

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DU 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE
LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DÉPARTEMENT : ÉCOLOGIE ET GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Science de la Nature et de la vie

Filière : Microbiologie-Ecologie

Spécialité/Option : Santé, eau et environnement

**Thème : Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique
des eaux de Garaet Chichaya : complexe de zones humides de
Guerbès-Sanhadja (W.Skikda)**

Réalisé par :

Azaizia Hedda

Selaimia Rezika

Devant le jury composé de :

Président : M^r. Bouchelaghem El hadi

(M.A.A. Université de Guelma)

Examinatrice : M^{me}. Yalles Amina

(M.A.A. Université de Guelma)

Encadreur : M^r : Atoussi Sadek

(M.A.A. Université de Guelma)

juin 2013

Résumé :

Garaet Chichaya fait partie de l'éco-complexe de Guerbès-Sanhadja et occupe une surface d'environ 50 ha, classé site RAMSAR depuis février 2001.

Afin de déterminer la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de surface de cet écosystème, des analyses ont été réalisées sur une période de Mars à Avril 2013 et qui ont portées principalement sur la recherche et dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale et sur la détermination de la concentration de certains paramètres physico-chimiques.

Les résultats des analyses physico-chimiques montre que la variation de la concentration des éléments est liée à plusieurs facteurs (l'activité humaines, les précipitations, la nature du terrain...). Les éléments indicateurs d'une pollution d'origine agricole comme les éléments azotés et l'orthophosphates atteignent des valeurs élevés ce qui à termes peu représenter un réel danger pour le bon fonctionnement de cet écosystème. Alors que les résultats des analyses bactériologiques nous exposent une contamination fécale des eaux de la zone; signalées par de fortes concentrations en coliformes fécaux, streptocoques fécaux. Il est à noter aussi la présence de certains germes pathogènes comme (*Staphylococcus aureus*, *Shigella*).

Mots clés: Algérie, Zone humide, Garaet Chichaya, Bactériologie, Physico-chimie, Indicateurs de contamination fécale

Abstract:

Garaet Chichaya, part of the wetlands of Guerbes Sanhadja, occupies an area of approximately 50 hectares classified RAMSAR site since February 2001.

To determine the bacteriological and physicochemical quality of the waters of this ecosystem, analyzes were performed over a period from March to April 2013 and who laid mainly to detection and enumeration of bacterial indicators of fecal contamination and the determining the concentration of certain physico-chemical parameters.

The results of physico-chemical analysis show that the variation of the concentration of elements is due to several factors (human activity, precipitation, terrain ...). Indicators elements of agricultural pollution elements such as nitrogen and orthophosphate reach high values which in some terms represent a real threat to the proper functioning of this ecosystem. While the results of bacteriological analyzes expose us fecal contamination of the area, marked by high levels of fecal coliform, fecal streptococci. There are some kinds of bacteria pathogens (*Staphylococci aureus*, *Shigella*).

Keywords: Algeria Wetland Garaet Chichaya, Bacteriology, physical chemistry, indicators of fecal contamination.

:

شيشاية هي واحدة من المسطحات المائية من المجمع البيئي للأراضي الرطبة لقرباز صنهاجة مساحة قدرها 50 هكتار و التي صنفت في موقع رامسار منذ فيفري:2001.

لتحديد النوعية البكتريولوجية والفيزيوكيميائية للمياه السطحية لهذا النظام البيئي أجريت تحاليل على مدى الفترة الممتدة من مارس إلى افريل 2013 والتي وضعت أساسا لكشف و تعداد المؤشرات البكتيرية ذات التلوث البرازي وتحديد تركيز بعض العناصر الفيزيائية و الكيميائية.

نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية تدل على ان اختلاف تركيز العناصر يرجع الى عدة عوامل: (هطول التضاريس...).عناصر التلوث الزراعي كالعناصر الازوتية و الفوسفاتية مرتفعة وهذا ما يمثل خطر على و يفة هذا النظام البيئي في حين نتائج التحاليل البكتريولوجية تثبت أن مياه المنطقة تتميز بمستويات عالية من التلوث البرازي : بكتيريا القولون البرازية العقديات البرازية.ونسجل كذلك عدد من البكتيريا الممرضة م :السلمونيلا.

قرعة شيشاية بكتريولوجية فيزيوكيميائية :

Remerciement

*Au terme de ce travail nous tenons à nos remercier avant tout le bon **dieu** de nous avoir guidé durant toutes ces années qui nous à permis ainsi la réalisation de ce mémoire.*

Nous tenons à remercier :

- ❖ *Le président du jury monsieur **Bouchelaghem El hadi** maitre assistant à l'Université de Guelma et l'examinatrice **M^{me}. Yalles Amina** maitre assistante à l'Université de Guelma, qui nous ont accordé leurs temps pour l'évaluation de ce travail.*
- ❖ *Merci à notre encadreur monsieur **Atoussi Sadek** qui grâce à son aide et ces précieux conseils nous avant pus réaliser ce travail.*
- ❖ *Sans oublié de remercier de façons particulière notre cher professeur monsieur **Houhamdi Moussa**.*
- ❖ *Merci M^{elle} **Azaizia Halima** maitre assistante à l'Université de Guelma(en informatique), qui nous à aidé pour réaliser ce travail.*
- ❖ *Toutes les personnes nous ayant aidées et soutenues de prés ou de loin : les employés de la station de traitement des eaux de Hammam Debagh, les responsables des laboratoires de biologie.*
- ❖ *On termine par un grand remerciement à monsieur **Merzoug Seyf Eddine** qui nous guidé tout le long de ce travail.*

Azaizia et Selaimia

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Chapitre I : Généralité sur les zones humides et description de la zone d'étude.

1. Définition des zones humides.....	1
2. Les zones humides en Algérie.....	1
3. Description du complexe de zones humides de Guerbès_Sanhadja.....	1
4. Les principales zones humides de Guerbès_Sanhadja.....	3
4.1. Nechaa Demnat Ataoua.....	3
4.2. Garaet Beni M'hamed.....	3
4.3. Garaet Si El_Haouas.....	3
4.4. Nechaa Khellaba.....	3
4.5. Garaet Sidi Lakhdar.....	3
4.6. Garaet Sidi Fritis.....	4
4.7. Garaet Sidi Makhlouf.....	4
4.8. Garaet Hadj_Tahr.....	4
4.9. Garaet Boumaiza.....	4
4.10. Garaet Ain_Magroun.....	5
5. Description du site d'étude.....	6
5.1. La richesse floristique et faunistique de Garaet Chichaya.....	6
5.2. Etude climatique.....	7

5.3. Synthèse climatique.....	8
5.3.1. L'indice pluviométrique d'Emberger.....	8
5.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	9
6. Exploitation du site.....	9
6.1. Le pâturage.....	9
6.2. L'agriculture.....	10

Chapitre II : Matériel et Méthodes.

1. Choix des stations et prélèvement.....	11
1.1. Choix des stations.....	11
1.2. Les prélèvements.....	12
1.2.1. Matériel de prélèvement.....	12
1.2.2. Mode de prélèvement.....	12
2. Les laboratoires d'analyse.....	13
3. Analyse bactériologique.....	13
3.1. Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables.....	13
3.2. Recherche des germes indicateurs de contaminations fécale.....	14
3.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes.....	16
3.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	18
3.2.3. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaerobies sulfito-réductrices(ASR).....	20
3.3. Recherche des germes pathogènes.....	22
3.3.1. La Recherche des Staphylocoques.....	22
3.3.2. Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22

3.3.3. Recherche des <i>Salmonella</i>	23
3.3.4. Recherche de <i>Vibrio cholérique</i>	25
3.3.5. Les Test Complémentaires.....	27
3.3.5.1. Caractères morphologiques.....	27
3.3.5.2. Caractères enzymatiques.....	28
3.3.5.3. Caractères biochimiques.....	29
4. Les analyses physico-chimiques.....	32

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats des analyses bactériologiques.....	33
1.1. Résultats des dénombrements des microorganismes revivifiables.....	33
1.2. Résultats des recherches et dénombrements des bactéries indicatrices de contamination fécale.....	33
1.2.1. Les coliforme Totaux.....	33
1.2.2. Les coliformes fécaux.....	34
1.2.3. Les streptocoques fécaux.....	34
1.2.4. Les bactéries anaérobies sulfite-réductrices	36
1.3. Résultats des recherches des bactéries pathogènes.....	36
1.3.1. Identification des souches bactériennes.....	36
1.3.2. Résultats de l'identification biochimique.....	38
2. Résultats des analyses physico-chimiques	41
2.1. Mesure <i>in situ</i>	41
2.1.1. La température.....	41
2.1.2. Potentiel hydrogène (pH).....	42

2.1.3. La conductivité électrique.....	42
2.2. Mesure au laboratoire.....	43
2.2.1. La turbidité.....	43
2.2.2. Résidus secs à 105.....	44
2.2.3. Le taux des sels dissous (TDS).....	45
2.2.4. Les paramètre de pollutions.....	45
2.2.4.1. L'Ammonium, Nitrites, Nitrates et Orthophosphates.....	45
2.2.4.2. DBO ₅ et DCO.....	46
2.2.5. Les cations.....	47
2.2.6. Les anions.....	47
2.2.7. La dureté totale.....	48
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	
Abstract	

% : pourcent.

- : Majoritairement négatif.

+: Majoritairement positif.

± : plus au moins.

° : Degré.

°C : Degré Celsius.

µm : Micromètre.

µS: microsimènes.

ASR : Anaérobies sulfito-réductrices.

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.

BGN : Bacilles Gram Négatifs.

Ca⁺² : Calcium.

CE : Conductivité électrique.

CF : Coliforme fécaux.

CIT : Citrate.

Cl : Chlorure.

Cm : Centimètre.

CT : Coliforme totaux.

D/C: Double concentration.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène.

DGF: Direction générale des forêts.

E: Est

E.coli : *Escherichia coli*.

EPA : Eau peptonée Alcaline.

EPT : Eau peptonée tamponnée.

Eva Litsky : bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium.

Fig : Figure.

g: Gramme.

g/l: Gramme par litre.

GN : Gélose nutritive.

GEL: Gélatinase.

GLU: glucose.

h: Heure.

H₂O₂: Eau oxygénée.

H₂S: hydrogène sulfuré.

ha: Hectare.

HO₃⁻ : Bicarbonate

IND: Indole.

Km²: kilomètre carré.

LDC: Lysine Décarboxylase.

m: Mètre.

m/s: Mètre par seconde.

mg/l: Milligramme par litre.

Mg⁺: Magnésium.

mm: Millimètre.

mn: Minute.

Na₂SO₃: Sulfate de Sodium.

Na Cl: Chlorure de Sodium.

NO₃⁻ : Nitrate.

No₂⁻ : Nitrite.

NPP: Nombre le plus probable.

N: Nord.

ODC: Ornithine Décarboxylase.

ONPG: Ortho-Nitrophénol-B-D-Galactosidase.

PO₄⁻² : Ortho-phosphate

P : prélèvement.

pH: Potentiel Hydrogène.

Q: Quotient pluviométrique d'Emberger.

RM: Rouge de Méthyle.

Rothe: Bouillon à l'azide de sodium.

S: Station.

***S.aureus* :** *Staphylococcus aureus*.

S/C: Simple concentration.

SFB: Bouillon Sélénite Cystéine.

SO₄⁻ : Sulfate.

Sp: Espèce.

S-S: Salmonella-Shigella.

T: Température.

Tab : Tableau.

TDA: Tryptophane-Glucose-Extrait de levure –Agar.

TDS : Taux des sels dissous.

TGEA : Gélostryptone-glucose-extrait de viande.

TSI : Triple Sugar Iron.

UFC: Unité Formant Colonie.

URE: Urée.

VF: Viande Foie.

VP: Voges-Proskauer.

N° de Figure	Titre de figure	N° de Page
1	Carte satellite montrant la situation géographique du site d'étude	2
2	Principales zones humides de l'éco-complexe de Guerbès- Sanhadja, situation géographique de Garaet Chichaya	6
3	Situation de la région de Skikda dans le diagramme pluviométrique d'Emberger.	9
4	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Skikda.	9
5	Zone de pâturage.	10
6	L'utilisation des eaux de la Garaet dans l'irrigation.	10
7	Localisation des stations de prélèvement.	11
8	Vue des stations de prélèvement.	11
9	Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiants.	15
10	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, fécaux en milieu liquide(NPP).	17
11	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide.	19
12	Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices.	21
13	Recherche et identification des salmonelles	24
14	Recherche des Vibrio cholérique.	26
15	Evaluation des germes totaux à 22°C et 37°C.	33
16	Variation des coliformes totaux en fonction des stations.	34
17	Variation des coliformes fécaux en fonction des stations.	34
18	Variation des streptocoques en fonction des stations.	35
19	Résultats de la recherche des spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices.	36
20	Aspect des colonies jaune sur chapman.	37
21	Aspect des Cocci Gram positif.	37
22	Aspect des colonies blanches sur GNAB.	37
23	Aspect des bacilles Gram négatif.	37

24	Aspect des colonies vertes sur Hectoèn.	37
25	Aspect des bacilles Gram négatif.	37
26	Aspect des colonies grises sur Mac Conkey.	37
27	Aspect des bacilles Gram négatif.	37
28	Aspect des colonies rouges sur S-S.	37
29	Aspect des coccobacilles Gram négatif.	37
30	Aspect des colonies brillantes sur GN.	38
31	Aspect des bacilles Gram négatif.	39
32	Résultats de quelques espèces isolées par la galerie classique.	39
33	Résultats d'identifications biochimiques par la galerie API.	41
34	Variation de la température en fonction des stations.	41
35	Variation de pH en fonction des stations.	42
36	Variation de la conductivité en fonction des stations.	43
37	Variation de la turbidité en fonction des stations.	44
38	Variation des Résidus secs en fonction des stations.	44
39	Variation de TDS en fonction des stations.	45
40	Variation des paramètres de pollutions en fonction des stations.	46
41	Variation des DBO ₅ et DCO en fonction des stations.	46
42	Variation des cations en fonction des stations.	47
43	Variation des anions en fonction des stations.	48
44	Variation de la dureté totale en fonction des stations.	48

N° de Tableau	Titre de tableau	N° de Page
1	Les données météorologiques de la station de Skikda.	7
2	Présentation des points de prélèvement.	13
3	Les caractères biochimiques de la Galerie Classique.	28
4	Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques.	32
5	Résultat de la recherche des ASR.	35
6	Caractères morphologiques et coloration de Gram des colonies bactériennes isolées de l'eau de Garaet Chichaya.	36
7	Résultats et identification biochimique par la galerie classique.	38
8	Résultats de quelques espèces isolées par la galerie classique.	39

Introduction :

L'eau 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. Elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé et son alimentation ; elle l'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.

En Algérie, les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m³ par an dont 12 milliards de m³ dans les régions Nord (ressources souterraines 2 milliards de m³, ressources superficielles 10 milliards de m³) et 5 milliards de m³ dans le Sud. Sachant que toutes les ressources souterraines du Nord sont mobilisées en plus de 70% des ressources superficielles (l'eau douce représente 2.8% des ces eaux).

En effet, Ces dernières années les eaux douces ne sont pas épargnées par la pollution, un danger qui menace notre environnement et dont l'homme en est le responsable. L'exploitation non rationnelle des ressources, les rejets domestiques et industriels non contrôlés, l'utilisation excessive de fertilisants chimiques ont un impact néfaste sur la qualité des eaux douces.

La région d'étude est une plaine littorale du Nord-Est Algérien, c'est une zone qui abrite des ressources en eau douce importante ; les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, où les lacs jouent un rôle important dans le développement économique et touristique, un diagnostic plus complet de la situation actuelle de la pollution et un suivi rigoureux de son évolution, s'avèrent d'une grande nécessité pour la sauvegarde de cet écosystème. C'est dans cette perspective que s'inscrit notre étude qui consiste à évaluer l'impact des activités humaines sur la qualité des eaux douces de Garaet Chichaya. Le but de notre travail consiste à étudier les caractères physico-chimique et bactériologique en vue de mettre en évidence la pollution des zones humides de l'éco-complexe de Guerbès-Sanhadja (Garaet Chichaya).

Ce travail s'articule sur trois chapitres interdépendants :

- Le premier chapitre est consacré à la description de l'éco-complexe de Guerbès-Sanhadja et de la zone d'étude (Garaet Chichaya).
- Le deuxième chapitre représente les principales méthodes utilisées.
- Le troisième chapitre est réservé à la discussion des résultats obtenus au cours de la période d'étude.

On termine par une conclusion générale sur notre travail.

1. Définition des zones humides :

Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires où l'eau est statique ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur ne dépasse pas les six mètres, et où l'eau est le principal facteur contrôlant le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. (DGF, 2007).

2. Les zones humides en Algérie :

L'Algérie comporte une multitude de zones humides d'importance internationale, dont ; 50 sites classé Ramsar comme : la Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaid, le Réserve Naturelle du Lac de Réghaia, le Parc National d'El Kala et le Complexe des zones humides de la plaine de Guerbès-Sanhadja. (Ramsar, 2011).

La plaine de Guerbès contient « 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, la sous-région Afrique du Nord - Afrique-Centrale ou bien même la région méditerranéenne. (DGF, 2001).

3. Description du complexe de zones humides de Guerbès-Sanhadja :

C'est une grande plaine littorale d'une superficie de 42 100 ha (36°46' à 37° 1' Nord. 7°8' à 7°25' Est). 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 mètres, 48.5% des terres ont une pente inférieure ou égale à 3%. Les principales unités lithologiques sont essentiellement formées de dépôts éoliens et alluviaux. (DGF, 2001).

Administrativement, le complexe de zones humides de Guerbès_sanhadja dépend de la wilaya de Skikda et des communes de Ben Azzouz, la Marsa et Djendel.

La région de Guerbes-Sanhadja ce situe entre les étages bioclimatiques allant du Sub- humide tempéré à l'humide chaud.

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. (DGF, 2001).

Le réseau hydrologique du complexe est constitué essentiellement de deux grands Oueds: l'Oued El Kebir et l'Oued Magroune. Le premier est l'un des plus importants aussi bien en largeur qu'en volume, avec une largeur variant entre 20 et 50m qui débouche sur la plage de la Marsa. Huit autres Oueds de moindre importance complètent le réseau hydrologique de la plaine, de trois autres bassins versants départagent la zone. (DGF, 2001).

Les sols peu évolués sont d'apports éoliens associés à des sols peu évolués d'apports alluviaux. On trouve aussi quelques sols bruns, parfois lessivés. La majorité des sols sont situés en zones relativement plane, quoique de texture variable ils sont favorables à une mise en valeur intensive ou semi-intensive. Mais ils présentent des contraintes relatives aux dépôts éoliens généralement instables et pauvres chimiquement. (DGF, 2001).

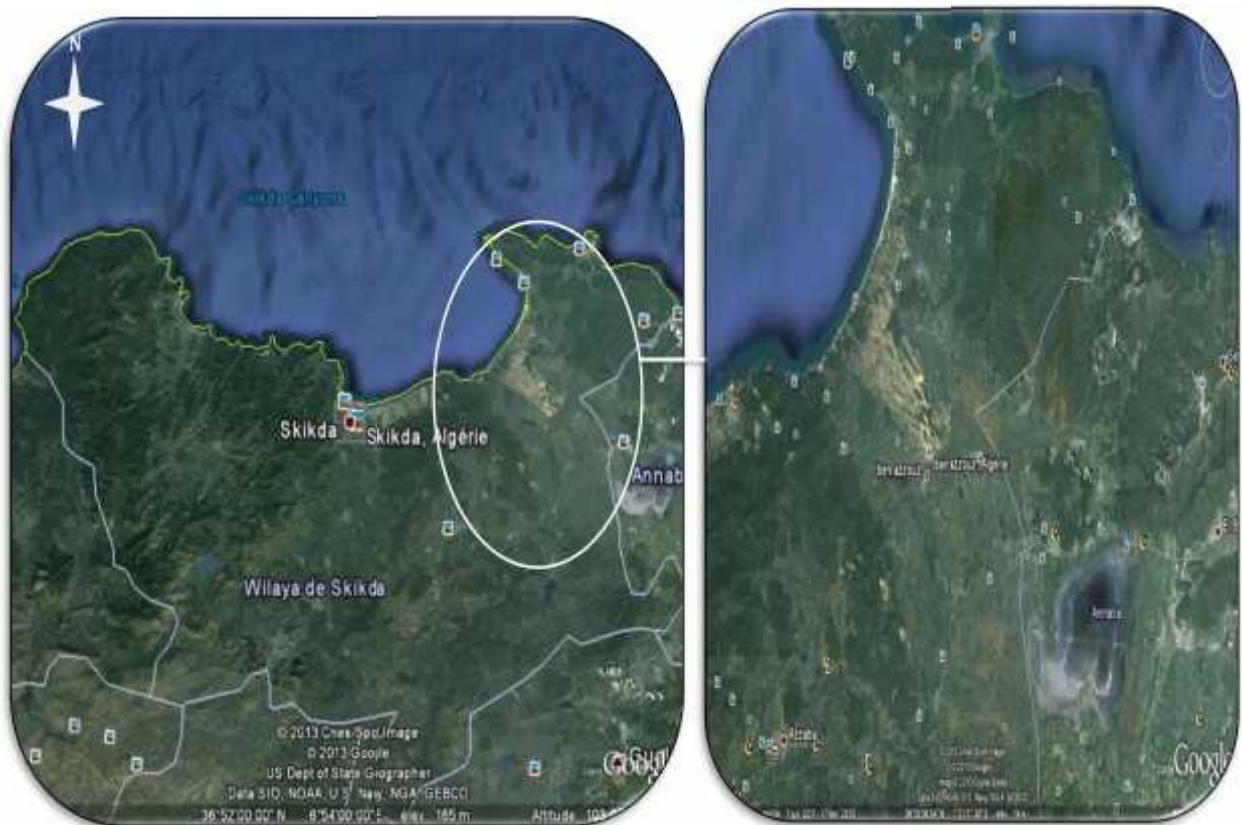


Fig.01 :Image satellite montrant la situation géographique du site d'étude.

4. Les principales zones humides de Guerbès-Sanhadja :

Le complexe de zones humides de Guebès-Sanhadja renferme 31 sites humides (Samraoui et De Belair, 1997), dont les principaux sont décrits ci-dessous. (Fig.02).

4.1. Nechaa Demnat Ataoua (36°56' N, 7°14'780 E) :

Ce site est remarquable pour ses aulnes et marais, il occupe une surface d'environ 280 h, il est localisé à l'Ouest du mont de l'Edough, dans le côté gauche de Oued El Kebir, adoptant la direction Nord Ouest - Sud Est, Le sol est sableux dans le Nord Ouest en raison des dépôts dunaires, et devient graduellement argileux dans le Sud Est à cause des dépôts alluviaux de Oued El Kebir. Ce marais est alimenté par deux Oueds l'Oued Ras El Ma et Oued El Kebir qui trouvent leurs sources à la base de dunes. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.2. Garaet Beni M'hamed (36°57' N et 7°16' E) :

Ce marais salé occupe une surface d'environ 380 ha. Se situe sur la rive de droite de l'estuaire d'Oued El Kebir. Il est alimenté par l'inondation de cet Oued. Son sol est composé principalement d'alluvions. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.3. Garaet Si El-Haouas (36°58' N, 7°18' E) :

Cette Garaet occupe une surface d'environ 260 ha. Situé sur la rive gauche d'Oued El kebir, Elle s'étend entre les dunes de Guerbès à l'Ouest et Oued El kebir à l'Est. Son substrat est composé d'alluvions et de sable dunaire. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.4. Nechaa Khellaba (36°5'516 N, 7°17'576 E) :

Ce site s'étend sur une surface d'environ de 75 ha. Ce site est constitué exclusivement d'une aulnaie. Ces dimensions sont de deux à trois cent mètres de large et de trois à quatre km de long. Le substrat de ces aulnes est exclusivement composé de tourbe et de sable, à cause de l'abondance de la matière organique laissée par cette forêt humide. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.5. Garaet Sidi Lakhdar (36°54'780 N, 7°12'055 E)

Ce site occupe une superficie d'environ 25 ha. Situé dans la prolongation des marais mentionnés plus haut (incluant Garaet Nouar Ezzouaoua) au Nord-Ouest, dans une dépression avec le même substrat. Bien que, les eaux de Garaet Hadj Tahar coulent vers

Oued El-Kebir, les eaux de ce site coulent vers la mer. Il est dominé au Sud-Ouest par Djebel El Foul, et à l'Ouest par Djebel Filfila, et au Nord-Ouest par des dunes dont l'altitude moyenne est de 50 m. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.6. Garaet Sidi Fritis (36°53'975 N, 7°17'437 E):

Ce Lac occupe une surface d'environ 40 ha. Le lac est situé dans une dépression inter dunaire orientée Nord Ouest/Sud Est. Il est bordé à l'Ouest par des dunes et à l'Est par une prairie sèche. Son alimentation en eau provient essentiellement des nappes phréatiques. Il est composé de deux unités: un étang marécageux d'environ 26 ha dans le Nord-Ouest et un petit lac de 13 ha dans le Sud Est. Sa la profondeur n'excède pas 1,5 m. Ce dernier est habituellement sec en été, à cause du pompage de l'eau pour l'irrigation. L'éloignement de cette Garaet a favorisé sa préservation ce qui explique sa grande richesse floristique. En effet l'inventaire de la flore de ce site a révélé la présence de 113 espèces. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.7. Gareat Sidi Makhoulf (36°53'094 N et 7°18'248 E) :

Elle occupe une superficie d'environ 50 ha. La situation géomorphologique et le substratum de ce site sont identiques à ceux de Garaet Chichaya. Toutes les deux constituent une unité simple, orienté du Nord-Ouest au Sud-Est vers la plaine alluviale. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.8. Garaet Hadj-Tahar (36°51'50" N, 07°15'57" E):

Garaet Hadj-Tahar est un étang côtier de 112 ha .Ce plan d'eau douce situé à une vingtaine de kilomètres de la Méditerranée présente une forme ovale très allongé .La profondeur moyenne de l'eau varie entre 0,8 et 1,20 m ; elle augmente subitement suite aux pluies torrentielles, du fait que la Garaet constitue une cuvette alimentée par les ruissellements des eaux de pluie depuis les montagnes environnantes.(Metallaoui et al.2009. ;Atoussi, 2008) .

4.9. Garaet Boumaïza (36°49'155 N, 7°18'975 E) :

C'est un marais temporaire, qui s'étend sur une surface d'environ 70 ha maintenu par la pluviosité, les cours d'eau et les infiltrations des montagnes de Boumaïza, situées à la partie Nord-Nord-Est. La plaine occupée par ce marais est traversée par une dépression

Sud Est ' Nord Ouest vers Oued El kebir. Cette dépression était probablement un affluent ou une forme de ce lit de cet Oued. La composition des dépôts alluviaux a entraînée la formation de sols salés impropres à l'agriculture. Cette zone salée est pâturée par les bovins et les ovins. Elle est profonde d'environ 2 m. (Samraoui et De Belair, 1997).

4.10. Garaet Aïn-Magroun (36°50'225 N, 7°16'943 E) :

Ce site s'étend sur une surface d'environ 9 ha. Il appartient à une série de dépressions marécageuses, lesquelles disparaissent couramment, à l'exception pour la grande dépression de Garaet Hadj Tahar. La Garaet est orientée Sud-Est-Nord-Ouest. Originellement, ces dépressions ont l'habitude de former une seule unité. Ce marais occupe une dépression au Sud d'un petit mont de 21 m d'altitude couvert de plantation d'arbres d'olive. (Samraoui et De Belair, 1997).

5. Description du site d'étude :

Notre étude est un écosystème aquatique lentique : Garaet Chichaya. Ce marais occupe une surface d'environ 50 ha. Orientée Nord Ouest/ Sud Est, ce marais est situé dans une dépression sur une pente douce vers le Sud Est. Il est alimenté par les eaux souterraines près de la plaine alluviale d'Oued El kebir. Il présente une continuité avec Garaet Sidi Makhlouf. Son substrat est constitué dans le Nord-Ouest par des sables dunaires, mélangé à de la tourbe. Ce sol est remplacé dans la partie Sud Est par le limon argileux de la plaine. Le Nord Ouest est entièrement occupé par une aulnaie et il est composé des espèces habituelles à ce type de formation. (Samraoui et De Belair, 1997). Ses coordonnées géographiques sont comprises entre 36°53'791 N, 7°18'230 E. (Fig.02).

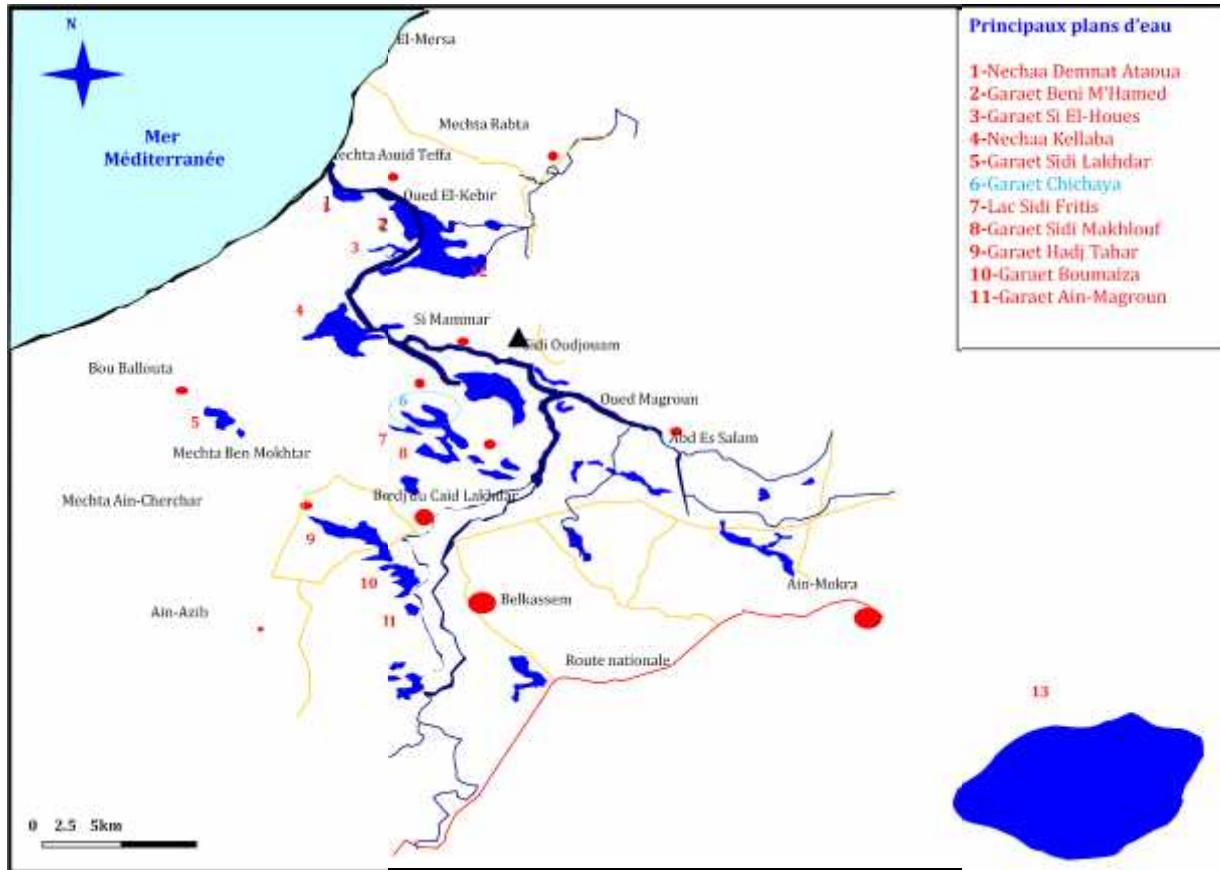


Fig.02 : Principales zones humides de l'éco-complexe de Guerbès-Sanhadja, situation géographique de Garaet Chichaya. (Metallaoui et al., 2009).

5.1. La richesse floristique et faunistique de Garaet Chichaya :

a /La flore :

Plus de 50 espèces végétales ont été recensées, parmi les quelles nous trouvons des hydrophytes (*Lemna gibba*) occupant plus de 75% du plan d'eau, une ptéridophyte rare (*Salvinia natans*) et des forêts d'Aulne glutineux recouvrent le sol à 50%. (Samraoui et De Belair, 1997).

b/La Faune :

L'avifaune est remarquablement représentée principalement par la Cigogne blanche, la Gallinule, poule d'eau, le Busard des roseaux et la Foulque macroule. (Metallaoui, 2009).

5.2. Etude Climatique :

La région d'étude appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides ; l'étage humide couvre toute la région occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'Est et au Sud.

- Les températures enregistrées sont de l'ordre de 9°C en hiver et 27°C en été, ce qui donne un hiver froid et un été chaud, caractéristiques du climat méditerranéen.
- Les précipitations annuelles enregistrées oscillent entre 600 et 800 millimètres par an ; juillet et août sont les mois les plus secs.
- Les vents sont généralement de secteur Nord-Est et Sud-Ouest.
- L'humidité dans la journée voisine les 70% sauf pour le mois de janvier où elle dépasse légèrement ce seuil.
- Le brouillard est observé essentiellement en février et avril ; il est très faible et inexistant pendant l'automne et l'hiver.

Tab.01 : Données météorologiques de la station de Skikda (station météorologique de Skikda.(1984 à 2009).

	T° moyenne (c°)			Précipitation (mm)	Humidité relative (%)	Vent Vitesse moyenne (m /sec)
	Minimum	Maximum	Moyenne			
Janvier	9,32	17,03	12,97	83,15	74,05	3,80
Février	9,28	17,12	13,20	48,1	69,62	3,73
Mars	10,27	18,39	14,35	98,12	71,1	3,58
Avril	13,03	20,90	16,84	49,7	67,06	3,39
Mai	15,69	23,81	19,77	80,47	70,65	3,05
Juin	18,81	26,33	21,60	25,2	70,5	3,18
Juillet	22,33	29,44	25,92	6,36	70,25	3,19
Août	22,48	29,71	26,23	7,75	71,43	2,36
Septembre	21,45	27,58	23,23	88,22	71,12	3,47
Octobre	16,83	24,94	20,81	88,22	70,7	3,50
Novembre	12,93	20,86	16,56	98,3	67,62	3,72
Décembre	10,37	17,71	13,72	99,82	67,95	3,95

5.3 .Synthèse climatique :

5.3.1. L'indice 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, 1955) .Son principe se base sur le régime des précipitations et des températures qui s'exprime selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1\ 000 \cdot P}{\left[\frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

Q : quotient pluviométrique d'Embergr.

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).

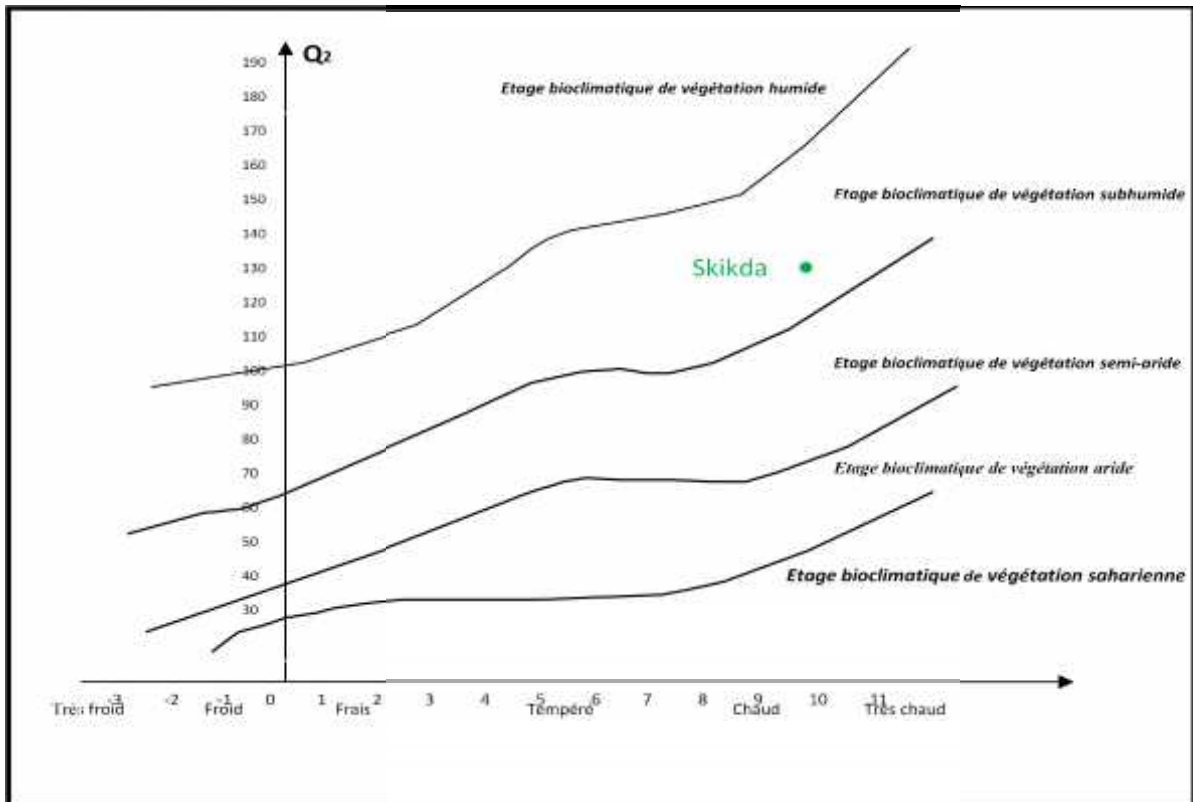


Fig.03.Situation de Skikda dans le diagramme pluviométrique d'Emberger.

5.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations moyennes (P) exprimées en millimètres et les températures (T) en degrés Celsius, avec $P = 2T$. Une période peut être considérée sèche si $P < 2T$. C'est-à-dire si le total des précipitations est inférieur ou égal au double de la température moyenne. Quand la courbe ombrique (de ombros = pluie) passe sous la courbe thermique on est précisément dans cette situation où $P < 2T$.

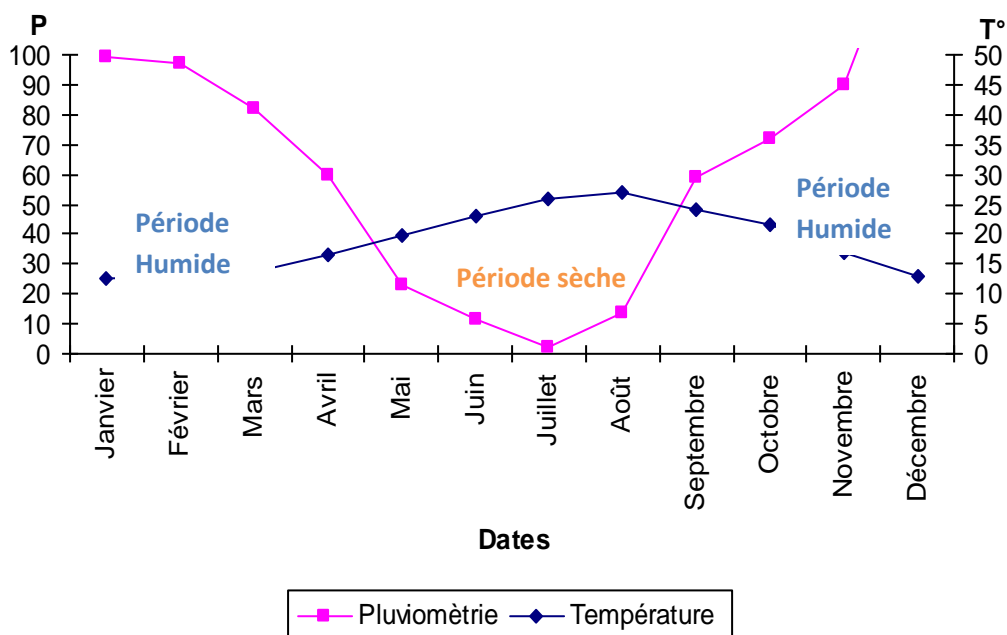


Fig.04 .Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Skikda.

6. Exploitation du site :

L'utilisation actuelle de l'ensemble de la zone d'étude consiste principalement en l'utilisation des berges pour le pâturage et du plan d'eau pour l'irrigation.

6.1. Le pâturage :

La zone d'étude est riche en cheptel (ovins en particulier). Par leurs effets sur les abords du plan d'eau ils constituent une véritable menace pour cette zone humide. Non seulement que les troupeaux pâturent la végétation autour des berges du site mais aussi les

bovins pénètrent à l'intérieur du plan d'eau pour s'abreuver particulièrement en été et brouter les pousses vertes. (Fig.05).



Fig.05. Zone du pâturage. (Photo: Azaizia H), le 16 Mars 2013.

6.2. L'irrigation :

L'eau de la Garaet est utilisée pour l'irrigation des cultures maraîchères (tomate, melon et pastèque) très prisée dans la région. Nous avons noté la présence et le fonctionnement des pompes qui irriguent les terres qui entourent le plan d'eau, et même celles qui sont situées un peu loin et ceci durant pratiquement toute la journée. En plus du pompage d'eau, l'équilibre minéral de l'eau de la Garaet est perturbé suite à l'utilisation des produits chimiques à des fins agronomiques. (Fig.06).



Fig.06. L'utilisation des eaux de la Garaet dans l'irrigation. (Photo: Azaizia H), le 20 Avril 2013.

1. choix des stations et prélèvements :

1.1. Choix des stations :

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité des eaux de Gareat Chichaya en analysant les paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Deux stations ont été choisies dans la zone d'étude en fonction du type et du degré de pollution. (Fig.07).



Fig.07: Localisation des stations de prélèvement. (Google Earth, 2013).



1^{ère} Station (S1)



2^{ème} Station (S2)

Fig.08.Vue des stations de prélèvement (Azaizia H; Selaimia R, 16 Mars 2013).

1.2. Les prélèvements :

Les prélèvements sont étalés sur une période de deux mois (Mars,Avril) ; le rythme d'échantillonnage était d'un prélèvement par mois. (Tab.02).

1.2.1. Matériel de prélèvement :

Les prélèvements destinés à l'analyse bactériologique ont été réalisés dans des flacons en verre de 250 ml munis d'un bouchon à vis métallique. Pour les prélèvements destinés à l'analyse physico-chimique, ils sont réalisés dans des flacons propres en plastiques.

1.2.2. Mode de prélèvement :

Les lieux de prélèvement d'échantillons sont généralement choisis aux endroits ou la profondeur de l'eau se situe entre 1 et 1,5 m. le flacon est plongé dans l'eau, le haut vers le bas sous la surface de l'eau et puis retourné de telle sorte à le remplir à la profondeur voulue (généralement 30 cm).

Le flacon ne doit pas être rempli entièrement. En effet, il convient de laisser un petit vide d'air, permettant un mélange correct en secouant le flacon.

Les échantillons doivent être soigneusement étiquetés; l'étiquette doit comporter tous les éléments nécessaires a la bonne exploitation des résultats de l'analyse : numéro d'ordre, date, lieu précis, modalités particulières du prélèvement.

Afin d'éviter tout changement chimique de l'eau et d'inhiber l'activité bactérienne, Les échantillons sont transportés dans une glacière isotherme (4°C), l'analyse se fait le même jour.

Tab.02.Présentation des points de prélèvement :

Stations	Dates de prélèvement		Heure de prélèvement	Les Coordonnées	Caractéristiques des points
S 1	P1	16/03/13	10 :35 h	Latitude : 36°53 687 N Longitude : 7° 18 224 E	-Le site d'étude situe près de la route et des rejets domestiques. -Utilisation pour l'irrigation des champs agricoles.
	P2	20/04/13	12 :00 h		
S2	P1	16/03/13	11 :10 h	Latitude : 36°53 701 N Longitude : 7°18 007 E	-La présence de végétation (zone de pâturage). -fréquenté par les pêcheurs.
	P2	20/04/13	11 :30 h		

2. Les laboratoires d'analyse :

Les analyses ont été effectuées dans les laboratoires suivants :

- Laboratoire de microbiologie de l'Université du 08 Mai 1945 de Guelma : les analyses bactériologiques.
- Laboratoire de contrôle des eaux ; Hammam Debagh, Guelma : les analyses physico-chimiques.

3. Analyse bactériologique :

3.1. Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables :

Les microorganismes revivifiables, et plus précisément les bactéries revivifiables, ne sont pas des germes indicateurs de contamination fécale, ils sont recherchés dans certaines eaux à 22°C et à 37°C car ils peuvent parfois exprimer un risque de contamination microbienne au-delà d'un certain seuil. Ils sont encore appelés germes totaux ou flore totale.

- **Principe :**

Il s'agit d'une technique de comptage des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ces dilution dans un milieu gélosé .

- **Mode opératoire :**

Lorsque seuls des ensemencements avec 1ml d'eau non diluée sont pratiqués, agiter soigneusement et de façon prolongée l'échantillon pour remettre en suspension d'une façon homogène les bactéries.

- Déposer à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de l'échantillon d'eau à analyser dans le fond de deux boites de pétri vides.

- couler dans chaque boite 15ml de gélose TGEA à $47 \pm 1^\circ\text{C}$ en mélangeant soigneusement par rotation lente l'inoculum apporté au milieu.

- Laisser, solidifier en posant les boites de pétri sur une surface plane et horizontale.

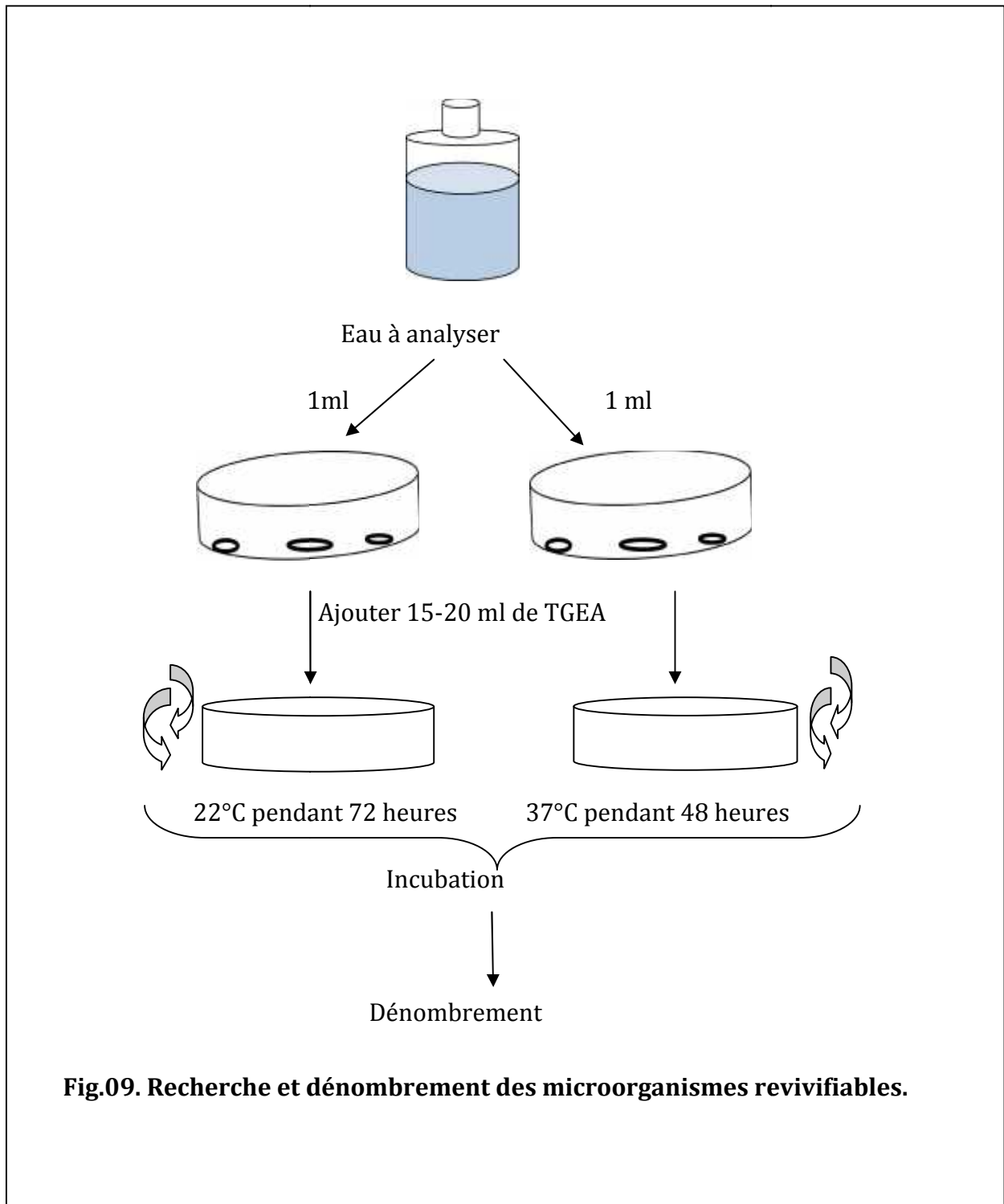
- Retourner les boites et incuber la première boite à $36^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 24 heures et l'autre boite à $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 heures.

- **Lecture et interprétation :**

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes, retenir les boites contenant moins de 300 colonies. Il faut qu'une boite renferme au moins 15 colonies. (Fig.09).

3.2. Recherche des germes indicateurs de contamination fécale :

Les germes recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Escherichia coli*, les streptocoques fécaux et les sulfiteoréducteurs. Ces germes sont peu ou pas pathogène, ils sont révélateurs de contamination fécale.



3.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes :

Les coliformes totaux sont des bâtonnets à Gram négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, fermentent le lactose avec formation de gaz, en 48 heures à 35-37°C.

Les coliformes fécaux (thermotolérants) : coliformes dont l'habitat normal est le tractus intestinal et qui peuvent croître à 44°C, on les utilise comme indicateur de la pollution des eaux.

Les *Escherichia coli* : correspondent à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane et possèdent les caractères biochimiques spécifiques de cette espèce.

- **Principe :**

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes thermotolérants et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes.

- **Mode opératoire :**

Test présomptif :

Réserver pour la recherche des coliformes totaux. Fait sur un milieu sélectif (bouillon lactose à simple concentration), sa fermentation se traduit par un dégagement de gaz dans la cloche de Durham et un trouble après une incubation à 37°C pendant 24 heures.

Test confirmatif :

Réserver pour la recherche des coliformes fécaux et *Escherichia coli* sur un milieu plus sélectif (milieu de Schubert) à une température de 44°C, à partir des tubes positifs du test présomptif.

- **La lecture :**

Les tubes où une poussée bactérienne est observée, avec dégagement de gaz dans la cloche de Durham, et où la coloration rouge résultant de l'addition du réactif de Kovacs témoigne de la production d'indole (*E. coli*). (Fig.10).

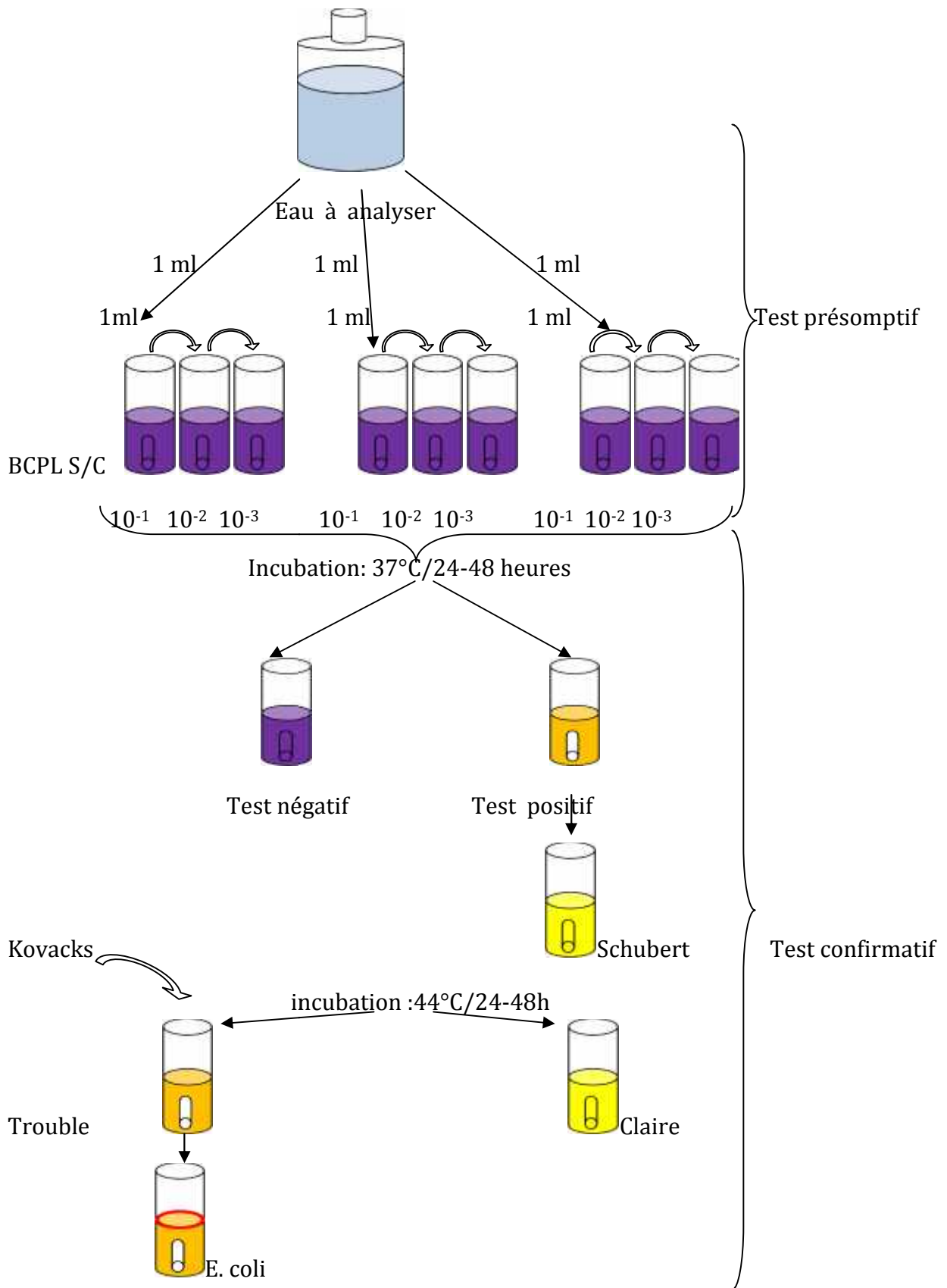


Fig.10. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, fécaux en milieu liquide(NPP).

3.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux (Entérocoques ou streptocoques D), sont des commensaux de l'intestin. Le nombre de streptocoques est en générale peu élevé. Elles se présentent sous forme de Cocci, souvent par paires ou chainettes, Gram positifs, non sporulant. Capsule souvent présente, aérobic facultatif, catalase négative et possédant l'antigène du groupe D.

- **Principe :**

Les streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP.

- **Mode opératoire :**

La technique de recherche des Streptocoques fécaux nécessite deux tests :

Test présomptif :

Réaliser sur le milieu de Rothe. L'incubation se fait à 37°C pendant 24-48 heures. La présence des streptocoques fécaux se manifeste par l'apparition d'un trouble microbien dans tout le milieu.

Test confirmatif :

Se fait par repiquage des tubes positifs sur le milieu d'EvaLitsky. Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures. La présence de streptocoques D se caractérise par l'apparition d'un trouble dus au développement bactérien, avec ou sans dépôt violet. (Fig.11).

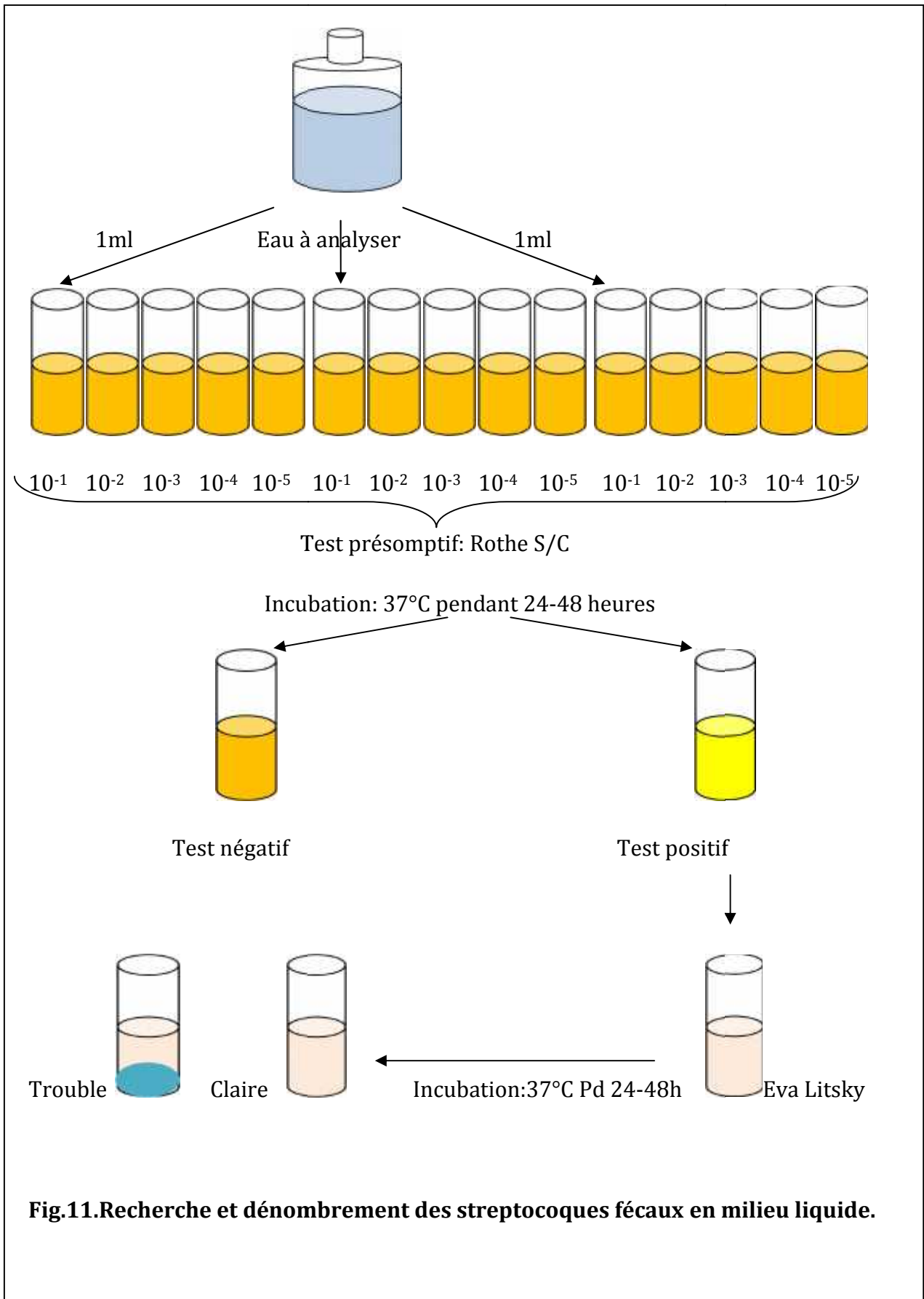


Fig.11. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide.

3.2.3. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) :

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont des bacilles Gram positif, se développant entre 24 et 48 heures sur une gélose viande foie (VF). Elles sont capables de produire de l'hydrogène sulfuré (H₂S) à partir du sulfatite de sodium présent dans le milieu, celui-ci qui se combine avec du citrate de fer ammoniacal ou l'alun de fer pour donner du sulfure de fer noir. Ce test permet de mettre en évidence une pollution fécale ancienne.

- **Principe :**

Dans ce test, on utilise la méthode (par incorporation de gélose en tube profond) dans le but de rechercher et dénombrer les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et des clostridiums sulfito-réducteur dans ces eaux.

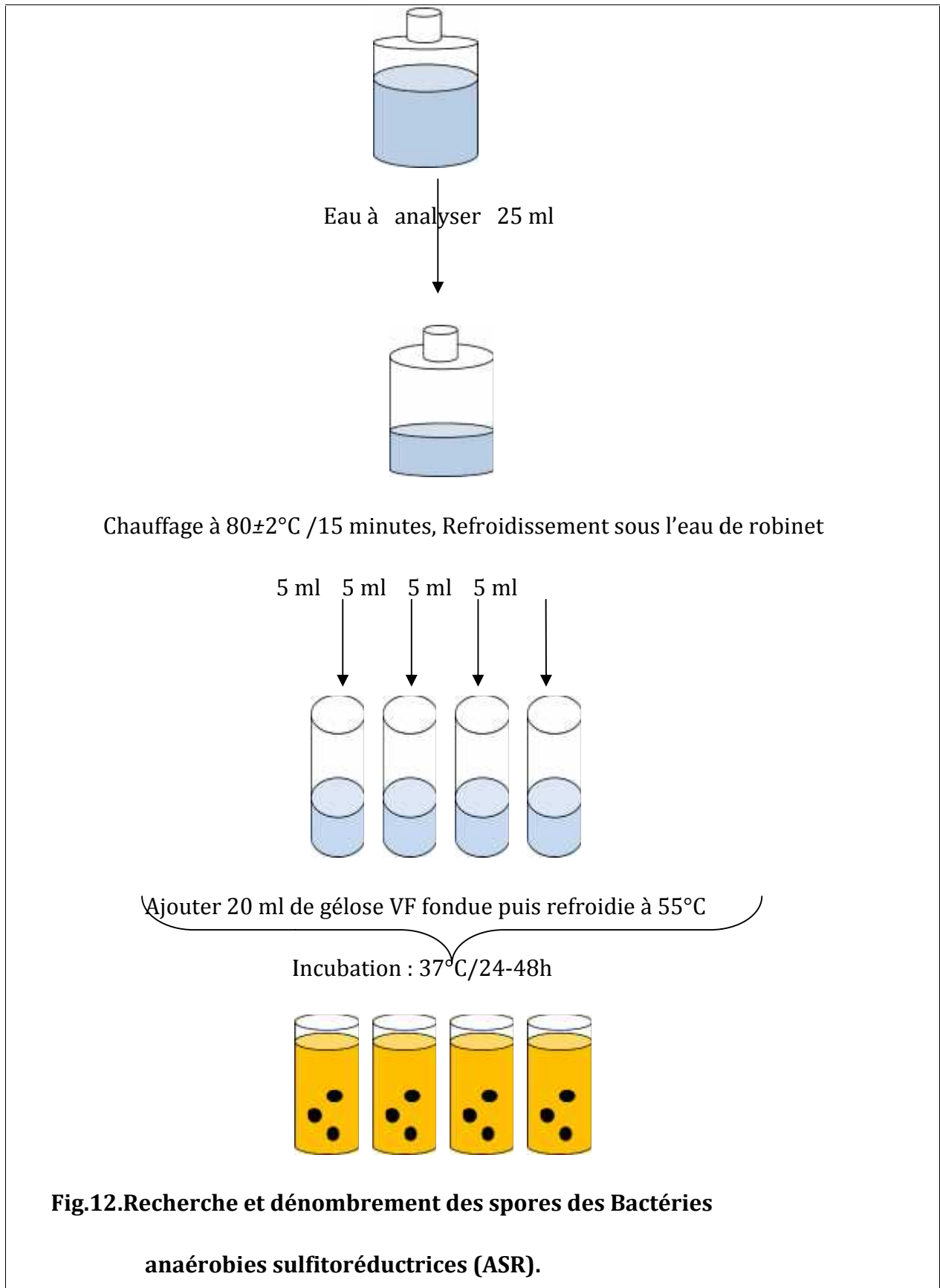
- **Mode opératoire :**

La recherche des bactéries sulfito-réductrices se fait principalement en trois étapes :

- Destruction de la forme végétative.
- Préparation du milieu de culture.
- Ensemencement et incubation à 37°C pendant 24-48 heures.

- **Lecture :**

Dénombrer toutes colonies d'un halo noires et compter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20ml d'eau à analyser. (Fig.12).



3.3. Recherche des germes pathogènes :

Les germes supplémentaires recherchés appartiennent aux genres *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Salmonella* et *Vibrio*.

3.3.1. La Recherche des Staphylocoques :

Les Staphylocoques sont des germes ubiquistes qui peuvent vivre :

- en bactéries saprophytes dans la nature (soles, air, eaux, aliments...).
- en bactéries commensales sur la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux (mammifères).
- en bactéries pathogènes, agents d'infections humaines ou animales qui peuvent être redoutables.

- **Principe :**

Les staphylocoques sont recherchés par l'ensemencement par stries sur boîtes de Pétri et pratiqués le plus souvent dans un but d'isolement.

- **Mode opératoire :**

Ensemencer 0,1ml (2gouttes) d'eau à analyser sur le milieu de Chapman et incubé à 37°C pendant 48 heures. Ce milieu est caractérisé par sa forte concentration en chlorure de Sodium ce qui permet un isolement sélectif des Staphylocoques.

- **Lecture et identification :**

S.aureus, Cocci sphériques en amas (grappes de raisin), Immobiles, Gram positive, coagulase positive, catalase positive, oxydase positive.

3.3.2. Recherche de *Pseudomonas aeruginosa* :

L'espèce *Pseudomonas aeruginosa* ou bacille pyocyanique est une bactérie ubiquiste, saprophyte dans les eaux douces et marines, dans l'air, dans les soles humides ou sur les végétaux. Elle est commensale des téguments et des muqueuses de l'homme et des animaux, mais aussi pathogène pour eux. Cette bactérie est un bacille Gram négatif, aérobie stricte, oxydase positif, qui se développe sur des milieux sélectifs contenant du cétrimide et

qui produit de la pyocyanine, pigment bleu-vert. La plus part des souches (98%) produisent un pigment jaune-vert fluorescent soluble dans l'eau.

- **Identification :**

- Coloration de Gram, Oxydase.

- l'examen direct entre lame et lamelle (état frais), il permet d'observer la mobilité des germes.

- Recherche de la pyocyanine : pigment bleu caractéristique de *Pseudomonas aeruginosa* responsable de la teinte bleue intense des milieux de culture : sa production est favorisée sur milieu king A.

- Recherche de la pyoverdine : présente une teinte vert fluorescent (*P.fluorescence*) est souvent masquée par la pyocyanine, sa production est maximale sur milieu King B .

3.3.3. Recherche des *Salmonella* :

Les *Salmonella* sont des entérobactéries qui se présente sous forme de bacilles Gram négatifs, ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H₂S. La recherche des Salmonelles est effectuée en trois étapes successives : pré-enrichissement, enrichissement et isolement.

- **Mode opératoire :**

1. Pré-enrichissement :

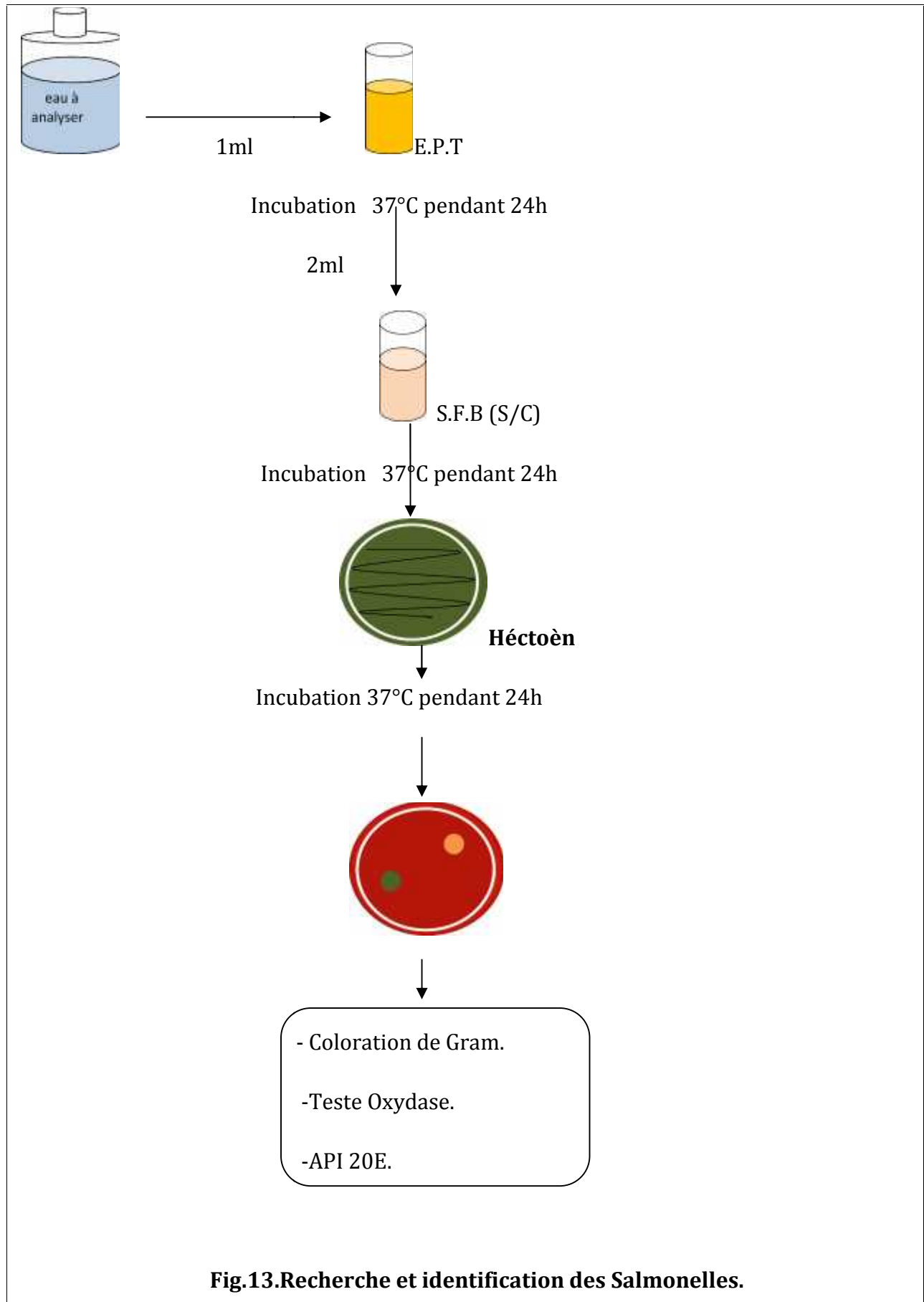
Il est destiné à revivifier les cellules de façon à faciliter la culture dans les bouillons d'enrichissement. Introduire 1ml de l'eau à analyser dans 10ml de milieu eau peptonée tamponnée(EPT). Incuber à 37°C pendant 24 heures.

2 .Enrichissement :

Introduire 2ml de milieu EPT (solution pré-enrichissement) dans 10 ml de S.F.B (Sélénite Cystéine).Incuber à 37°C pendant 24 h.

3. Isolement :

À partir du bouillon d'enrichissement, effectuer des isolements sur le milieu Héctoën et Incuber à 37°C pendant 24h à 48h. (Fig.13).



3.3.4. Recherche de Vibrio cholérique :

Appartenant à la famille des Vibrionaceae, ces bactéries qui se présentent sous forme de Bacilles Gram Négatifs droits ou incurvés (BGN), très mobiles, possédant une oxydase, aéro-anaérobies facultatives, fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S, hautement pathogènes.

- **Principe :**

La recherche et l'identification des Vibrionaceae se divisent en deux étapes : Enrichissement et Isolement.

- **Mode opératoire :**

-Enrichissement :

L'enrichissement s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline, auquel on ajoute aseptiquement 1ml d'eau à analyser .Ce dernier sera par la suite incubé à 37°C pendant 24 heures.

-Isolement

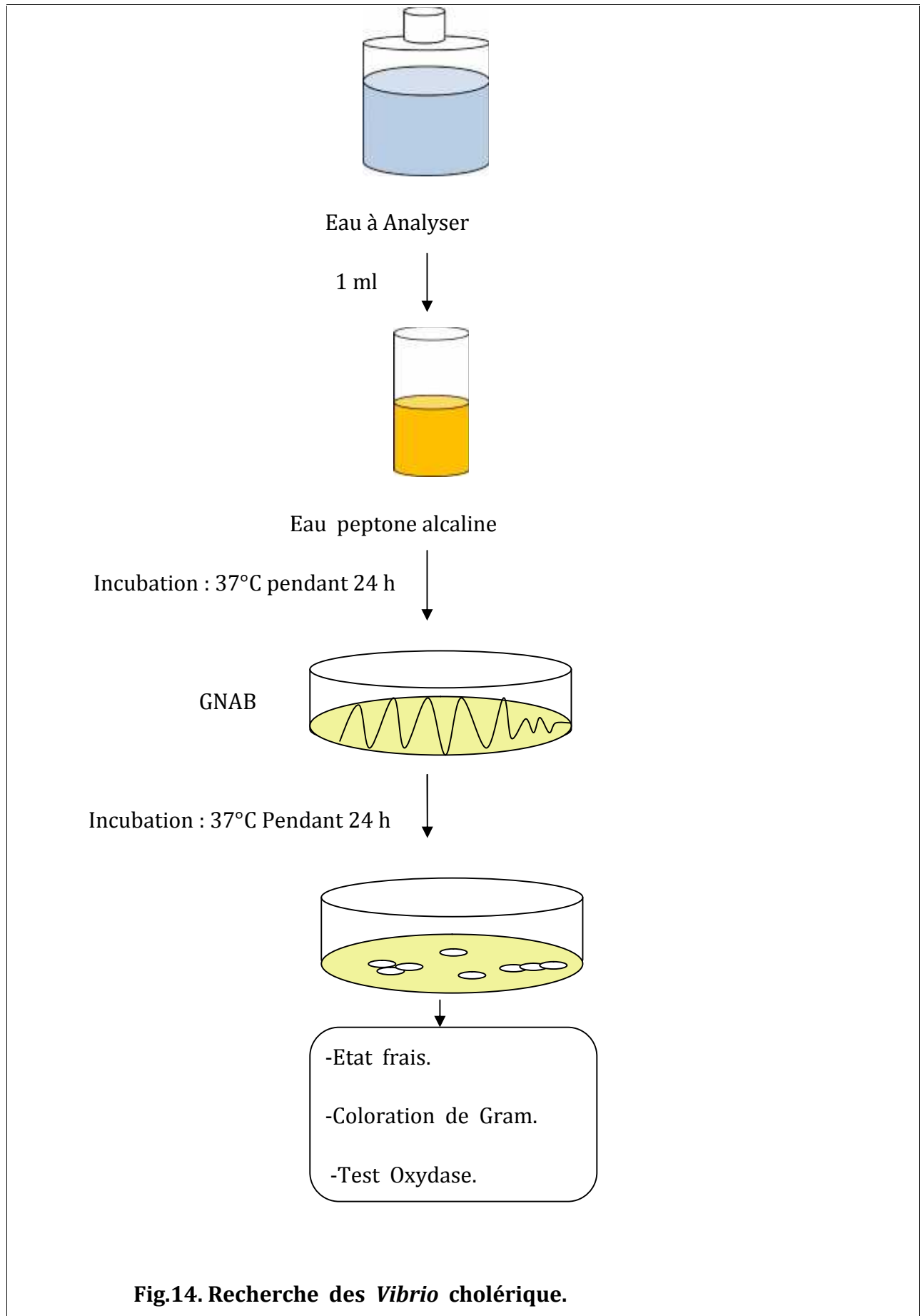
Après incubation, le tube d'EPA fera l'objet d'un isolement sur GNAB qui sera incubé à son tour à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture et Identification:**

La boîte de gélose GNAB subira une lecture en tenant compte du fait que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses, transparentes et très caractéristiques.

Identification morphologique et biochimique basée essentiellement sur :

- Etat frais (bacilles, mobilité).
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).
- Oxydase (+).
- Galerie biochimique classique. (Fig.14).



3.3.5. Les Test Complémentaires :**3.3.5.1. Caractères morphologiques :****• Examen macroscopique :**

L'identification des germes est basée sur l'observation de l'aspect macroscopique des colonies obtenues à partir des différents milieux d'isolement. Nous avons noté pour chaque type des colonies distinctes les caractéristiques suivantes : diamètre, contour, élévation, couleur, surface.

• Examen microscopique à l'état frais :

L'état frais permet d'observer des bactéries vivantes et apporte des renseignements sur la morphologie, le mode de groupement, la mobilité et la quantité approximative de bactéries.

À partir d'une culture sur milieu solide, déposer tout d'abord sur une lame une goutte d'eau distillée stérile. Puis apporter et dissocier dans l'eau un inoculum bactérien.

Recouvrir d'une lamelle, puis protéger la préparation avec de la paraffine ou de la vaseline.

Observer au microscope à l'objectif moyen x 40. Pour mettre en évidence certains détails de structure, utiliser alors l'objectif x 100 à immersion.

• Examen microscopique après coloration de Gram :

La coloration est reliée à la différence de structure chimique des parois cellulaire des bactéries. Le protocole de coloration de Gram selon Dellarras (2007) est le suivant :

- Préparer un frottis d'une culture bactérienne pure.
- Recouvrir le frottis de violet de Gentiane ; laisser agir une minute ; rincer à l'eau distillée.
- Verser du Lugol et le laisser agir pendant une minute ; rincer à l'eau distillée.
- Décolorer à l'alcool à 95%, entre 15 et 30 seconde ; rincer à l'eau distillée.
- Recolorer avec la Fushine pendant 10 à 30 secondes ; rincer à l'eau distillée.
- Sécher au -dessus de la flamme d'un bec benzène.

Avec cette coloration double, les bactéries Grams positifs apparaissent en violet foncé tandis que les bactéries Grams négatifs sont colorées en rose ou en rouge.

3.3.5.2. Caractères enzymatiques :

- **Test de catalase :**

La catalase, a la propriété de décomposer l'eau oxygénée avec dégagement d'oxygène. Sur une lame propre et sèche, déposer une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes et à l'aide d'une pipette pasteur, ajouter l'inoculum. Le dégagement de bulles de gaz signifie que le test est positif.

- **Test d'oxydase :**

La présence de cette enzyme est réalisée par le disque oxydase qui se constitue de l'oxalate diméthyle puruphénylène diamine et qui est incolore à l'état réduit et coloré en rouge à l'état oxydé. Déposer un disque oxydase sur une lame propre, l'humidifier avec deux gouttes d'eau distillées stérile et écraser la colonie testée sur le disque. Les bactéries oxydases positives donnent une coloration violette au disque en quelques minutes.

- **Test de Coagulase :**

Le test de détection consiste à incuber pendant 4heures à 37°C un mélange de plasma oxalate de l'homme et de la souche à tester, de préférence à partir d'une culture en gélose Chapman. Les résultats du test est de voir le coagulum occupe plus de $\frac{3}{4}$ du volume du liquide initial.

- **La recherche de l'enzyme B -galactosidase (Test d'ONPG) :**

Cet enzyme permet de scinder la molécule du lactose après sa pénétration dans la cellule bactérienne en glucose et galactose.

Préparer une suspension dense d'une culture de la bactérie étudiée dans 0.25ml d'eau physiologique, et ajouter un disque ONPG pasteur. Incuber à 37°C pendant 24 heures. Si la couleur du milieu est jaune, le test est positif.

3.3.5.3. Caractères biochimiques :

a .La Galerie Classique :

L'identification et la classification des espèces, est basée sur l'étude des caractères qui sont résumées dans le tableau ci-dessous. (Tab.03).

Tab.03.les caractères biochimiques de la Galerie Classique :

Milieu	Technique d'ensemencement	Caractères recherchés	La lecture
TSI (Tri-Sugar-Iron)	- Ensemencer le milieu à l'aide d'une anse stérile par des stries longitudinales au niveau de la pente et par une piqûre centrale dans le culot. Incuber les tubes ensemencés à 37°C pendant 24 heures.	Fermentation du : Glucose,Lactose, Saccharose. -Production de : Gaz et H ₂ S.	-Virage de la couleur vers le jaune : Glucose, Lactose, Saccharose sont positifs (+). -Formation de tache noire (H ₂ S ⁺). -Bulles de Gaz dans le culot (Gaz ⁺).
Mannitol Mobilité	-Le milieu est ensemencé par piqûre centrale unique. -Incuber pendant 24 heures à température optimale.	-Mannitol. -Mobilité.	-Apparition de couleur jaune : mannitol positif. - le milieu reste rouge : mannitol(-). -Formation d'un autour de la piqûre : les Bactéries sont mobiles.
Urée Indole	-Ensemencer une anse de platine de germes dans le milieu. -Incuber à l'étuve à 37°C pendant 24 h.	-L'uréase. -Formation d'indole. - La tryptophane désaminase (TDA).	-Virage de couleur au rouge violacé ou rose : Uréase positif(+). -Apparition d'un anneau rouge ou rose : Indole positif(+).

	<p>-Ajouter le réactif de kovacks (Test d'indole).</p> <p>-Ajouter 2 à 3 gouttes du réactif de TDA.</p>		<p>-Obtention d'un précipité brun foncé :TDA positif(+).</p>
Clark et lubs	<p>-Ensemencer largement.</p> <p>-Incuber à 37°pendant 24 heures.</p> <p>-Ajouter 2 à 3 gouttes de VP1 et VP2 (Test VP).</p> <p>-Ajoute 2 à 3 gouttes de méthyle (Test RM).</p>	<p>-Formation d'acétone : réaction de voges proskauer (VP).</p> <p>-Formation d'acide acétique et formique : réaction au rouge de méthyle (RM).</p>	<p>-Le milieu devient : Rouge (VP+) /Jaune (VP-).</p> <p>-Le milieu devient : Rouge (RM+) / Jaune (RM-).</p>
Citrate de Simmons	<p>-Ensemencer le milieu citrate de Simmons par des stries longitudinales de bas en haut.</p> <p>-Incuber à 37°C pendant 24 heures.</p>	<p>-utilisation du citrate comme seule source de carbone par la bactérie qui possède l'enzyme citrate perméase, en provoquant l'alcalinisation du milieu utilisé.</p>	<p>-Virage de l'indicateur de pH au bleu (PH alcalin).</p>
Bouillon de Nitrate	<p>-Ensemencer le milieu et Incuber à 37C° Pd 24h.</p> <p>-Ajouter 3 gouttes de réactif NR1 et NR2.</p>	<p>-Nitrate réductase</p>	<p>-le milieu devient : rose ou rouge : nitrate réductase(+)/Incolore : nitrate réductase(-).</p>

b. La galerie API

La Galerie API est formée de 20 microtubes, permettant de réaliser 23 tests biochimiques. Chaque tubule contient un substrat différent sur lequel le micro-organisme recherché va réagir. Ils sont remplis d'une suspension bactérienne calibrée (de densité différente selon la galerie).

- **Le mode opératoire:**

Préparation de la galerie :

- Mettre de l'eau distillée sur le fond de la boîte (partie alvéolée), toutes les alvéoles doivent être remplies, éliminer l'excès d'eau en renversant la boîte au dessus de l'évier.
- Placer la galerie sur le fond de la boîte elle doit être manipulée avec la pince.
- Recouvrir la boîte avec son couvercle.

Préparation de l'inoculum :

- Réaliser une suspension de la souche à étudier.

La suspension doit avoir une densité suffisante (1 colonie dans 5 ml).

- Prélèvement d'une souche pure.

Ensemencement de la galerie API :

- Introduire la suspension bactérienne dans chaque tube à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, pointe appuyée à l'intérieur et sur le côté pour éviter la formation des bulles.

Mode de remplissage :

Les substrats dont le sigle est encadré, la cupule doit aussi être remplie de manière à créer un ménisque. Les substrats dont le sigle est souligné, la cupule doit être remplie d'huile de paraffine soit pour créer l'anaérobiose (absence d'oxygène).

Les creux du support de la galerie doivent être remplis d'eau pour former une chambre humide, puis la galerie est posée dans le support et le couvercle par dessus. L'ensemble est incubé à une température adaptée pendant 24 à 48h.

Lecture de l'API :

La lecture des galeries se fait par détermination d'un code, ceci est représenté par la somme des tests positifs pour chaque série.

La lecture se fait soit avec un catalogue analytique, soit avec un logiciel d'identification.

4. Analyses physico-chimiques :

Certains paramètres ont été analysés *in situ* à l'aide de différents instruments de mesure spécifiques, alors que d'autres ont été analysés au laboratoire. (Tab.08).

Tab.08. Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimique :

Paramètres		Méthodes d'analyse
Mesures <i>in situ</i>	Température	-Sa mesure se fait directement dans le terrain grâce à un multi-paramètre.
	Potentiel hydrogène « pH »	-Sa mesure était réalisée à l'aide d'un pH - mètres.
	Conductivité	-Sa mesure se fait directement dans le terrain grâce à un multi-paramètre
mesures au laboratoire	Turbidité	-Elle se détermine à l'aide d'un turbidimètre (Annexe.05.2).
	Taux des sels dissous	-sa mesure se fait dans le laboratoire à l'aide d'un TDS mètre. (Annexe.05.3).
	Résidus secs à 105	- (Annexe.05.4).
	Ammonium	-Il est mesuré par un spectrophotomètre à environ 655nm. (Annexe.05.5).
	Nitrite et Ortho-phosphate	-Méthode colorimétrique. (Annexe.05.6.8).
	Nitrate	- Méthode au salicylate de sodium. (Annexe.05.7).
	DBO ₅ et DCO	-Méthode manométrique. (Annexe.05.9.10).
	Magnésium et Calcium	- Titrage molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'EDTA à pH10. (Annexe.05.11).
	Bicarbonate	-Méthode titrimétrique. (Annexe.05.12).
	Sulfates	-Spectrophotomètre UV Visible. (Annexe.05.13).
	Chlorure	- Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement (Annexe.05.14).
Dureté totale	-Méthode titrimétrie à l'EDTA. (Annexe.05.15).	

Les résultats des analyses bactériologiques et physicochimiques des échantillons d'eau prélevés durant les deux mois de Mars et Avril, et que nous avons obtenus, sont résumés par des tableaux et des différents diagrammes suivis d'une interprétation.

1. Résultats des analyses bactériologiques:

1.1. Résultats des dénombrements des microorganismes revivifiables:

Le résultat des dénombrements des germes totaux à 22°C et à 37°C est compris entre 300 et plus de 30000 germes /100ml d'eau. Il est important de signaler que le nombre élevé des germes totaux est enregistré durant le mois de Mars, et il diminue au mois d'Avril. (Fig.15).

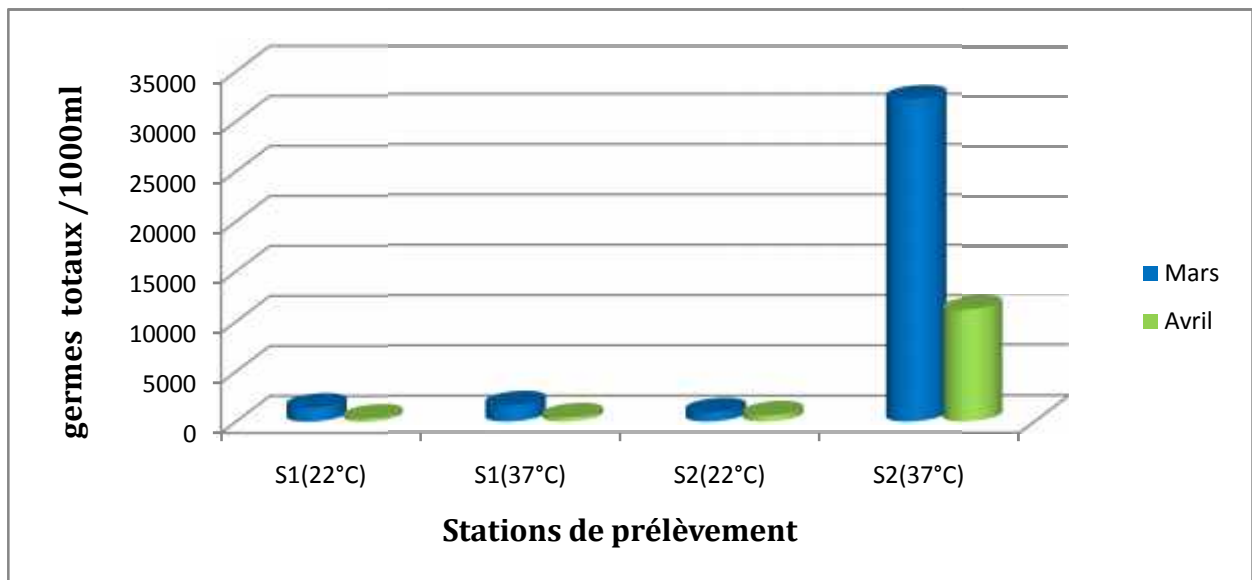


Fig.15. Evaluation des germes totaux à 22°C et à 37°C.

1.2. Résultats de recherche et dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale :

1.2.1. Les coliformes Totaux :

D'après le graphe des coliformes totaux, on note que le nombre minimal des germes est obtenu au niveau du (S1) (2500 CT/ml) pendant le mois d'Avril et la valeur maximale est rencontrée au niveau du (S1) (110000CT/ml) durant le mois de Mars. Cette diminution bactérienne est expliquée par le ruissellement des eaux par les pluies. (Fig.16).

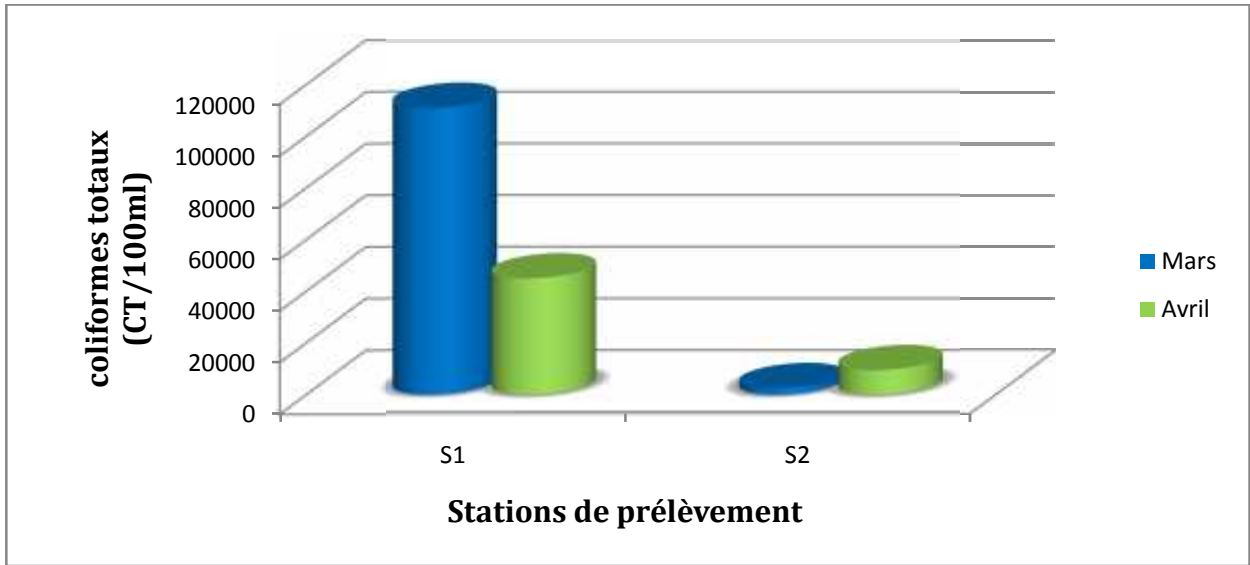


Fig.16.variation des coliformes totaux en fonction des stations .

1.2.2. Les coliformes fécaux :

Le nombre de coliformes fécaux varie entre 300 CT/ml et 1400 CT/ml qui représentent une valeur maximale enregistré dans la station (S2) et ceci durant le mois d'Avril à cause d'une pollution fécale, tandis que la valeur minimale a été obtenue au niveau de la station (S1) durant le mois de Mars. (Fig.17).

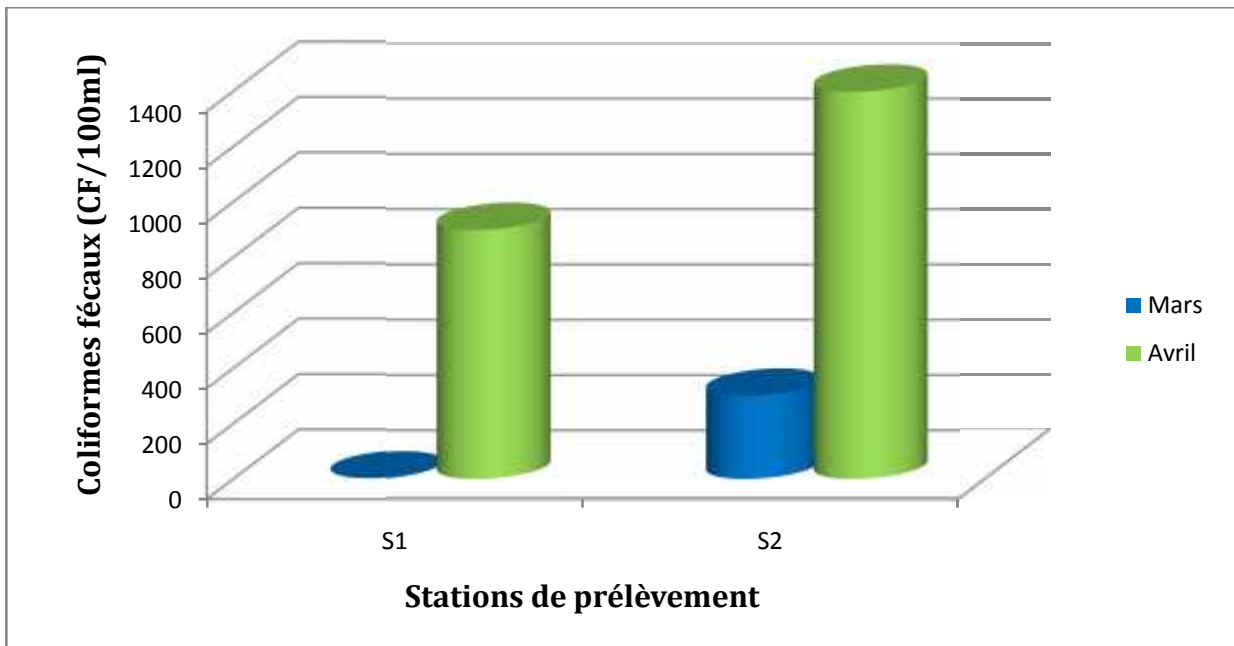


Fig.17.variation des coliformes fécaux en fonction des stations .

1.2.3. Les streptocoques :

Les résultats des analyses des eaux de notre site montrent que la présence de germes du genre Streptocoque fécaux est très élevé pendant le mois de Mars (8000 ST/ml) par rapport au mois d'Avril (700 ST/ml). Leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau d'origine animale. (Fig.18).

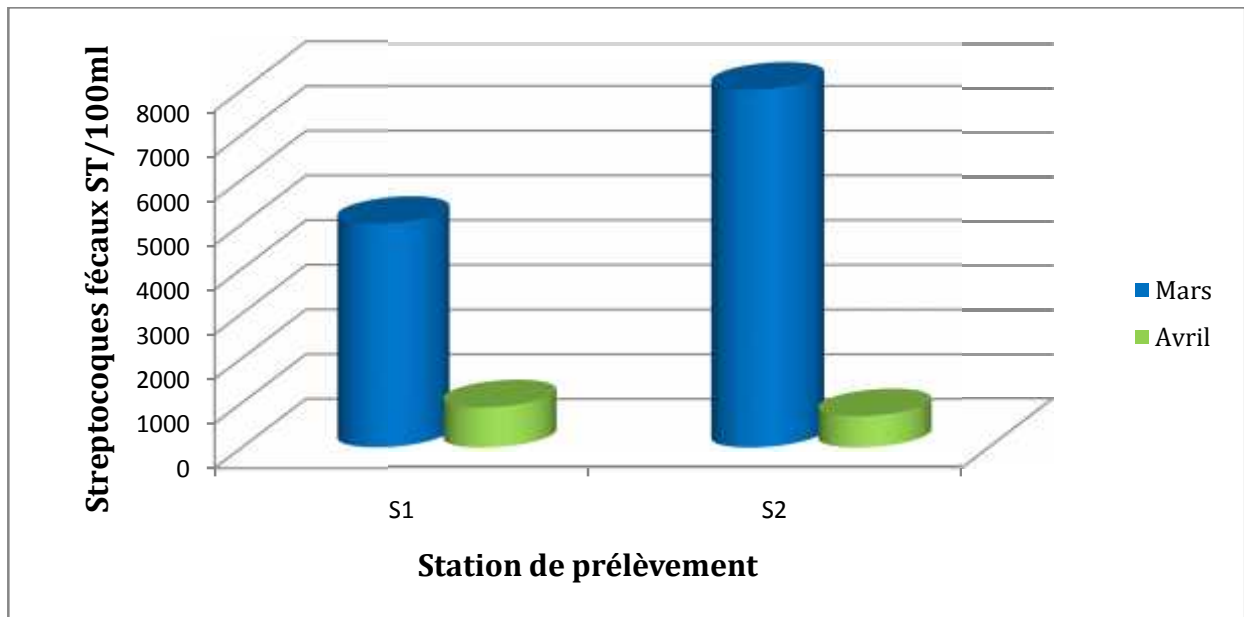


Fig.18. variation des streptocoques en fonction des stations

1.2.4. Les bactéries anaérobies sulfite-réductrices « ASR » :

Tab.05.Résultat de la recherche des ASR :

	Station 1	Station 2
Mars	0	0
Avril	1	Indénombrable

Au mois de Mars les résultats de la recherche des ASR étaient nuls. Par contre au mois d'Avril et au niveau de la station (S2) les tests étaient positifs. Ces résultats indiquent une contamination ancienne du site d'étude. Il est à noter que les résultats du mois d'avril ont été biaisés par une erreur de manipulation. (Fig.19).

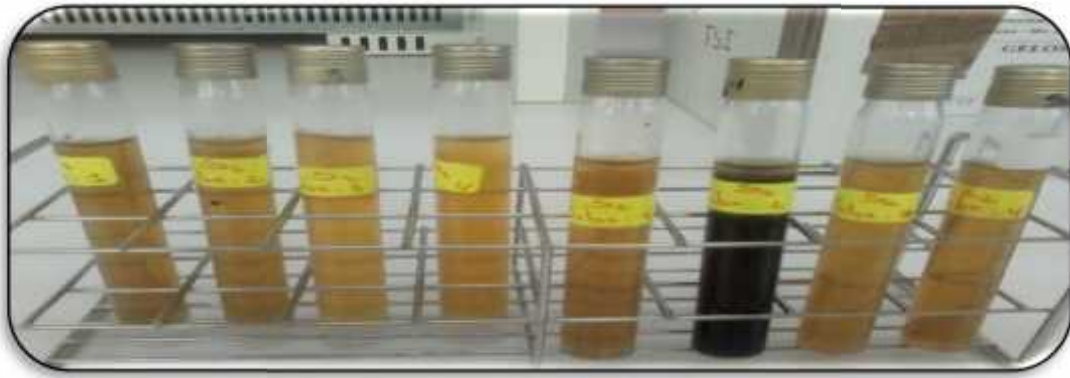


Fig.19. Résultats des spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices.

1.3. Résultats de recherche des bactéries pathogènes :

1.3.1. Identification des souches bactériennes

Tab.06. Caractères morphologiques et coloration du Gram des colonies bactériennes isolées de l'eau de Gareat Chichaya :

<i>culture</i>	<i>Observation macroscopique des colonies</i>	<i>Observation microscopique des colonies</i>
Chapman	-Petites, bombés, lisses, 1-2 mm de diamètres, irrégulières, jaunâtres. (Fig.20).	-Cocci groupées en grappe de raisin, Gram positif.
GNAB	-petites, bombés, lisses, 1mm de diamètre, régulières, blanchâtres. (Fig.22).	-bacille isolés, droites ou incurvés, Gram négatif. -coccobacille Gram négatif.
Cétrimide	Culture négatif.	Culture négatif.
Héctoën	-petites colonies, régulières, lisses, 1-3mm de diamètre, vertes foncés. (Fig.24). -petites colonies ,2 mm de diamètre, bombées, brunâtres. -colonies rondes, 3mm de diamètre, bombées, muqueuses, jaunes (lactose est positif).	-bacilles Gram négatif. (Fig.25). -coccobacille Gram négatif.
Mac Conkey	-petites colonies, 1mm de diamètre, régulières, lisses, transparent. -colonies crémeuses, de couleur grise. (Fig.26).	-cocci Gram positif. -bacilles Gram négatif. (Fig.27).
Salmonella-Shigella (S-S)	-Colonies rondes, lisses, régulières, de 2 à 3mm de diamètre, rouges. (Fig.28).	-coccobacille Gram négatif. (Fig.29).
Gélose nutritif(GN)	-colonies rondes, régulières, de 2 à 3mm de diamètre, brillantes. (Fig.30).	-bacilles Gram négatif. (Fig.31).



Fig.20.Aspect des colonies jaune sur Chapman.



Fig.21. : Aspect des *Cocci* Gram positif.



Fig.22.Aspect des colonies blanches sur GNAB.

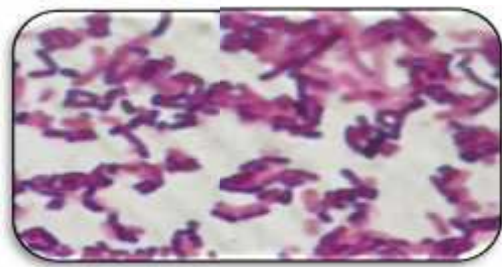


Fig. 23. Aspect des bacilles Gram négatif.



Fig.24.Aspect des colonies vertes sur Héctoën.



Fig.25.Aspect des bacilles Gram négatif.



Fig.26.Aspect des colonies grises sur Mac Conkey.

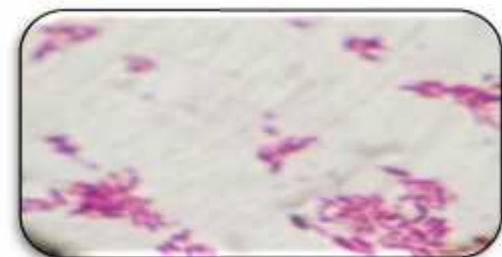


Fig.27.Aspect des bacilles Gram négatif.

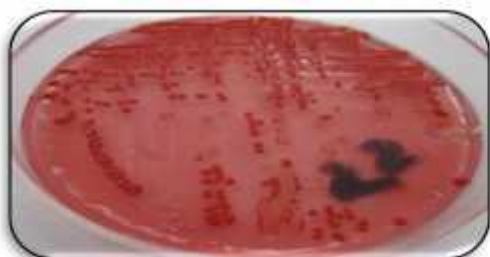


Fig.28.Aspect des colonies rouges sur S-S.

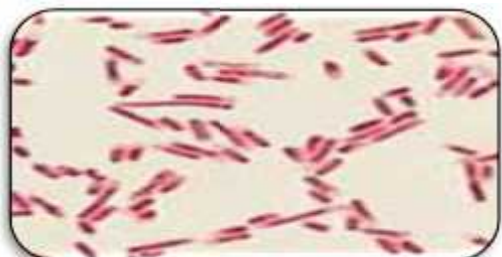


Fig.29.Aspect des Coccobacilles Gram négatif.



Fig.30.Aspect des colonies brillantes sur GN.

Fig.31.Aspect des bacilles Gram négatif.

1.3.2. Résultats de l'identification biochimique :

Les tests biochimiques réalisés ont permis l'identification des bactéries suivantes :

Tab.07.Résultats et identification biochimique par la galerie classique.

		Souche 1	Souche 2	Souche 3	Souche 4
TSI	Glucose	+	+	+	+
	Saccharose	+	+	-	+
	Lactose	+	+	-	+
	H₂S	-	-	-	-
	Gaz	+	+	-	+
Mannitol	Mannitol	+	+	+	+
Mobilité	Mobilité	+	+	-	+
Urée Indole	Uréase	-	+	-	-
	Indole	+	+	-	+
	TDA	-	-	-	+
Clark et Lubs	VP	-	-	-	+
	RM	+	+	+	-
Citrate de Simouns		-	+	-	-
Bouillon de nitrate		+	/	+	-
ONPG		+	+	-	-
Oxydase		+	-	-	+
	Bactérie	<i>E. coli</i>	<i>Citrobacter intermedius</i>	<i>Shigella</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>



Shigella



Vibrio alginolyticus

Fig.32. Résultats de quelques espèces isolées par la galerie classique.

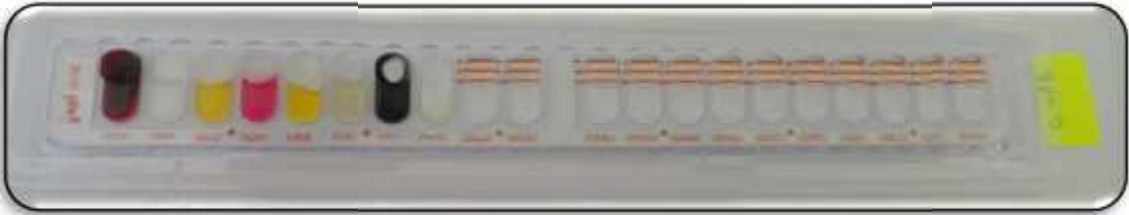
Tab.08. Résultats et identification biochimique par la galerie API :

API	Milieux	Espèces bactériennes isolées
API Staph	Chapman	- <i>Staphylococcus aureus</i>
API 20NE	GNAB	- <i>Vibrio vulnificus</i>
API20E	Hectoèn	- <i>Aeromonas hydrophila</i> - <i>Klebsiella pneumoniae</i> - <i>Citrobacter farmeri</i>
	Mac Conkey	- <i>Citrobacter freundii</i> - <i>Pantoea ssp4</i>

À partir des deux points de prélèvement des eaux de Garaet Chichaya, nous avons isolé des bactéries qui appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae et d'autres bactéries non Entérobactéries.



Staphylococcus aureus



Vibrio vulnificus



Citrobacter farmeri



Aeromonas hydrophila



Klebsiella pneumoniae



Citrobacter freundii



Pantoea ssp4

Fig.33. Résultats d'identifications biochimiques par la galerie API.

2. Résultats des analyses physico-chimiques :

2.1. Mesure *in situ* :

2.1.1. La température :

Les valeurs de la température mesurées dans les deux stations sont représentées dans la figure (Fig.34).

Dans notre zone d'étude, les valeurs de la température se varient entre 12,2°C (S1) pendant le mois de Mars et 20,5°C (S1) durant le mois d'Avril. Ces variations de Température suivent celles du climat de la région. Ces résultats des eaux de Garaet Chichaya appartiennent donc à la classe normale à bonne (<20°C-22°C) d'après la Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température. (Annexe. 4.6).

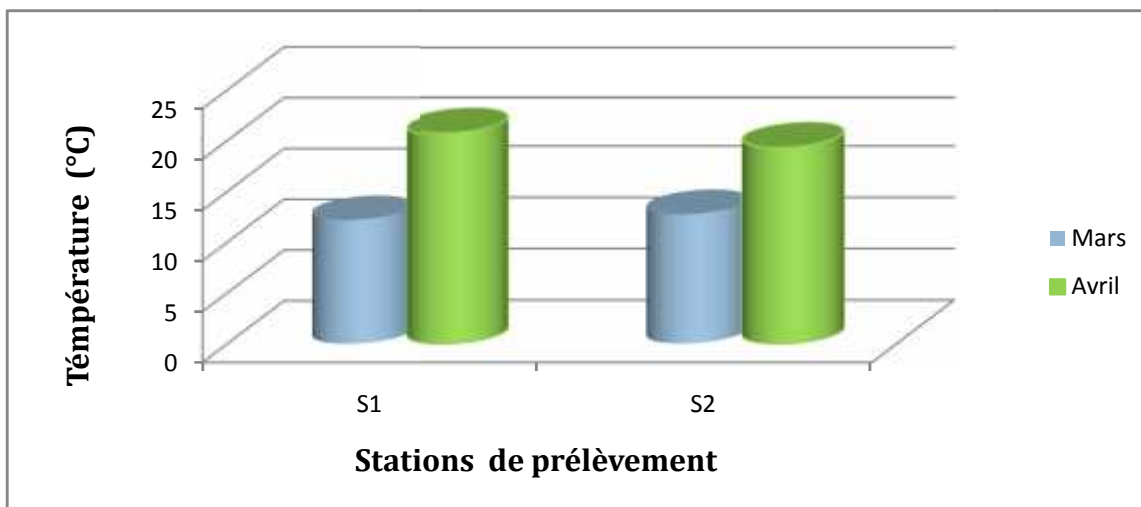


Fig.34. Variation de la température en fonction des stations.

2.1.2. Potentiel hydrogène pH :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre dans les deux stations de Garaet Chichaya. En effet, Le pH varie entre 6,58 la station S1 (Mars) et 7,5 la station S2(Avril). Cette gamme de pH est favorable à la vie aquatique. (Fig.35.).

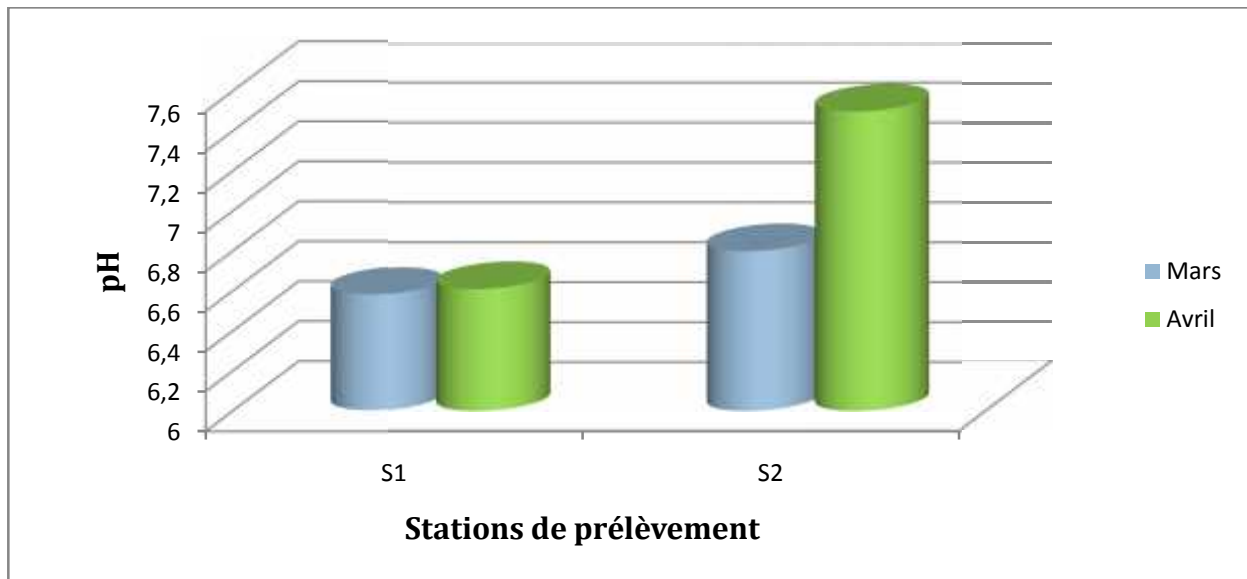


Fig.35.Variation du pH en fonction des stations.

2.1.3. Conductivité électrique :

La mesure de la conductivité aide à apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau. La valeur maximale est enregistrée pendant le mois d'Avril (360 $\mu S/cm$) au niveau de la station S1 et la valeur minimale est enregistrée pendant le mois de Mars (177,5 $\mu S/cm$) au niveau de la station S2.

On peut donc déduire qu'en général, les eaux de notre site d'étude sont moyennement minéralisées. Ces valeurs sont probablement liées à l'origine du sol de cette région. (Fig.36).

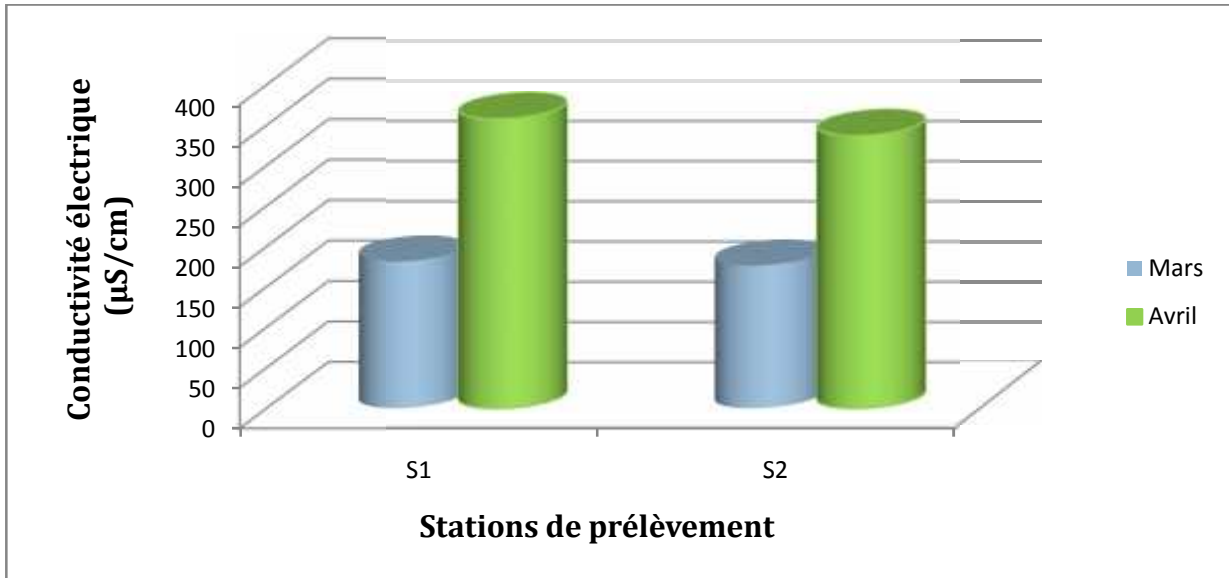


Fig.36. Variation de la conductivité électrique en fonction des stations.

2.2. Mesure au laboratoire :

2.2.1. La Turbidité :

La turbidité moyenne des eaux de notre site tourne autour de 6.19 NTU. Donc ces eaux sont légèrement troubles ($5 < NTU < 30$) d'après l'Agence nationale des ressources hydrique. Durant le mois d'Avril la turbidité est faible par rapport au mois de Mars où l'apport de fines particules par les eaux de ruissellement augmente la turbidité de l'eau. (Fig.37).

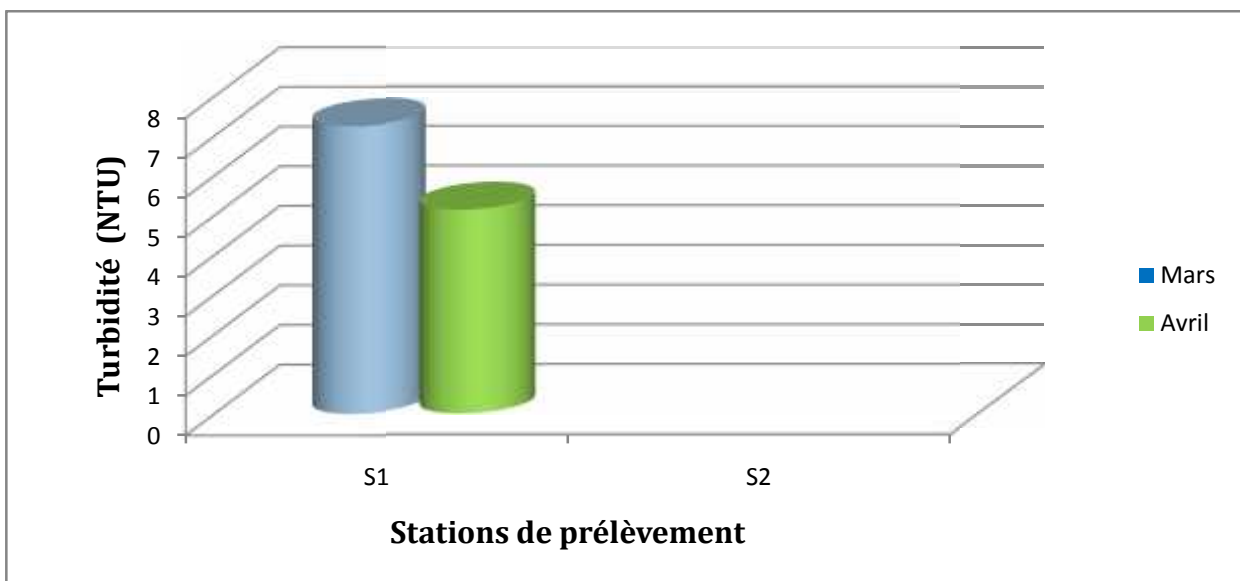


Fig.37. : Variation de la turbidité en fonctions des stations.

2.2.2. Résidus Secs à 105°C :

Le taux de résidus secs est plus élevé à la station (S2), la faible profondeur de l'eau et l'abondance de végétation dans cette station expliquent ces résultats. Les normes algériennes fixent une teneur maximale de 2000 mg/l, ce qui classe les eaux de Garaet Chichaya comme des eaux de bonne qualité par rapport à ce paramètre. (Fig.38).

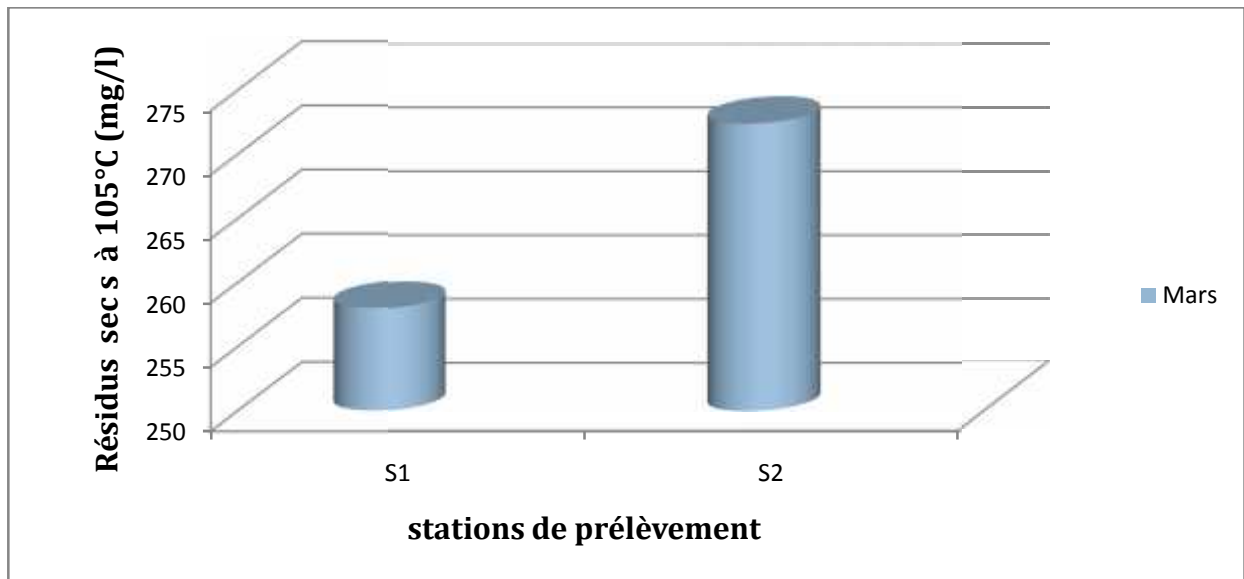


Fig.38.Variation de Résidus Secs en fonction des stations.

2.2.3. Le taux des sels dessous (TDS) :

La mesure de TDS permet de déterminer la qualité totale de sels minéraux dissous dans l'eau. Le taux des sels dessous mesurés se varie entre 85mg/l au niveau de la station S2 et 111mg/l au niveau de la station S1, ce qui indique que les eaux de Garaet Chichaya sont faiblement minéralisées. (Fig39).

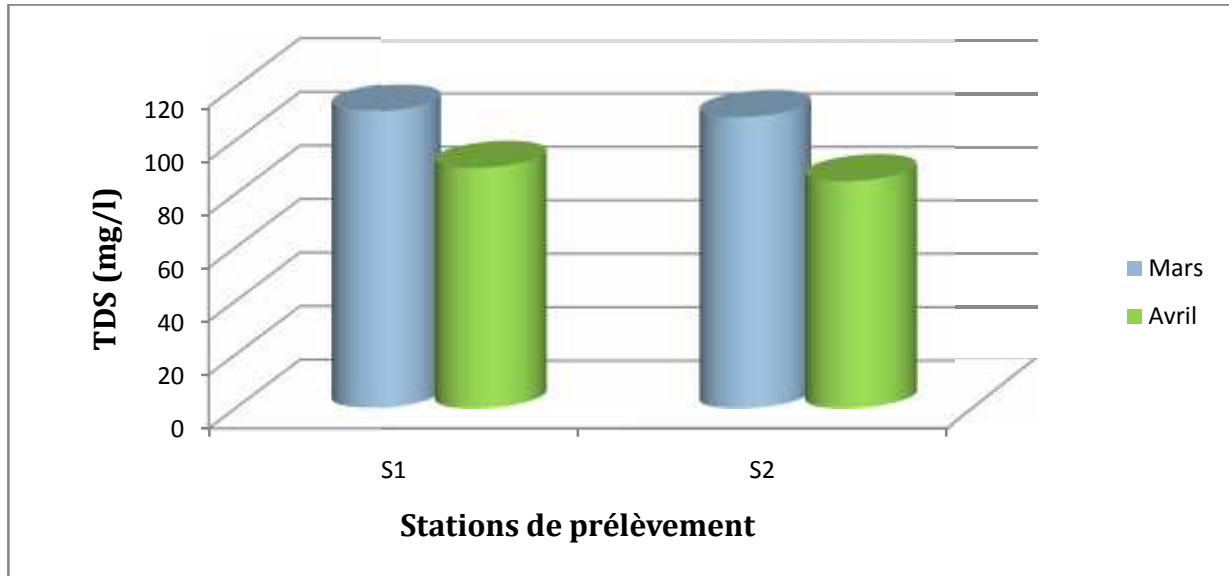


Fig.39.Variation de TDS en fonction des stations.

2.2.4. Paramètres de pollutions :

2.2.4.1. L'Ammonium, Nitrites, Nitrates, l'Orthophosphates :

La concentration de l'Ammonium est très élevée d'après la Grille de qualité des eaux en Azote ammoniacal NH_4^+ ($0.1 < \text{NH}_4^+ < 3$) dans les deux stations durant le mois d'avril. Ces résultats impliquent une contamination récente par les matières organiques en décomposition, et les eaux peuvent se charger en ion ammonium par réduction des nitrates sous l'action des bactéries.

Pour l'Ortho-phosphates la norme requise pour les eaux potables en Algérie est de (0.5mg/l), nous avons enregistré une valeur maximale de 0,4 mg/l ce qui ne représente pas de danger pour la consommation de cette eau. Mais en ce réfèrent a l'échelle de Carlson pour classer les eaux de surface en eau oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe, il s'avère que les eaux de Garaet Chichaya sont fortement eutrophe. (Annexe.4.13) .Les valeurs des autres cations ne dépassent pas les normes algériennes : nitrate ($< 10\text{mg/l}$), le nitrite ($0.1 < \text{NO}_2^- < 0.3$). (Fig.40).

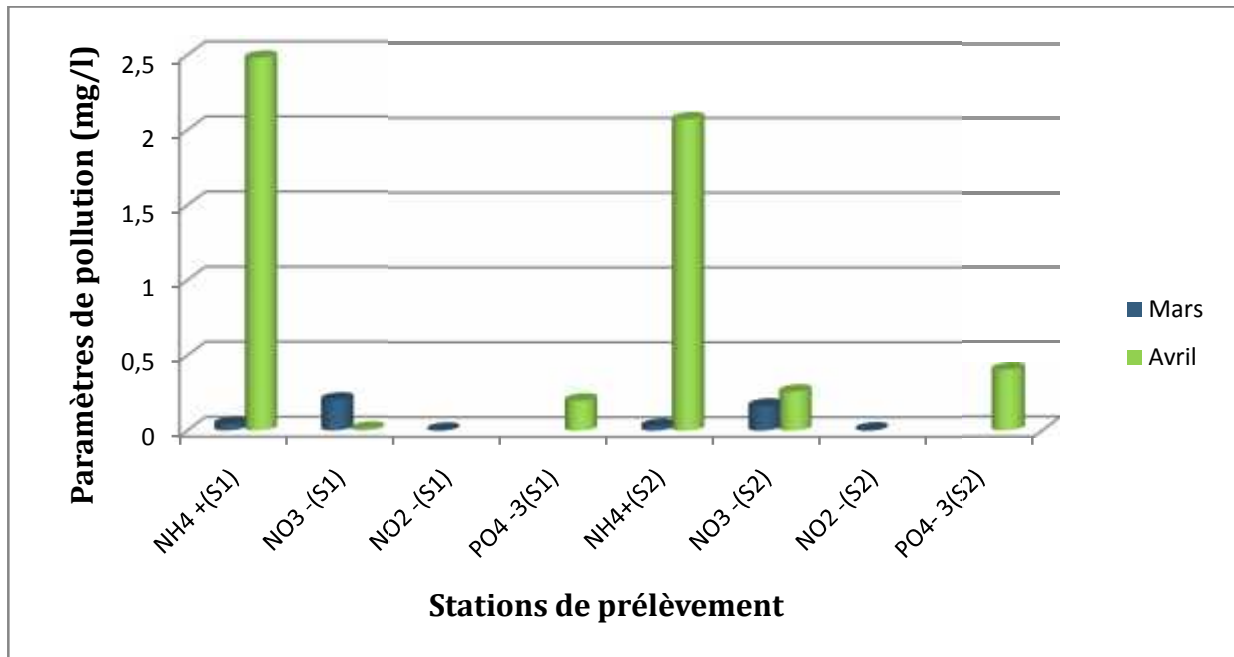


Fig.40. : Variation des Paramètres de pollution en fonction des stations.

2.2.4.2. Demande biochimique en Oxygène et Demande chimique en Oxygène:

Les teneurs en DCO et DBO₅ enregistrées au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 120 mg/lO₂ (S1) dans le mois d'Avril et 28,41 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 et les valeurs de la DBO₅ indiquent une contamination microbologique (Fig.41).

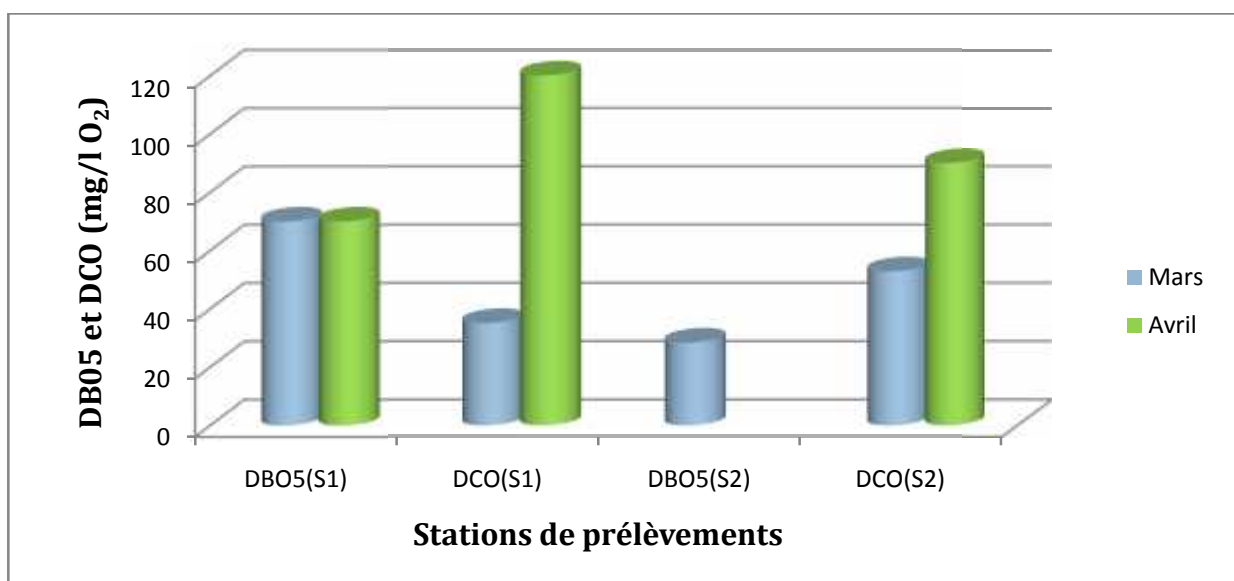


Fig.41.Variation des DBO₅ et DCO en fonction des stations.

2.2.5. Les cations « calcium et Magnésium » :

Le dosage chimique des ions des échantillons d'eau de la Garaet Chichaya, montre que le cation dominant est le Calcium (Fig.42). Les concentrations sont de 14,89 mg/l dans les deux stations (S1, S2) au cours du mois de Mars, avec un minimum de 12,5 mg/l dans la Station (S2) durant le mois d'Avril.

Pour le Magnésium, les valeurs varient entre 8,93 mg/l dans la S2 (Mars) et 7mg/l dans la S1(Avril).

Le calcium et le magnésium mesuré, sont dans les limites des normes algériennes de potabilité (200mg Ca⁺⁺/l et 150mg Mg⁺⁺). Ces teneurs varient essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

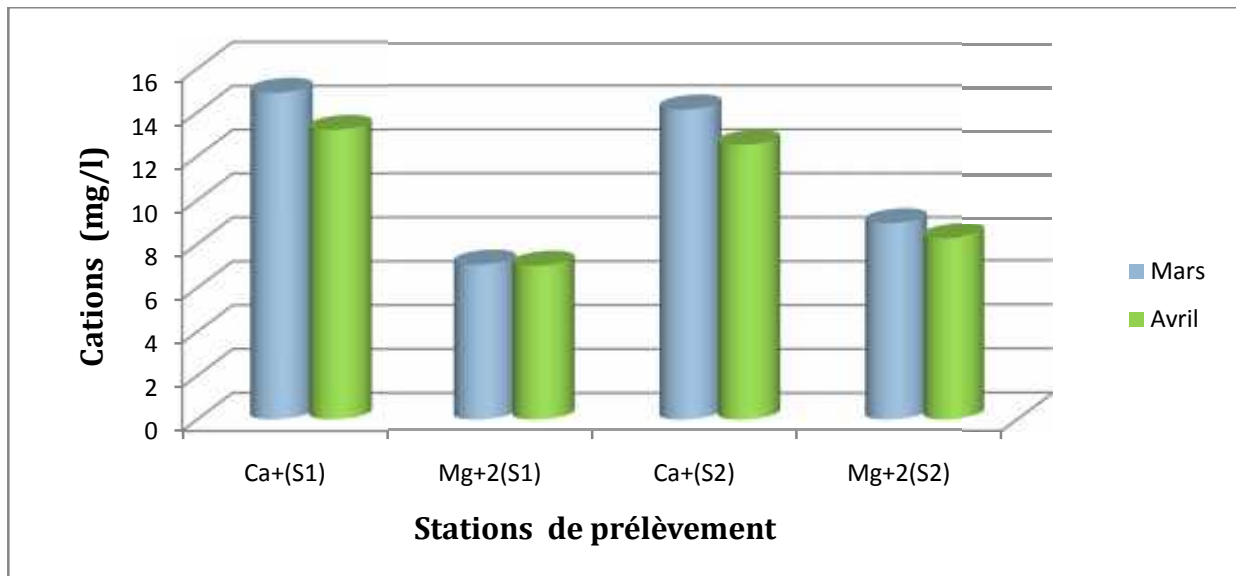


Fig.42. Variation des Cations en fonction des stations.

2.2.6. Les anions « chlorures, les sulfates et bicarbonates » :

Parmi les anions dominants, les chlorures occupent la première place, suivis par les bicarbonates, et les sulfates qui sont moins dominants que les deux anions précédents. On n'observe pas de grandes variations à travers la saison et les stations, donc les valeurs des anions mesurées restent relativement stables. (Fig.43)

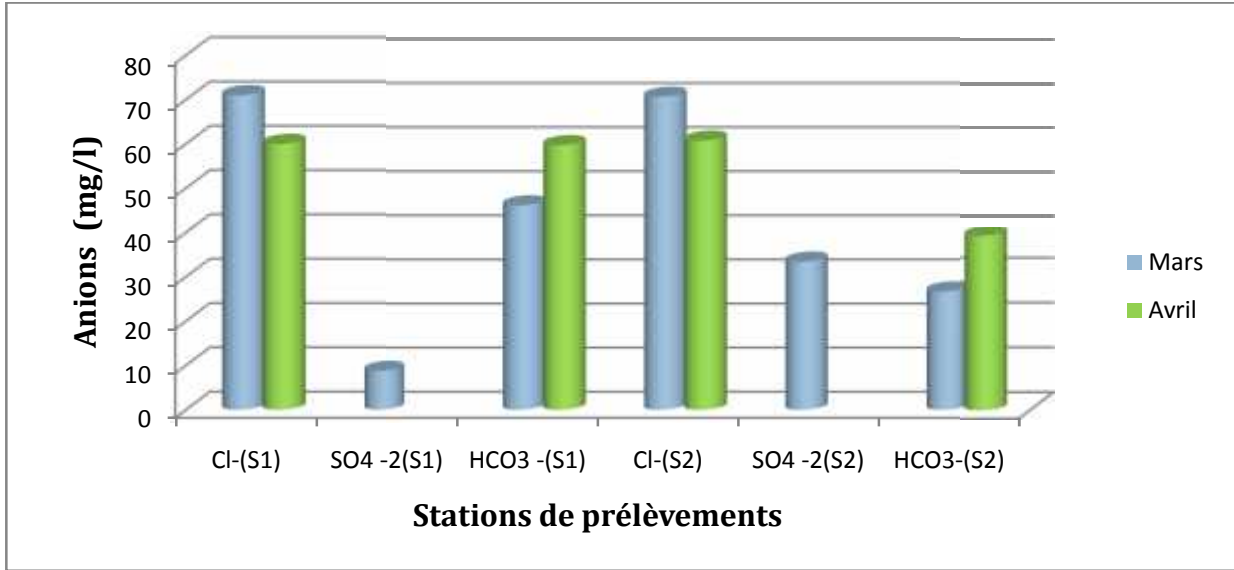


Fig.43.Variation des anions en fonction des stations.

2.2.7. La dureté totale :

La valeur maximale enregistrée était à la station (S2) avec plus de 320 mg/l CaCO_3 , ce chiffre reste inférieur aux normes algériennes qui sont de (500mg/l CaCO_3). (Fig.44).

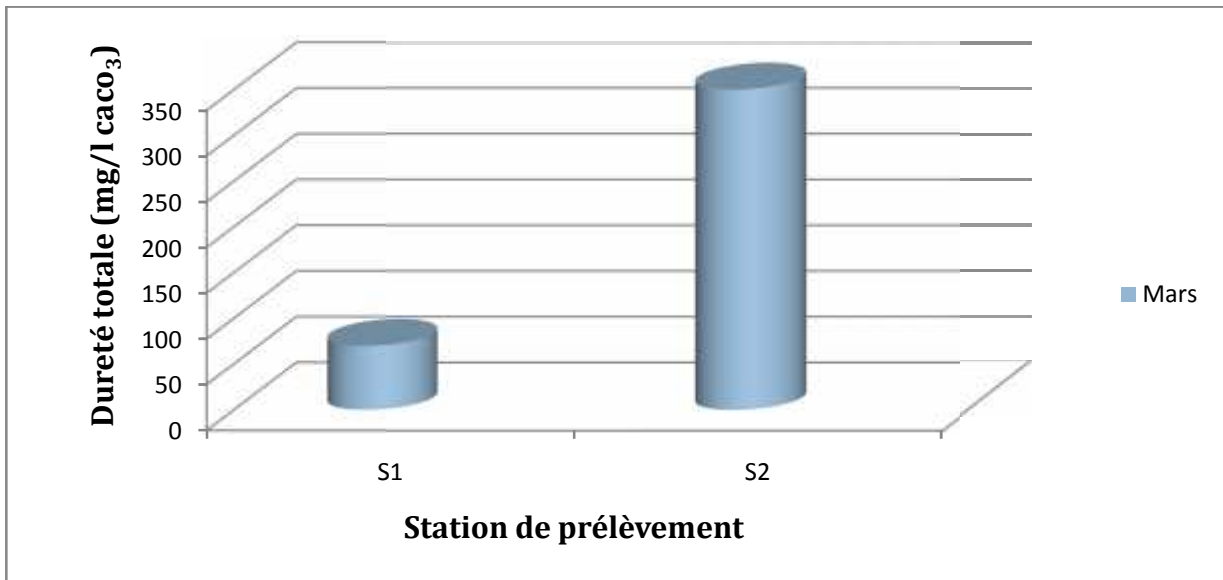


Fig.44. variation de la dureté totale en fonction des stations.

Conclusion :

Le risque de contamination des eaux de surface est un problème environnemental croissant.

L'eau douce renouvelable mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines. L'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides, et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs.

Dans notre étude, l'ensemble des paramètres étudiés a révélé que l'eau de Garaet Chichaya est exposé à une forte charge de bactéries indicatrices de contamination fécales (Coliformes, Streptocoques), ainsi qu'à une grande variété de germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Shigella*,) causé par les matières fécales animales.

Pour les paramètres physicochimiques, les concentrations en Ammonium sont très élevées au mois d'Avril dans les deux stations situées près des terrains agricoles, les concentrations de l'orthophosphate sont aussi alarmantes car elles situent les eaux de notre site d'étude dans la classe des lacs eutrophes, ce qui à terme peut causer des dommages irrémediables à ce lac et le condamner à disparaître.

À la lumière des résultats obtenus, il convient de tirer l'alarme sur cette menace sérieuse pour les écosystèmes aquatiques qui est l'eutrophisation, et nous recommandons fortement qu'une campagne de sensibilisation soit menée au près des riverains, en vue de les faire participer à la protection active de ce patrimoine en instaurant une utilisation rationnelle des engrais chimiques.

Références bibliographiques :

- **Aberkane M et al. (2011).***Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un écosystème lacustre cas de Garaet Hadj Taha, Skikda .P27.*
- Abouzaid H. (1988).**Techniques d'évaluation de la qualité bactériologie des eaux. ONEP-Rabat. P:81-82.
- Ahmed Behalil S. (2012).***Contribution à l'étude bactériologique de l'eau des plages de la région de Skikda .Mémoire de Master .P :26.*
- **Ahonon A. (2011).***Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo cas du canton de lavie. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master international. Université de Lome.p18.*
- Alain A et Roger k. (2004).**Hydrologie des écosystèmes marins paramètres et analyse .Edition IFMER .P :59-119-137.
- **Amiour A. (2005).***Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda. Mémoire de Magistère .Université Mentouri Constantine .p :27-31- 32.*
- **Amor A. (2009).***Etude physico-chimique et Bactériologique des eaux d'un lac artificiel : Cas du barrage de Zit-Emba (Wilaya de Skikda). Mémoire de Magistère. Université de 08 Mai 1945 Guelma : 1-2.*
- **Anonyme. (2005).**Qualité physico-chimique des eaux de surface : Cadre général. Institut Bruxelles pour la gestion de l'Environnement/Observation des données de l'environnement .P :1-3.
- **Anonyme. (2006).** Les bactéries pathogènes d'origine hydrique : micro-organismes préoccupant courantes et émergent .Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique. P:7.
- **Anonyme. (2011).**Méthode d'analyse. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec .P :5.

- Atoussi S. (2008).***Eco-éthologie des canards plongeurs hivernants à la Garaet Hadj- tahar. éco-complexe de Guerbès-Sanhadja. Skikda. Nord Est Algérien.* Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945 Guelma. P : 6.
- Bagnouls et Gausсен. (1957).**Les climats biologique et leurs classifications. P : 355-193-220.
- Bazine N et Bourenane A. (2011).** Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'Oued Messida (Parc National d'El Kala, W.d'El Tarf). Mémoire de Master. Université de 08 Mai 1945 Guelma. P : 55.
- Bengati S. W Boudraa. F Djamaa. (2011).***Contribution à l'étude de la Qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des plages de la Ville d'Annaba.* Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en biologie. Université de 08 Mai 1945 Guelma. P : 30-31.
- Boumezbeur A. (2001).**Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar .Direction de la Flor et de la faune : 1-4.
- Belouahem A D., Belouahem F., Bélair G. (2009).**Biodiversité Floristique et Vulnérabilité des Aulnaies Glutineuses de la Numidie Algérienne (N.E Algérien).P : 336.
- Dellarras C. (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse on de contrôle sanitaire. Edition TEC et DOC, l'Avoir, P 357.
- Dellarras C. (2002).**Surveillance Sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation-prélèvement - analyse. Edition TEC et DOC P : 89.
- Dellarras C. (2008).**Surveillance Sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation-prélèvement - analyse. Edition TEC et DOC. P : 70-73-88.
- DGF. (2007).** Plan de gestion intégrée du complexe des zones humides de Guerbès _Sanhadja (Willaya de Skikda).P : 3-4.
- Emberger. (1955).**Une classification biogéographique du climat. P : 343.
- Emilian K. (2004).**Traitement des pollutions industrielles, Eau, Air, Déchets, sols. Dunond. P :23.

- **Foughali M .F Khélifa. A Zemitti. (2012).***Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de Garaet Gémot : éco-complexe de zones humides des hauts plateaux Algériens.* Mémoire de Master. Université de 08 Mai 1945 Guelma.P :31 .
- **Guergueb E Y. (2012).***Diversité microbiologique et étude physico-chimique de l'eau de la zone humide Garaet Timerganine (Wilaya d'Oum El Bouaghi, Hauts plateaux du constantinois).*Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magister en Biologie-Ecologie .P :47-49.
- Hadj-Said S.(2007).** *Contribution à l'étude hydrogéologique d'un aquifère en zone cotière : Cas de la nappe de Guerbès.*Thèse de doctorat.Université Badji Mokhtar-Annaba.P :1.
- Hamdi W. (2011).***Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimique des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette d'Ouargla.*Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en biologie.Université Kasdi Merbah-Ouargla.P :36-38.
- **Lebres E., Azizi D., Boudjellab B.,Toaouchichet B .(2008).**Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratique des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. P : 39-40.
- **Lounnas A. (2009).***Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi- Kroma de Skikda.* Mémoire de Magister. Présenté à l'université du 20 Aout 1955 Skikda. P : 3.
- Makhoukh M., M Sbaa., A Berrahou., M Vana Clooster.(2011).** Contribution a l'étude physico-chimique de l'eau superficielle de l'Oued Moulouya (Maroc Oriental).P :150-152-156-160.
- Marzoug S.E. (2009).** *Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Ben Azzouz,Wilaya de Skikda).* Mémoire de Magister. Université 08 Mai 1945 Guelma. P : 26-33.
- **Metallaoui S et Houhamdi M. (2008).**Données préliminaires sur l'avifaune aquatique de Garaet Hadj Tahar (Skikda, Nord Est Algérien). P : 2.
- **Metallaoui S., Houhamdi M., Atoissi S ., Merzoug A ., (2009).** Hivernage de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-est de L'Algérie). P: 136.

- Ramsar.(2011).** The list of wetlands of international importance . Ramsar Convention Secrétariat. Gland. Switzerland. P : 43.

- Prescott,Harley., Klein.(2010).**Microbiologie .2^{ème} Edition .de boect. P : 1052.

- Rejsek.F. (2002).**Analyse des eaux : techniques et aspects réglementaires. Scérèn CRDP Aquitaine.P : 151-159-302 -344.

- Rodier J. et Coll. (2005).** L'analyse de l'eau Naturalles. Résiduiduaires. Eau de mer .8^{ème} Edition. Dunod. P : 3-777.

- Rodier J., Bernard L ., Nicole M et Coll. (2009).**l'analyse d'eau .9^{ème} édition. Dunod. P : 762-768.

- Roux.M. (2003).**TP de microbiologie : Analyse de l'eau. Novello Célia). Université Paris .P5.

- Samraoui B et DE Deblair G. (1997).**The Guerbès-Sanhadja wetlands (N .E.ALGERIA).Part I: AN OVERVIEW.P:236-238.

- Singleton. (2005).**Bactériologie .4^{ème} Edition. Dunod. P22.

Site Web:

www.google earth.com

Annexe .01.La composition des milieux et des réactifs utilisés :

I. Milieux des cultures :

- **Cétrimide** : PH= 7,3.

Gélytone	20g
Chlorure de magnésium.....	1.4g
Sulfate de potassium.....	10g
Cétrimide.....	0,3g
Glycérole.....	13,6g

- **Chapman** : pH =7,5.

Peptone bactériologique.....	10g/l
Extrait de viande de bœuf.....	1g/l
Chlorure de sodium.....	75g/l
Manitol.....	10g/l
Rouge de phénol.....	0.025g/l
Agar.....	15g/l
Eau distillée	1000ml

- **Hectoèn** : pH =7,5.

Protéase peptone	12g/l
Extrait de levure.....	3g/l
Saccharose.....	12g/l
Lactose.....	2g/l
Solicine.....	2g/l
Chlorure de sodium.....	5g/l
Citrate ferrique ammoniacal.....	5g/l
Sels biliaires.....	9g/l
Bleu de bromothynol.....	0.064g/l
Fuchine acide.....	0.04g/l
Eau distillée.....	1000ml

- **Mac Conkey** : pH =7.

Peptone bactériologique.....	20g/l
Sels biliaires.....	1.5g/l
Chlorure de sodium.....	5g/l
Lactose	10g/l
Rouge neutre.....	0.03g/l
Agar.....	15g/l
Cristale violet	0.001g/l
Eau distillée	1000ml

- **Gélose nutritive (GN)**: pH =7,6 à 7,8.

Peptone trypsine	15g
NaCl ou KCl	5g
Agar	15 à 20g
Eau distillée + extrait de viande	1000ml

- **GNAB**: PH=8, 6.

Peptone.....	10g/l
Extrait de Viande.....	3g/l
Chlorure de Sodium.....	5g/l
Bil de bœuf.....	2g/l
Agar	8,6g/l
Eau distillée	1000ml

- **Salmonella - Shigella (S-S)**: pH=7.

Extrait de viande de boeuf	5g/l
Bio-Polytone.....	5g/l
Sels biliaires.....	8,5g/l
Lactose.....	10g/l
Ctrate de sodium.....	8.5g/l
Thiosulfate de Sodium.....	8.5g/l

Citrate ferrique.....	1g/l
Vert brillant.....	0.330g/l
Rouge neutre	0.025g/l
Agar.....	13.5g/l
Eau distillée.....	100ml

- **TGEA (gélostryptone-glucose-extrait de viande) : pH =7.**

Tryptone	5g/l
Extrait de viande	2.5g/l
Glucose.....	1g/l
Eau distillée	1000ml

- **Viande foie(VF) : pH =7,2.**

Milieu de bas :

Bas viande foie.....	30g/l
Glucose.....	2g/l
Amidon	2g/l
Agar.....	1g/l
Eau distillée	1000ml

Gélose complète :

Au moment de l'emploi : Ajouter à 20ml de bas fondé.

Sulfate de sodium à 5%	0.5ml
Alun de fer commonacol.....	4gouttes

- **Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L) :**

Simple concentration : pH=6,7

Peptone	5g/l
Extrait de viande	3g/l
Lactose.....	5g/l
Pourpre de bromocrésol.....	0.25g/l
Agar.....	15g

Eau distillée1000ml

- **Milieu de Rothe (bouillon glucose l'acide de sodium) : pH =6.8 à 7.**

Double concentration :

Tryptone.....40g

Glucose10g

Chlorure de sodium.....10g

Phosphate bi potas.....5.4g

Acide de Sodium.....0.4g

Eau distillée.....1000ml

Simple concentration :

Tryptone.....20g

Glucose5g

Chlorure de sodium.....5g

Phosphate bi potassique.....2.7g

Acide de Sodium.....0.2g

Eau distillée.....1000ml

- **Milieu d'Eau peptonée exempte d'indole : PH=7.2.**

Peptone exempte d'indole.....10g/l

Chlorure de Sodium.....5g/l

Eau distillée1000ml

- **Milieu d'Eau peptonée tamponée : pH =7.**

Peptone de caséine et de gélatine.....10g

NaCl.....5g

Na₂HPO₄.....9g

KH₂PO₄.....10g

- **Milieu d'Eau peptonée salée alcaline : pH =8,6.**

Peptone40g

NaCl.....60g

Eau distillée100ml

- **Milieu d'Eva-litsky** : pH =7.

Hydrolysate de protéines animal et végétales.....20g/l

Glucose5g

Chlorure de sodium.....5g

Phosphate bi potassique2.7g/l

Azide de sodium.....2,7g/l

Ethyle-vliote.....0,83mg

Eau distillée.....1000ml

- **Milieu de TSI (gélose glucose-lactose-saccharose-H2S)** : pH=7,4.

Peptone20g

Extrait de levure3g

Extrait de Viande3g

Chlorure de sodium5g

Thiosulfate de sodium0,5g

Lactose10g

Saccharose10g

Glose1g

Agar12g

Eau distillée1000ml

- **Milieu de Simmons**:pH=8,6.

Sulfate de magnesium.....0,2g

Phosphate mono ammoniacque1g

Phosphate dipotassium1g

Citrate de sodium.....2g

Chlorure de sodium5g

Bleu de bromothymol0,08g

Agar15g

Eau distillée1000g

- **Milieu Urée indole** : pH=7,2.

L-tryptophane3g

Phosphate bipotassium1g

Phosphate monopotassium1g

Chlorure de sodium5g

Urée20g

Alcool à 95°10ml

Rouge de phénol28mg

Eau distillée1000ml

- **Milieu mannitol mobilité** : pH=7,6 à 7,8.

Peptone trypsique de viande20g

Agar4g

Mannitol2g

Rouge de phénol à 1%4g

Nitrate de potassium1g

Eau distillée1000ml

- **Milieu de Clark et Lubs** : pH=7,5.

Peptone.....5g

Phosphate dipotassique.....5g

Glucose5g

Eau distillée1000ml

II. Réactifs et les colorants :

- 🧪 **Réactif de TDA** : Pour la recherche de Tryptophane désaminase :

Peptone de fer3.4g

Eau distillée.....100ml

- 🧪 **Réactif de Kovacks** : La mise en évidence de la production d'indole :

Paradiméthylaminobenzaldéhyde.....	5g
Alcoolamylique.....	75ml
HCL pur.....	25ml

 **Réactif IND** : Pour la recherche de l'indole :

Paradiméthylaminobenzaldéhyde.....	5g
Alcoolisoamylique.....	75ml
HCL pur.....	37

 **Réactif de Voges Proskauer(VP)** : Pour la recherche de l'acétone :

-VP 1 :

De potassium.....	40g
Eau distillée.....	100ml

-VP 2 :

Alpha naphthol.....	6g
Ethanol.....	100ml

 **Violet de gentiane** :

Violet de gentiane.....	1g
Ethanol à 90.....	10ml/g
Phénol.....	2g/l
Eau distillée.....	1000ml

 **Lugol** :

Iode.....	1g/l
Iodure de potassium.....	2g/l
Eau distillée.....	1000ml

 **Fushine** :

Fushine basique.....	1g/l
Alcool étylique.....	100ml/l
Phénol.....	5g/l
Eau distillée.....	1000ml

Annexes .02. Tableaux de lecture de la galerie API :

Tab .01. Lecture de la Galerie API Staph :

Test	Composants actifs (réactions/enzymes)	Résultats	
		Négatif	Positif
O	Aucun (témoin négatif)	Rouge	-
GLU	D-glucose (témoin positif)	Rouge	Jaune
FRU	D-fructose		
MNE	D-mannose		
MAL	D-maltose		
LAC	D-lactose		
TRE	D-tréhalose		
MAN	D-mannitol		
XLT	Xylitol		
MEL	D-mélibiose		
NIT	Nitrate de potassium (réduction des Nitrates en Nitrites)	Incolore à rose pale	Rouge
PAL	B-naphtyl phosphate (phosphatase alcaline)	Jaune	Violet
VP	Pyruvate de sodium (production d'acétoine/Voges Proekauer)	Incolore à rose pale	Violet à rose
RAF	D-raffinose	Rouge	Jaune
XYL	D-xylose		
SAC	D-saccharose		
MDG	Méthyl-D-glucoopyranoside		
NAG	N-acétyl-glucosamine		
ADH	L-arginine (arginine dihydrolase)	Jaune	Orange à rouge
URE	Urée(Uréase)	Jaune	Rouge à violet

Tab.2.Lecture et interprétation des résultats de L'API 20 E :

Test	Groupements active	Réactions /Enzymes	Résultats	
			Négative	Positive
ONPG	Ortho-nitro-phényle-B-D-Galactopyranoside	Beta-galactosidase	Incolore	Jaune
ADH	Arginine	Arginine désahydrolase	Jaune	Rouge/Orange
LDC	Lysine	Lysine décarboxylase	Jaune	Orange
ODC	Orthine	Orthine décarboxylase	Jaune	Rouge/Orange
CIT	Sodium Citrate	Utilisation de citrate	Vert	Bleu-Ver/Orange
H2S	Thiosulfate de sodium	Production de H2S	Incolore	Noir
URE	Urée	Uréase	Jaune	Rouge/Orange
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase	Jaune	Marron
IND	Tryptophane	Production d'indole	Incolore	Rose
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétoïne	VP1+VP2	
			Incolore	Rose/Rouge
GEL	Gélatine emprisonnant de charbon	Gélatinase	Pas de diffusion de pigment noir	Diffusion de pigment noir
GLU	Glucose	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune/Vert jaune
MAN	Mannitol	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
INO	Inositol	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
SOR	Sorbitol	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
RHA	Rhamnose	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
SAC	Sucrose	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
MEL	Melbiose	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
AMY	Arabinose	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
ARA	Arabinose	Fermentation/Oxydation	Bleu/Bleu vert	Jaune
NO3-NO2	GLU tube	Production de NO2 réduction N2 gaz	NIT 1+ NIT 2, 2-3 min	
			Jaune	Rouge

Tab.03.Lecture de l'API 20 NE :

Test	Substrat	Enzymes/Réactions	Résultats	
			Négatif	Positif
NO3	Nitrate de potassium	Réduction des nitrates en nitrites	NIT 1+ NIT 2/5min	
			Incolore	Rose/Rouge
		Réduction des nitrates en azotes	ZN/5 min	
			Rose	Incolore
TRP	Tryptophane	Formation d'indole	TRP/3-5 min	
			Incolore	Goutte rouge
GLU	Glucose Fermentaton	Fermentation	Bleu à vert	Jaune
ADH	Arginine	Arginine dihydrolase	Jaune	Orange/Rose/Rouge
URE	Urée	Uréase	Jaune	Orange/Rose/Rouge
ESC	Esculine	Hydrolyse	Jaune	Gris/Marron /Noir
GEL	Gélatine	Hydrolyse	Pas de diffusion du pigment	Diffusion du pigment noir
PNPG	P-nitro-phényl-BDgalactopyranoside	B-galactosidase	Incolore	Jaune
GLU	Glucose	Assimilation	Transparence	Trouble
ARA	Arabinose			
MNE	Mannose			
MAN	Mannitol			
NAG	N-acétylglucosamine			
MAL	Maltose			
GNT	Gluconate			
CAP	Capate			
ADI	Adipate			
MLT	Malate			
CIT	Citrate			
PAC	Phényl-acétate			
OX	Tetraméthyl-phenylènediamine			

Annexe.03. Tableau de Mac Grady pour ,5 et3 tubes :**Tab.1. : Table de Mac Grady pour 3 tubes**

3 tubes par dilution					
Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.4	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

Tab.02.Table de MAC GRADY pour 5 tubes :

5tubes							
NC	NPP	NC	NPP	NC	NPP	NC	NPP
000	0	203	1.2	400	1.3	513	8.5
001	0.2	210	0.7	401	1.7	520	5
002	0.4	211	0.9	402	2	521	7
010	0.2	212	1.2	403	2.5	522	9.5
011	0.4	220	0.9	410	1.7	523	17
012	0.6	221	1.2	411	2	524	15
020	0.4	222	1.4	412	2.5	525	17.5
021	0.6	230	1.2	420	2	530	8
030	0.6	231	1.4	421	2.5	531	11
100	0.2	240	1.4	422	3	532	14
101	0.4	300	0.8	430	2.5	533	17.5
102	0.6	301	1.1	431	3	534	20
103	0.8	302	1.4	432	4	535	25
110	0.4	310	1.1	440	3.5	540	13
111	0.6	311	1.4	441	4	541	17
112	0.8	312	1.7	450	4	542	25
120	0.6	313	2	451	5	543	30
121	0.8	320	1.4	500	2.5	544	35
122	1	321	1.7	501	3	545	45
130	0.8	322	2	502	4	550	25
131	1	330	1.7	503	5	551	35
140	1.1	331	2	504	7.5	552	60
200	0.5	340	2	510	3.5	553	90
201	0.7	341	2.5	511	4.5	554	160
202	0.9	350	2.5	512	6	555	180

Annexes .04. Tableaux des Résultats d'analyse bactériologiques et physico-chimique et des normes et d'eaux de Graraet Chichaya :

Tab.01. Résultats de dénombrement des microorganismes revivifiables:

	Mars		Avril	
	22°C	37°C	22°C	37°C
S1	1400germes/ml	1600germes/ml	300germes/ml	400 germes/ml
S2	900germes/ml	>30000germes/ml	600germes/ml	11000germes/ml

Tab.02. Résultats de dénombrement des coliforme Totaux :

	Mars	Avril
Station (S1)	110000 CT/ml	2500 CT/ml
Station (S2)	45000 CT/ml	9500 CT/ml

Tab.03. Résultats de dénombrement des coliformes fécaux :

	Mars	Avril
Station (S1)	00 CF/ml	900 CF/ml
Station (S2)	300 CF/ml	1400 CF/ml

Tab.04. Résultats de dénombrement des Les streptocoques :

	Mars	Avril
Station (S1)	5000ST/ml	900 ST/ml
Station (S2)	8000 ST/ml	700 ST/ml

Tab.05.Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de Garaet Chichaya :

	Mars		Avril	
	S1	S2	S1	S2
Température	12,2 °C	15,5 °C	20,5 °C	19,5 °C
pH	6,41	6,61	6,4	7,4
Conductivité électrique	182,4 µ/cm	177,5 µ/cm	360µ/cm	339µ/cm
La Turbidité	-	5,13 NTU	7,25 NTU	-
Résidus Secs à105°C	258 mg/l	272,5 mg/l	-	-
Le taux des sels dessous	111 mg/l	109mg/l	85 mg/l	90 mg/l
L'Ammonium	0.041mg/l	0.03mg/l	2.08 mg/l	2.08 mg/l
Nitrites	0.005 mg/l	0.007mg/l	-	-
Nitrates	0.204 mg/l	0.166mg/l	0.01mg/l	0.26mg/l
l'Orthophosphates	-	-	0.2mg/l	0.4mg/l
DBO5	70 mg/lo ₂	28.41mg/lo ₂	70 mg/lo ₂	-
DCO	35.1mg/lo ₂	52.8mg/lo ₂	120 mg/lo ₂	90 mg/lo ₂
Calcium	14.89 mg/l	14.11mg/l	13.2 mg/l	12.5 mg/l
Magnésium	7.05mg/l	8.93mg/l	7mg/l	8.25mg/l
chlorures	71mg/l	71mg/l	60mg/l	61.05mg/l
Sulfates	8.80mg/l	33.6mg/l	-	-
bicarbonates	46.36mg/l	26.84mg/l	60mg/l	39.01mg/l
La dureté totale	70mg/lcaco ₃	350mg/lcaco ₃	-	-

Tab.06.Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température

(Monod, 1989) :

Température	Qualité	Classe
M 20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
0 30°C	Mauvaise	4

Tab.07.Classification des eaux d'après leur pH. (Agrigon, 2000, et Hakmi, 2002) :

pH5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7pH8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface
5.5MPH8	Majorité des eaux souterraines
PH8	Alcalinité forte, évaporation intense

Tab.08.Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique (Agrigon, 2000) :

Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité des eaux	Classe
CE M 400	Bonne	1A
400 M CE M 750	Bonne	1B
750 M CE M 1500	Passable	2
1500 M CE M 300	Médiocre	3

Tab.09.Classe de turbidité usuelle. (ANRH, 2001) :

Turbidité NTU	Classe
NTU M05	Eau claire
5M NTU M30	Eau légèrement trouble
NTU 050	Eau trouble
NTU	La plus part des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité.

Tab.10.Grille de qualité des eaux en Nitrates. (ANRH, 2001) :

Teneurs en nitrates NO₃⁻ mg/l	Classe
M10	Bonne
10MNO₃⁻M20	Moyenne avec des signes de pollution
20M NO₃⁻M40	Polluée avec une pollution nette
040	La pollution est importante

Tab.11.Grille de qualité des eaux en nitrites NO₂⁻. (ANRH, 2001) :

Teneurs en nitrites NO₂⁻ mg/l	Qualité des eaux	Classe
M 0.1	Excellente	1A
0.1 M NO₂⁻M0.3	Bonne	1B
0.3MNO₂⁻M1	Passable	2
1MNO₂⁻M2	Médiocre	3
0 2	Excessive	4

Tab.12.Grille de qualité des eaux en Azote ammoniacal NH₄⁺. (ANRH, 2001) :

Teneurs en NH₄⁺ mg / l	Classe
M 0.01	Bonne
0.01M NH₄⁺M0.1	Moyenne avec des signes de pollution
0.1M NH₄⁺M 3	Polluée avec une pollution nette
03	La pollution est importante

Tab.13.Echelle de Carlson conduisant au stade trophique :

Stade trophique	Indice TSI	Transparence(m)	Phosphore total ($\mu\text{g/L}$)	Chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
Oligotrophe	0	64	0.75	0.04
Oligotrophe	10	32	1.5	0.12
Oligotrophe	20	16	3	0.34
Oligotrophe	30	8	6	0.94
mésotrophe	40	4	12	2.6
mésotrophe	50	2	24	6.4
eutrophe	60	1	48	20
eutrophe	70	0.5	96	56
eutrophe	80	0.25	192	154
eutrophe	90	0.12	384	427
eutrophe	100	0.062	768	1183

Annexe.05.Méthodes d'analyses des différents paramètres physico-chimiques :**1. Détermination de T, pH et CE.**** Mode opératoire**

-La mesure des ces paramètres est effectuée in situ (sur terrain) à l'aide un multi-paramètre après la calibration avec des solutions tampons, que nous plongeons l'électrode de l'appareil dans l'eau à analyser.La lecture des valeurs s'affiche directement.


2. Turbidité** Principe :**

-Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine.

-La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

-La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

-Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

 **Mode opératoire :**

-Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. Les résultats Exprimé en NTU.

3. Taux des sels dissous (TDS) :

-La mesure TDS permet de déterminer la quantité totale de sels minéraux dissous dans l'eau. Sa mesure se fait dans le laboratoire à l'aide d'un TDS mètre. (Rodier, 2005).

4. Détermination des résidus secs à 105 :

 **Principe :**

-La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

 **Mode opératoire :**

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à 105° C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement. Les résultats sont donnés en mg/l.

$(PP - PV) \times 1000 = \text{mg/l de RS}$

D'où

PP: est le poids plein de la capsule.

PV: est le poids vide de la capsule.

5. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) :

Principe :

-Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml du réactif I.
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H_2O distillée et attendre 1h. 30
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+
- Effectuer la lecture à 655 nm et le résultat est donné directement en mg/l.

6. Détermination des nitrites (NO_2^-) :

Principe:

-Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui,après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .
- Effectuer la lecture à 543 nm et le résultat est donné directement en mg/l.

7. Dosage des nitrates NO_3^- :

Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C. (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectre au 415 nm. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

8. Détermination des phosphates (PO₄³⁻) :

Principe:

-Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

Mode opératoire :

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

9. La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

Principe :

-L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostatée est mis à incuber en présence d'air. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène en provenance du volume d'air situé au dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique (CO₂) formé est piégé par l'hydroxyde de potassium.

Cette détermination en oxygène crée une dépression qui est enregistrée par une élévation du niveau de mercure.

Mode opératoire :

-Prise d'essai dépend de la charge de l'échantillon, celle-ci dépend de l'origine de l'échantillon industrielle ou urbain, de la couleur, de l'odeur et de la charge en matières en suspension. Voici le volume de l'échantillon d'après la DBO présumée

10. Détermination de la D.C.O (demande chimique en oxygène) :

Principe

-Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de Fer et d'ammonium

Mode opératoire

-Prendre 20 ml d'échantillon débarrassé de matières décantables.

-Ajouter 10 ml de $K_2Cr_2O_7$ puis une pincée de $HgSO_4$ (0.55). Ajouter 30 ml d' H_2SO_4 avec Ag_2SO_4 .

-Laisser refroidir dans un bain de glace ou à défaut dans de l'eau.

-Ensuite chauffer pendant 2 heures à une température de $170^\circ C$.

-Laisser refroidir puis compléter à 150 ml avec de l'eau distillée dans un bécher.

-Doser avec le $Fe (NH_4)_2 (SO_4)_2$ en utilisant la ferroïne.

• **Expression des résultats**

$$DCO = \left(\frac{V_B - V_E}{P.E} \right) * 8000 * T = 800 * T * (V_B - V_E)$$

V_E = Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml).

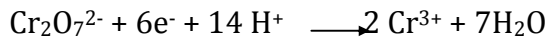
V_B = Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml).

T = Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

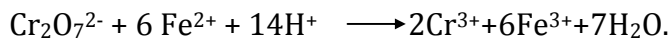
$P.E$ = Volume de la prise d'essai.

En solution acide $K_2Cr_2O_7$ exerce un effet oxydant.

La détermination est toujours effectuée avec un excédent en $K_2Cr_2O_7$, une partie du dichromate étant réduite en ions de chrome III.



L'excédent en ions de $K_2Cr_2O_7$ est retiré avec une $\$$ de Fe (II) en employant la Ferroïne comme indicateur d'oxydo-réduction.



11. Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}) :

Principe :

-Titrage molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA) à pH 10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

Mode opératoire :

- (V1) Ca^{2+} :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
 - Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
 - Ajouter du Murexide.
 - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).
- (V2) $Ca^{2+}Mg^{2+}$:
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
 - Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1).
 - Ajouter noir eriochrome.
 - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

- **Expression des résultats :** La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante:

$$mg / lCa^{2+} = \frac{V_1 * C_{EDTA} * F * M_{Ca^{2+}}}{P.E} * 1000$$

D'où :

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{Ca^{2+}}$: Masse molaire du calcium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur

$$mg/lCa^{2+} = \frac{V_1 * 0.01 * F * 40.08}{50} * 1000$$

Donc :

$$mg/l Ca^{2+} = V_1 \times F \times 8.016$$

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

$$mg/lMg^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * C_{EDTA} * F * M_{Mg^{2+}}}{P.E} * 1000$$

D'où :

V_2 : Volume total d'E.D.T.A

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{Mg^{2+}}$: Masse molaire du Magnésium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur

$$mg/lMg^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3}{50} * 1000$$

Donc

$$mg/l Mg^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 4.86$$

12. Détermination de la Bicarbonate (HCO_3^-) :

Principe :

-Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première

détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3.

Expression des résultats :

$$F.G = \frac{V_A \times N_A \times \text{MHCO}_3^- \times 1000}{PE} = \frac{V_A \times 0,1 \times 61 \times 1000}{100}$$

$$F.S : VA_1 \times 61 = \text{mg/l HCO}_3^-$$

V_A : Volume d'acide versé.

N_A : normalité d'acide versé.

MHCO_3^- : masse des bicarbonates (HCO_3^-).

P.E : prise d'essai.

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO_3^{2-}) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume VA_2 .

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = VA_2 \times 60$$

13. Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}) :

Principe :

- Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum

En présence de Ba Cl_2 . $\text{Ba Cl}_2 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2 \text{Cl}^-$

Mode opératoire :

- * Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- * Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- * Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- * Agiter énergiquement pendant 1 mn.

* Passer au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.

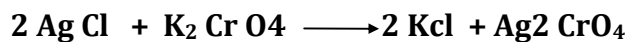
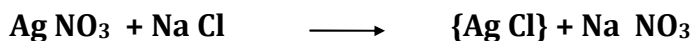
Expression des résultats :

$\text{mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{facteur de la dilution}$.

14. Détermination des chlorures (Cl^-):

Principe :

-Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement .Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage , le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.



Mode opératoire :

Prendre 5 ml d'eau à analyser,

Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).

Titrer avec Ag NO_3 à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

Expression des résultats :

$$F.G: \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}}}{PE} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$\text{F.S : mg/l Cl}^- = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F.$$

V_{AgNO_3} : Volume d' AgNO_3 nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO_3} : Normalité d' AgNO_3

M_{Cl^-} : masse des chlorures.

F : facteur de correction du titre d' Ag NO_3 .

PE : prise d'essai.

Pour le F : - Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.

- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.

- Doser par AgNO_3 à 0,01 N jusqu'au virage.(couleur brun rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

15. Détermination de la dureté totale :

En pratique la dureté total est défini par : $\text{TH} = \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$. Par la méthode titrimétrie à l'EDTA

Mode opératoire :

-Introduire 50ml d'eau analyser dans une fiole de 250 ml, Ajouter 4ml de solution tampon Ph 10 et 3 gouttes d'indicateur au noir ériochrome T. La solution doit se colorer en rouge foncé ou violet, le pH doit être de 10 en maintenant une agitation,

-verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte jusqu'au virage du violet au bleu. Noter le volume versé VEDTA.

-Le résultat exprimé par la concentration totale en calcium et magnésium, exprimée en mol/l est donnée par l'expression suivante A: $100 \times \text{CEDTA} \times \text{VEDTA} / \text{E.E} = \text{volume en ml de la prise d'essai}$.

