

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire du Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Santé, Eau et Environnement / Hydro-écologie

Thème :

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE
ET PHYTOPLANCTONIQUE DE L'EAU DE LA GARAËT HADJ TAHER
(SKIKDA)

Présenté par : -HERGA Houda
- BOUCHAHDANE Soumia
- MAAMRIA Manel

Devant le jury composé de :

Président :	Mme. IBN CHERIF Hayet	M.C.B	Université de Guelma
Examineur :	Mr. MERZOUG Abdelghani	M.A.A	Université de Guelma
Encadreur:	Mr. ROUABHIA Kamel	M.A.A	Université de Guelma
Co- encadreur :	Mr. BARA Mouslim		Université d'Annaba

Juin 2015

Remerciements

Au terme de notre travail on remercie dieu le puissant créateur qui nous a guider vers l'achèvement de ce travail.

*Nous remercions tout particulièrement Messieurs les membres jury : **Mme. IBN CHERIF Hayet** maitre de conférences « B » de l'université de Guelma accepté d'honorer cette soutenance comme présidente de jury.*

***Monsieur. MERZOUG Abdelghani** maitre assistant « A » de l'université de Guelma qui a bien voulu examiné ce travail et d'être membre de jury.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à notre encadreur monsieur **ROUABHIA Kamel** et le Co – encadreur docteur **BARA Mouslim** qui nous a dirigés tout au long de notre travail.*

On remercie également tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers qui a contribués à notre formation ainsi que toute personne qui a contribue à la réalisation de ce travail.

On termine par un grand remerciement a nos cher parents qui nous on soutenus durant toutes notre formation.

SOUMIA

HOUDQ

MANEL



Dédicaces

Louange à Dieu le Miséricordieux qui m'a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce j'ai réussi à achever ce travail.

Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude

A l'ame de mon père que dieu lui accordé sa sainte miséricorde A la femme la plus patiente Ma chère mère Zineb Mon idéal, l'être le plus généreux

A ma source de tendresse, l'être la plus chère dans Le monde Wassilla , A mes sœurs Cahrazade et Warda , ainsi mes chers frères Taher , et Mouhamed et Salah .

Amon Mari « Loufti» qui ma donner le pouvoir de terminer mes études

En fin, je dédie ce travail à tous mes Collègues de la promotion. Et les personnes qui me sont très chères: Dounia , Noure ,Mayssa ,Aida ,Nadine ,Nahids ,Isslame, Sirine

Houda



Louange à Dieu le Miséricordieux qui m'a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce j'ai réussi à achever ce travail

Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude

A celle qui a veillé à mon chevet et à mon bien être et m'a entouré de tout son amour et son affection, l'être le plus cher au monde et à mon cœur ma mère "Nora".

A mon père "MuStafa", que Dieu le protège et le garde pour m'avoir orienté et appris à être une femme respectable et responsable.

A mes sœurs Safa et Mariem , ainsi mes frères Dhia Eddine et A.Elbasset.

A mes grands parents Rabeh , Hada, Fatima

A mes tantes Dalele , Amel ,Olia , A mes oncles Yasser ,Raoufe ,Yassine, Houssine, Elhadi

A ma cousine Iness

Enfin à des personnes qui me sont très chères: Wafa Lamia Hanen ,Nora ,Fadila ,Djennete ,Imene, Boudalla ,Rafik Awatef ,Marwa

Manel



Louange à Dieu le Miséricordieux qui m'a éclairé la voix de la science et de la connaissance et par sa grâce j'ai réussi à achever ce travail.

Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude

A l'ame de ma mère que dieu lui accordé sa sainte miséricorde

Je dédie ce modeste travail A ma source de tendresse, l'être la plus chère dan Le monde Amel et sans mariés Mesbah

A mon chère frère Rraoufe qui aides de terminé mes études

En fin, je dédie ce travail A toute mes Collègues de la promotion, Et les personnes qui me sont très chères.

Soumia



Sommaire

Listes des Figures

Listes des Tableaux

Listes des Abréviations

Introduction.....1

Chapitre I : Généralités

1. Définition de l'eau.....2

2. La structure de l'eau.....2

3. Le cycle de l'eau dans la nature2

4. Les bactéries hétérotrophes.....4

4.1. Rôle des bactéries hétérotrophes dans les milieux lacustres.....5

5. le phytoplancton.....5

5.1. Habitat et écologie5

5.2. La systématique des phytoplanctons6

5.2.1. Les Cyanobactéries6

5.2.2. Les Chlorophytes.....6

5.2.3. Les Chrysophytes.....6

5.2.4. Les Pyrrophytes.....7

5.2.5. Les Euglénophytes.....7

5.3. Rôle du phytoplancton dans l'eau.....7

Chapitre II : Description du site

1. Généralités sur le complexe de Guerbes-Sanhadja.....9

1.1.Caractéristiques géographiques.....12

1.2.Caractéristiques géologiques12

1.3.Caractéristiques hydrologiques	13
1.4.Caractéristiques climatiques de la région	14
1.4.1. Diagramme Pluviothermique de Bagnouls et Gausсен.....	15
1.4.2. Quotient Pluviométrique d'Emberger.....	16
1.5.Caractéristiques biologiques	17
2. Présentation de Garaet Hadj Tahar	17
2.1.Coordonnés géographique	20
2.2. Situation administrative	20
2.3.Géologie.....	20
2.3.1. La plaine sableuse	20
2.3.2. La plaine argileuse	20
2.4.Hydrographie	21
2.5.Menace et facteurs de dégradations	21
2.5.1. L'agriculture.....	21
2.5.2. Le pâturage	21
2.5.3. La chasse	22
 <i>Chapitre III : Matériels et méthodes</i>	
1. Choix des stations de prélèvement.....	23
2. L'échantillonnage.....	24
2.1. Matériel d'échantillonnage.....	24
2.2. Méthode de prélèvement.....	25
2.3. Enregistrement et étiquetage des échantillons.....	25

2.4. Transport et conservation des échantillons avant l'analyse.....	25
3. Analyse physicochimiques	26
3.1. Mesure in situ	26
3.1.1. La température	27
3.1.2. Le pH	27
3.1.3. La conductivité	27
3.2. Les mesure au laboratoire	28
3.2.1. Les matières en suspension (MES)	28
3.2.2. La demande biochimique en oxygène DBO.....	29
3.2.3. La Demande Chimique en Oxygène DCO	31
4. Analyse bactériologique	32
4.1. Recherche et dénombrement des germes revivifiable.....	32
4.2. Dénombrement des indicateurs de contamination fécale.....	34
4.2.1. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants.....	34
4.2.2. Dénombrement des streptocoques fécaux	36
4.3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)	37
5. Méthodes d'analyse phytoplanctoniques	39
5.1. Analyse qualitative.....	39
5.1.1. Identification des espèces.....	39
5.1.2. Diversité globale.....	40
5.2. Analyse quantitative	40

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	41
--	----

1.1. La température.....	41
1.2. Potential hydrogen pH.....	41
1.3. La conductivité électrique.....	42
1.4. Matière en suspension (MES).....	43
1.5. Demande chimique en oxygène	44
1.6. La demande biochimique en oxygène DBO	45
1.7. Evaluation de la biodégradabilité	45
2. Résultats des analyses bactériologiques.....	46
2.1. Résultats des dénombrements des microorganismes revivifiables.....	46
2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux.....	47
2.2.1. Coliformes totaux.....	47
2.2.2. Coliformes fécaux.....	48
2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	48
2.4. L'origine de la contamination fécale.....	49
2.5. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR)	49
3. Analyse qualitative et quantitative du phytoplancton	50
3.1. Analyse qualitative	50
3.1.1. Composition spécifiques et structure des communautés.....	50
3.1.2. Diversité.....	52
3.2. Analyse quantitative	53
3.2.1. Densité phytoplanctonique	53
Conclusion et perspective.....	55
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	
Abstract	
الملخص	

Liste des figures

N° de Fig.	Titre de la figure	page
1	Cycle de l'eau dans la nature.	4
2	Principales zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja	10
3	Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gausson.	15
4	Quotient pluviométrique d'Emberger.	16
5	Image de Garaet Hadj Tahar dans le mois de Janvier.	18
6	Image satellite de Garaet HADJ Tahar	18
7	Dessin à main levée de Garaet HADJ Tahar.	19
8	Vue générale sur le site d'étude	19
9	Localisation des points de prélèvement	23
10	Photo du multi paramètre.	26
11	Dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux.	33
12	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.	35
13	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.	36
14	. Recherche et dénombrement des spores des Anaérobies sulfito- réducteurs.	38
15	Variations de la température de l'eau du Garaet HADJ Taher.	41

16	Variations spatio-temporelles du pH de l'eau du Garaet Hadj Taher.	42
17	Variations de la conductivité électrique de l'eau de Garaet Hadj Taher.	43
18	Variations des matières en suspension de l'eau de Garaet Hadj Taher.	43
19	Variations de DCO de l'eau de Garaet Hadj Taher.	44
20	Variations de DBO ₅ de l'eau de Garaet Hadj Taher.	45
21	Variations des coliformes totaux au niveau de Garaet Hadj Taher.	47
22	Variations des coliformes fécaux au niveau l'eau de Garaet Hadj Taher.	48
23	Variations des streptocoques fécaux au niveau de Garaet Hadj Tahar.	49
24	Variations du nombre des taxons phytoplanctoniques.	52
25	Variations du nombre des taxons des groupes phytoplanctoniques.	52
26	Variations de la densité totale du phytoplancton dans les deux stations.	53

Liste des tableaux

N° du Tab	Titre du tableau	page
1	Les principales zones humides de l'éco complexe de Guerbes – Sanhadja	11
2	Débit des bassins versants de la plaine de Guerbes-Sanhadja	13
3	Analyse microbiologique de la qualité des eaux de quelques sites du complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja	14
4	Données météorologiques de la région de Skikda (2010-2013)	15
5	Caractéristiques des points de prélèvement	24
6	Nombre des germes totaux dans les stations d'étude	46
7	Résultat de la recherche des Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)	50
8	Classification des espèces phytoplanctonique de Garaet HADJ Tahar	51

Liste des abréviations

- **ASR** : Anaérobies sulfito-réductrices.
- **CE** : Conductivité électrique.
- **CF** : Coliforme fécaux.
- **CT** : Coliforme totaux.
- **SF** : streptocoque fécaux
- **DCO** : Demande chimique en oxygène.
- **DBO5** : Demande biochimique en oxygène
- **S/C**: Simple concentration.
- **Rothe**: Bouillon à l'acide de sodium.
- **S**: Station.
- **Tab** : Tableau.
- **TGEA** : Gélostryptone-glucose-extrait de viande.
- **UFC**: Unité Formant Colonie.
- **VF**: Viande Foie.
- **P** : prélèvement.
- **pH**: Potentiel Hydrogène.
- **μ S**: micro siemens.
- **Fig** : Figure.
- **Eva Litsky** : bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium.
- **mg/l**: Milligramme par litre.
- **mm**: Millimètre.
- **IND**: Indole.
- **mn**: Minute.
- **Na₂SO₃**: Sulfate de Sodium.
- **NPP**: Nombre le plus probable.
- **N**: Nord.
- **STEP** : stations d'épuration.
- **Indv/l** : individu par litres.

Introduction

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages. Elle ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme patrimoine universel qui doit être protégée, défendue et traitée comme tel.

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé et son alimentation, elle est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tous types de pollution. **(Azaizia Hedda, 2013)**

La position géographique de l'Algérie qui compte plus de 1400 zones humides, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides qui jouent un rôle important dans les processus vitaux. , **(AIB Affef, 2014)**

Le plancton végétal est le premier maillon biologique des chaînes alimentaires dans les écosystèmes aquatiques, la production primaire est principalement assurée par ce maillon. Ces organismes photosynthétiques utilisent l'énergie lumineuse pénétrant dans l'eau pour effectuer la photosynthèse. Leur croissance dépend de la disponibilité en nutriments et de la présence de toxiques, de la température et de la lumière.

Dans certaines conditions, avec des apports élevés de nutriments, la croissance excessive de ce phytoplancton conduit à une situation d'eutrophisation. **(Ariane, 2009).**

L'eutrophisation est l'asphyxie des eaux d'un lac ou d'une rivière due à un apport exagéré de substances nutritives – notamment le phosphore – qui augmente la production d'algues et de plantes aquatiques.

Notre travail est structuré en quatre chapitres interdépendants ; le premier consiste en une synthèse bibliographique avec des généralités sur l'eau, le deuxième est consacré à la description du site, le troisième consacré aux méthodes utilisées et le dernier représenté sous forme de graphes comporte les résultats obtenus et leur discussion.

Généralités

1. Définitions :

L'eau : C'est un corps, incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire, composé d'hydrogène et d'oxygène (H_2O), et qui peut dissoudre un certain nombre de corps. (Tina, 1987).

L'eau est une molécule polarisée, et possède de ce fait la capacité de dissoudre nombreux composés en détruisant complètement ou partiellement les liens électrostatiques entre les atomes et les molécules, il se produira ainsi une réaction chimique : la Solvatation (dissolution). (Zeroual et Mehiaoui, 2001).

2. La structure de l'eau :

L'eau est un corps composé, constitué des éléments oxygène et hydrogène. La molécule d'eau est notée H_2O , elle est composée de deux atomes d'hydrogène pour un atome d'oxygène. Les atomes d'hydrogène sont chacun porteur d'une charge positive tandis que l'atome d'oxygène est porteur de deux charges négatives.

Les caractères géométriques :

- La molécule H- O -H est coudée.
- Angle de valence de 105° .
- Distance intermoléculaire H O = 0,958 Å.

3. Le cycle de l'eau dans la nature :

➤ L'énergie solaire, moteur du cycle de l'eau :

Le soleil, par son rayonnement, qui est d'autant plus fort que l'on s'approche de l'équateur, provoque une évaporation de l'eau des océans, des lacs et rivières, ainsi qu'une évapotranspiration du sol et des êtres vivants. Les océans représentent une immense « casserole » de 360 millions de Km^2 sur laquelle l'énergie solaire réchauffe sans cesse pour faire évaporer chaque année plus de 450000 Km^3 d'eau sous forme gazeuse.

➤ **Le retour de l'eau à son point de départ :**

• **Les précipitations :**

Poussées par les vents atmosphériques, cette vapeur se condense dans les nuages au contact des masses d'air froides. La plus grande partie va retomber sur place avec les précipitations océaniques (414000 Km^3). Le reste (38000 Km^3), arrive sur les continents. Il se combine aux 71000 Km^3 issus de l'évapotranspiration et à la vapeur d'eau atmosphérique pour provoquer 110000 Km^3 de précipitations continentales sous forme de pluie et de neige.

➤ **Le devenir des précipitations continentales :**

• **Le ruissellement et le drainage :**

Une partie de ces précipitations retourne à l'océan par les fleuves et rétablira l'équilibre des précipitations océaniques par rapport à l'évaporation. Ainsi ce seront 38000 Km^3 d'eau douce de ruissellement et de drainage dont 12000 Km^3 en provenance des nappes, qui ramèneront annuellement les cours d'eau à leur point de départ.

• **L'infiltration et la percolation :**

La plus grande partie des précipitations finit par s'infiltrer (83000 Km^3). Au passage, elle peut entraîner avec elle, en profondeur, des éléments minéraux par percolation. Cette infiltration enrichit le sol en eau. Celle-ci lorsque des structures imperméables comme l'argile la retiennent va s'accumuler dans des nappes phréatiques et les nappes profondes qui constituent une réserve assez mal connue d'eau douce. Par endroit l'eau ressort sous forme de sources qui alimentent le débit des rivières et les lacs.

• **L'intervention des êtres vivants :**

Les êtres vivants participent aussi au cycle de l'eau. Les végétaux interceptent l'eau par leurs feuilles ou plus encore par l'absorption racinaires et la stockent dans leurs tissus. Les animaux par le biais des chaînes alimentaires récupèrent aussi ce bien précieux qui leur est indispensable.

Mais l'eau ne fait que transiter dans les organismes. Le catabolisme respiratoire et surtout l'évapotranspiration restituent à l'air ambiant quelque 71000 Km^3 de vapeur d'eau.

L'eau sous ses différents états suit dans la nature un vaste cycle que résume le schéma de la figure 01.

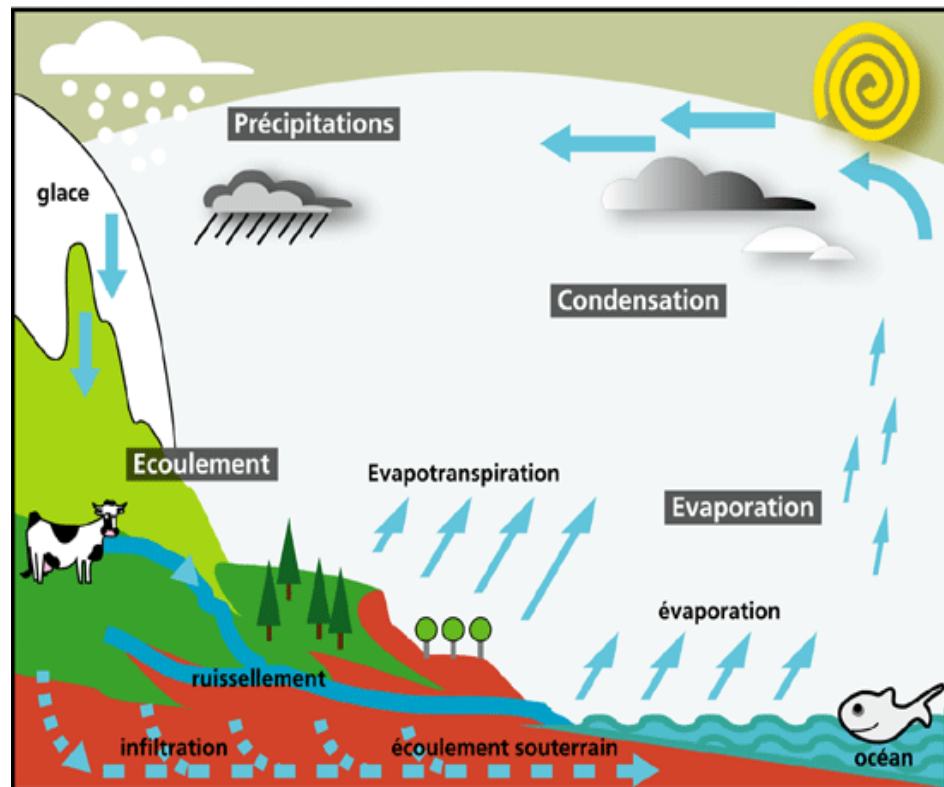


Figure.1 : Le cycle de l'eau dans la nature

4. Les bactéries hétérotrophes :

La communauté bactérienne hétérotrophe dans les milieux aquatiques est de moins en moins considérée comme une entité homogène, mais plutôt comme un ensemble de groupes fonctionnels (bactéries chimio-lithotrophes, chimio-organotrophes ...) et/ou taxonomiques. Un groupe fonctionnel est un ensemble de bactéries utilisant les mêmes sources d'énergie, d'électrons et de carbone, ainsi que les mêmes accepteurs d'électrons, indépendamment de leur taxonomie. (Amblard *et al*, 1998).

4.1. Rôle des bactéries hétérotrophes dans les milieux lacustres :

Les bactéries utilisent rapidement le carbone organique dissous de faible poids moléculaire. Une attention particulière a été portée sur la composante qualitative de cette fraction dissoute, soit par des techniques de chimie analytique, soit par des bio-essais. Ainsi, il s'avère qu'il existe une grande variabilité spatiale et temporelle de la qualité et de la quantité de la matière organique dissoute, et cela a permis de comprendre, notamment l'accumulation de carbone organique dissous biodégradable observée dans certains milieux aquatiques. (Kirchman *et al*, 1991).

5. Le phytoplancton :

Le phytoplancton est composé d'organismes végétaux (unicellulaires, filamenteux ou en colonies) microscopiques en suspension dans la colonne d'eau, caractérisés par la présence de pigments chlorophylliens dont majoritairement la chlorophylle a. Ces microorganismes sont qualifiés de thallophytes, c'est à dire dépourvus de tige, racine et des vaisseaux conducteurs. Ils sont localisés dans les couches superficielles éclairées des étendues d'eau, soit généralement de la surface à 100 m de profondeur (pour les mers). En effet leur métabolisme est dominé par le mode de vie autotrophe basé sur la photosynthèse (besoin de lumière) qui est la source principale voire unique de leur énergie et permettant la constitution des molécules pour les cellules. (Dauta et Feuillade, 1995).

5.1. Habitat et écologie :

Les organismes qui constituent le phytoplancton est d'une extrême plasticité écologique. Ces espèces très ubiquistes colonisent les biotopes terrestres et aquatiques (Fogg *et al*, 1973), et se retrouvent dans l'eau douce, saumâtre ou salée. Quelques espèces sont recensées dans les eaux thermales tandis que d'autres tolèrent les basses températures des lacs arctiques et antarctiques. (Skulberg, 1996). Certaines espèces vivent en association avec des animaux comme des protozoaires, des éponges ou des ascidies (endozoïques), ou avec des végétaux comme des fougères aquatiques ou des angiospermes (endophytiques). (Couté et Bernard,

2001). Elles peuvent encore vivre en symbiose avec des champignons et des algues vertes comme dans le cas des lichens.

Au cas où elles sont strictement aquatiques, elles peuvent être planctoniques, vivant dans la colonne d'eau, ou benthiques, fixées ou très proches des divers substrats (roches, coraux, algues, animaux) et se développent même à l'intérieur des sédiments (**Mur et al, 1999; Couté et Bernard, 2001**).

5.2. La systématique des phytoplanctons :

5.2.1. Les Cyanobactéries :

Les cyanobactéries, organismes procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées. (**Bourrelly, 1985**). Les cellules appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée. Certaines cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses qui leur permettent de réguler leur position dans la colonne d'eau et de se maintenir à une profondeur où la température, la lumière et les éléments nutritifs sont favorables à leur développement.

5.2.2. Les Chlorophytes :

Les Chlorophytes ont des plastes d'un beau vert franc et mettant de l'amidon en réserve. Cet amidon est logé dans les plastes (amidon intraplastidial). Il se colore en bleu-noirâtre, et souvent même, en noir par la solution iodo-iodurée. Les cellules nageuses possèdent habituellement deux fouets de même taille, rarement quatre ou plus. Cet embranchement comporte quatre classes : Les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricées et les Charophycées(**Bourrelly, 1972**).

5.2.3. Les Chrysophytes:

Les Chrysophycées sont caractérisées par des chromatophores bruns, jaunes ou vert-jaunâtre. Ces algues ne possèdent jamais d'amidon, mais un polysaccharide ne se colorant

pas à la solution iodo-iodurée. On en distingue 3 classes: les Chrysophycées, les Xanthophycées et les Bacillariophycées ou Diatomées (**Bourrelly, 1972**).

5.2.4. Les Pyrrhophytes:

Elles ont des plastes bruns, moins souvent rouges ou bleu-vert et mettent de l'amidon en réserve. Mais cet amidon n'est pas contenu dans des plastes ; il est extra-plastidial. (**Bourrelly, 1970**).

5.2.5. Les Euglénophytes :

Ces algues sont unicellulaires flagellés rarement coloniales. Les euglénophytes contiennent de la chlorophylle a et b et leurs réserves glucidiques sont constituées par le paramylon stocké dans le cytoplasme. Des gouttelettes lipidiques constituent des réserves supplémentaires. La classe des Euglénophycées est unique pour cet embranchement. Ce sont des micro-organismes dulçaquicoles (en particulier dans des milieux riches en matière organique), marins ou d'eaux saumâtres. La multiplication s'effectue par division cellulaire. (**De Reviere, 2003**).

5.3. Rôle du phytoplancton dans l'eau :

Si les organismes phytoplanctonique représentent seulement 1% de la biomasse des organismes photosynthétiques sur Terre, ils assurent 45% de la production primaire (**Chisholm, 1995; Behrenfeld et al, 2001**). Ils sont ainsi à la base de la chaîne trophique pélagique (**Azam et Malfatti, 2007**) et sont donc responsables d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques.

La prolifération du phytoplancton a un impact direct sur les écosystèmes aquatiques entraînant des modifications de la diversité et de la dynamique des populations. En outre, certaines espèces, dont les cyanobactéries, sont susceptibles de synthétiser des toxines à l'origine d'intoxications plus ou moins graves, représentant des risques important pour la santé humaine et animale (**Chorus et Bartram, 1999**). Les usages de l'eau peuvent ainsi être limités par ces contaminations.

Les eaux douces et particulièrement les eaux de surface, qui représentent une ressource vitale pour l'homme, sont menacées par des pollutions diverses, d'origine anthropique. Le phytoplancton réagit à ces altérations et peut être considéré comme un indicateur de la dégradation de la qualité des eaux continentales, proposé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) comme élément de qualité biologique.

Description du Site

1. Généralités sur le complexe de Guerbes-Sanhadja :

Les zones humides de la Numidie algérienne sont d'une grande valeur pour la biodiversité. (Samraoui et De Belair, 1998 ; Metallaoui et Houhamdi, 2008).

La Numidie située dans le Nord- Est algérien est divisée en deux grands complexes séparés par l'Oued Seybouse: la Numidie orientale composée des complexes d'Annaba et d'El Kala et la Numidie occidentale représenté par le complexe de zone humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja. (Houhamdi et Samraoui, 2001).

Le complexe Guerbes -Sanhadja est une grande plaine littorale bordée à l'Ouest par les collines côtières de Skikda et à l'Est par le massif forestier côtier de Chetaibi. Les altitudes de la zone se situent entre 0 et 200 mètre. 48,5 % des terres ont une pente inférieure ou égale à 3 % et le reste à 12,5 %. Les principales unités lithologiques sont essentiellement formées de dépôts éoliens et alluviaux. (Joleaud, 1936 et Atoussi, 2008).

Le massif dunaire continental de la plaine de Guerbes-Sanhadja est le réservoir hydrique d'environ 40 hectomètres cubes qui génère une multitude de dépressions et de vallées formant lacs et marais (Garaet) de quelques hectares de superficie à plusieurs dizaines d'hectares. (Joleaud, 1936 et Atoussi, 2008)

Le caractère remarquable de la flore et de la faune de cette région a pour origine : la diversité géomorphologique et son emplacement en un carrefour bioclimatique, entraînant une richesse élevée de la biodiversité. (Atoussi, 2008).

Le complexe de zones humides de la plaine de Guerbes Sanhadja est un lieu de migration et d'hivernage pour les oiseaux d'eau, en plus il représente un lieu important pour l'alimentation de certain poisson comme l'anguille et les poissons marins comme le barbeau et le mulot. (DGF, 2001).

La région de Guerbes-Sanhadja est la seule au niveau national, avec le Lac Tonga (wilaya d'El-Tarf), à avoir répondu à cinq des huit critères fixés par la convention de Ramsar. La plaine de Guerbes renferment des sites d'importance internationale qui fournissent des exemples représentatifs, rares et ou uniques de type de zone humide naturelle que ce soit pour le Maghreb, l'Afrique du Nord et la région méditerranéenne (Metallaoui, 2010).

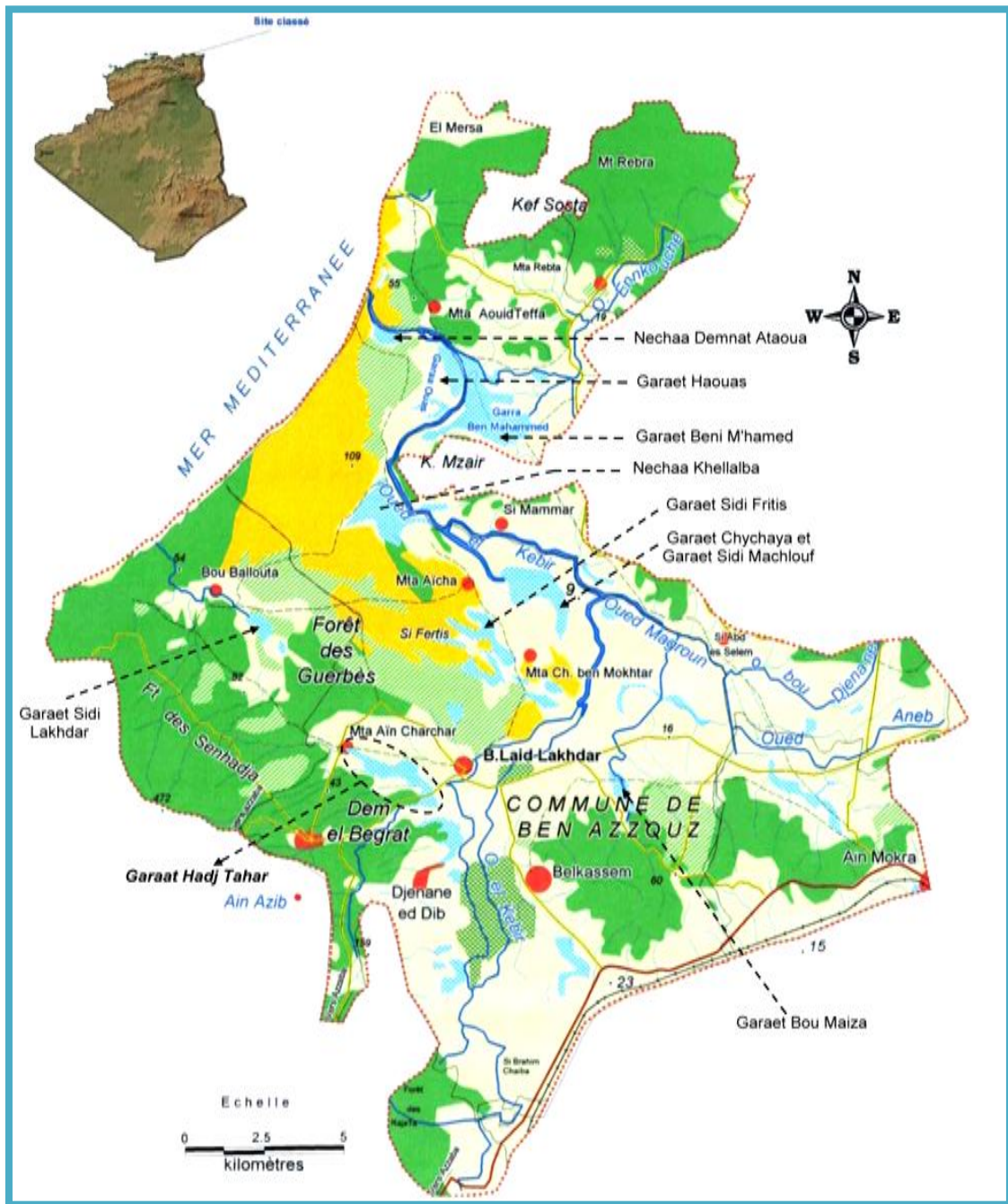


Figure.2 : Principales zones humides du complexe de Guerbès-Sanhadja (Metallaoui 2010)

Tableau.1 : Les principales zones humides de l'éco complexe de Guerbes – Sanhadja (Samraoui B et De Belair G 1997)

Nom du site	Coordonnées géographiques	Superficie
Garaat Beni M'hamed	36°57 N 7°16 E	380 ha
Nechaa Dmnat Ataoua	36°56'132 N 7°14'780 E	280 ha
Garaat Haouas	36°58 N 7°18 E	260 ha
Garaat Hadj Tahar	36°51'774 N 7°15'957 E	112 ha
Nechaa Khellalba	36°50'516 N 7°17'576 E	75 ha
Garaat Boumaiza	36°49'155 N 7°18'975 E	70 ha
Garaat Chichaya	36°53'791 N 7°18'230 E	50 ha
Garaat Sidi Makhlof	36°53'094 N 7°18'248 E	50 ha
Lac Sidi Fritis	36°53'975 N 7°17'437 E	40 ha
Garaat El-Loughat	36°50 N 7°17 E	38 ha
Garaat Sidi Lakhdar	36°54'780 N 7°12'005 E	25 ha
Garaat Bouina	36°53'490 N 7°17'574 E	25 ha
Garaat Ouajaa	36°53'192 N 7°18'963 E	20 ha
Garaat Ain-Nechma	36°48'837 N 7°16'728 E	18 ha
Garaat El Guelb	36°53'206 N 7°18'538 E	15 ha
Garaat Nouar Ezzouaoua	36°54'188 N 7°12'463 E	13 ha
Lac La Masardlle	37°00'815 N 7°15'637 E	10 ha
Garaat Ain-Magroun	36°50'225 N 7°16'943 E	9 ha
Garaat Bordj du Cantonier	36°52'168 N 7°22'760 E	2 ha
Garaat Bechna	36°53'082 N 7°17'802 E	2 ha
Garaat aux Oliviers	36°50 N 7°18 E	2 ha
Garaat Dissia	36°55'349 N 7°15'284 E	1.5 ha
Lagon de Oued El Kebir	36°59 N 7°16 E	1 ha
Garaat Tacha	36°51'979 N 7°23'587 E	0.5 ha
Garaat aux Linaires	36°52N 7°18 E	0.5 ha

Tableau.1 : Les principales zones humides de l'éco complexe de Guerbes – Sanhadja (Samraoui B et De Belair G 1997). **(Suite)**

Garaat El Azla	36°59'477 N 7°19'541 E	0.5 ha
Oued El Kebir	36°58 N 7°18 E	
Canale de Sidi Machlouf	36°53'295 N 7°18'478 E	
Oued Maboun	36°50'345 N 7°17'313 E	

1.1. Caractéristiques géographiques :

Le complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja (longitude : de 7° 8' E à 7° 25' E et latitude : de 36° 46' N a 37° N) est un site Ramsar qui se situe au Nord-Est de l'Algérie, avec une superficie de 42100 hectares il est délimité par le massif forestier côtière de Chetaibi à l'Est et par les collines côtières de la ville de Skikda à l'Ouest. Cette éco-complexe est formé d'une plaine qui se situe entre la wilaya d'Annaba et de Skikda **(Ferrat, 2004)**.

Sur le plan administratif et juridique, ce complexe est sous l'autorité de la wilaya de Skikda, la Daïra de Ben-Azzouz et la commune de Ben-Azzouz. Concernant l'organisme de gestion le complexe et gérer par la direction de conservation des forêts de la wilaya de Skikda. **(Boumezbeur, 2001)**.

1.2. Caractéristiques géologiques :

De point de vue pédologique et géomorphologique, le sol du complexe de Guerbes-Sanhadja est :

- **Sableux** : du côté Nord et Nord-est qui prend une teinte rougeâtre, distinguée par des dépôts de bas en haut superpose sur une couche d'argile qui permet la remonté de l'eau empêchons son infiltration.
- **Argileux** : de nature peu évolués et d'apport alluvial (sauf a Ain-Nechma ou nous rencontrons des basses terrasses rharbiennes). Ce type de sol est rencontré du Sud-est jusqu'au Sud-ouest de la plaine.

1.3. Caractéristiques hydrologiques :

Le réseau hydrologique de la plaine de Guerbes-Sanhadja représente un système dont l'importance n'est pas à négliger (Tableau 2) ; de plus cet écosystème joue un rôle primordial dans la région:

- Alimentation de la population régionale riveraine en eau.
- Recharge des nappes phréatiques et souterraines.
- Maitrise de crues provoquées lors des grandes périodes de précipitation.
- Captage des sédiments et stabilisation des rives. **(Boumezbeur, 2001).**

Les nappes souterraines qui constituent ce système sont alimenté principalement par les précipitations (infiltrations) ; la première est localisé sur les localise sous des structures sableuses et la seconde est profonde et observé sous les strates d'alluvions. **(Metallaoui, 2010).**

Tableau.2 : Débit des bassins versants de la plaine de Guerbes-Sanhadja **(Bara, 2014).**

Bassin versant	Superficie (hectare)	Débit (million de mètre cube)	Retenue (million de mètre cube)	Ressources en eaux souterraines
Est de Skikda	4927	16.5	202.5	19
Oued El Kebir Ouest	23046	27.5	181	10
Ouest d'Annaba	704	38	360	84.5
Total	28677	820	734.5	113.5

Il existe plusieurs oueds dans la région de Guerbes-Sanhadja, les plus importants sont l'Oued El-Kebir et l'Oued Magroune. Le premier est le plus important avec une largeur qui varie entre 20 et 50 mètre et il débouche sur la mer Méditerranée du côté de la plage de la Marsa, huit autres oueds moins importants sont à enregistrer dans cette plaine.

Des analyses microbiologiques réalisés au cours de notre études ont montré que l'eau de ces zones humides sont peu polluées (Tableau 3).

Tableau.3 : Analyse microbiologique de la qualité des eaux de quelques sites du complexe de zones humides de Guerbes- Sanhadja (**Bara, 2014**).

		Hadj Tahar	Beni Mhamed	.Messaoussa	Chichaya	El Guelbe	Ain Magroun
Coliformes totaux (CT/ml)	Période froide	10	305	105	55	205	10
	Période chaude	1100	Sec	Sec	1400	Sec	750
Coliformes fécaux (CF/ml)	Période froide	5	300	105	50	127	5
	Période chaude	400	Sec	Sec	300	Sec	300
Streptocoques fécaux (SF/ml)	Période froide	10	425	30	100	400	400
	Période chaude	3000	Sec	Sec	4500	Sec	9500
ASR	Période froide	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
	Période chaude	ABS	Sec	Sec	ABS	Sec	ABS

1.4. Caractéristiques climatiques de la région :

Le climat est sans doute le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales. (**Thomas, 1976**).

Tableau.4 : Données météorologiques de la région de Skikda (2010-2013).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température max (° C)	14	11	17	19	22	28	32	34	28	25	21	18
Température min (° C)	8	6	9	12	14	19	22	23	21	19	15	11
Pluviométrie (mm)	165	136	135	94	2	0,5	0,01	2	118	36	10	56
Vent (Km/h)	23	16	20	14	14	15	15	17	15	14	13	17

1.4.1. Diagramme Pluviothermique de Bagnouls et Gausсен :

Le digramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен nous permet de mettre en évidence la période sèche de notre zone d'étude. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées où les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures. (Bagnouls et Gausсен, 1957).

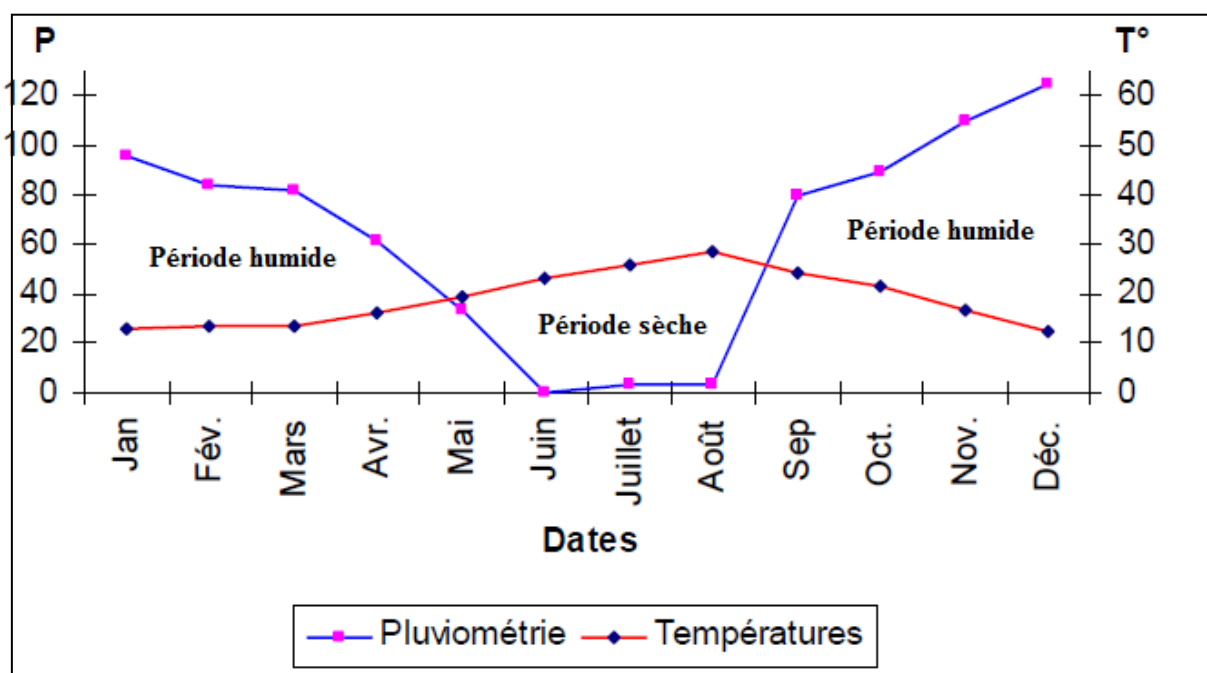


Figure.3 : Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен

1.4.2. Quotient Pluviométrique d'Emberger :

Cet indice nous aide à définir les 5 types de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne. (Emberger L, 1955). Il se base sur le régime des précipitations et des températures et il s'exprime selon la formule suivante :

$$Q = \frac{1000 P}{\left(\frac{M+m}{2}\right) (M-m)}$$

Q : quotient pluviométrique d'Emberger.

M : maxima des températures du mois le plus chaud (en degrés Kelvin).

m : minima des températures du mois le plus froid (en degrés Kelvin).

P : précipitations annuelles (en mm).

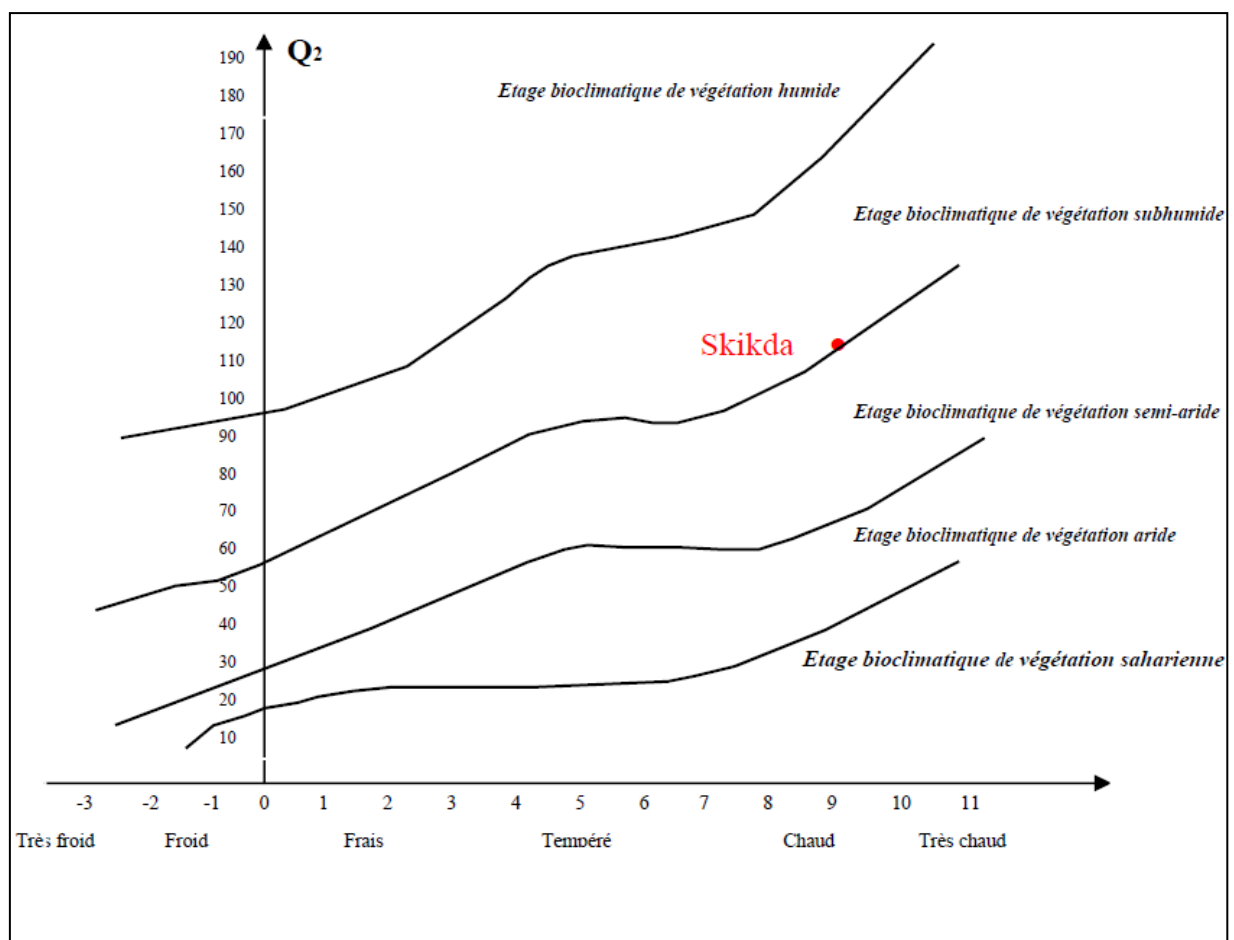


Figure.4 : Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger indique que la zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique à végétation subhumide et à hiver chaud.

1.5. Caractéristiques biologiques :

Le complexe de Guerbes-Sanhadja est une région très diversifiée de point de vue biologique et écologique. Cette zone représente un patrimoine riche en faune et en flore qui font sa diversité et sa complexité.

Actuellement, il existe peu d'études réalisées sur ce complexe afin d'inventorier l'ensemble des espèces végétales et animales qui se développent et fréquentent ces lieux (sauf les travaux réalisés par Samraoui et De Belair en 1997 ; Metallaoui et Houhamdi en 2008, 2010 et Metallaoui et al en 2009 et 2014).

D'une manière générale, la végétation inventoriée dans la région est représentée par 62 familles végétales (Metallaoui et Houhamdi 2010) et 334 espèces (Samraoui et De Belair 1997) dont les plus importantes sont : les Nymphaeaceae (*Nymphaea alba*), les Cyperaceae (*Cyperus longus*), les Poacées (*Lolium rigidum*) et d'autre famille.

De point de vue richesse avifaunistique 47 espèces appartenant à 15 familles ont été signalés par Metallaoui et Houhamdi en 2010, nous pouvons citer : les Rallidés, les Anatidés, les Rucurvirostridés, les Phalacrocoracidés.

D'après Samraoui et De Belair en 1997, l'entomofaune inventoriée dans le complexe est représentée par plusieurs espèces comme : *Gerris gibbifer*, *Lestes viridis*, *Erythromma viridulum*, etc.

2. Présentation de Garaet Hadj Tahar :

Garaet Hadj Tahar est un lac d'eau douce souvent inondé sauf exception, irrigué par les affluents d'Oued El kebir. 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 allongée entourée au nord-ouest par une colline d'argile et de grès, 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.5 : Image de Garaet Hadj Tahar dans le mois de Janvier (Photo prise par ATTOUSI Sadek)

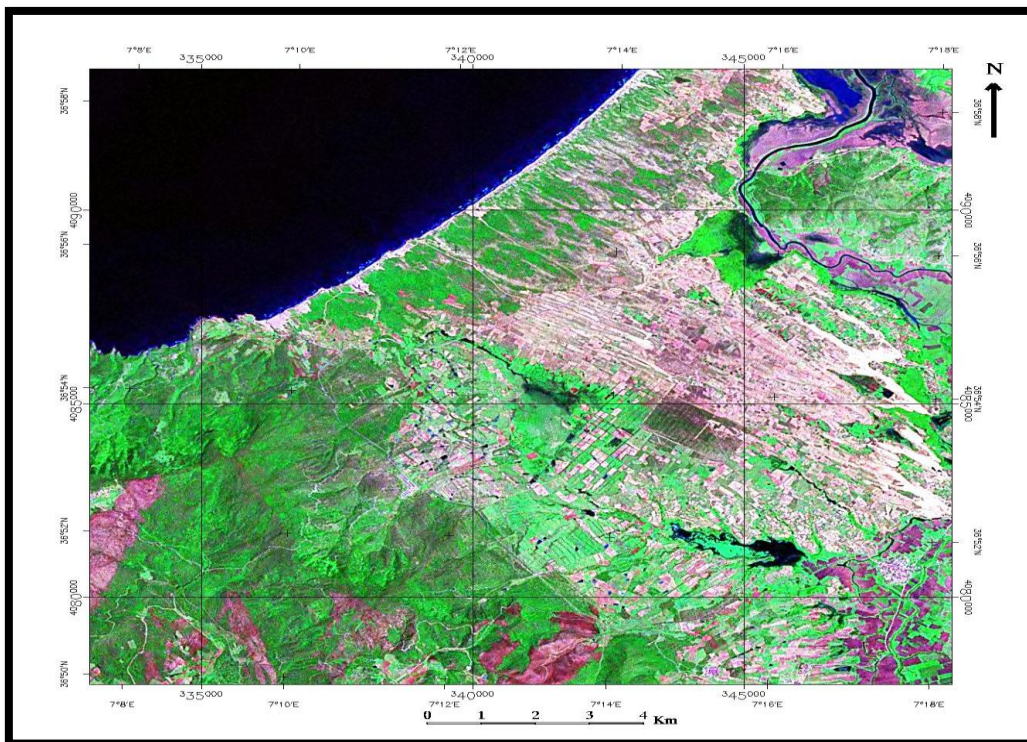


Figure.6 : Image satellite de Garaet Hadj Tahar (Mosaique LANDSAT, N-32-35)

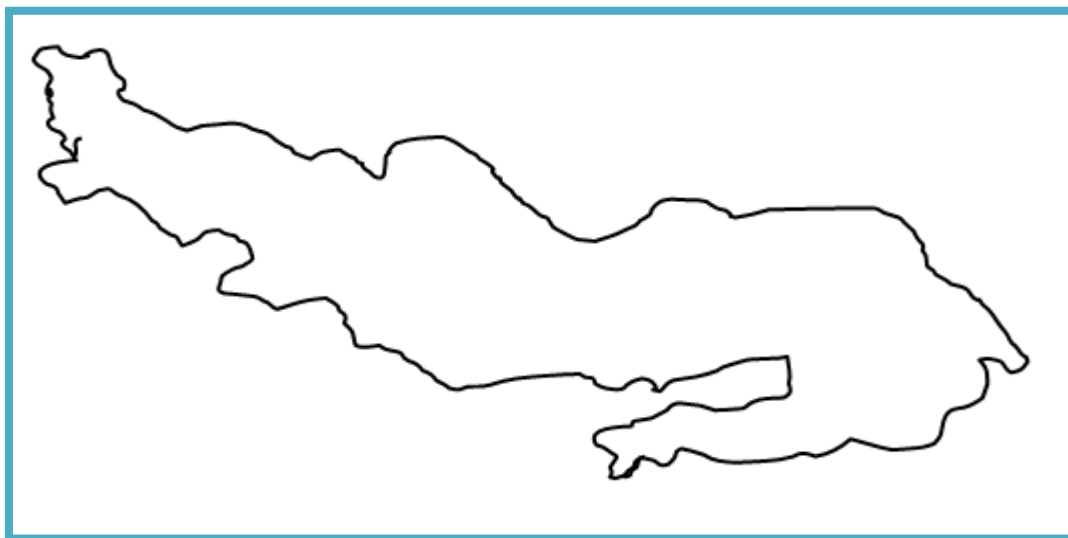


Figure.7 : Dessin à main levée de Garaet Hadj Tahar (Merzoug).



Figure.8 : Vue générale sur le site d'étude (Garaet Hadj Tahar)

2.1. Coordonnées géographiques :

- Latitude: 36° 52 Nord.
- Longitude: 7° 15 Est.

2.2. Situation administrative :

Garaet Hadj Tahar dépend administrativement de la wilaya de Skikda, de la daïra de Ben Azzouz et de la commune de Ben Azzouz.

2.3. Géologie :

La vallée de Oued El kebir où se situe notre Garaet est datée du quaternaire actuel et récent. Elle est composée de dépôt alluvionnaire et de sable dunaire. (Joleaud, 1936).

2.3.1. La plaine sableuse :

Elle est développée dans la partie Nord et Nord-Est et forme une barrière qui sépare les dunes de la vallée de l'Oued El-Kebir Ouest. Le revêtement demeure simple, puisque partout on distingue des dépôts superposés, de bas en haut. Des sables rouges peu argileux présentant des caractères d'hydro-morphologie fréquente, liés à la présence d'une couche d'argile qui empêche l'infiltration de l'eau et favorise ainsi une hydromorphie remontante.

2.3.2. La plaine argileuse :

Allongée du Sud-Ouest au Sud-Est, la plaine argileuse de Ben Azzouz renferme une topographie plane, presque comme toutes les plaines côtières du bassin méditerranéen. Elle est drainée par Oued El-Kebir Ouest qui coule difficilement dans la vallée.

Les formations de la plaine sont composées essentiellement d'alluvions actuelles, à l'exception de la partie d'Ain Nechma où nous rencontrons des basses terrasses rharbiennes.

Les formations géologiques, essentiellement secondaires et tertiaires, caractérisent les montagnes, les formations superficielles notamment le quaternaire, les vallées et les cordons dunaires. Le Tell de la Kabylie prend fin à Annaba plus exactement avec le massif ancien de l'Edough. L'isolement de celui-ci semble lié à la flexure exprimant une faille probable de grande ampleur qui interrompt à l'Est les massifs de Filfila et Safia pour les

remplacer par un ensellement où se sont accumulés les sables de Guerbes et les alluvions de Oued El-Kebir Ouest. Nous trouvons dans ce massif tous les caractères des Kabyliques : les vieux schistes, les roches éruptives, les grès éocènes et on ne trouve plus rien d'analogue, au-delà dans l'est. (**Joleaud, 1936 ; Benderradji, 2000**).

Les travaux géologiques sur le Nord-est algérien de (Joleaud 1936), ainsi que la carte géologique de la Tunisie dressée en 1951 par (Gastani in Benderradji 2000) affirment que les systèmes géologiques représentés dans l'extrême Nord-est algérien sont constitués par des terrains du Secondaire (le Crétacé), du Tertiaire (le Nummulitique et le Néogène), le Quaternaire est représenté par le Pliocène.

2.4. Hydrographie :

Le système hydrographique appartient au grand bassin côtier constantinois. Le régime d'écoulement est exoréique. Le réseau hydrographique est composé d'un drain principal, appelé Oued El kebir qui traverse la plaine alluviale de Ben Azzouz sur une longueur de plus de 20 km. Il forme tout le long de son trajet des petites dépressions. Ses principaux affluents sont : Oued El-Maboun, Oued Magroun, Oued El-Aneb, Oued Siada, Oued Bougsaiba, Oued Fedj-El-Fhoul, Oued Derouaka et Oued Moulay Djorf. Ces derniers alimentent en permanence les différentes Garaets. (**Joleaud, 1936**).

2.5. Menace et facteurs de dégradations :

2.5.1. L'agriculture :

Les terres qui entourent le lac sont exploitées par les agriculteurs pour la culture maraîchère (tomate, melon et pastèque). Ses cultures sont très exigeantes en eau de se faite il utilise l'eau du lac pour l'irrigation et se dès le mois d'avril. Le bruit des moteurs représente un facteur de dérangement très important surtout pour les espèces nicheuses telle que le Fuligule nyroca et l'Erismature à tête blanche et la Poule sultane. Il est à noter aussi que la période d'irrigation correspond à la saison sèche ce qui influe considérablement sur le niveau de la Garaet.

2.5.2. Le pâturage :

La région est réputée être une zone d'élevage par excellence surtout pour les ovins et de ce fait les riverains ont recours au défrichage des abords du lac afin d'augmenter la surface de pâturage pour leur troupeau. A cela s'ajoute l'effet direct du pâturage proprement

dit, les bovins broutent la végétation aux abords du lac et pénètrent aussi à l'intérieur du plan d'eau ayant par cela un double effet négatif ; le premier est les dérangements causés aux populations d'oiseaux d'eau et le deuxième est la destruction éventuelle des nids et de leurs supports.

2.5.3. La chasse :

La chasse en Algérie est réglementée par la loi n° 04-07 du 14 Août 2004. Pour le gibier qui nous intéresse (canards) elle est ouverte du mois de septembre au mois de février.

Les espèces prisées par les chasseurs sont surtout le canard col vert et la foulque mais les dommages collatéraux ne peuvent être évités et on rencontre des tirs sur les espèces protégées tel le Fuligule nyroca et l'Erismature à tête blanche. Cela est dû à la méconnaissance des chasseurs des espèces protégées.

Matériel et Méthodes

1. Choix des stations de prélèvement :

Les sites où seront prélevés les échantillons pour refléter la qualité de l'eau de la région où on les a prélevés, d'où on doit éviter de prélever dans des zones proches du bord. Dans ces zones on peut rencontrer des concentrations considérables de sable et de sédiments. Pour cette raison, les lieux de prélèvement d'échantillons sont généralement choisis aux endroits où la profondeur de l'eau se situe entre 1 et 1,5m. (Light foot, 2002).



Figure.9 : Localisation des points de prélèvement (Google Earth 2015)

Pour contribuer à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique et phytoplanktonique de l'eau de Garaet Hadj Tahar nous avons choisi deux points de prélèvement, dont les caractéristiques sont décrites dans le tableau ci – dessous :

Tableau.5 : Caractéristiques des points de prélèvement

Station de prélèvement	Caractéristique	Date et Heure de prélèvement	
S1 : 36° 51' 52.60'' N, 7° 15' 8.13'' E	Point d'échantillonnage proche d'une zone de déversement domestique (eaux usées, ... etc.)	P1	29/01/2014 à 8h00
		P2	15/02/2014 à 11h30
		P3	27/03/2014 à 8h45
S2 : 36° 51' 46.97'' N, 7° 16' 2.14'' E	Point d'échantillonnage fréquenté par les bovidés durant toute la journée	P1	29/01/2014 à 9h00
		P2	15/02/2014 à 10h00
		P3	27/03/2014 à 9h30

2. L'échantillonnage :

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

2.1. Matériel d'échantillonnage :

Pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination, il est souhaitable d'utiliser des flacons en verre d'une contenance égale à 250ml. 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 stérilisé soit :

-A la chaleur sèche (four Pasteur) à une température comprise entre 170 et 175°C, pendant au moins 1h.

-A la chaleur humide (autoclave) en le maintenant à une température de 121°C pendant au moins 20 min.

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. (**Ghar sallah, 2005**).

2.2. Méthode de prélèvement :

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau de surface (eau superficielle), les flacons stériles sont plongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels ou artificiels (**Rodier et al, 1996**).

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.

Rinces 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**).

Pour l'analyse phytoplanctonique une quantité d'eau (environ 1L) est prélevée aseptiquement dans la colonne d'eau, puis on a ajouté 2 ml du lugol pour fixer les phytoplanctons, les trois échantillons doit être stockés à l'obscurité à +4°C. (**Jean-Claude et al, 2008**).

2.3. Enregistrement et étiquetage des échantillons :

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

Nous rappelons ici que c'est le paramètre phytoplanctonique qui a permis le choix du midi solaire comme heure de prélèvement, comme l'a suggéré. (**Oudra, 1990**).

2.4. Transport et conservation des échantillons avant l'analyse :

Les échantillons soigneusement étiquetés sont placés 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 débuter 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 de microbiologie du département de biologie de l'université du 08 Mai 1945 de Guelma.

3. Analyse physicochimiques :

Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part une substance peut se trouver soit à l'état dissous, soit en suspension selon les conditions du milieu, et, d'autre part, l'eau est le siège de phénomènes de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales. (Merzoug, 2009).

3.1. Mesure in situ :

Pour chaque prélèvement d'échantillons, des mesures in situ sont effectuées afin de déterminer certaines caractéristiques de l'environnement des prélèvements comme la température, le pH, la conductivité.

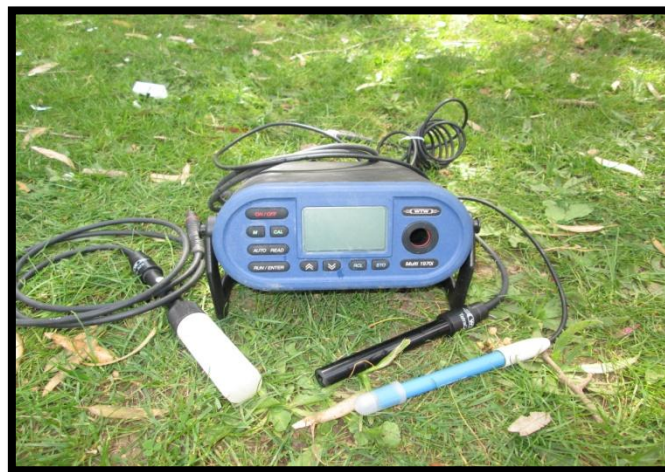


Figure.10 : Photo de multi paramètre (Photo prise par HERGA)

Ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu, elles peuvent disparaître ou se modifier au cours du stockage et transport de l'échantillon au laboratoire. (Rodier, 1996).

3.1.1. La température :

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination de pH.

D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et de leur origine. **(Leclerc, 1996).**

La mesure de la température est effectuée sur le terrain, on utilise souvent dans ce but un thermomètre ou un multi paramètres. La lecture est faite après une immersion de 10 minutes. **(Rodier, 1996; Boukrouma, 2008).**

3.1.2. Le pH :

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "pH" est la valeur qui détermine si une substance est acide, neutre ou de base, il est calculé à partir du nombre d'ions hydrogène présents. Le pH d'une solution aqueuse varie de 0 à 14, un pH de 7 signifie que la solution est neutre. Un pH inférieur à 7 indique que la solution est acide, et un pH supérieur à 7 indique que la solution est basique. Une solution est neutre lorsqu'il y a autant de H^+ que d' OH^- . **(Rodier, 1996).**

Le pH peut être déterminé par diverses méthodes d'analyses, telles que les indicateurs colorés, le papier-pH ou l'utilisation d'un pH-mètre. **(Rodier, 1996).**

3.1.3. La conductivité :

L'eau pure est peu conductrice du courant électrique car elle ne contient que très peu de particules chargées électriquement (ions), susceptibles de se déplacer dans un champ électrique. L'unité de conductivité est le micro-siemens par centimètre ($\mu S/cm$).

Pour la mesure de la conductivité, plonger la sonde dans le milieu à analyser, remuer avec soin et légèrement la sonde et attendre que la lecture se stabilise. Après utilisation, rincer les sondes à l'eau déminéralisée. **(Agrigon, 2000).**

La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température. **(Rodier, 1996).**

3.2. Les mesure au laboratoire :

3.2.1. Les matières en suspension (MES) :

- **Définition :**

Ce sont des particules solides très fines et généralement visibles à l'œil nu théoriquement, elles ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdale. Elles déterminent la turbidité de l'eau. Elles limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique.

Ces matières sont en relation avec la turbidité, leur mesure donne une première indication sur la teneur en matière colloïdale d'origine minérale ou organique.

La mesure des MES permet d'apprécier la charge solide en suspension d'une eau naturelle ou résiduaire.

- **Principe d'analyse :**

On évalue le poids sec du résidu, obtenu par filtration de l'échantillon d'eau après passage à l'étuve à 105°C. (**STEP de Guelma**)

- **Matériels :**

- dispositif de filtration (trompe à eau, fiole et entonnoir de filtration).
- disque filtrant en fibre.
- Etuve à 105°C.
- balance de précision.
- dessiccateur.

- **Mode opératoire :**

- préparation des filtres :
- On lave les filtres à l'eau distillée, et après on les sèche à l'étuve (pendant une heure à 105°C) ensuite on les place en attente dans le dessiccateur.

➤ La méthode :

-On prend le filtre et on le pèse et on marque le poids comme Mo (mg).

-Ensuite on place le disque dans l'appareil de filtration et on met on roule le système d'aspiration.

-On verse progressivement le volume d'eau (1000ml) à analyser sur le disque filtrant. -on met le disque dans l'étuve pendant 1h à 105°C.

-on laisse le filtre refroidir au dessiccateur.

-après on pèse le filtre et on marque le poids comme M1.

• **Résultat :**

La lecture se fait comme suit :

$$\text{MES} = \text{M1} - \text{M0} / 1000 \text{ (mg/l)}$$

3.2.2. La demande biochimique en oxygène DBO :

La DBO exprime la consommation naturelle d'oxygène en mg/litre des corps contenus dans l'eau, dégradés par les bactéries du milieu par une oxydation. L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation de dioxygène (O₂).

La mesure de cette demande en Oxygène permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables, donc son degré de pollution ou sa qualité.

• **Le principe d'analyse :**

La DBO₅ est mesurée au bout de 5 jours à 20°C (T° favorable à l'activité des microorganismes consommateur d'oxygène) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite) :

- deux échantillon sont nécessaire, le 1^{er} sert à la mesure de la concentration initiale par apport au 2^{ème}, et le second sert à la mesure de la concentration résiduaire en au bout de 5 jours. (**step de Guelma**)

-la DBO5est la différence entre les 2 concentrations.

Les mesures seront effectuées sur un même volume et le second échantillon sera conservé 5 jours à l'obscurité et à 20°C.

En effet une eau abandonnée à elle-même dans un flacon fermé consommera rapidement le dioxygène dissous.

- **Matériels :**

- oxymétrie.

- agitateur magnétique.

- aérateur.

- flacon.

- Eau ultra pure la dilution.

- **Mode opératoire :**

- Préparation de l'eau de dilution :

Mettre la vielle de prélèvement dans un récipient de 10l de l'eau du robinet dans la quelle on plonge pendant 24h un aérateur pour la saturation en O₂ laisser reposer 12h.le facteur de dilution pour une eau usée et de 50 à 100 (DBO moyen = 300mg/l pour un effluent domestique.

- préparation des flacons de mesure :

- verser dans le flacon un peu d'eau de dilution puis la quantité prévue d'échantillon puis remplir le reste du flacon avec de l'eau de dilution.

- fermer le flacon sans y laisser d'air pénétrer.

- faire ainsi 2 flacons identiques.

- ✓ mesure au temps :

Doser l'O₂ dissous dans 1 flacon d'échantillon dilué (t° en mg/l).

- ✓ Incubation :

Placer les 02 flacons restant au thermostat DBO5 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours.

- ✓ mesure au temps 5 jours :

Doser l'O₂ dans flacon d'échantillon dilué pestant (T5 en mg/l).

- **résultat :**

La lecture se fait comme suit :

$$\text{DBO} = F (T_0 - T_5)$$

3.2.3. La Demande Chimique en Oxygène DCO :

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes. (Cheick Tidiane Tandia, 2007).

- **Le principe d'analyse :**

La matière oxydable contenue dans un échantillon est oxydée par chauffage à reflux en milieu fortement acide avec une quantité connue de bichromate de potassium dans une éprouvette fermée.

La matière oxydable dans l'échantillon qui réagit avec le bichromate de potassium provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de bichromate de potassium réduit et se mesure en équivalent d'oxygène. (Québec, 2014).

- **Produits et matériel :**

- **Produits :**

- Acide sulfurique concentré $d = 1,83 \text{ g/l}$ (dangereux).
- Acide sulfurique dilué.
- Solution de sulfate d'argent dans l'acide sulfurique concentré (dangereux).
- Solution de sulfate de fer d'ammonium.
- Sulfate de mercure en cristaux.
- Solution de dichromate de potassium.
- Solution de ferroïne.

- **Matériel :**

- Dispositif à reflux.
- Ballons de 250 ml.
- Pipette jaugée de 5 ml.
- Burette de 25 ml.
- Eprouvette de 10 ml et de 20 ml.
- Rampe chauffante.
- Agitateur magnétique.

- **Résultats :**

$$C = A \times F$$

4. Analyse bactériologique :

4.1. Recherche et dénombrement des germes revivifiants :

- **Mode Opératoire :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique le schéma (Fig.9). Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à $45 \pm 2^\circ\text{C}$.

- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 6 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale.
- Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :
 - La première série sera incubée à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures.
 - La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures.

- **Lecture :**

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

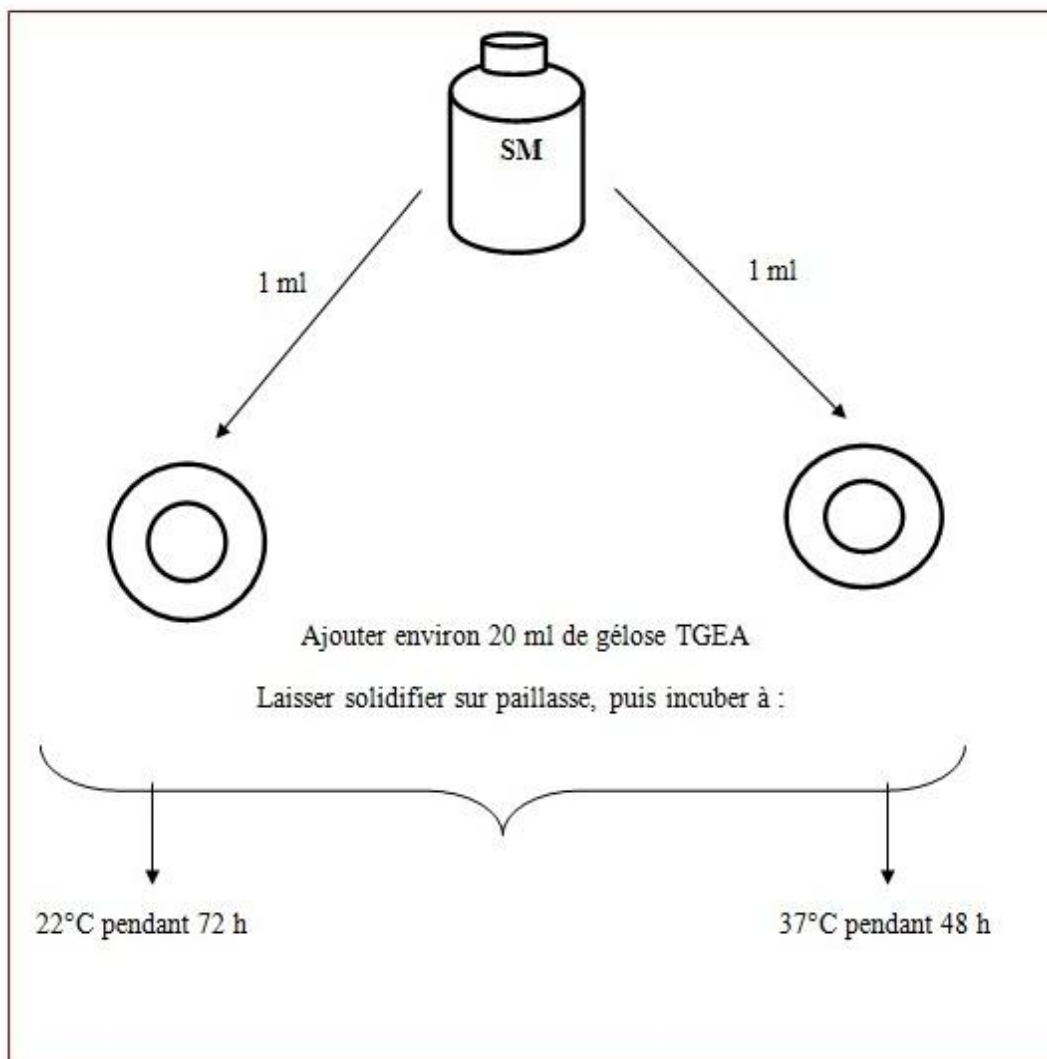


Figure.11 : Dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37°C dans les eaux

4.2. Dénombrement des indicateurs de contamination fécale (coliformes totaux, fécaux et streptocoques fécaux) par la méthode de colimétrie (fermentation en tubes multiples) :

- **Principe :**

La technique du NPP fait appel à la méthode de fermentation en tubes multiples. Son principe consiste à ensemer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon et/ou de dilutions de celui-ci dans des tubes de milieu de culture liquide.

Les prises d'essai de l'échantillon ou des dilutions, sont donc incorporées dans des séries (3 série) de 3 à 5 tubes par série, de milieu non véritablement sélectif : c'est le test de présomption (croissance ou non).

On enseme une deuxième séries de tubes de milieu plus sélectif en repiquant les tubes ayant donné un résultat positif dans les premières séries, c'est le test de confirmation. (Tandia, 2007).

La lecture des tubes inoculés et la détermination du nombre des germes se fait par détermination du Nombre le Plus Probable (NPP), qui n'est qu'une estimation statistique du nombre de bactéries qui, plus probablement qu'un autre, donnerait les résultats observés; il ne s'agit pas du nombre réel de bactéries présentes.

4.2.1. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermotolérants :

- **Tests présomptifs :**

Nous prenons 5 tubes de Bouillon Lactosé au Bromocrésol Pourpre (BCPL) (Fig.12), simple concentration, munis d'une cloche de Durham. Après l'avoir homogénéisée soigneusement, prélever 1 ml d'eau à analysé à l'aide d'une pipette Pasteur et la porter dans le premier tube de la série de dilution (10^{-1}).après homogénéisation du contenu de tube (10^{-1}), avec une nouvelle pipette Pasteur, prélever 1 ml et ensemer le tube (10^{-2}), et ainsi de suite jusqu'au tube (10^{-5}), Changer à chaque fois de pipette (Bourgeois et Leveau, 1980).

➤ **Tests confirmatif :**

La confirmation de la présence de coliformes est réalisée à partir des tubes d'inoculation positifs, sur un milieu plus spécifique: milieu de Schubert. L'incubation à 44°C pendant 24 h.

On ajoute quelques gouttes de réactif KoVacks dans les tubes montrant un trouble. Une réaction considérée positive correspond à la formation d'un anneau rouge. (Fig.12).

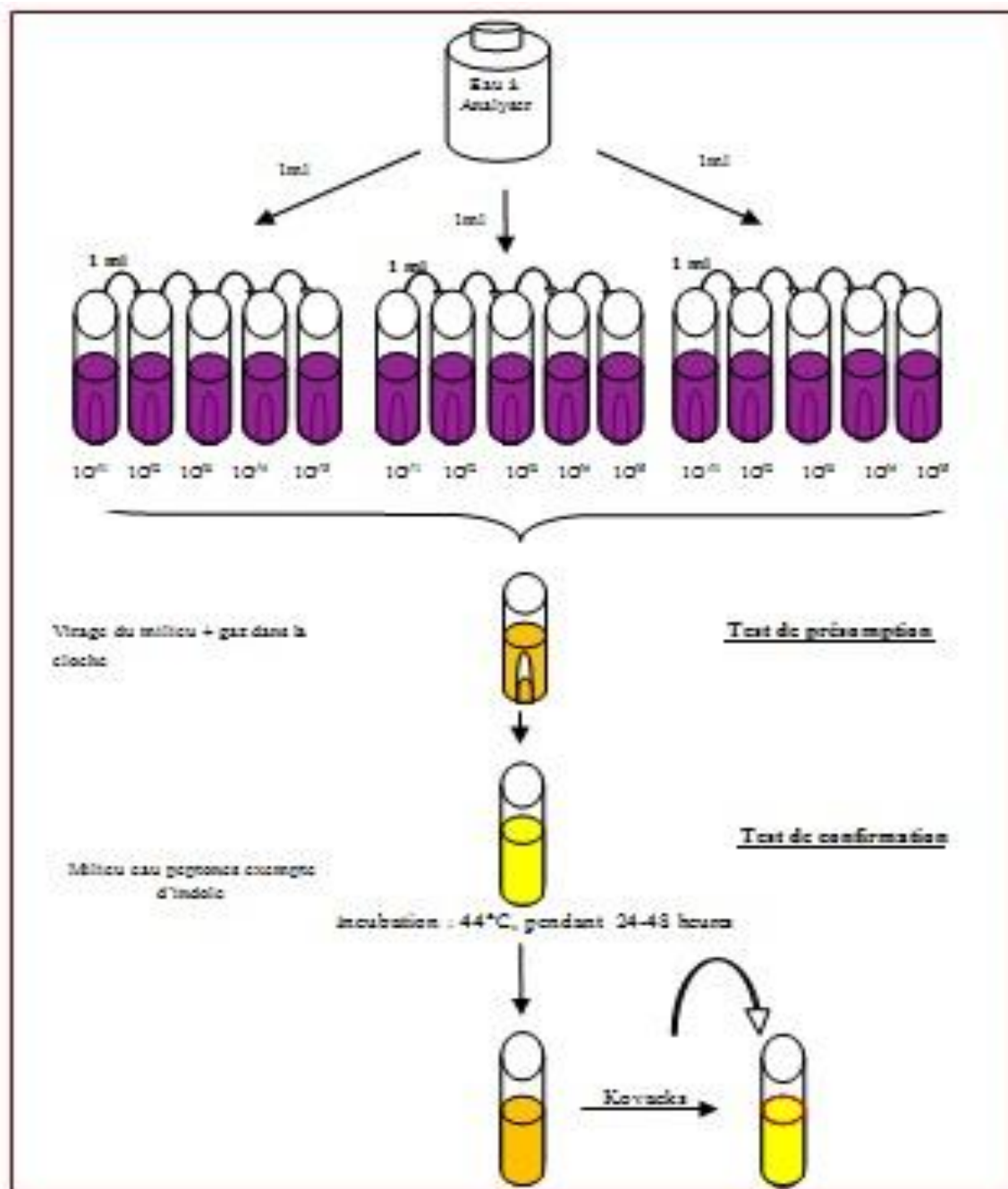


Figure.12 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

4.2.2. Dénombrement des streptocoques fécaux :

➤ Tests présomptifs :

Leur recherche est effectuée sur le milieu Rothe, suivant le même procédé décrits pour les CT (mais avec des séries de trois tubes). L'incubation à 37°C pendant 24 h. (Fig.13).

➤ Tests confirmatifs :

A partir des tubes de Rothe positifs, on effectue une subculture sur milieu EVA Litsky à 37°C pendant 24 h. Le milieu d'Eva-Litsky n'est qu'un milieu de Rothe additionné d'éthyle-violet. La présence de streptocoques se traduit par un trouble plus ou moins important et la formation d'une pastille violette (blanchâtre) au fond du tube. (Fig.13).

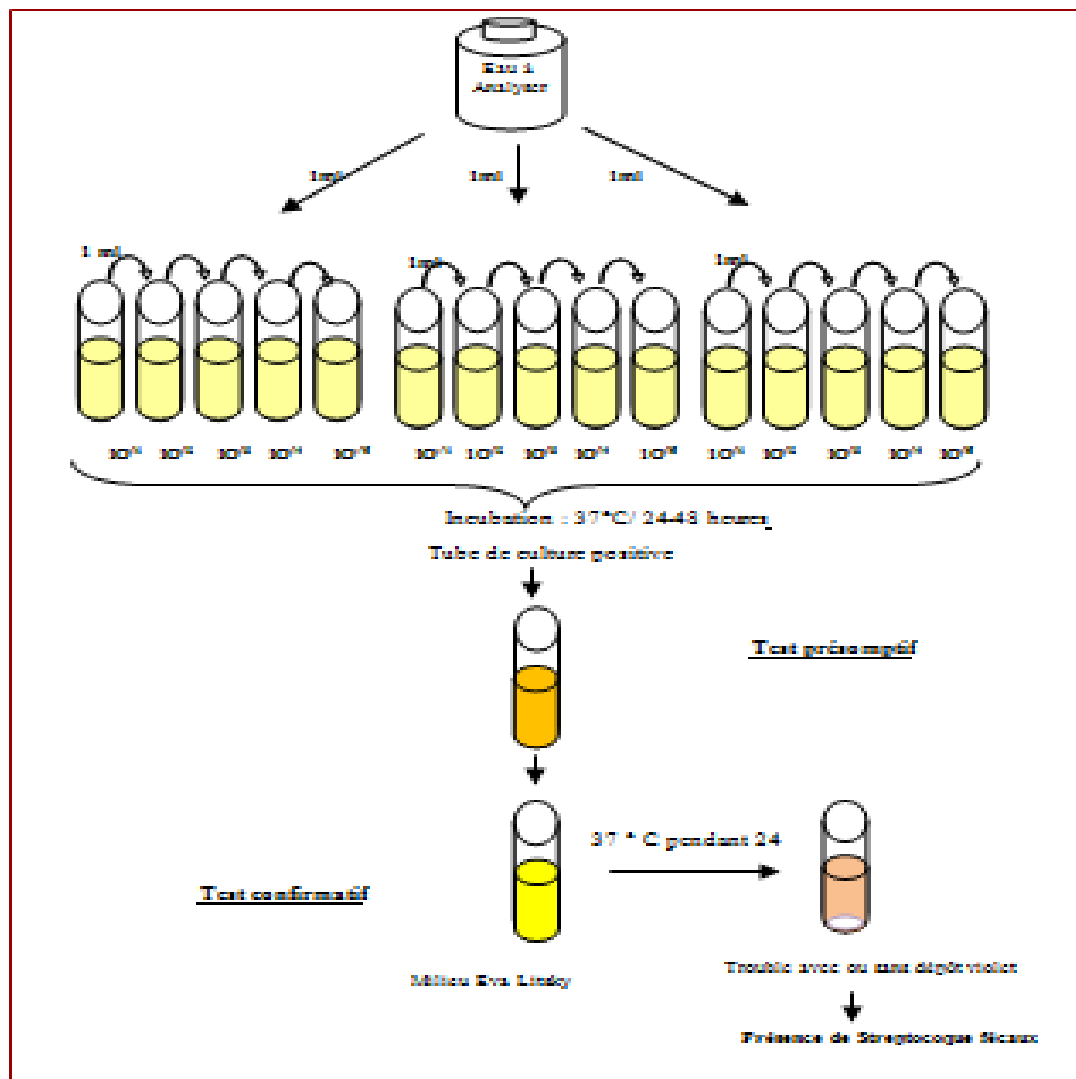


Figure.13 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

4.3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) :

- **Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser :

- Transférer environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 75°C pendant 15 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée de leurs additifs spécifiques.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air. Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures. (Fig.14).

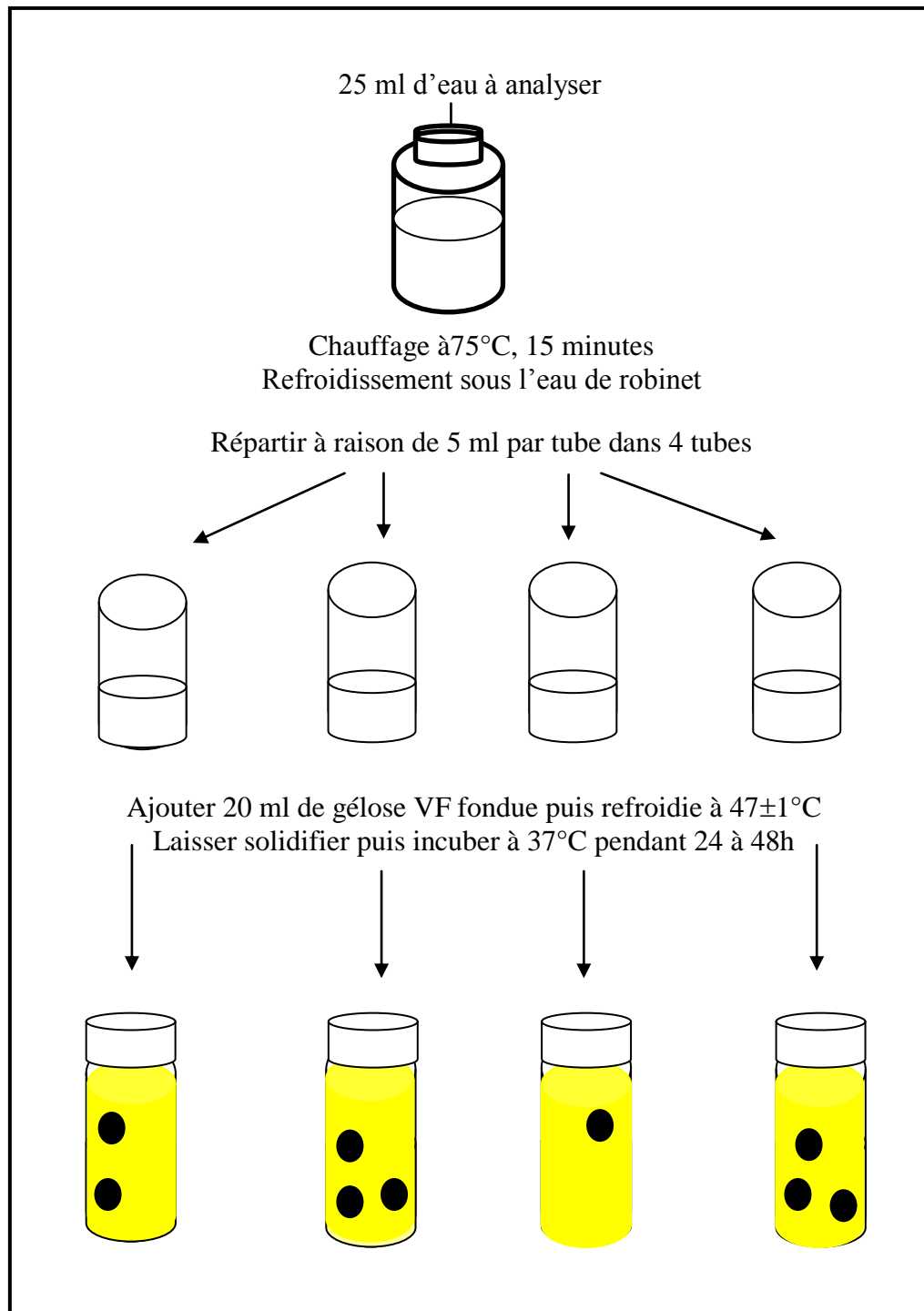


Fig.14 : Recherche et dénombrement des spores des Anaérobies sulfito- réducteurs

5. Méthodes d'analyse phytoplanctoniques :

Pour Analyse quantitative et qualitative des phytoplanctons les prélèvements sont effectués avec les mêmes fréquences que pour l'étude physico-chimique et bactériologique.

À partir des échantillons d'eau brute fixés au Lugol, un sous échantillonnage de 25 ml a été réalisé après agitation et homogénéisation, on la laisse se sédimer dans une éprouvette graduée pendant 24 h, on garde que 5ml se trouvent en bas et qui présente le sous échantillon, et on se débarrasse du reste, et à partir de cette petite quantité on fait notre analyse quantitative et qualitative en même temps selon La méthode de comptage d'UTERMÖHL (1958).

5.1. Analyse qualitative :

Dans un premier temps les échantillons destinés à la détermination des espèces sont analysés comme suite :

- Après le dépôt des espèces formolées ou lugolées au fond du flacon, un volume de l'eau (20 µl) est prélevé au fond à l'aide d'une micropipette après homogénéisation. cette eau est déposée entre lame et lamelle, luter la lamelle avec du vernis et observée au microscopes optiques Olympus et Zeiss à l'objectif à immersion (x100) suivant un parcours horizontale sur toute la longueur de la lamelle, cette opération est répétée 3 fois en se décalant nettement sur hauteur de la lamelle, d'environ un champ de microscope, afin d'éviter tout chevauchement.

5.1.1. Identification des espèces :

L'identification des taxons est basée sur l'observation des caractères morphologiques (formes, taille, couleur....) anatomique (disposition des chloroplastes, flagelles...) et à l'aide des clés de détermination. (**Fott, 1969 ; Bourelly, 1972 ; Pestalozzi, 1983 ; John, 2001**).

La détermination taxonomique des diatomées a été faite grâce aux travaux d'abord de SOURNIA (1968), puis de COMPERE (1991) et de KRAMMER et Lange-Bertalot (1986-2000).

5.1.2. Diversité globale :

- **Richesse spécifique :**

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. Toutefois, cette méthode dépend de la taille des échantillons et ne considère pas l'abondance relative des différentes espèces, Sa valeur écologique est donc limitée. (**Travers, 1964**).

5.2. Analyse quantitative :

- **Abondance :**

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité. (**Hurlbert, 1971**).

Suivant le type d'organismes, l'unité de comptage a été soit une cellule, une colonie ou un filament. Dans chaque champ, le nombre d'individus (ou unité de comptage) a été déterminé.

$$I_{sh} = -\sum [(n_i/N) \times \ln_2 (n_i/N)]$$

Le comptage de nombre de peuplement phytoplanctonique est fait en même temps que l'identification, avec des balayages de toute la surface de la lamelle.

Résultats et discussion

Les résultats des analyses physico-chimiques, bactériologiques et phytoplanktoniques des échantillons d'eau prélevés durant les trois mois : Janvier, Février et Mars sont résumés dans des figures et des tableaux suivis de leur interprétation.

1. Résultats des analyses physico-chimiques :

1.1. La température:

D'après les résultats (Fig15) la température nous a permis de constater que ce paramètre varie entre une valeur minimale de 9,4°C dans la station 2 lors du prélèvement du moi de Janvier, et une valeur maximale de 12,7°C dans la station2 du mois de mars .Ces températures sont dues principalement aux conditions climatiques.

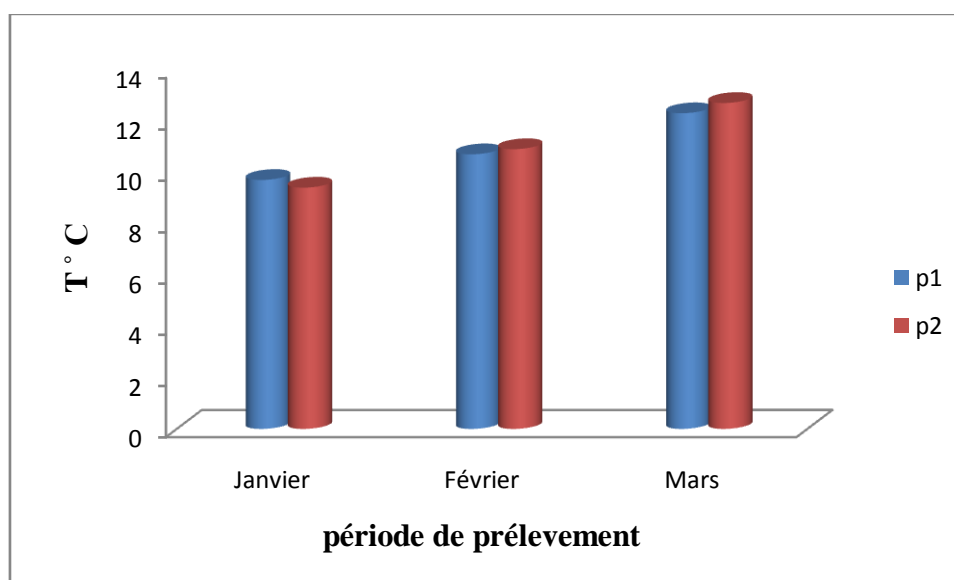


Figure.15 : Variations de la température de l'eau du Garaet Hadj Taher

Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température, notre eau est de qualité normale (< 20°C) à Médiocre (25°C- 30°C).

1.2. Potential hydrogen pH :

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. de point de vue sanitaire, un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le gout de l'eau. (Aouissi, 2009).

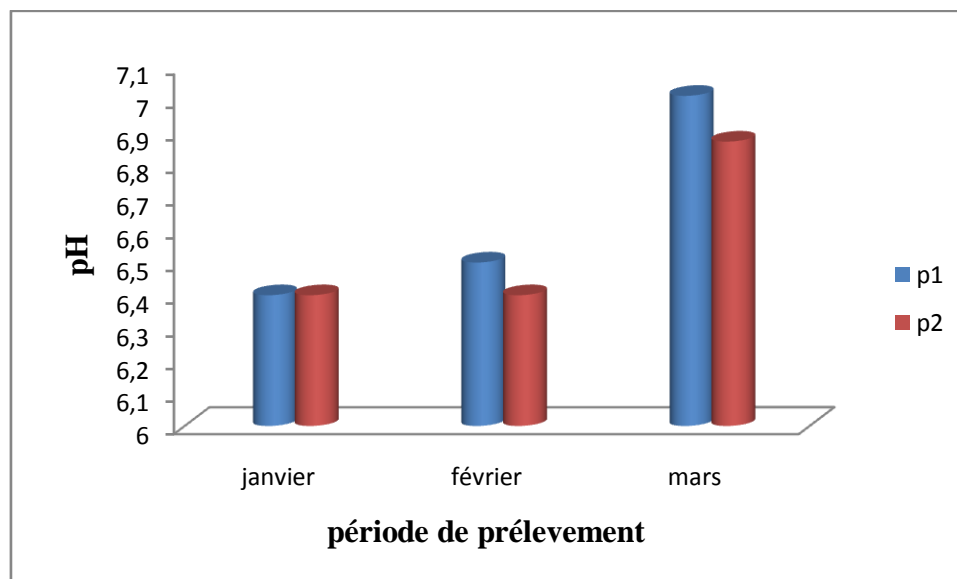


Figure.16: Variations spatio-temporelles du pH de l'eau du Garaet Hadj Taher

D'après les résultats (Fig.16) La valeur de pH la plus faible est de 6,4 mesurée dans Les deux stations (S1, S2) pendant le mois de Janvier et la plus élevée est de 7,01 obtenue dans la station 1 pendant le mois de Mars. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre dans les deux stations de Garaet hadj Tahar. Cette gamme de pH est favorable à la vie aquatique.

1.3. La conductivité électrique :

Une conductivité électrique élevée est signe de pollution du cours d'eau. Elle permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau, et traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée. (Rodier, 2005).

La conductivité est également liée à la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle s'exprime en micro siemens par centimètre. (Detay, 1993).

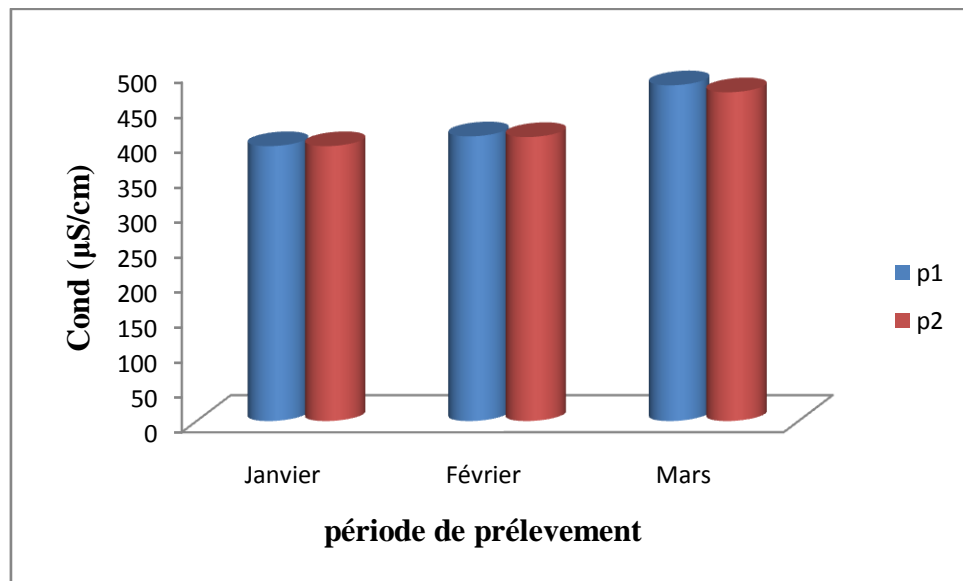


Figure.17 : Variations de la conductivité électrique de l'eau de Garaet Hadj Taher

La conductivité de l'eau du lac durant les trois mois varie entre 480 et 393 $\mu\text{S/cm}$. La valeur maximale est enregistrée pendant le mois de mars (480 $\mu\text{S/cm}$) au niveau de la station S1 et la valeur minimale est enregistrée pendant le mois de Janvier (393 $\mu\text{S/cm}$) au niveau de la station S1 et S2. Ce qui signifie que l'eau est de bonne qualité selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau.

1.4. Matière en suspension (MES):

Toutes les eaux superficielles contiennent des Matières en suspension et des teneurs de quelques mg/l ne posent pas de problèmes majeurs. Leurs teneurs et leurs compositions minérales et organiques sont très variables. (Mebarki, 1982).

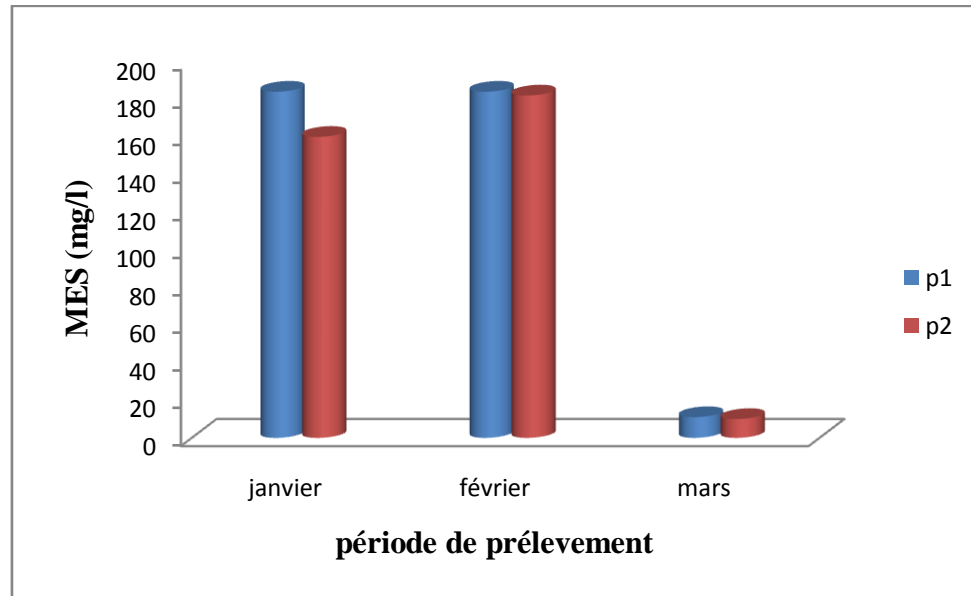


Figure.18 : Variations de la matière en suspension en de l'eau de Garaet Hadj Taher

La valeur de la matière en suspension la plus élevée est de 184 mg /l mesuré dans la station 1 durant les deux mois (Janvier et Février), et la plus faible est de 10 mg/l obtenue dans la station 2 durant le mois de Mars. Durant les deux premier mois de prélèvement le brassage continue des eaux de la Garaet du fait des fortes précipitations à augmenter les teneurs en matière en suspension contrairement au mois de Mars.

1.5. Demande chimique en oxygène :

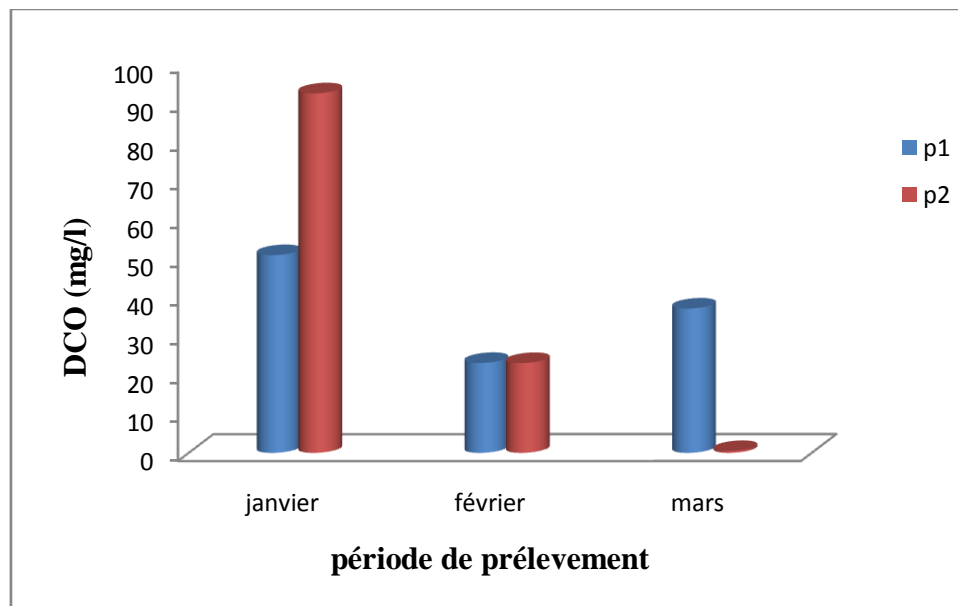


Figure.19 : Variations de DCO de l'eau de Garaet Hadj Taher

Les teneurs en DCO enregistrée au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 92,56mg/l O₂ (S2) durant le mois de Janvier et 5 mg/l O₂(S2) durant le mois de Mars Les valeurs de la DCO peuvent s'expliquer par la présence d'éléments inorganiques dans l'eau.

1.6. La demande biochimique en oxygène DBO :

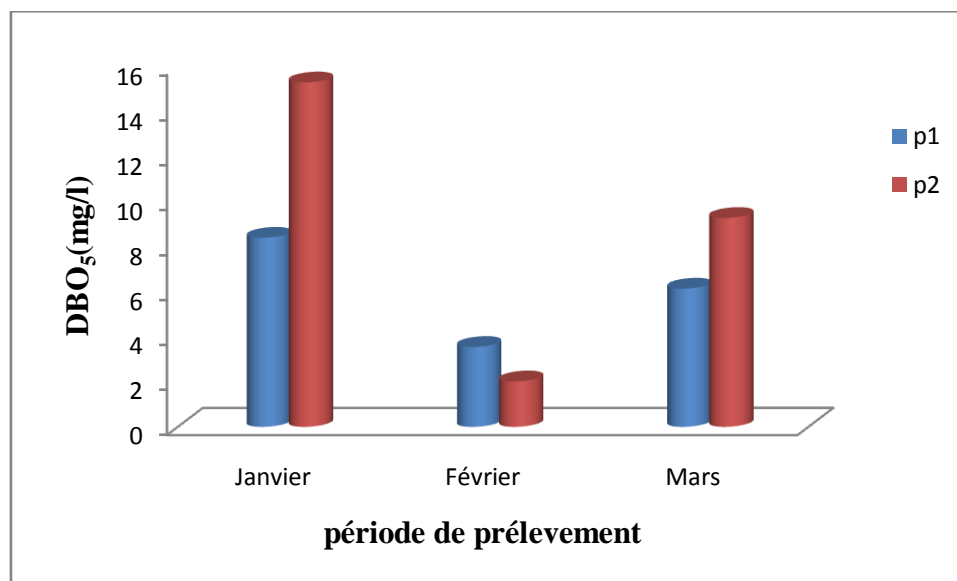


Figure.20 : Variations de DBO₅ de l'eau de Garaet Hadj Taher.

La teneur de DBO₅ la plus élevée est de 15,3 mg /l mesuré dans la station 2 durant le mois Janvier, et la plus faible est de 2,02 mg/l obtenue dans la station 2 durant le mois de Février Les valeurs de la DBO₅ peuvent s'expliquer par la présence d'éléments inorganiques dans l'eau.

1.7. Evaluation de la biodégradabilité :

Le rapport DCO/DBO₅ donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné. Pendant le mois de janvier et Février le rapport DCO/DBO₅ est de 6,05 mg/l se qui signifie que Garaet Hadj Tahar reçoit des effluents non biodégradables tandis que durant le mois de mars le rapport DCO/DBO₅ mg/l est égal à 2,37 se qui signifie une bonne dégradation des effluents reçus par Garaet Hadj Tahar.

2. Résultats des analyses bactériologiques:

2.1. Résultats des dénombrements des microorganismes revivifiables:

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes dits "revivifiables" 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 révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique (Abdellioui *et al*, 2012).

Tableau .6 : Nombre des germes totaux dans les stations d'étude

		22°	37°
Janvier	Site 1	> 300 UFC /	> 300 UFC/
	Site 2	> 300 UFC/	> 300 UFC/
Février	Site 1	> 300 UFC /	> 300 UFC/
	Site 2	> 300 UFC/	> 300 UFC/
Mars	Site1	128UFC/	> 300 UFC/
	Site 2	30 UFC/	212 UFC/

Nos résultats (Tableau6) ont montrés que le nombre des germes totaux incubés à 22°C et à 37°C en mois de Janvier et Février dans la station 1 et 2 sont supérieure à 300 UFC/ml, par contre dans le Mois de Mars, Il est important de signaler que le nombre des germes totaux incubés à 22°C à diminué pour atteindre les 30 UFC/ml enregistré dans la station 2. Cela peut s'expliqué par la diminution et l'augmentation des chut des pluies.

2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux :

2.2.1. Coliformes totaux :

Le groupe des coliformes totaux est utilisé depuis la fin 19^{ième} siècle comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau, sa présence dans l'eau traitée,

ou le dépassement des normes réglementaires n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique. [Edberg et al, 2000].

La plupart des espèces de ce groupe se trouvent naturellement dans le sol ou dans la végétation ce qui signifie forcément une contamination fécale. (Camille et al, 2003).

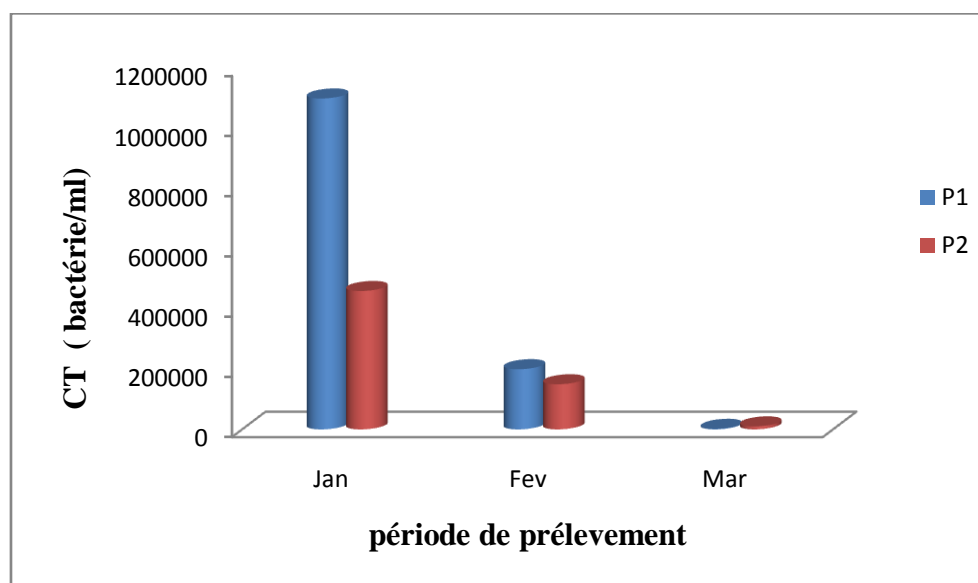


Figure.21 : Variations des coliformes totaux au niveau de Garaet Hadj Taher

L'effectif des coliformes totaux a atteint son maximum de 11×10^5 CF/ml en mois de Janvier dans la station 1 Par contre le minimum est observé dans la station 1 en mois de Mars avec 1700 CF/ml. L'origine de cette teneur est due au versement des eaux usées et domestiques des riverains directement dans la Garaet sans traitement préalable. Néanmoins ces valeurs ne représentent pas des valeurs critiques.

2.2.2. Coliformes fécaux:

Le nombre de coliforme fécaux est un indice complémentaire confirmatif de la présence d'*Escherichia coli* qui est le type de coliforme d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante.

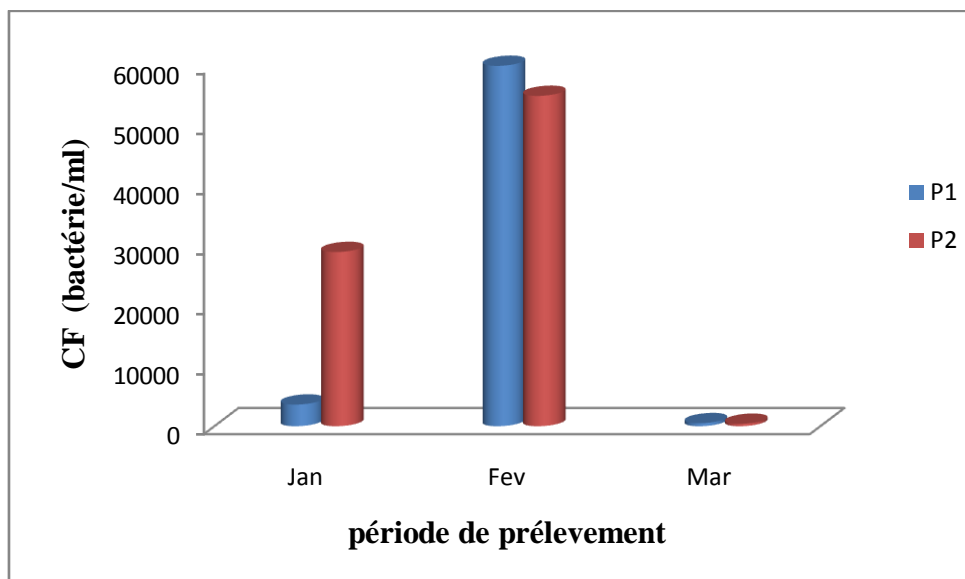


Figure.22 : Variations des coliformes fécaux au niveau l'eau de Garaet Hadj Taher

Le nombre des coliformes fécaux varie entre 60000 et 400 CF /ml cette valeur maximale a été enregistrée durant le mois de Février dans la station 1. Cette contamination est due à une pollution d'origine fécale. Les coliforme fécaux inférieur à celui des coliformes totaux car les coliformes fécaux préfèrent des températures plus élevée. La présence d'une contamination fécale à Garaet Hadj Tahar est synonyme de l'abondance des oiseaux d'eau au niveau de ce marais.

2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont des excellents indicateurs de contaminations récentes par la matière fécale des animaux. (Rodier *et al*, 2009).

Le nombre des streptocoques fécaux est plus élevé durant le mois de Février contrairement au mois de mars, La concentration maximale notée est constaté au niveau de la station 2 est de 110000 SF / ml caractérisé par l'élevage des bovins qui sont la principale source de contamination par les streptocoques.

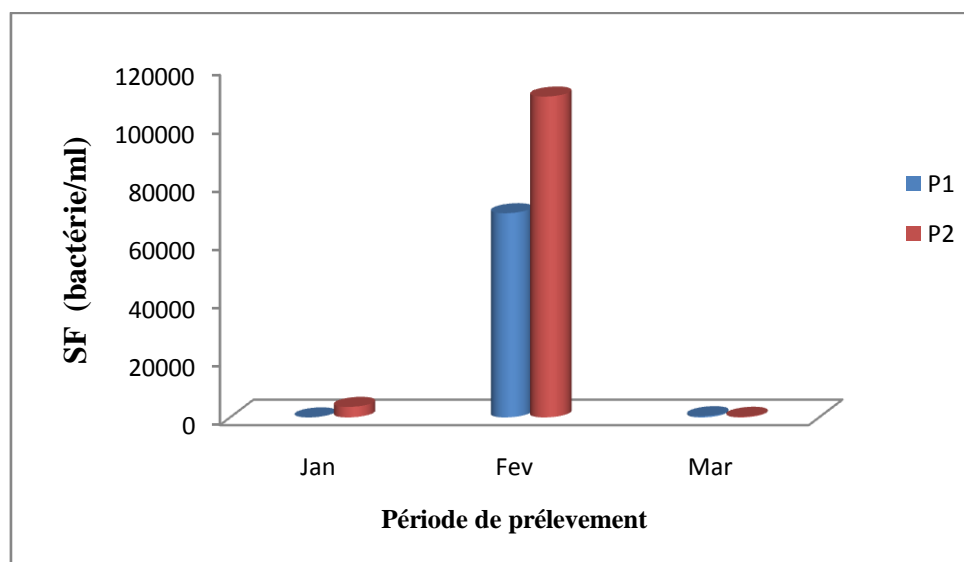


Figure.23 : Variations des streptocoques fécaux au niveau de Garaet Hadj Tahar

2.4. L'origine de la contamination fécale :

L'origine de la pollution fécale est liée au rapport quantitatif des coliformes fécaux sur les streptocoques fécaux (CF/SF). (**Borrego et Romero, 1982; Geldreich, 1976**).

Dans le mois de janvier le rapport CF/SF est de 9 .05 CF/SF UfC / ml, ce résultat montre que l'origine de la pollution est essentiellement humaine (rejet des eaux usées), pendant le mois de février le rapport CF/SF est de 0 .63 CF/SF UfC / ml ce qui traduit l'origine animale de la pollution. Durant le mois de Mars le rapport CF/SF est de 1 .60 CF/SF UfC / ml indiquons une pollution d'origine mixte.

2.5. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices (ASR) :

Le tableau suivant résume le nombre des spores des bactéries Anaérobie sulfite-réducteur au niveau de Garaet Hadj Tahar :

Tableau.7 : Résultat de la recherche des Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Mois		24 h	48 h
Janvier	Site 1	negative	Negative
	Site2	negative	Negative
Février	Site1	negative	6 spores/ 20 ml
	Site2	negative	5 spores /20 ml
Mars	Site 1	negative	27 spores/20ml
	Site 2	negative	31spores/20ml

Les résultats du tableau montrent l'absence de tout signe de contamination ancienne dans le mois de Janvier et une présence de pollution fécale ancienne dans le mois de Février et le mois de Mars varier entre 5 spores /20 ml et 31spores/20ml.

3. Analyse qualitative et quantitative du phytoplancton :

3.1. Analyse qualitative :

3.1.1. Composition spécifiques et structure des communautés :

L'analyse de la composition spécifique des échantillons nous a permis de répertorier 15 genres et 19 espèces. D'après la classification proposée par (**Krammer et Lange- Bertalot, 1991**) regroupant 4 famille : *Chrysophycées*, *Chlorophycées*, *Euglenophycées* et *Pyrrhophycées* (**Tab. 8**).

En terme de nombre d'espèces, les Chrysophycées représentent la classe la plus importante est qui dominée (plus de 75% du total des espèces) et notamment par les Genres *Navicula*, suivie par celle des *Chlorophycées* (15%), les *Euglénophycées* et les les *Pyrrhophycées* forment la classe la moins représentée (5%).

Tableau.8 : Classification des espèces phytoplanctonique de Garaet Hadj Tahar

Famille	Genres	espèce
chrysophycées	<i>Achnantehes</i>	<i>Achnantehes sp</i>
		<i>Achnanthes minutissima</i>
	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella striata</i>
	<i>Diatoma</i>	<i>Diatoma vulgaris</i>
	<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria crotenensis</i>
	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema subclavatum</i>
	<i>Melosira</i>	<i>Melosira granulate</i>
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula gracilis</i>
		<i>Navicula salinarum</i>
		<i>Navicula sp</i>

Tableau.8 : Classification des espèces phytoplanctonique de Garaet Hadj Tahar (Suite)

		<i>Navicula steckerae</i>
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>
		<i>Nitzschia filiformis</i>
	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>
Chlorophycées	<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus magnus</i>
	<i>Botrycoccus</i>	<i>Botrycoccus braunii</i>
	<i>Monoraphidium</i>	<i>MonoraphidiumContortum</i>
Pyrrhophycées	<i>Cryptomonas</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>
Euglenophycées	<i>trachelomonas</i>	<i>trachelomonas hispida</i>

3.1.2. Diversité:

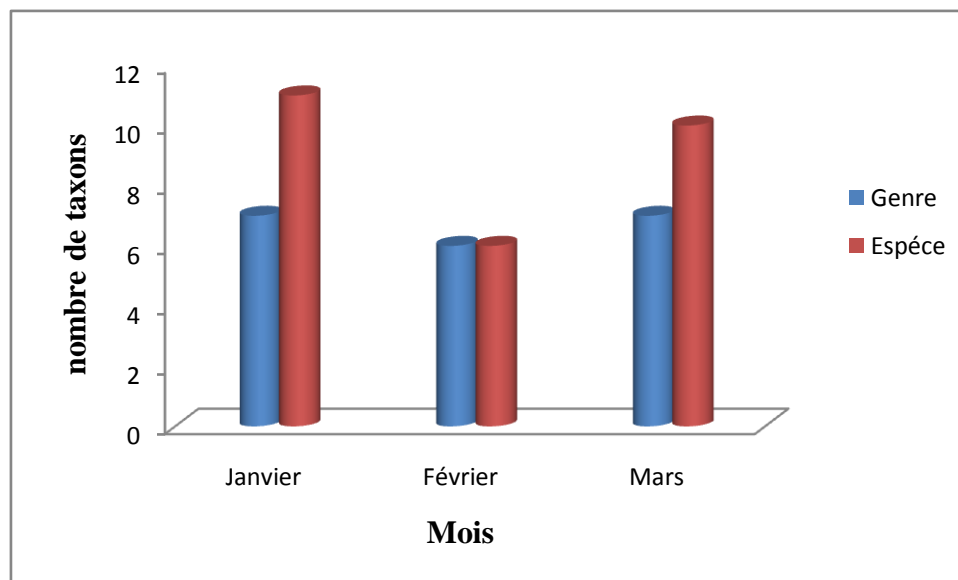


Figure.24 : Variations du nombre des taxons phytoplanctoniques

Le phytoplancton de Garaet Hadj Tahar est caractérisé par un nombre des espèces importantes (15 espèces) dans le mois de Janvier. Il n'est y a pas une déférence remarquable entre les trois mois concernent les genres.

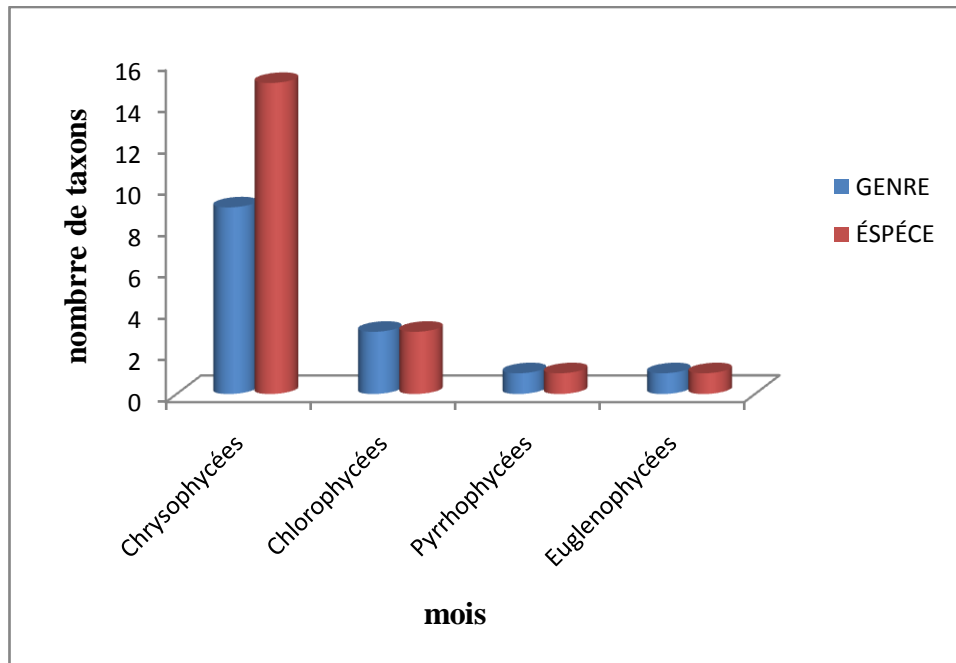


Figure.25 : Variations du nombre des taxons des groupes phytoplanctoniques

La répartition du phytoplancton représentée dans la figure (25) montre que il ya une richesse spécifique importante de famille de *Chrysophycées* (15 espèces et 9 Genre), puis les *Chlorophycées* (3 espèces et 3 Genre) et (1 espèce et 1 Genre) pour les *pyrrophyccées* et les *Euglenophycées*.

3.2. Analyse quantitative :

3.2.1. Densité phytoplanctonique :

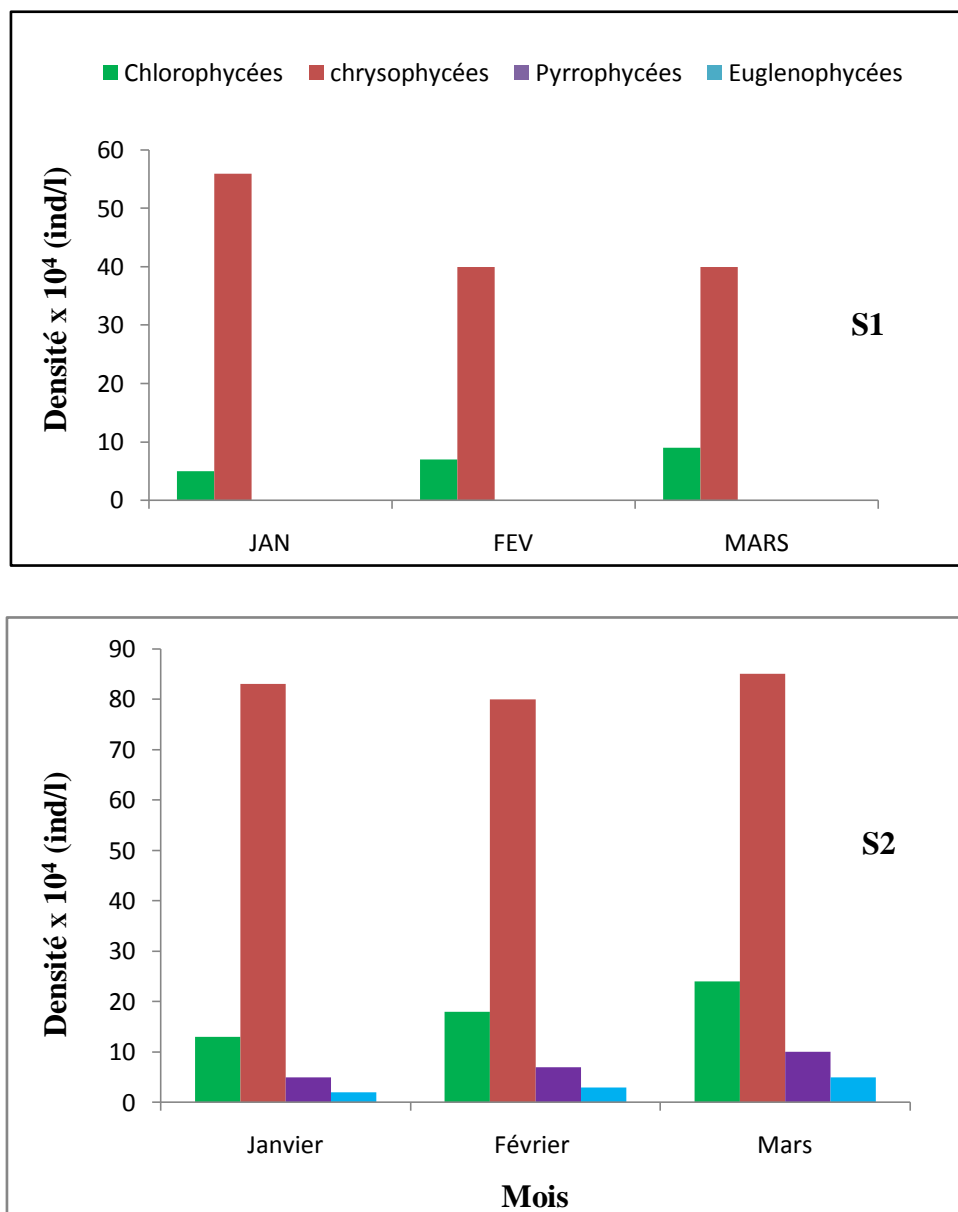


Figure.26 : Variations de la densité totale du phytoplancton dans les deux stations

Le recensement de l'abondance du phytoplancton montre que la densité la plus élevée est remarquée par la classe des Chrysophycées de $83 \cdot 10^4$ indv /l qui dominant les 2 stations pendant les 3 mois Janvier Février et Mars, les Chlorophycées présentent une faible densité dans les 2 stations ($15 \cdot 10^4$ à $18 \cdot 10^4$ indv /l) pendant les mois de Janvier Février et mars, et Alors que les autres classes (*Euglenophycées* et *Pyrrophytes*) présenté une densité faible ou absente.

Conclusion

La pollution des eaux est une notion qui est en constante évolution. L'Algérie est l'un des pays qui souffre de cette pollution, et plus précisément les eaux de surface, ou les causes sont généralement liées aux rejets industriels, l'emploi des pesticides et des engrais dans l'agriculture et surtout aux eaux usées d'origine urbaine. Ce qui présente un grand risque sur la santé publique ainsi que sur les différents écosystèmes aquatiques en général et les zones humides en particulier.

Le thème que nous venons de développer est dans le cadre de la protection et la conservation des zones humides, et notamment l'eau qui est la plus consommée par tous les êtres vivants.

Dans ce contexte notre étude a été basée sur l'analyse bactériologique et phytoplanctonique ainsi que quelques paramètres physico-chimiques des eaux de Garaet Hadj Tahar (36° 52 N 7° 15 E) qui occupent une superficie de 112 ha et est l'un des hydro-systèmes les plus diversifiés en qualité faunistique et floristique. Situé dans l'éco-complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja (Numidie occidentale algérienne) et menaces de dégradation écologique ainsi que d'impact néfaste sur la santé publique.

Cette étude est basée sur le suivi d'un site qui compte deux points de prélèvement, sur une période de trois mois (Janvier, Février et Mars).

Du point de vue bactériologique, l'analyse réalisée montre une contamination fécale d'origine mixte (Humaine et animale), par la présence des bactéries indicatrices de contamination fécale à savoir les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux ainsi que les germes non spécifiques de contamination fécale qui sont les germes totaux et les *Clostridium sulfite-réducteurs*.

L'origine de cette contamination fécale est due aux effluents urbains situés à proximité de certaines stations, le lessivage des terres agricoles, l'élevage intensif ainsi que la présence d'un nombre important d'oiseaux qui habitent ces écosystèmes ainsi que le rôle joué par l'Oued El-Kebir comme vecteur de pollution pendant son alimentation de ces zones humides.

Les analyses physico-chimiques indiquent que les eaux du Garaet Hadj Tahar sont caractérisées par un pH neutre et une conductivité entre 393 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En général ces paramètres montrent que cette eau est bonne à moyenne selon les tableaux de l'annexe 2.

La composition phytoplanctoniques de Garaet Hadj Tahar est dominé par les *Chrysophycées* suivit des *Chlorophytes*, *Euglinophytes* et *Pyrrhophytes*.

À la lumière des résultats obtenus nous recommandons :

- ✓ Élargir l'éventail de recherche des germes tests, des bactéries d'intérêt sanitaire, des virus, des levures et des moisissures et l'étude de phytoplancton toxique pour un cycle annuelle. On instaurant un protocole de suivi continu de ces écosystèmes pour assurer la santé des baigneurs.
- ✓ Compléter par une étude physico-chimique qui révélerait la présence de métaux lourds et de substances toxiques déversés par les usines.
- ✓ L'installation des stations de traitement des eaux usées (domestiques ou industrielles).

Références Bibliographiques

A

- **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.
- **AZAM, F., ET MALFATTI, F., (2007).** Microbial structuring of marine ecosystems. *Nature Reviews Microbiology*. 5: 782-791.
- **ATOUSSE S., (2008).** Ecologie des canards plongeurs dans la Garaet Hadj Tahar (Ben Azzouz, Skikda), mémoire de magister. Univ de Guelma. 56p
- **AOUSSE A ., (2009).** microbiologie et physico-chimie de l'eau de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord- Est de l'Algérie).Mémoire de Magister, Université 08mais 1945, Guelma .141 .
- **AGRIGON A., (2000).** Annuaire de la qualité des eaux et des sédiments. *DUNOD*. 206p.
- **AMBLARD C., BOISSON J.C., BOURDIER D., FONTVIELLE D., GAYTE X. & SIM-NGANDO T., (1998).** Ecologie microbienne en milieu aquatique : des virus aux protozoaires *Rev. Sci. Eau*, n° spécial. 145-162.

B

- **BOURGEOIS C.M. et LEVEAU J.Y. (1980)** - Techniques d'Analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. *APRIA*. 331p.
- **BOUMEZBEUR A. (2001).** Fiche Descriptive sur les zones humides Ramsar, DGF, 6 p.
- **BORREGO A.F. et P. ROMERO (1982).** Study of themicrobiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. *Vle journée étud. Pollutions*, Cannes, France, pp. 561-569.

- **BOURELLY P., (1970).** Algues d'eau douce ; Initiation à la systématique. Tome III : Les Algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Edition N.Boubée & Cie, 572 p.
- **BOURELLY P., (1972).** Les Algues d'eau douce ; Initiation à la systématique. Tome I : Les Algues vertes. Edition N.Boubée & Cie, 512 p.
- **BOURELLY, P., (1985).** Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome I: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris
- **BEHRENFELD, M. J., RANDERSON, J.T., MCCLAIN, C.R., FELDMAN, G.C., LOS, S.O., TUCKER, C.J., FALKOWSKI, P.G., FIELD, C.B., FROUIN, R., ESAIAS, W.E., KOLBER, D.D ET POLLACK, N.H. 2001.** Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*. 291: 2594–2597.
- **BARA M ; 2014.** Structure et écologie des Rallidés dans les zones humides de Guerbes- Sanhadja (wilaya de Skikda)
- **BAGNOULS. ET GAUSSEN H. (1957)** .Les climats biologiques et leurs classifications. *ann. geogr. FR.* N° 355: 193-220.

C

- **COMPERE P., (1991).** Contribution à l'étude des algues du Sénégal. Algues du lac de Guiers et du Bas Sénégal. *Bulletin du jardin botanique national de Belgique*, **61** : 171-267.
- **CAMILLE D., (2003).** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation, prélèvements, analyses. *Tec et Doc* 156 p.
- **CHORUS, I., BARTRAM, J., (1999).** Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E & FN Spon: London. 416p.
- **CHISHOLM, S.W., (1995).** The iron hypothesis: Basic research meets environmental policy. *Reviews of Geophysics*. 33: 95RG00743.

- **CHEICK Tidiane Tandia**, 2007. Contrôle Et Suivi De La Qualité Des Eaux Usées, Protocole De Determination Des Parametres Physico-chimiques Et Bacteriologiques
- **COUTE A. et ROUSSELIN .**, 1975. Contribution à l'étude des algues d'eau douce du Moyen Niger (Mali). *Bul. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris Ser. 3*, 277 Bot., 21 : 73-176

D

- **DE REVIERS B.**, (2003). Biologie et phylogénie des algues. Belin, Paris. Collection Sup, Sciences. Tome 2: 255p.
- **D.G.F (2001)**. *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale* . 3ième edition, IIV 56p.
- **DAUTA A. & FEUILLADE J.**, (1995). Croissance et dynamique des populations algales. In : Limnologie générale. R. Pourriot et M. Meybeck. Paris, Masson; Coll. Ecol. (25) :
- **DETAY ML.**, 1993 .le Forage D'eau, Réalisation, Entretien et Réhabilitation .Masson 393P.

E

- **EDBERG**, (2000). Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for publikhealth protection journal of Applied Microbiology, 88 :106-116p.
- **EMBERGER L**, (1955) . Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trac. Bot. Géol. Zool. Fase. Sci. Montpellier*, série botanique: 343p

F

- **FERRAT A.** (2004). Parcs Nationaux : Point de situation sur le système de protection *in situ* des ressources et des écosystèmes en Algérie, 5p.

- **FOTT B., (1969).** Studies in Phycology, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- **FOGG, G.E., STEWART, W.D.P., FAY, P., WALSBY, A.E., 1973.** The blue-green algae. Academic Press-London and New York. pp. 9-297.

G

- **GHARSALLAH Z., (2005).** Evaluation de la pollution du littoral d'Annaba qualité microbiologique de l'eau et teneur en métaux lourds du sédiment superficielle. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 76p.

H

- **HOUHAMDI M. et SAMRAOUI B. (2001).** Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 52: 87

J

- **JOLEAUD L. (1936).** Etude géographique de la région de Bône et la Calle. Bull. Serv. Carte Géol de l'Algérie. 2^{ème} serie stratigraphique. Description générale. 185p.
- **JEAN-CLAUDE DRUART ET FREDERIC RIMET.** Protocoles d'analyse du phytoplancton de l'INRA : prélèvement, dénombrement et biovolumes. INRA-Thonon, Rapport SHL 283 - 2008, 96 p.
- **JOHN D.M., WHITTON B.A. & BROOK A.J., (2001).** The Freshwater Algal Flora of the British Isles, An identification Guide to freshwater and terrestrial algae, Cambridge.

K

- **KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., (1986-2000).** Bacillariophyceae. In: Susswasserflora von Mitteleuropa (Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D., eds). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 1-Press, 710p
- **KIRCHMAN D.L., SUZUKI Y., GARSIDE C. & DUCKLOW H., (1991).**High tum over rates of dissolved organic carbon during a spring phytoplankton bloom. Nature, 352: 612-614.
- **KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986-2000.** –. Bacillariophyceae. In :*Susswasserflora von Mitteleuropa* (Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenhauer D.,eds). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 1-5.

L

- **LECLERC, 1996.** Microbiologie générale. *Doin*. 368p.
- **LIGHTFOOT N. F., (2002).** Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directive pour l'assurance qualité. France. 387p.-96University
- **LIGHTFOOT N.F. (2002)** - Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. *Directives pour l'assurance qualité*. 387 p.

M

- **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.
- **MEBARKI A., (1982).** Le bassin du Kébir- Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Nancy II. 304p.
- **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..

- **MERZOUG S., (2009).** Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya Skikda). Mémoire de Magister. Université 08 Mai 1945 de Guelma. 3-13p.
- **Mur, L.R., Skumberg, O.M., & Utkilen, H., 1999.** Cyanobacteria in the Environment. In : Chorus, I. et Bartram, J. (eds.). Toxic Cyanobacteria in water. Aguide to their public Health consequences, monitoring and management. WHO Ed. E & FN SPON. pp 41-111.

O

- **OUDRA B., (1987).** Recherche d'une optimisation des méthodes d'étude de la biomasse algale dans les bassins expérimentaux de lagunage à Marrakech, Mémoire de CEA, Université Cadi Ayyad, Marrakech.

Q

- **QUEBEC, 2014.** Détermination de la demande chimique en oxygène :méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium

R

- **REJSEK F., (2002).** Analyse des eaux. *Tec et Doc.* 358p.
- **RODIER J., (1996).** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires. 8^{ème} édition, *Dunod*, Paris 1130p.
- **RODIER J., 2005 .**l'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles ,Eaux De Mer .8^{ème}-Edition .Dunod. 1383p.
- **RODIER J, LEGUBE B, MARLET N., 2009 .**L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Dunod. Paris. 1579 p.

S

- **SOURNIA A., (1968).** « Diatomées planctoniques du canal de Mozambique et de l'île. Maurice» p 152.
- **SAMRAOUI B. and De Belair G. (1997).** The Guerbes-Sanhadja wetlands (N.E. ALGERIA) Part I: Overview. *Ecologie* 28 (3), 233-250.
- **SKULBERG, O.M., 1996.** Toxins produced by cyanophytes in Norwegian inland watershealth and environment. In : *Chemical data as a basis of geomedical investigations.* ed. Lag. J., the Norwigian Academy of Sciences and Letters, Oslo. pp. 131-148.
- **STEP** : station d'épuration

T

- **TANDIA C.T. (2007)** - Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. *CREPA.* (3). P 1-52.
- **TRAVERS M., (1964).** Diversité du microplancton du Golf de Marseille. Station Marine d'Endoume et Centre d'Océanographie, Marseille, France : 308-343
- **THOMAS G. (1976).** Habitat usage of wintering duckes at de Ouse Washes England. *Wildfowl* 27: 148-152.
- **TINA 1987.** Les eaux minérales. mémoire de fin d'étude, INATA. Université Mentori .constantine , P 1, 7.

U

- **UTERMÖHL H., (1958).** Zur Vervollkommnung der quantitative en Phytoplankton-Method.Int. Ver. theor. angew. Limnol., 9 : 1-39.

Z

- **ZEROUAL , MEHIAOUI, (2001).** Le Remède contre les endommagements des chaudières : séminaire organisé de 18 au 20/ 03 /2001.

Sites web :

1. **<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/cycle/cycleEau.html>**

ANNEXE 1

1. Composition des milieux de culture :

• Eau peptonée exempte d'indole :

Peptone bactériologique.....10 g.
Chlorure de sodium5 g.
Eau distillée.....1000ml.
pH =7.2, autoclavage 15 minutes à 121°C.

• B.C.P.L (bouillon lactose au bromocresole-pourpre simple concentration):

Peptone5 g.
Extrait de levure..... 2g.
Lactose5g.
Pourpre de bromocresole.....0.025 g.
Agar.....15g.
Eau distillée.....1000 ml.
pH =6, autoclavage à 120°C pendant 20 minutes.

• Rothe (bouillon glucose l'acide de sodium) :

Peptone.....20 g.
Glucose..... 5 g.
Chlorure de sodium5g.
Monohydrogénophosphate de potassium..... 2.7 g.
Dihydrogénophosphate de potassium..... 2.7 g.
Azide de sodium0.2 g.
Eau distillée..... 1000ml.
pH =6.8 autoclavage 15 minutes à 121°C.

• Eva-Litsky :

Peptone.....20g.
Glucose5g.

Annexes

Chlorure de sodium5g.
Phosphate bi potassique2.7 g.
Azosphate de sodium..... 0.3 g.
Ethyle- vliote..... 5g.
Eau distillée..... 1000ml.
pH =7, autoclavage 20 minutes à 120°C.

- **TGEA (gélose numération : gélostryptone-glucose-Extrait de levure) :**

Tryptone..... 5g.
Glucose1g.
Extrait de levure..... 2.5 g.
Gélose15g.
Eau distillée..... 1000ml.
pH =7, autoclavage 20 minutes à 120°C.

- **Viande foie (VF):**

Base viande foie.....30g.
Glucose2g.
Amidon2g.
Agar1g.
Eau distillée1000 ml.

2. Réactifs :

- **Réactif Kovac :** pour la recherche de l'indole.

P-diméthyle amino benzaldéhyde.....7g.
Alcool amylique.....75ml.
Acide chlorhydrique concentré.....20ml.

ANNEXE 2

1. Tableaux supplémentaires des résultats :

Tab. 1 : Evolution de la température dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	9,7	9,4
Février	10,7	10,9
Mars	12,3	12,7

Tab. 2 : Evolution du pH dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	6,4	6,4
Février	6,5	6,4
Mars	7,01	6,87

Tab. 3 : Evolution de la conductivité électrique dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	393	393
Février	407	406
Mars	480	470

Tab. 4 : Evolution des MES dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	184	160

Février	184	160
Mars	11	10

Tab. 5 : Evolution de la DCO dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	50 ,90	92 ,56
Février	23,14	13 ,20
Mars	37 1,2	5

Tab. 6 : Evolution de la DBO dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	8, 4	15 ,3
Février	3, 55	2, 02
Mars	6, 14	9 ,28

Tab. 7 : Evaluation du nombre des coliformes totaux dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	1100000 bactérie/ml	460000 bactérie/ml
Février	200000 bactérie/ml	150000 bactérie/ml
Mars	1700 bactérie/ml	10000 bactérie/ml

Tab. 8 : Evaluation du nombre des coliformes thermotolérants dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	3600 bactérie/ml	29000 bactérie/ml
Février	60000 bactérie/ml	55000bactérie/ml
Mars	500 bactérie/ml	400 bactérie/ml

Tab. 9 : Evaluation du nombre des streptocoques fécaux dans les sites de prélèvement.

	Site1	Site2
Janvier	0 bactérie/ml	3600 bactérie/ml
Février	70000 bactérie/ml	110000 bactérie/ml
Mars	400 bactérie/ml	200 bactérie/ml

2. La table de Mac-Grady :

Nombre caractéristique	Nombre de microorganisme	Nombre caractéristique	Nombre de microorganisme
000	0.0	222	3.5
001	0.3	223	4.0
010	0.3	230	3.0
011	0.6	231	3.5
020	0.6	232	4.0
100	0.4	300	2.5
101	0.7	301	4.0
102	1.1	302	6.5
110	0.7	310	4.5
111	1.1	311	7.5
120	1.1	312	11.5
121	1.5	313	16.0
130	1.6	320	9.5
200	0.9	321	15.0
201	1.4	322	20.0
202	2.0	323	30.0
210	1.5	330	25.0
211	2.0	331	45.0
212	3.0	332	110.0
220	2.0	333	140.0
221	3.0		

3. La table de Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température :

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

4. La table des classifications des eaux d'après leur pH (Hakmi, 2002) :

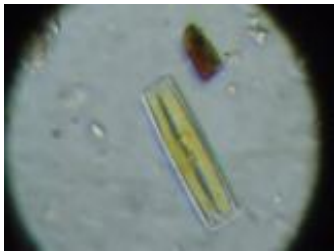
pH	Nature de l'eau
PH <5	Acidité forte : présence d'acides minéraux organiques dans les eaux naturelles
pH =7	PH neutre
7 < pH > 8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface
5 .5 < PH >8	Majorité des eaux souterraines
pH > 8	Alcalinité forte, évaporation intense

5 .Tableau de la Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique (Merzoug, 2009) :

Conductivité électrique (µs/cm)	Qualité des eaux	Classe
CE<400	Bonne	1A
400<CE<750	Bonne	1B
750<CE<1500	Passable	2
1500<CE<3000	Médiocre	3

ANNEXE 3

❖ Chrysophycées



Diatoma vulgaris



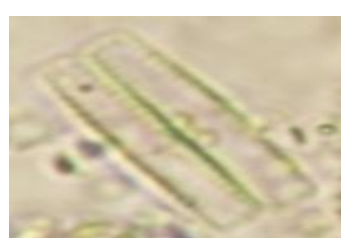
Fragilaria crotenensis



Navicula steckerae



Nitzschia filiformis



Achnanthes minutissima



Navicula sp



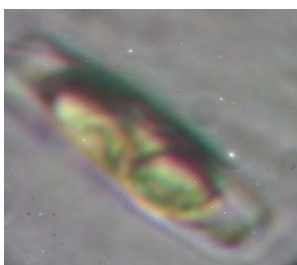
Cyclotella striata



Nitzschia acicularis



Pseudo-nitzschia seriata



Achnantes minutissima



Achnanthes sp



Navicula gracilis

Annexes



Gomphonema subclavatum



Gomphonema subclavatum



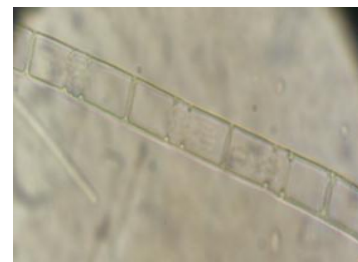
Diatoma vulgare



Achnanthes sp



Gyrosima acuminatum

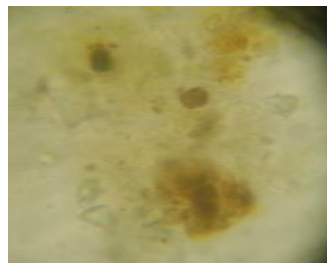


Melosira granulata

❖ Chlorophcées



Scenedesmus magnus



Botryococcus braunii



Monoraphidium contortum

❖ Pyrrophycées



Cryptomonas erosa

❖ Euglenophycées



Trachelomonas hispida

Résumé :

Notre étude a porté sur la caractérisation des paramètres physico-chimiques, bactériologiques et phytoplanctoniques de l'eau de Garaet Hadj Tahar, située dans l'éco-complexe de zones humides de Guerbes-Sanhadja (Numidie occidentale algérienne), Il est classé parmi les zones humides d'importance internationale.

Les paramètres physicochimiques (température, pH, conductivité, MES, DCO et la DBO₅) permet de conclure que cette Garaet est favorable pour le développement des microorganismes.

Les résultats des analyses bactériologique montrent une présence des bactéries indicatrices de contamination fécale (les coliformes fécaux, les Streptocoques), causé principalement par l'élevage intensif, ainsi qu'au nombre très élevé d'oiseaux hébergés par ce marais.

La composition phytoplanctoniques de Garaet Hadj Tahar est dominé par les Chrysophycées suivit des Chlorophycées, Euglenophycées, et Pyrrhophycées.

Afin d'assurer la pérennité de cet écosystème aquatique, il serait nécessaire de diminuer voir arrêter l'exploitation des eaux pour l'irrigation afin de maintenir la qualité hydro écologique de cet écosystème aquatique.

Mots clés : Zones humides, qualité physico- chimie, contamination fécale, phytoplancton, Garaete HADJ TAHER (skikda).

Abstract:

The theme that we have developed, is aiming to define the physicochemical and bacteriological water quality of Garaet Hadj Tahar.

Physicochemical parameters (Temperature, pH, Conductivity, MES DBC DBO₅) allow us to conclude that this Garaet is favorable for growth of microorganisms.

The results of bacteriological analyses show the presence of the indicator: bacteria of fecal contamination (fecal Coliforms, Streptococci), caused by the intensive stock farming and the excessively high number of birds dwelling there.

The composition of phytoplankton of Garaet Hadj Tahar is dominated by *Chrysophyceae* which is followed by the *Chlorophyceae*, *Euglinophyceae*, and *Pyrrhophyceae*.

In order to preserve the sustainability of this aquatic ecosystem, necessarily we should decrease or even stop the water exploitation in irrigation to maintain the hydro ecologic quality of this aquatic ecosystem.

Key words: Humidity areas, Physicochemical Quality, Fecal Contamination, Phytoplankton, Garaet HADJ TAHAR (Lake,Skikda).

المخلص

يدخل موضوع دراستنا التي تهدف إلى تحديد النوعية الفيزيو كيميائية و البكتيريولوجية و تركيبية العوالق النباتية لمياه قرعة الحاج الطاهر التي تقع في المركب البيئي لقرباز صنهاجة بسكيكدة، والمصنفة لمنطقة رطبة ذات أهمية عالمية.

الخصائص الفيزيوكيميائية المقاسة (درجة الحرارة، درجة الحموضة ، الناقلية الكهربائية)تغيراتها فصلية تبين لنا أن هذا الماء ملائم لنمو الكائنات الحية المجهرية .

كشفت نتائج التحاليل البكتيريولوجية عن تراكيز مرتفعة للقولونيات و العقديات البرازية ناتجة عن المواشي وارتفاع عدد الطيور المقيمة في هذه المياه .

لوحظ أن تركيبية الطحالب على مستوى قرعة الحاج الطاهر أغلبها Chrysophycées Chlorophytes , Euglinophytes , et Pyrophytes , قد اظهروا تواجد قليل .

من أجل ديمومة هذا النظام البيئي المائي من الضروري خفض أو حتى وقف استعمال مياهه للري للحفاظ على نوعيته وخصائصه البيئية.

الكلمات المفتاحية: المناطق الرطبة ، النوعية الفيزيوكيميائية، التلوث البرازي، العوالق النباتية، قرعة الحاج الطاهر (سكيكدة).