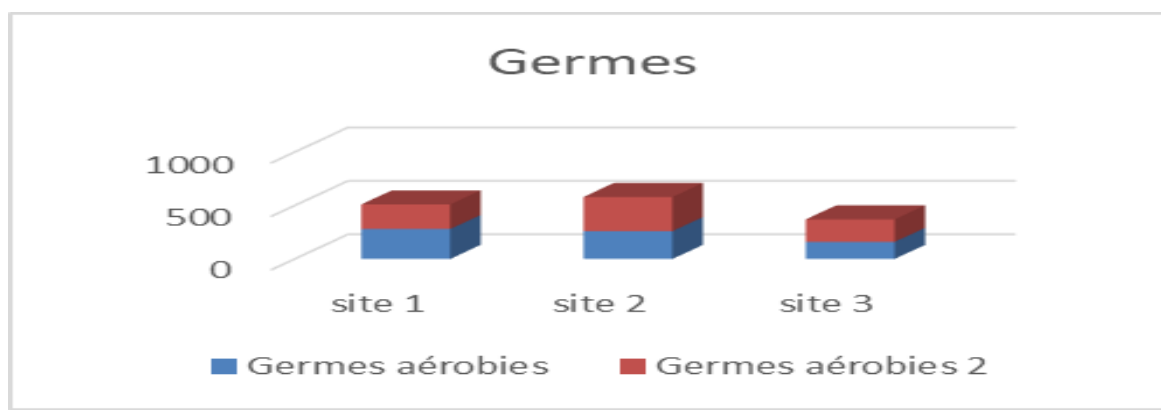


Figure 13 : variation du nombre de germes aérobie

2.3. Les coliformes aérobie

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (Chevalier,2003)

Nous observons que la valeur maximale est de 6.7×10^1 / ml dans le site 3, tandis que la valeur minimale est enregistrée dans le site 2 de 5.4×10^1 /ml. On peut traduire ce résultat par la présence de déjection animale (des oiseaux d'eau, des animaux domestiques). (figure 14).

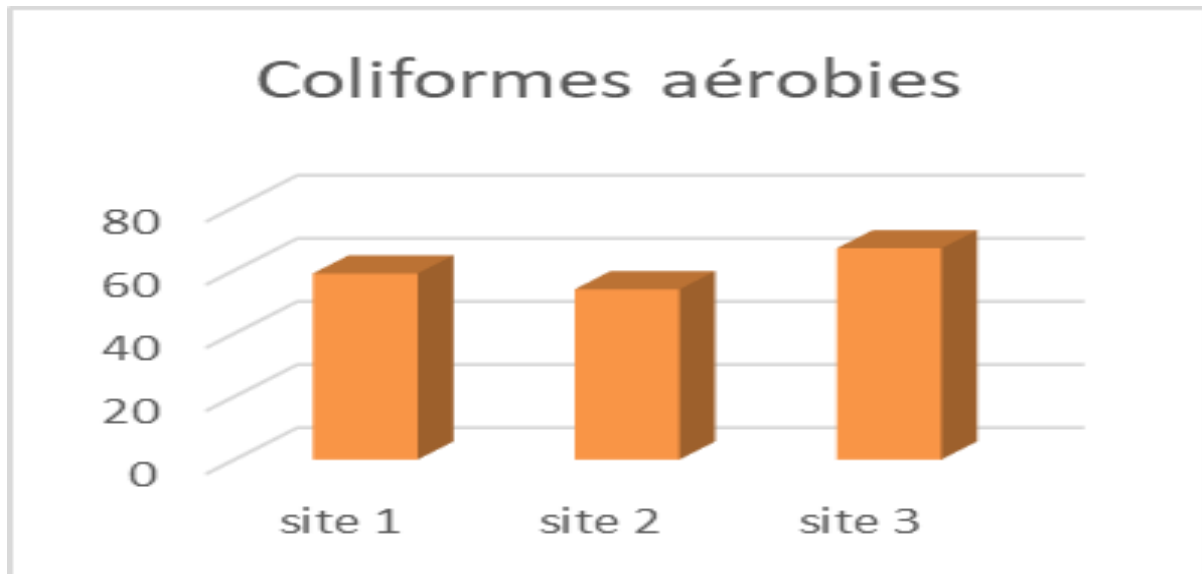


Figure 14 : variation du nombre de coliformes aérobies / 100 ml dans les eaux étudiées

2.4. Les coliformes fécaux

En notant des valeurs de coliformes fécaux plus élevées ; ces valeurs ont dépassé largement les valeurs de guides (0) ce qui nécessite l'ajout de l'eau de javel avec des concentrations plus élevées.

2.5. Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux sont des aérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes.

L'eau est dans les normes car pour ce paramètre si important de l'étude microbiologique de l'eau le taux des streptocoques fécaux est nul ce qui résulte qu'il n'y a pas de contamination fécale

Selon HAMDI (2011), la présence de streptocoque fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation. Ceux qui s'expliquent l'absence totale des streptocoques fécaux.

2.6. Les staphylocoques pathogènes

Ce sont présents dans tous les sites (1, 2,3)

Nous observons que la valeur maximale est de 5×10^6 dans le site 3, tandis que la valeur minimale est enregistrée dans le site 1 de 2×10^6

Nous constatons une différence de germes pathogènes entre les trois sites, ce qui explique la contamination de l'eau. (figure 15).

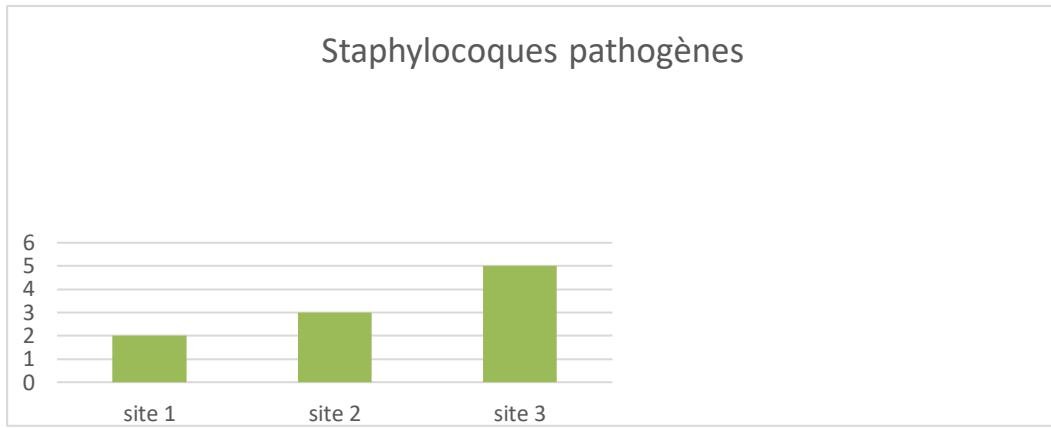


Figure 15 : variation du nombre de staphylocoque pathogènes dans les eaux étudiées

CONCLUSION :

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

La pollution des eaux est une notion qui est en constante évolution. L'Algérie est l'un des pays qui souffrent de cette pollution, et plus précisément les eaux de surface C'est dans le cadre de ce travail, la recherche a été réalisée sur la ressource superficielle Gara et Hadj Taher notre étude porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique.

Sur le plan Physico-chimique les paramètres étudiés PH, Turbidité, TH, TAC, TA, Cl⁻, Ca⁺², indique également une mauvaise qualité de l'eau.

Les analyses microbiologiques ont révélé une présence des germes pathogènes et des germes de contamination fécale. Le danger de la pollution bactériologique constitue sans aucun doute une menace pour les habitants qui puisent l'eau nécessaire à leurs besoins à partir de ces ouvrages.

Certaines recommandations sont nécessaires pour préserver la qualité des eaux

- Réalisation des stations d'épuration des Eaux d'assainissements en amont d'éliminer la contamination des eaux de ce dernier.
- Un suivie régulier de tous les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELLIOUI S., BOUKHDIM A., HAMZAOUI H.,** (2012). Qualité microbiologique d'un écosystème lotique Cas de l'Oued El Kebir Ouest (Skikda, Nord-Est Algérien). Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 Guelma.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS 1998.** ASAE Standards – Standards Engineering Practices Data, St-Joseph, Michigan.
- BELGHITI M. L, CHAHLAOUI A., BENGHOUMI D ., EL MOUSTAINE R.** (2013) : étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de MEKNES (MAROC) larhyss journal, issn 112-3680, n° 14, juin 2013, pp. 21-364
- BERMOND R. ET VUICHAARD R.** (1973). Les paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris
- CHEVALIER P.,** (2003). Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.
- COOTE P. R., ET HORE F. R., 1978.** Pollution Potential of Cattle Feedlots and Manure Storages in Canadian Great Lakes Basin. Agricultural Watershed Studies, Project 21 – Final Report. Agriculture Canada.
- GAUJOUS D.,** 1995. La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques Et documentation. Paris. P17
- GOURMELON M., 2014.** Etude de la contamination microbiologique du milieu littoral : identification des sources de contamination fécale et évaluation de la persistance des bactéries entériques dans l'environnement. Habilitation à diriger des recherches, Université Bretagne Occidentale, Plouzané, 108 p.
- HAMDI W.,** 2011. Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de Memoire magister. Ouargla. Département des sciences de la nature et de la vie. Option: Microbiologie appliqué. P107
- HARRAT N., 2007.** Qualité des eaux de surface de l'est algérienne et leur réactivité vis-vis du chlore, Mémoire de Magister en géologie, Université Badji Mokhtar-Annaba, 62 p.
- Joly B., Reynaud A., 2003.** Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edit. Techniques et Documentation. Paris. P356.
- King D., Watson G.C., Wall G.J., et Grant B.A., 2010.** The Effects of Livestock Manure Applications and Management on Surface Water Quality. Land Resource Division, Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture and Agri-Food Canada, Upper Thames River Conservation Authority.
- Kosek M., Bern C., Guerrant R.L., 2003.** The global burden of diarrhoeal diseases as estimated from studies published between 1992 and 2000. Bull World Health Organ, 81, 197-204.
- LEVESQUE, B. P. BROUSSEAU F. BERNIER E. DEWAILLY ET JOLY J. 2000.** Study of the bacterial content of ring-billed gull droppings in relation to recreational water quality, Wat. Res., vol. 34, no. 4, 1089- 1096.
- MANUEL DE BERGEY., 1984.** Systématique bactériologie ; 9 th edition. P533.

-
- METALLAOUI S.** (2010). Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatiques hivernantes dans Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie), Thèse de Doctorat, Université de Annaba, 145 p.
- METALLAOUI S. et HOUHAMDI M.** (2008). Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de la Garaet Hadj-Tahar (Skikda, nord-est algérien). ABC Bull Vol 15 (1): 71-76...
- MEYBECK M., FRIEDRICH G., THOMAS R. AND CHAPMAN D.** (1996). Rivers. Water quality assessments; a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2 d. E & FN Spon, London.
- MINISTERE DES AFFAIRES MUNICIPALES DES REGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE 2012.** Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2011. Direction générale des infrastructures, 41 p.
- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS 2009.** Guide technique : traitement des eaux usées des résidences isolées. Direction des politiques de l'eau, Québec, parties A et B, pagination multiple.
- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP), 2013.** Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac, Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-67327-9 (PDF), 30 p. + 1 annexe.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs 1989.** Étude des Problèmes de dégradation bactériologique des eaux de sept plages publiques du Québec au cours de l'été 1988. Québec, 129 p.
- Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs 2010.** Évaluation des rejets d'eaux usées des usines de pâtes et papiers du Québec en fonction du milieu récepteur. Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, Québec, 58 p.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2009.** La guerre de l'eau - The water conflict - La guerra del agua. www.fsa.ulaval.ca/personnel/vernag/eh/f/cause/eau.htm/ Mise à jour du: 02-04-2010. Consulté le 05-06-2010.
- Ouandaogo, 2008.** Ressources en eau souterraine du centre urbain de Ouagadougou au Burkina Faso, qualité et vulnérabilité.
- PATNI, N. K., TOXOPEUS H. R. ET JUI P. Y., 1985.** Bacterial Quality of Runoff from Manured and Non-manured Cropland. Transactions of the ASAE, 28(6), 1871-1877
- PNUE/OMS., 1977.** Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague. P168.
- Q 2, r. 19, 2011.** Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles. Dernière mise à jour le 1er avril 2011.
- REJSEK F., (2002).** Analyse des eaux. Tec et Doc. 358p.
- RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J. P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L., (1996).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8 édition. Dunod. Paris. 1383 p.
- RODIER., (2005).** L'analyse de l'eau : eau naturelle ; eau résiduelle eau de mer: 8 Edition. Dunod. 1384p

-
- RUSSO T.A. AND JOHNSON J.R.**, 2003. Medical and economic impact of extraintestinal infections due to *Escherichia coli*: focus on an increasingly important endemic problem. *Microbes Infect*, 5, 449-456.
- REJSEK F.**, (2002). Analyse des eaux. Tec et Doc. 358p.
- SAMRAOUI B. AND DE BELAIR G.** (1997). The Guerbes-Sanhadja wetlands (N.E. ALGERIA) Part I: Overview. *Ecologie* 28 (3), 233-250.
- TCHOBANOGLIOUS, G., F. L. BURTON ET H. D. STENSEL** 2003. Wastewater Engineering, Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy Inc., McGraw-Hill, 4th edition, 1819 p.
- TENAILLON O., SKURNIK D., PICARD B., DENAMUR E.,** 2010. The population genetics of commensal *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol*, 8, 207-217.
- USEPA, 1983.** Results of Nationwide Urban Runoff Program (NURP). EPA PB/84 185552.
- USEPA, 2002.** Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. EPA/625/R 00/008, Office of Water.
- Winfield M.D. and Groisman E.A.,** 2003. Role of nonhost environments in the lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. *Appl Environ Microbiol*, 69, 3687-3694
- Wong T.H.F.,** 2006. Introduction. In T.H.F. Wong (Ed), Australian Runoff Quality: A Guide to Water Sensitive Urban Design, Engineers Australia, Canberra, Chapter 1: 1-8.