

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Master en Biologie
Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

Thème :

Etude comparative entre l'eau de trois sources (El Anzor, El Boukri et Ami Saleh) de la wilaya de Blida sur les plans physico-chimique et bactériologique

Présenté par :

soutenu le: 16/09/2015

Mlle HAMZAOUI Hadjer

Mlle KERMOUCH Fatma Zohra

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme HAMAIDI .F MC UB1

Examineur : Mr. BOUKHATEM.N MC UB1

Promotrice : Mme KANANE .A MA UB1

Année universitaire 2014/2015

Remerciement :

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu *Dieu* le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à :

M^{me} KANANE. A, notre promotrice, qui a bien voulu assurer notre encadrement et pour ses conseils, ses encouragements, sa disponibilité et sa patience durant notre préparation de ce mémoire.

M^{me} HAMAIDI.F, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de la soutenance.

M^r BOUKHATEM.N, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

A l'ensemble du personnel travaillant dans de bureau d'hygiène de Blida notamment Mr Tefahi Djamel et tout le personnel du laboratoire venus et Vita jus de nous avoir aidé pour réaliser ce travail

Nos plus vifs remerciements s'adressent aussi à tous les cadres techniques et administratifs de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

A toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail. *Dédicace :*

Tous d'abord je remercie Allah qui m'a donnée la patience et le courage toute au long de mes études

A ma chère mère ma source de volonté et de tendresse qui m'a toujours encourager et me pousser vers la réussite

A mon cher père pour ces encouragements et ces sacrifices

Que dieu les garde et les protège

A notre promotrice pour tous ces aides

A mes frères : Mohamed, Abed el Kader et Karim

A mes chères sœurs : Kheira, Fethia et Nesrine

*A mes nièces : Abed el Rahman, Abed Allah et Aymen et mon
beau-frère Younes*

*À mon binôme Hadjer qui ma soutenu et m'encourage toute au long de
ce travail*

A tout qui me connaisse et m'aime

Mes amies de MTA et de université Blida ?

*À mes cousins, mes cousines, mes tantes et mes oncles et à toute ma
famille*

Mes amies de MTA et de université Blida ?.

Fatma Zohra

Dédicace

*En premier lieu je remercie « Dieu » le tout puissant de m'avoir
permis de mener à terme ce travail.*

*A mes parents, pour leurs sacrifices et encouragements à mon égard,
que Dieu leur accorde une longue vie.*

*A mes sœurs Fadilha, Salima et Kholoud, sans oublier mes nièces
Ichrak, Manel et surtout Fella.*

A mes frères Fayçal et Ali.

*A ma chère amie Halima, mon binôme Fatima Zahra qui a partagé
avec moi les moments difficiles et les beaux souvenirs de ce travail.*

*A mes amies de l'**UNIVERSITE** de **SAAD DAHLEB**, surtout
mes amis de l'option **M7A**.*

*A tous mes enseignants et enseignantes qui m'ont éclairé le chemin
depuis mon premier pas à l'école jusqu'à aujourd'hui.*

*En fin je le dédie à tous mes amis que je n'ai pas cités et à tous ceux
qui me connaissent.*

Hadjer

Liste des tableaux

N° tableau	Titre	Page
Tableau N°1	: Nature des éléments contenus dans l'eau.....	03
Tableau N°2	: Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines ...	06
Tableau N°3	: Microorganismes pathogènes responsables de la pollution biologique de l'eau.....	13
Tableau N°4	: Normes de qualité organoleptique.	18
Tableau N°5	: Normes de qualité physico-chimique.....	19
Tableau N°6	: Normes de qualité bactériologique	20
Tableau N°7	: Dates et heures des prélèvements effectuées sur les trois sources.....	24
Tableau N°8	: Résultats des analyses bactériologiques d'eau	35
Tableau N°9	: Résultats des Anaérobies Sulfito Réducteurs.....	38
Tableau N°10	: Résultats des Salmonelles	39
Tableau N°11	: Résultats des Vibrions	40
Tableau N°12	: Résultat de la température	41
Tableau N°13	: Résultats des analyses physico-chimiques.....	42
Tableau N°14	: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique.....	43
Tableau N°15	: Goût de l'eau avec différentes concentrations de TDS	45
Tableau N°16	: Résultat des analyses bactériologiques de la source l'Anzor (Annexe 04)	
Tableau N°17	: Résultat des analyses bactériologiques de la source l'El Boukri (Annexe 04)	
Tableau N°18	: Résultat des analyses bactériologiques de la source Ain Ami Saleh	(Annexe 04)

Liste des figures

N° Figure	Titre	Page
Figure N°1	: Cycle général de l'eau	05
Figure N°2	: Différents types des sources.	08
Figure N°3	: Protocole d'expérimentation	22
Figure N°4	: localisation des sources d'eau	23
Figure N°5	: Résultats des coliformes totaux	36
Figure N°6	: Résultats des coliformes fécaux	36
Figure N°7	: Résultats des streptocoques fécaux	37
Figure N°8	: Résultats des anaérobies sulfito-réducteurs	38
Figure N°9	: Résultats des salmonelles	39
Figure N°10	: Résultats des vibrions	40
Figure N°11	: Température des trois sources	41
Figure N°12	: Photo de source El ansor	(Annexe 03)
Figure N°13	: Photo de source El boukri	(Annexe 03)
Figure N°14	: Photo de source Ami Saleh	(Annexe 03)
Figure N°15	: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux	(Annexe 05)
Figure N°16	: Recherche et dénombrement des Streptocoques	(Annexe 05)
Figure N°17	: Recherche des Spores Anaérobies Sulfito Réducteurs	(Annexe 05)
Figure N°18	: Recherche des Vibrions	(Annexe 05)
Figure N°19	: Recherche des Salmonelles	(Annexe 05)

Liste des abréviations

ASR : Anaérobies Sulfito- Réducteurs.

BCPL : Bouillon Lactosé au Poudre de Bromocrésol.

BGN : Bacille Gram Négative.

CF : Coliformes Fécaux.

CT : Coliformes Totaux.

DPD : Diéthyl-p- Phénylène Diamine.

DBO5 : Demande biochimique en oxygène – 5 jours.

D/C : Double Concentration.

EDTA : Ethylène Diamine Tétra-Acétique.

EPA : Eau Péptonée Alcaline.

F° : Degré Français.

GNAB : Gélose Nutritive Alcaline Biliée.

ISO: International Organization of Standardization.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MES : Matière en Suspension.

MO : Matière Organique.

NPP : Nombre le Plus Probable.

NTU : Néphelométric Turbidity Unit.

OD : Oxygène Dissous.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : Potentiel hydrogène.

ppm : Parties par million.

RS : Résidus Sec.

S1: Source Ansor

S2: Source Boukri

S3: Source Ami Saleh

S/m : Siemens par mètre.

S/C : Simple Concentration.

SFB : Bouillon agar sélénite de sodium.

STR : Streptocoques fécaux.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH : Titre hydrométrique.

TDS : Taux des Sels Dissous.

UFC : Unité Formant Colonie.

VF : Gélose Viande Foie.

Résumé :

Notre étude a porté sur le contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de trois sources « El Anzor », « El Boukri », « Ami Saleh » de la région de « Sidi el Kebir » (wilaya de Blida).

L'analyse physico-chimique basée sur la mesure de différents paramètres à savoir : les paramètres physiques, les paramètres chimiques et les paramètres de pollution.

L'analyse bactériologique basée sur la recherche et le dénombrement des germes de contamination (Coliformes totaux et Coliformes fécaux), des germes pathogènes (Streptocoques fécaux, Salmonelles et Vibrions) et les germes de résistances (Anaérobies sulfito-réductrices).

Les résultats obtenus pendant cette étude ont montré que les eaux de sources de la région de sidi el Kebir « El Anzor », « El Boukri » et « Ami Saleh » sont conformes à la norme algérienne (JORA2011) sur le plan bactériologique ainsi que physico-chimique à l'exception de la source Ami Saleh au mois d'Avril d'où nous avons constatées une présence d'une contamination par les coliformes totaux et fécaux.

Mots clés :

Eau de source, analyse bactériologique, analyse physico-chimique, paramètres de pollutions, Sidi El Kebir.

Abstract:

Our study related to the physicochemical and bacteriological quality control of the water of three sources "El Anzor", "El Boukri" and "Ami Saleh" of the area of "Side el Kebir" (wilaya of Blida).

Physicochemical analysis based to the measure of various parameters namely: physical parameters, chemical parameters and parameters of pollution.

Bacteriological analysis based on the research and the enumeration of the germs of contamination (Coliforms fecal totals and Coliforms) and of the pathogenic germs (Anaerobic sulfite-reducing, Streptocoques fecal, Salmonellas and Vibrios).

The results obtained during this study show that the spring waters of the area of side el Kebir are in conformity with the Algerian standard (JORA2011) on the bacteriological level like

physicochemical. However, the spring of Ami Saleh during the month April represent contamination with coliforms germs.

Key words:

Spring water, analyzes bacteriological, analyzes physicochemical, parameters of pollution, Side el Kebir.

ملخص:

استند بحثنا على مراقبة نوعية مياه المنابع المصادرة من منطقة سيدي الكبير بولاية البليدة, عن طريق اجراء التحاليل الفيزيوكيميائية التي تمت في مخابر فينوس و فيطا جو, و التحاليل البكتريولوجية في مخبر النظافة لولاية البليدة.

تعتمد التحاليل الفيزيوكيميائية على قياس مختلف المعايير من بينها: المعايير الفيزيولوجية (درجة الحموضة, الناقلية, درجة الحرارة), المعايير الكيميائية (معيار هيدرومترى, صلابة, كلورور) ومعايير التلوث (نترات, نيتريت)

تركزت التحاليل البكتريولوجية على البحث و التأكد من عدم وجود البكتيريا (القولونيات, البيرازية و العقديات).

في فترة الدراسة, النتائج المتحصل عليها تبين أن مياه المنابع لمنطقة سيدي الكبير تكون موافقة لمعايير الجزائرية (2011), طبقا لمستوى البكتريولوجي والفيزيوكيميائي. ما عدا منبع عمي صالح حيث لاحظنا وجود تلوث بالقولونيات والبرازيات وذلك في شهر افريل.

الكلمات الرئيسية: مياه المنبع, تحاليل فيزيوكيميائية, تحاليل بكتريولوجية, سيدي الكبير, معايير التلوث.

Sommaire :

Sommaire	page
Introduction.....	01
Partie bibliographie.....	02
I – Généralité sur l'eau	02
I.1 – Définition	02
I.2 – Répartition de l'eau sur la terre	02
I.3- Composition de l'eau	03
I.4- cycle de l'eau	03
I.4.1 – Précipitation	04
I.4.2- Ruissellement	04
I.4.3- Evapotranspiration	04
I.4.4- Infiltration	04
I.5 – Eaux d'approvisionnement	05
I.5.1- Eaux de surface	05
I.5.2- Eaux souterraines	06
I.5.3- Comparaison entre l'eau de surface et l'eau souterraine	06
II - Eaux de source	07
II.1- définition	07
II.2- différents types de sources	08
II.2.1- source de déversement	08
II.2.2- source d'émergence	08
II.2.3- source d'affleurement.....	08
III- pollution de l'eau	09
III.1- Paramètres globaux de pollution	09
a. Industriel	09
b. Agricole	10
c. Domestique	10
III.2- Conséquence de la pollution	10
III.2.1- Maladies à transmission hydrique	10
A- Maladies d'origine bactérienne	11

B- Maladies d'origine parasitaire	12
C- maladies d'origine virale.....	12
IV- critères de potabilité	13
IV-1-caracteres organoleptiques	13
IV-2- paramètres physiques	14
IV-3- paramètres chimiques	15
IV-4- Eléments indésirables	17
V- Les différentes normes applicables aux eaux de consommation.....	18
V-1 Normes des qualités organoleptiques de l'eau potable.....	18
V-2 Normes de qualité physico-chimiques d'une eau potable	19
V-3 Normes de qualité bactériologique de l'eau potable (OMS ; 2007)	20
Matériels et méthodes	21
Objective.....	21
I- matériel.....	21
I-1- matériels biologiques.....	21
I-2- matériels non biologiques.....	21
II- méthodes.....	21
II-1- échantillonnage.....	23
II-2- prélèvement.....	24
II-3 Transport et conservation	25
II-4 Analyses physico-chimique.....	25
II-4-1 Paramètres physiques.....	25
II-4-2- paramètres chimiques.....	27
II-4-3- paramètres de pollution	29
II-5- Analyses bactériologiques	30
a) Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide	30
b) Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide..	31
c) Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réductrice... (ASR)	32
d) Recherche des salmonelles.....	33
e) Recherche des vibrions cholériques.....	34

Résultats et discussion	35
I- Résultats des analyses bactériologiques.....	35
1-Résultats des coliformes totaux, fécaux et streptocoques fécaux	35
2- Résultats des anaérobies sulfito-réducteurs	38
3- Résultats des salmonelles	39
4- Résultats des vibrions	39
II- Résultats des analyses physicochimiques	40
Conclusion	46
Références bibliographiques	47
Annexes	

Introduction :

L'eau est à l'origine de la vie sur terre. Tous êtres vivants contient une part d'eau, elle varie de (50%) pour les bactéries à 70% chez les animaux supérieurs et atteint (98%) chez les méduses et les algues ;(Zella et Smadhi, 2006).

L'eau est composé d'oxygène et d'hydrogène qui se lie avec le carbone et sont indispensables à la formation cellulaire (Hertig et Fallot ; 2006).

Par ailleurs l'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie (Luna et Kenneth ; 1972).

En générale, plus les eaux sont profondes, plus elles sont claires et bonnes à la consommation, c'est la raison par laquelle on a recourt aux eaux souterraines qui sont plus ou moins protégées et de qualité préservée et meilleure. (Lea ; 2009)

En revanche, dans la nature l'eau n'est pas toujours source de vie, car elle véhicule en particulier un nombre de micro-organismes, bactéries, virus et/ou protistes en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi qu'un nombre de parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se reproduire ; Or, de tels organismes peuvent engendrer des maladies graves. L'eau est ainsi un vecteur de transmission de plusieurs maladies dite hydriques (CNRS, 2010).

C'est dans ce contexte que s'incère l'objectif de ce travail qui consiste à :

- L'étude bactériologique et physico-chimique de trois sources d'eau (El Anzor, El Boukri et Ami Saleh) dans la région de sidi el Kebir de la wilaya de Blida
- Comparer la qualité de ces trois sources.

I-Généralités sur l'eau :**I-1 Définition de l'eau :**

L'eau est une molécule chimique composée de deux molécules d'hydrogène liées à un atome d'oxygène par une liaison covalente (**Gienger., 2006**)

L'eau est un liquide, inodore, insipide et transparent. Elle gèle à 0°C (glace) et bout à 100°C (vapeur). Sa plus grosse densité se situe à +4°C. L'eau est d'une importance physiologique capitale pour la vie sur terre et le climat.

L'eau est un remarquable solvant, à l'état naturel, elle contient beaucoup de sels dissous et sur le plan chimique, une eau pure correspond à une eau distillée.

I-2 Répartition d'eau sur la terre :

La terre est immensément riche en eau et la totalité contenue sur terre, forme ce qu'on appelle l'hydrosphère. Elle constitue la ressource la plus abondante sur terre et elle recouvre les trois quarts de la surface de notre planète.

L'eau est sous forme solide, liquide et gazeuse estimée à environ 1400 millions de km³, dont 97% sont salées dans les mers et les océans, parmi les 3% qui restent, c'est de l'eau douce dont les 3/4 sont bloqués dans les glaciers et les nappes phréatiques très profondes.

Cependant, le ¼ restant est utilisable, soit 0,4% des disponibilités totales en eau douce sur terre peuvent être directement exploités par l'Homme.

Les océans, les mers et lacs salés constituent plus de 97% du volume totale ; cette eau salée s'avère très difficilement utilisable car les dispositifs de dessalement conduisent à des coûts très onéreux.

Le véritable problème qui se pose est l'accessibilité de ces réserves en eau douce et leur localisation très irrégulièrement répartie, ce qui explique certaines régions du globe sont très défavorisées. (**Boeglin., 2001**)

I-3 Composition de l'eau :

L'eau contient naturellement, en l'absence de toute ingérence humaine, une très grande variété de matières dissoutes, inertes ou vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques et des micro-organismes, comme indique le tableau N°1.

- Les gaz dissous dans l'eau sont en majeure partie de l'oxygène et du gaz carbonique qui sont absorbés par les gouttes de pluie.
- Les matières minérales sont principalement des sels de calcium, magnésium, sodium et potassium sous formes de carbonates, sulfates, chlorures et nitrate sols. Ils proviennent essentiellement du lessivage des sols par les eaux de pluie.
- Les matières organiques contenues dans l'eau de source sont surtout de provenance naturelle liée à la matière organique issue de la décomposition des plantes qui sont présentes dans le milieu traversé par les eaux d'infiltration. Mais il y a aussi des composés issues de l'activité humaine mais en faible quantité dans les eaux profondes. (Myrand., 2008)

Tableau N°1 : Nature des éléments contenus dans l'eau (Coin., 1981)

Forme des éléments dans l'eau	Nature des éléments
Matières en suspension	Sables, argiles, boues diverses, roches en débris, matière organique, minérales et végétales, débris divers insolubles.
Matières en émulsion	matières organiques colloïdales, huiles minérales, goudrons, suies, pétrole, argiles colloïdales.
matières organiques solubilisées	Tourbes, déchets végétaux, matières azotées, produits de synthèse organique soluble, etc...
Sels minéraux	Carbonates-bicarbonates Sulfates-chlorures-nitrates
Gaz	Parmi les principaux : oxygène, azote, gaz carbonique-ammoniac

I-4 Cycle de l'eau :

L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement, impliquant toutes les composantes du système climatique global, l'atmosphère, les océans, les terres immergées, la biosphère continentale et le Cryosphère (Bouziyani., 2002).

L'eau sous ses différents états physiques (gazeux, liquides et solides) suit le cycle suivant la figure N°1.

I-4-1 Précipitation :

La vapeur d'eau atmosphérique se condense en nuage qui engendre les précipitations sous forme de pluie, de neige ou de grêle. Ces précipitations constituent l'origine de presque toutes les réserves en eau douce. Elles sont très variables d'une région à l'autre suivant le climat et le relief qui sont les facteurs essentiels.

La mesure des précipitations s'exprime par la valeur de la lame d'eau moyenne tombée annuellement à un endroit considéré. **(Boeglin., 2001)**

I-4-2 Ruissellement :

Parvenue sur le sol, une partie des précipitations s'écoule à sa surface vers le réseau hydrographique et les étendues d'eau libre (lacs, mers et océans), c'est le ruissellement de surface. **(Boeglin., 2001)**

I-4-3 Evapotranspiration :

C'est la somme de toutes les pertes par transformation d'eau en vapeur. On distingue deux composantes :

- a) **L'évaporation** c'est le passage de l'eau liquide ou solide à l'état vapeur d'eau. **(Zella., 2007).**
- b) **La transpiration :** la transpiration des plantes est égale au volume d'eau transitant par les plantes et nécessaire à leur croissance. Il est estimé de 300à1000L d'eau par Kilogramme de matière sèche végétale. La transpiration est produite par les feuilles, d'autre part, l'eau contenue dans la plante est constamment renouvelée par les racines qui pompent l'humidité du sol. **(Boeglin., 2001)**

I-4-4 Infiltration :

Une partie des précipitations pénètre dans le sol et dans le sous-sol où elle alimente les eaux souterraines constituant le stock d'eau et les réserves des nappes aquifères. Une partie de ces eaux souterraines retourne naturellement ou artificiellement à la surface du sol d'où elle participera à l'écoulement général ou à l'évapotranspiration. **(Boeglin., 2001)**

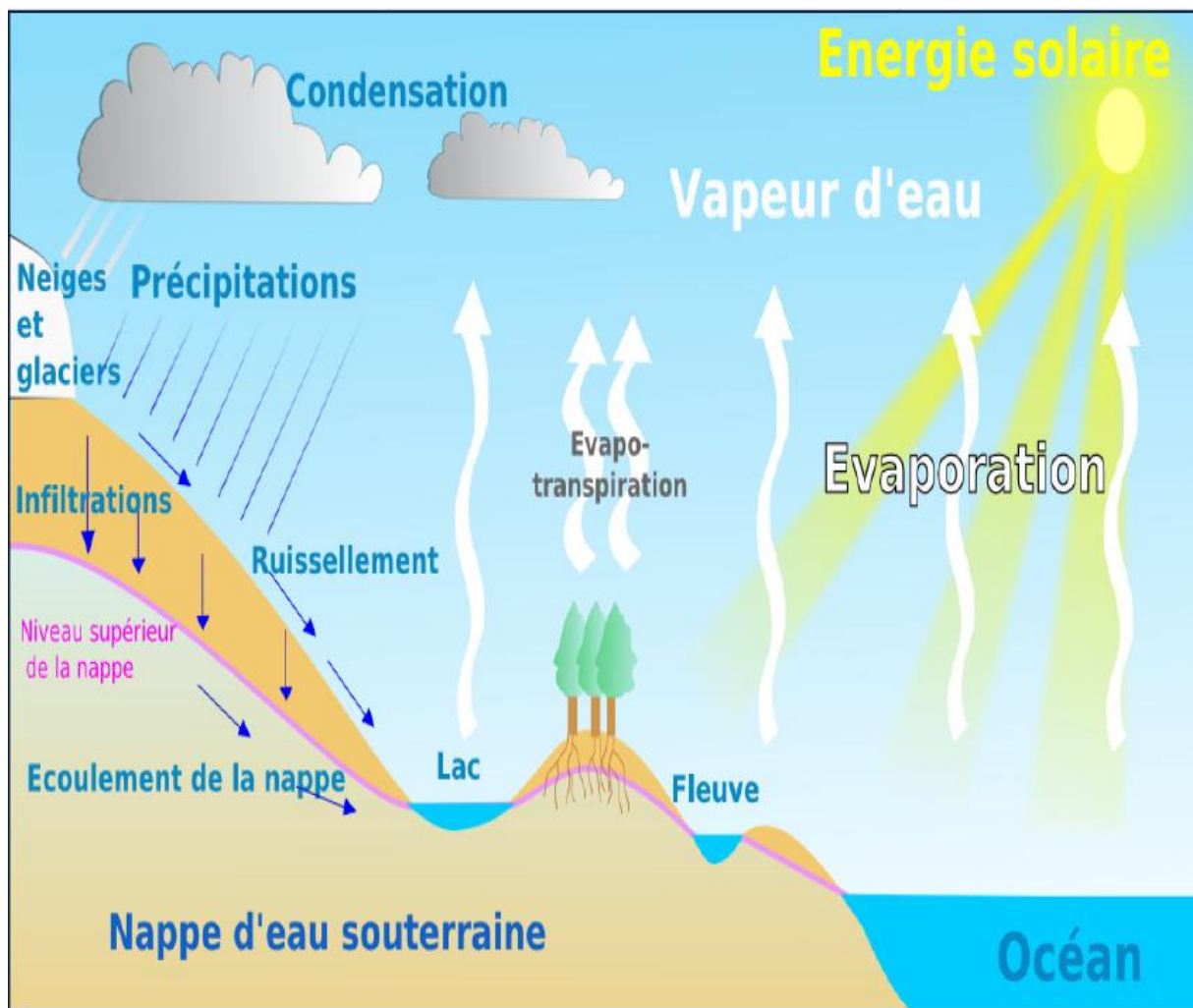


Figure N°1 : cycle de l'eau (site internet N°1)

I-5 Eaux d'approvisionnement :

I-5-1 Eaux de surface :

Les eaux de surface sont issues essentiellement des précipitations. Elles sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et d'eaux superficielles. **(Bouzianni., 2002)**

Les eaux de surface sont réparties en trois catégories: eaux de rivières (partie amont), eaux de rivières (partie aval) et eaux des lacs. La dureté de toutes les eaux de surface est modérée. **(Raymond., 1997)**

Ce sont des eaux qui se caractérisent par une forte charge en impuretés et par une pollution qui varie en fonction du niveau de développement des populations. **(Bouzianni., 2002)**

I-5-2 Eaux souterraines :

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution, Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps. (Raymond., 1997)

En effet, elles proviennent des nappes phréatiques contenues dans les espaces interstitiels des roches sédimentaires et dans les fissures des roches compactes. (Bouziati., 2002)

I-5-3 Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines :

Tableau N°2 : Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines (Degrement., 1940)

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité, MES (vrai ou colloïdales)	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues...) sauf dans les eaux très douce et acides (acides humiques)	Liée surtout aux matières en solution (acides humiques) ou due à une précipitation (Fe-Mn)
Gouts et odeurs	Fréquents	Rare (sauf, les usines H ₂ S)
Minéralisation globale(ou : salinité, TDS...)	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets...	Sensiblement constante; en générale, nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe et Mn divalent (à l'état dissous)	Généralement absents, sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation	Généralement présents
CO ₂ agressif	Généralement absents	Souvent présent en grande quantité
O ₂ dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation : absent dans le cas d'eaux très polluées	Absent la plupart de temps
H ₂ S	Généralement absent	Souvent présent
NH ₄	Présent souvent dans les eaux	Présent fréquemment sans être un

	polluées	indice systématique de pollution bactérienne
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée
Silice	Teneur en général modérée	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays industrialisés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Solvants chlorés	Rarement présents	Peuvent être présents (pollution de la nappe)
Éléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal et végétal)	Ferrobacteries et sulfitoréductrices fréquentes
Caractère eutrophe	Possible: accentué par les températures élevées	Non

II- Eaux de source :

II-1- définition :

Une eau destinée à la consommation humaine dans son état naturel et mise en bouteille à la source, qui doit satisfaire aux conditions d'exploitation, aux exigences microbiologiques et aux dispositions de la directive 80/778/CEE du Conseil du 15 juillet 1980. **(Delarras., 2003)**

Une eau de source est une eau d'origine souterraine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, conforme aux exigences des décrets n°89-3 et/puis 2001-1220 et, de ce fait, apte à la consommation humaine sans traitement ni adjonction autres que ceux autorisés pour cette eau. Elle doit être introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, dans des récipients de livraison au consommateur, ou dans des canalisations l'amenant directement dans des récipients. **(vilagines ., 2003)**

II-2 Différents types de sources :

II-2-1 Sources de déversement : Ces des sources issues d'un aquifère recoupé par la surface topographique et dont le substratum affleure.

Elles donnent souvent des lignes de sources suivant une ligne d'affleurement de substratum. Leur débit est pratiquement constant et leur point d'émergence est fixe.

(vilagines., 2003).

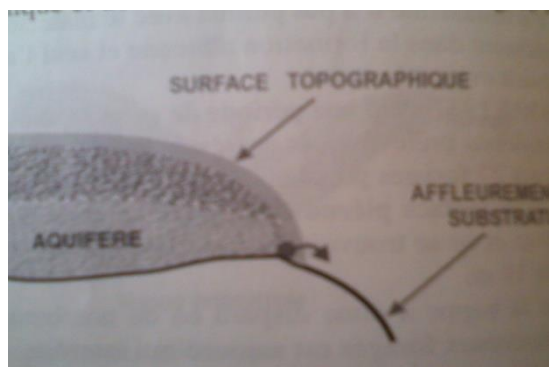
II-2-2 Sources d'émergence : Ces des sources à l'intersection de la surface piézométrique d'un aquifère libre et de la surface topographique et dont le substratum de l'aquifère n'affleure pas.

Leur point d'émergence se déplace en fonction des variations du niveau piézométrique. Ces sources écrèment en quelque sorte l'aquifère et ont de ce fait un débit irrégulier. De même, elles peuvent tarir sans que les réserves soient épuisées.

(vilagines., 2003)

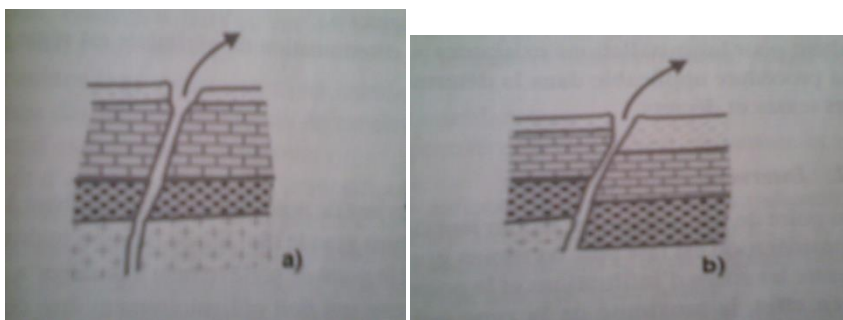
II-2-3 Sources d'affleurement : Pour lesquelles l'approvisionnement s'effectue sur un fond imperméable dans la vallée. (Bouziani., 2006)

Ces sources tarissent rarement, et leur débit est souvent important. Ce sont les plus intéressantes à capter. (Bonin., 1982).

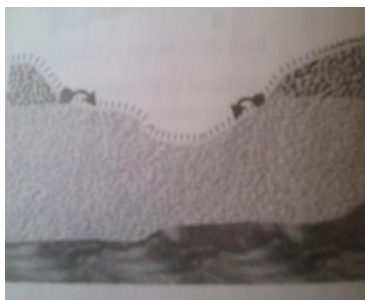


Source de déversement

(Bouziani., 2006)



Exutoires par fracture (Bouziani., 2006)



Source d'émergence (Bouziani., 2006)

Figure N°2 : Les différents types des sources d'eaux

III- Pollution de l'eau :

III-1 Paramètres globaux de pollution :

Dans la nature, l'eau est exposée à des pollutions de toutes sortes qui peuvent être observées à différents niveaux. Les processus de contamination de l'eau se font le plus souvent par des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels et autre.

Ces corps et ces substances dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités.

Les facteurs de pollution de l'eau sont nombreux, les diverses activités humaines comme l'agriculture, le tourisme, l'industrie et l'urbanisation.

Ces phénomènes de pollution sont placés en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol et elle subit les dégradations de ces deux milieux.

(Bouziani., 2002).

a) Industriel : Bon nombre de substance polluent les rivières et les nappes, parfois d'une manière pernicieuse que l'on n'en connait pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique. Caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration (Boeglin., 2001).

- Matières organiques et graisses (industries agro-alimentaires) ;
- Hydrocarbures (raffineries) ;
- Métaux (traitement de surface, métallurgie) ;

- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries.....) ;
- Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques) ; matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs). (**Gaujous., 1995**)

b) Agricole : L'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures et à faciliter la vie des agriculteurs. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès. (**Boeglin., 2001**).

c) Domestique : La pollution domestique des eaux usées urbaines est essentiellement constituer de matières organiques biodégradables, mais grand consommation d'oxygène, de germes pathogènes (cause d'endémies) et de produits chimiques (lessives détergent riches en phosphates) à l'origine des phénomènes d'eutrophisation.

A travers les lavabos, les éviers, les salles de bains et les WC chaque jour une pollution proportionnelle au nombre d'habitat (**Boeglin., 2001**).

La pollution domestique se caractérise selon **Gaujous 1995** par :

- Des germes fécaux ;
- De fortes teneurs en matière organique ;
- Des sels minéraux ;
- Des détergents.

III-2 Conséquence de la pollution :

L'organisation Mondiale de la Santé « **OMS** » confirme qu'environ 20% de la population mondiale n'a pas accès à une eau de qualité potable. La mortalité par manque d'eau est élevée, ainsi qu'un enfant meurt toutes les huit secondes, dans le monde, d'une maladie liée à l'eau. (**Bouziati., 2002**)

III-2-1 Maladies à transmission hydrique :

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des micro-organismes pathogènes (**Pierre et al., 2012**)

A-Maladies d'origine bactérienne

a) Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles : *Salmonella typhi* et *paratyphi* A, B et C. Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles.

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par des mains sales. (Vilagines., 2003)

b) Choléra

Le choléra est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours. Il se caractérise par une diarrhée profuse s'accompagné de vomissements et de douleurs épigastriques. Son évolution est mortelle en l'absence de réhydratation et d'antibiothérapie. (Vilagines., 2003)

c) Maladie de légionnaire

Agent causal de la maladie est une bactérie légionnelle *legionnella pneumophila*.

Elle se caractérise par une pneumonie aigue avec fièvre modérée, anorexie, céphalées, accompagnée souvent de signes évocateurs, digestifs et neurologiques.

La mortalité est importante, elle est de 10 à 15% (20 à 30% chez les immunodéprimés). (Haslay, Leclerc., 1993).

d) Dysenterie bacillaire

Le genre *Shigella* est pathogène uniquement pour l'homme et les autres primates. Elles sont responsables de la dysenterie bacillaire (*S.dysentriae*) et de gastro-entérites et diarrhées, engendrées souvent par l'eau et les aliments (Haslay, Leclerc., 1993).

e) Gastroentérites aigue et diarrhées :

les manifestations de l'infection vont de la forme asymptomatique à la teinte sévère avec fièvre, crampes abdominales, diarrhées plus au moins sanglantes pouvant durer plus d'une semaine.

Les agents causals sont : *E. Coli*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella sp*, *Shigella dysenteriae* et *Aeromonas sp*. (Vilagines., 2003)

B-Maladies d'origine parasitaire

a) La dysenterie amibienne (Amibiase) :

C'est une affection due à un parasite *Entamoeba histolytica*. Elle induit des entérocolites avec crampes et diarrhée muco-sanglante dans les cas sévères. (Vilagines., 2003)

b) Giardiase :

C'est une infection intestinale causée par un protozoaire flagellé appelé *Giardia lamblia*. Les symptômes incluent des crampes abdominales, nausées et diarrhée aqueuse. (Vilagines., 2003)

C-Maladies d'origine virale

a) Poliomyélite :

Maladie provoquée par un virus *poliovirus* transmis par l'eau de boissons. Elle affecte préférentiellement les enfants, les adolescents et les jeunes adultes. Il s'agit d'une grave pathologie touchant les systèmes nerveux centraux et provoquant la dégénérescence des certains neurones, en particulier les neurones médullaires avec lesquelles une fréquente paralysie des membres inférieurs chez les sujets qui survivent à cette affection. La poliomyélite peut être mortelle en particulier chez l'adulte. La contamination se fait à partir d'eau ou d'aliments pollués (Ramade., 1998)

b) Hépatite A :

Parmi toutes les hépatites virales, seule la « A » se transmet par l'eau. Elle se propage pendant la période automno-hivernale sous forme d'épisodes dans un environnement où les conditions d'hygiène individuelles et collectives manquent (Anonyme., 2003)

c) Hépatite E :

L'hépatite E peut également se manifester par un syndrome gastrique fébrile. Dans la forme fulminante le taux de létalité est de l'ordre de 1 à 2 % au cours des épidémies, mais il peut atteindre de 20 à 30 % chez les femmes enceintes au cours du 3^{ème} trimestre de grossesse. (Vilagines., 2003).

Le tableau N°3 résume quelques contaminants biologiques de l'eau.

Tableau N°3 : Microorganismes pathogènes responsables de la pollution biologique de l'eau (Bouziani., 2002)

Bactéries	Maladie
Vibron cholerae	Cholera
Salmonella typhi et paratyphi A, B, C	Typhoïde et paratyphoïde
Shigella	Dysenterie bacillaire
Bactéries fécales	Entérites et gastro-entérites
Protozoaires	
Amibes dysentériques	Amibiase
Naegleria fowleri	Méningo-encéphalites
Ascaris	Ascariodose
Schistosomes	Bilharzioses
Virus	
Entérovirus	Gastro-entérites
Adénovirus	Conjonctivites
Virus de l'hépatite A et E	Hépatites épidémiques
Parvovirus	Gastro-entérites aiguës

IV- Critères de potabilités :

IV-1 Caractères organoleptiques :

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

(Genoudet., 2001).

IV-1-1 Couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle, lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (Rodier., 2005).

Elle représente un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/l de platine et de cobalt. (Lefèvr., 1991).

IV-1-2 Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. (Rodier., 2005).

IV-1-3 Goût et saveur :

Le goût est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche et une bonne eau ne doit pas avoir un gout caractéristique (**Rodier., 2005**).

IV-2 Paramètres physiques :**IV-2-1 Température :**

La température de l'eau exprimée en [°C] est un paramètre d'une grande utilité pour le diagnostic hydrologique (la profondeur de l'écoulement souterrain, le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère, son origine et la présence d'éventuelles pollutions ou influences humaines) (**Degremont., 1978**).

En effet, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz sur la conductivité ainsi que dans la détermination du pH. (**Rodier et al., 2005**).

IV-2-2 pH :

C'est une mesure de la concentration de protons (H^+) présents dans l'eau, exprimé par la formule suivante :

$$pH = -\log_{10}(H^+).$$

Donc à chaque changement d'une unité pH, le nombre de protons dans l'eau change d'un ordre de grandeur (un facteur 10).

Le pH de l'eau pure est de 7, une eau ayant un pH inférieur à 6 est dite acide (elle contient plus d' H^+) alors qu'au-dessus de 8 l'eau est dite basique. (**Olivier., 2005**).

IV-2-3 Conductivité électrique :

La conductivité de l'eau mesure la capacité de l'eau à se laisser traverser par une charge électrique. Elle permet de savoir si l'eau analysée est fortement chargée en sels minéraux ou proche de ce que l'on appelle une eau chimiquement pure, c'est-à-dire dépourvue de sels minéraux. (**Bekkada., 2004**)

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (**S /m**). (**Rodier., 1996**).

IV-2-4 Dureté :

La dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atomes de calcium et de magnésium qu'elle renferme. Dans la plupart des pays on exprime la dureté en degrés hydrotimétriques. (Germain *et al.*, 1976)

IV-2-5 Turbidité :

La turbidité d'une eau est l'inverse de sa transparence. Plusieurs méthodes de mesure ont été proposées :

- Détermination de la limite de visibilité d'un objet immergé ;
- Comparaison de la transparence de l'échantillon à celle d'un échantillon d'eau distillée auquel on ajoute goutte à goutte une solution alcoolique de mastic ;
- Comparaison avec un échantillon limpide à l'aide de néphélomètres utilisant souvent l'effet Tyndall. (Germain *et al.*, 1976)

IV-3 Paramètres chimiques :**IV-3-1 Extrait sec :**

On appelle indifféremment, extrait sec, résidu sec ou résidu fixe. Ces valeurs sont reliées avec la mesure de la conductivité et constituent un indice de la minéralisation de l'eau, le résidu sec est défini par la teneur en sels minéraux calculé à 180°C (Tampo *et al.*, 1992).

IV-3-2 L'oxygène dissout (O₂) :

La présence d'oxygène dissout (O.D) dans l'eau est indispensable ; l'oxygène permet de maintenir la qualité de l'eau, notamment son goût ou son degré d'asepsie. (Tardat-henry, Beaudry., 1992).

Selon l'origine de l'eau la teneur en oxygène dans l'eau dépasse rarement 10mg/l et les eaux profondes ne contiennent que quelques milligrammes (Derradji *et al.*, 2005)

IV-3-3 Gaz carbonique (CO₂) :

D'après Perraud 2009, le CO₂ est présent dans beaucoup d'eaux minérales et lui confèrent un goût acidulé « sources acide ».

Il peut être magmatique, plutonique ou biogénique (il est alors moins profond), comme il peut résulter de la thermo décarbonations des roches encaissantes.

Dans les eaux peu profondes, le gaz carbonique est dissous dans l'eau (**Tampo et al., 1992**).

IV-3-4 Bicarbonate :

L'ion bicarbonate est le principale constituant alcalin de la plupart des eaux (**Kemmer et al., 1984**).

Il est d'origine diverses et n'a pas de rôle prépondérant sur la santé (**Hubert et al., 2002**).

IV-3-5 Calcium :

Le calcium est un métal alcalino terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. C'est un composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrain traversé. (**Rodier., 1996**).

IV-3-6 Chlorure :

L'eau contient presque toujours des chlorures, (**Tardat-henry, Beaudry., 1992**), mais la teneur en chlorure des eaux est extrêmement variée et elle est liée principalement à la teneur des terrains traversés. (**Rodier et al., 2005**)

Ainsi, les eaux provenant des régions granitiques sont pauvre en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent davantage. (**Monique, Beaudry., 1992**).

IV-3 -7 Sodium (Na⁺) :

Très répandus mais n'existe pas naturellement à l'état natif, toujours associée à d'autres éléments chimiques tels que le chlorure et les sulfates. Sa concentration dans l'eau de boisson est inférieure à 50 mg/l, mais elle peut augmenter au cours des traitements d'adoucissements (**Potelon, Zysman., 1998**).

IV-3-8 Potassium (k⁺) :

Il est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg /l. (**Tardat-henry, Beaudry., 1992**)

Dans les sols c'est les minéraux argileux qui constituent le réservoir du potassium, sa présence dans l'eau résulte de la dissolution de ces minéraux (**Mhiri., 2002**).

IV-3-9 Sulfates (SO₄⁻²) :

Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse. Ce dernier est un sulfate de calcium hydraté qui est faiblement soluble (**Degrément., 2005**).

IV-4 Eléments indésirables :**IV-4-1 Nitrate :**

Les nitrates dans l'eau proviennent généralement des engrais azotés, de la décomposition des matières végétales et animales, des effluents industriels, dans les eaux naturelles non polluées. **(Rodier et al., 2005).**

Dans l'eau de consommation, la teneur des nitrates est limitée à 10 mg/l. **(Monique, Beaudry., 1992).**

IV-4-2 Nitrite :

Leur présence dans l'eau est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, ou à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement Oxydés en nitrates et leur présence dans l'eau est rare et en faible quantité. **(Rejsek., 2002).**

IV-4-3 Phosphate :

Il existe une grande variété de phosphates, minéraux ou organiques, de solubilité diverse, **(Monique, Beaudry., 1992).** Le plus souvent sa teneur dans les eaux naturelles résulte de son utilisation en agriculture, de son emploi comme additif dans les détergents. **(Rodier et al., 2005).**

IV-4-4 Les matières organiques :

Elles constituent un milieu nutritif favorable au développement des microorganismes, notamment les pathogènes. Sa présence est un indice de pollution généralement d'origine récente. Elles favorisent l'apparition de « mauvais goûts », notamment à la suite d'une chloration et d'odeurs désagréables **(Desbordes., 2001).**

IV-4-5 Ammonium (NH₄⁺) :

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

IV-4-6 Salinité :

La salinité d'une eau désigne sa teneur en sels dissous. Toute eau contenant des sels dissous, même l'eau potable, est dite saline. Bien que, l'habitude de considérer comme salines les eaux qui, en un goût, « salées » ; c'est le cas des eaux saumâtres et de l'eau de mer qui se trouvent en plus grande quantité sur le globe terrestre. (Vaillant., 1973).

V- Les différentes normes applicables aux eaux de consommation:**V-1 Normes des qualités organoleptiques de l'eau potable**

Le tableau N°4 résume les différents paramètres organoleptiques d'une eau potable selon OMS 2007.

Tableau N°4 : Normes de qualité organoleptique (OMS., 2007)

Paramètres organoleptiques (mg/L)	Recommandation (OMS)
Coloration	Ne doit pas dépasser 15 mg/l de platine en référence à l'échelle platine cobalt.
Turbidité	Ne doit pas être supérieur à une valeur équivalente à 2 unités Jackson.
Odeur	Le taux de dilution doit être de 2 à 12°C.
Saveur	Le taux de dilution doit être de 3 à 25°C.

V-2 Normes de qualité physico-chimiques d'une eau potable :

Le tableau N°5 résume les différents paramètres physico-chimiques d'une eau potable selon OMS 2007

Tableau N°5 : Normes de qualité physico-chimique (OMS., 2007)

	Paramètres physico-chimiques (mg /l)	Recommandation(OMS)
Paramètres physiques	Température PH	Ne doit pas dépasser 25°C 6,5≤pH ≤8,5
Paramètres chimiques	Chlorures (Cl ⁻) Sulfates (SO ₄ ²⁻) Magnésium (Mg) Sodium (Na) Potassium (K) Résidu sec	≤200mg/l ≤250mg/l ≤50mg/l ≤150mg/l ≤12mg/l ≤1500mg/l
Paramètres chimiques indésirables	Nitrate (NO ₃) Nitrite (NO ₂) Ammonium (NH ₄) Fer (Fe) Manganèse (Mn) Cuivre (Cu) Zinc (Zn) Phosphore (P) Argent (Ag)	≤50mg/l ≤0.1mg/l ≤0.5mg/l ≤0.2mg/l ≤0.05mg/l ≤01mg/l ≤05mg/l ≤5mg/l ≤0.01mg/l
Paramètres chimiques toxiques	Arsenic (As) Cadmium (Cd) Cyanure (CN) Chrome total (Cr) Mercure (Hg) Nickel (Ni) Plomb (Pb)	≤0.05mg/l ≤0.005mg/l ≤0.05mg/l ≤0.05mg/l ≤0.001mg/l ≤0.05mg/l ≤0.05mg/l

V-3 Normes de qualité bactériologique de l'eau potable (OMS., 2007) :

Les qualités bactériologiques d'une eau potable doit être conforme à la norme **OMS 2007** figurée dans le tableau N°6

Tableau N°6 : Normes de qualité bactériologique (OMS., 2007)

Paramètres bactériologiques	Unités	Recommandation (OMS)
coliformes totaux	Germes /100ml	10
Coliformes fécaux	Germes /100ml	0
Streptocoques fécaux	Germes /100ml	0
Clostridium sulfito réducteur	Germes/20ml	0
Salmonelle	Pas d'unité	Absence
Vibrion cholérique	Pas d'unité	Absence

Matériel et méthodes :**Objectif :**

Notre thème s'intitule sur une étude comparative entre eaux de trois sources, ces sources n'ont été jamais traitées auparavant

Notre étude a pour but de réaliser le contrôle physico-chimique et bactériologique de trois sources de la région Sidi El Kebir de la wilaya de Blida, et d'établir une étude comparative.

En effet, cette étude a été réalisée durant la période allant du mois d'Avril au mois de Juillet au sein de deux laboratoires :

- **Le laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida** pour les analyses bactériologiques ;
- **Le laboratoire venus et Vita jus** pour les analyses physico- chimiques

I- Matériel :**I-1 Matériel biologique**

Nous nous sommes proposé d'analyser l'eau de trois sources naturelles à la région de Sidi El Kebir de la wilaya de Blida.

- ❖ Source El'ansor ;
- ❖ Source Ain Boukri ;
- ❖ Source Ain Ami Salah (taberkechente).

I-1 matériel non biologique : voir l'annexe N°2

II- Méthodes

L'organigramme présenté par la figure N°4 suivante résume les différentes étapes expérimentales :

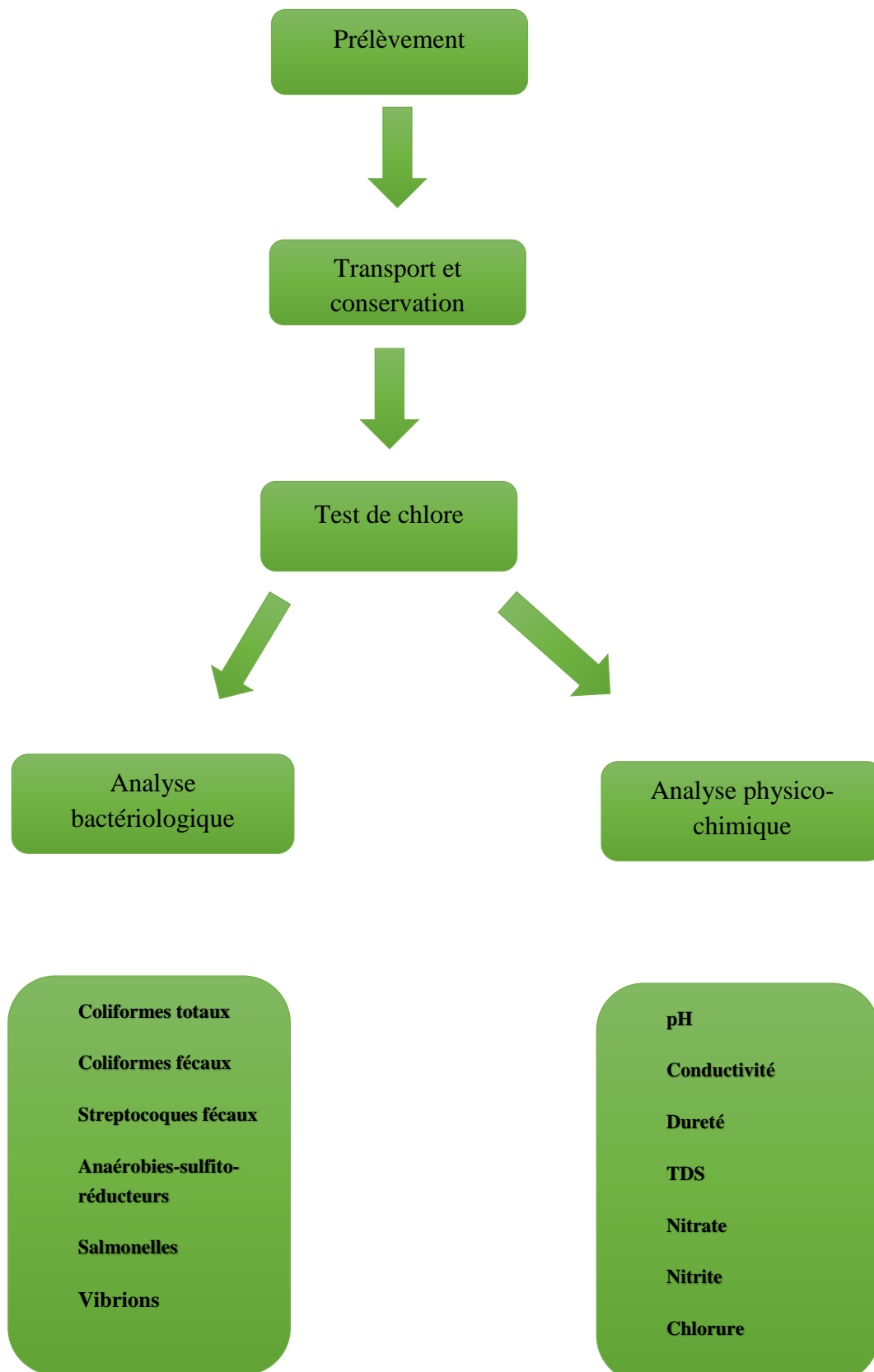


Figure N°3 : organigramme d'expérimentation

Présentation de la zone d'étude :

La wilaya se compose principalement d'une importante plaine et d'une chaîne de montagnes au Sud.

La commune de Blida, le centre de la wilaya, se situe dans le tell nord de l'atlas blidéen et se continue vers le sud de la plaine de Mitidja, elle est délimitée au nord par les communes de Oued el Oulayeg, Beni Mered et Beni Tamou. Au sud par Bouarfa et Chréa, à l'est par Ouled Yaich et à l'ouest par Bouarfa et Chiffa

D'une superficie de 53,26 Km², d'un climat méditerranéen et de pluviométrie importante surtout en mois de Décembre, janvier et février.

La zone de Sidi el Kebir est située en 270 mètre d'altitude au sud de la commune de Blida, elle est délimitée au sud par le parc national de Chréa

Cette zone recèle des dizaines de sources d'eau et oueds de sidi el Kebir. (ADE Blida 2014)



Figure N°4 : localisation des trois sources d'eau (Google earth)

II-1 Echantillonnage

Dans le but de réaliser les analyses physico-chimiques et bactériologiques des différentes eaux de sources, quatre campagnes d'échantillonnages ont été programmées du mois d'Avril au mois de Juillet avec un espace d'environ un mois.

Tableau N°07 : Dates et heures des prélèvements effectués sur les trois sources

Source	P01	P02	P03	P04
El'ansor	27-04-2015 à 8 :30	24-05-2015 à 08 :15	14-06-2015 à 08:30	27-07-2015 à 08 :45
Ain boukri	27-04-2015 à 8 :37	24-05-2015 à08 :22	14-06-2015 à 08:37	27-07-2015 à 08 :54
Ain ami saleh	27-04-2015 à 8 :57	24-05-2015 à 08 :42	14-06-2015 à08 :57	27-07-2015 à 09 :10

II-2 Prélèvement

Avant de procéder au prélèvement il faut suivre les étapes suivantes :

- Enlever les brise-jets et tuyaux et caoutchouc adaptés au robinet.
- Flamber le robinet pendant au moins 1 minute.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 3 à 5 minutes avant de faire le prélèvement.
- Flamber rapidement le bord du flacon, le remplir presque entièrement.
- Flamber à nouveau le bord, et mettre le bouchon.
- Incrire sur la bouteille les indications nécessaires à l'identification du prélèvement : (origine et date).

II-2-1 Prélèvement du robinet

a) Source aménagée (source Ain Boukri)

Les prélèvements ont été effectués en respectant les modalités décrites par **Rodier 1996**, dont la manipulation doit s'effectuer dans les meilleures conditions d'asepsie.

Concernant les analyses bactériologiques la quantité nécessaire d'eau à analyser est de 250ml pour la recherche des coliformes totaux, des colibacilles et des streptocoques fécaux et 250ml pour la recherche des salmonelles et la recherche des vibrions cholériques.

Pour les analyses physico-chimiques la quantité d'eau nécessaire est de deux bouteilles de 1.5L.

II-2-2 Prélèvement direct de la source :

b) Source non aménagée (source d'Anzor et Ami Saleh) :

Dans ce cas, seul le matériel utilisé pour le prélèvement doit répondre aux exigences de stérilité cité ci-dessus.

II-3 Transport et conservation

La teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans les flacons, après le prélèvement. C'est pourquoi toute analyse microbiologique n'a de chance d'être représentatif que si elle est réalisée plutôt que possible. (**Rodier et al., 2009**)

Les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 et 6°C.

III- Analyses physico-chimiques

III-1 Paramètres physiques

a) Test de chlore (réf : MOD. CN-66/-66F-66T)

Avant de procéder à tout prélèvement en vue des analyses bactériologiques ou chimiques, le test de chlore libre est obligatoire. Il est réalisé par la méthode de La DPD (Diéthyl p phénylène Diamine) en raison de sa sensibilité. Durant cette étude, le test de chlore a été effectué in situ pour détecter la présence ou l'absence du chlore. Elle s'effectue de la façon suivante :

- Prendre un tube à essais, ajouter une quantité déterminée d'eau à analyser (5 à 10 ml).
- Ajouter un comprimé de DPD et bien mélanger le contenu du tube pendant un instant.

En présence du chlore, le DPD donne à pH 6,2-6,5 une coloration rouge rosâtre.

Le taux est évalué à l'aide d'un comparateur.

b) Température

Principe

La température est mesurée par un thermomètre (thermomètre à mercure) et les valeurs obtenues sont estimées en °C.

Mode opératoire :

- Plonger le thermomètre dans l'échantillon.
- Laisser l'appareil se stabiliser.
- Noter la valeur de la température.

a) Potentiel d'hydrogène pH

C'est un paramètre qui permet l'appréciation de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau.

Principe

La mesure du pH consiste à la mesure du potentiel d'électrode à Hydrogène plongée dans l'échantillon.

Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre par la solution tampon, puis rincer l'électrode par l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon et laisser l'appareil se stabiliser.

Lecture

La valeur du pH est déterminée par l'appareil une fois stabilisé.

b) Conductivité électrique :

Principe :

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

La détermination est directe à l'aide d'un conductimètre (thermo-scientifique)

Mode opératoire

- Prendre un échantillon conservé dans de bonnes conditions (température ambiante, hygiène).
- Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre.
- Mettre l'électrode dans le bécher puis appuyer sur la touche READ.

Expression des résultats :

- La valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou bien (mS/cm) milli siemens par centimètre.
- Si les résultats de la conductivité dépassent la valeur $9999 \mu\text{S}/\text{cm}$, les résultats s'affichent en mS/cm .

c) Taux des sels dissout TDS :**Principe :**

TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions. Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement.

Mode opératoire :

- Prendre un échantillon conservé dans de bonnes conditions (température ambiante, hygiène).
- Remplir un bécher avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode de l'appareil (thermo-scientifique).
- Mettre l'électrode dans le bécher puis appuyer sur la touche READ.

Expression des résultats :

TDS= mg/l

III-2- paramètres chimiques :**a) Dosage des chlorures (AFNOR 1986)****Principe :**

Les chlorures sont dosés par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium.

La réaction est indiquée par l'apparition de teinte rouge caractéristique d' AgCl .

Mode opératoire :(méthode de MOHR).

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans un Erlen
- Ajouter quelques gouttes de K_2Cr_4 à 10%.
- Titrer avec une solution d' $AgNO_3$ 0,03N jusqu'à apparition d'un précipité rougeâtre.

3-Résultat :

$$(Cl)=V \times 100 \text{ mg/l}$$

V : volume $AgNO_3$ versé.

a) Détermination de l'alcalinité (AFNOR, 1986)**Principe**

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

Réactifs

- Acide chlorhydrique (ou sulfurique) N/10.
- Phénolphtaléine à 1 %.
- Hélianthine (ou méthylorange) à 1 %.

Mode opératoire :**✚ Détermination du TA**

- Prélever 100 ml d'échantillon dans une capsule en porcelaine blanche de 12 cm de diamètre.
- Ajouter une à deux gouttes de la solution de phénolphtaléine à 1 %.
- Une coloration rose se développe (dans le cas contraire le TA est nul).
- Verser ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration, soit V le nombre en ml.

✚ Détermination du TAC

- Utiliser l'échantillon précédent, s'il n'y a pas eu coloration.
- Ajouter deux gouttes d'hélianthine et titrer avec le même acide jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune-orangé, soit V' le nombre en ml.

Expression des résultats :

$$\text{TA (mg/l)} = 10 \times V$$

V et V' : volume d'acide

$$\text{TAC (mg/l)} = 10 \times V'$$

b) Dureté total et

Principe :

La somme des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} est dosée dans des conditions opératoires bien déterminées et en présence d'un indicateur (titrant).

Le TH est exprimé en degré Français (°F).

Mode opératoire :

- Prendre 5ml d'échantillon
- Ajouter des gouttes de réactifs et agiter jusqu'au virage de couleur au vert
- Conter les gouttes ajoutées

Expression des résultats :

Dureté :

1goutte \longrightarrow 100ppm

TH :

1goutte \longrightarrow 1°F

III-3- paramètres de pollution :

Nitrites et Nitrates : (réf : 913 13)

Principe :

Les nitrates présent dans l'eau sont d'origine soit des engrais azotés soit de matières organiques en décomposition, alors que la présence des Nitrites est due à l'oxydation d'ammoniac ou à la réduction des Nitrates.

La concentration en nitrate et en nitrite dans l'eau est déterminée à l'aide de Test Strips (réf : 913 13).

Mode opératoire :

- Verser l'échantillon dans un bécher à réseau de 100ml
- Mettre une bandelette (Quantofix) pendant une seconde puis la retirer
- Attendre une minute
- Comparer la couleur de la bandelette avec les couleurs de test strips (Semais quantitatif).

Lecture :

Les résultats sont obtenus à partir de la comparaison entre la bandelette utilisée et les couleurs de test (Test strips) et Ils sont exprimés en ml/l.

IV- Analyses bactériologiques :**a) Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide (NF. ISO. 4831 1989)**

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée, elle consiste en la recherche et la numération des germes de la flore totale de l'eau.

Cette flore est composée de micro-organismes banaux et de germes pathogènes.

Ces derniers sont d'origine fécale dont le dénombrement est facilité par l'utilisation de germes indicateurs de pollution.

Concernant cette étude, les germes recherchés sont les suivantes : coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux, Clostridium Sulfito-Réducteurs, salmonelles et vibrions.

La colimétrie consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes et parmi eux les coliformes fécaux, dont seule l'origine fécale est certaine.

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- ❖ le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes totaux.
- ❖ le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie réservé à la recherche des coliformes fécaux

Mode opératoire**Test de présomption**

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

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

- Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

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

- ✓ Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème de la hauteur de la cloche),
- ✓ Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du **NPP**.

Test de confirmation

Les tubes de **BCPL** trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage dans des tubes contenant le milieu **Schubert** muni d'une cloche de Durham.

L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures

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

- ✓ Un dégagement gazeux,
- ✓ Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du **NPP**.

b) Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide (NF. T90-411. 1989)

Ces streptocoques de groupe D (entérocoques) sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale car tous ont un habitat fécal.

Tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- ❖ le test de présomption
- ❖ le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

Test de présomption :

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

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C,
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C,
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :

- ✓ ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement
- ✓ doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dans le but d'être confirmés.

Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage dans le milieu Eva Litsky.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant **à la fois** :

- ✓ un trouble microbien, et
- ✓ une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table **NPP**.

c) Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réductrice (ASR) (NF. ISO. 4831 1989)

La recherche de *Clostridium* sulfito-réducteurs est basée sur la recherche des formes sporulées et pour cela il faut :

- Introduire dans 4 tubes à essai 20 ml d'échantillon d'eau à analyser (5 ml dans chaque tubes) ;
- Placer les tubes au bain marie à 80 °C pendant 10 mn ; dans le but de détruire toutes les formes végétatives.
- Refroidir à 45 °C puis on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et 4 gouttes de sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes par la gélose viande foie ;
- Mélanger doucement, en évitant d'introduire les bulles d'air ;
- Incuber à 37 °C et on procède à une première lecture après 24 heures, car très souvent les spores des anaérobies sulfito-réducteurs sont envahissantes ce qui rendra la lecture impossible,

Si non faire une deuxième lecture après 48 heures ;

- Les *Clostridium sulfito-réducteurs* réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de sodium.

Lecture

- Compter toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre dans chaque tube et rapporter le nombre total des colonies dans les 4 tubes.
- Exprimer les résultats en nombre de germes par 20 ml.

d) Recherche des salmonelles (NF. ISO. 4831 1989)

La recherche des salmonelles se fait en 3 étapes :

- ✓ 1ère étape : Le premier enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite - Cystéine SFB.
- ✓ A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 50 ml dans un flacon contenant 100 ml de bouillon sélénite-cystéine, la solution obtenue est appelée SFB I.

L'incubation se fait à 37°C pendant 18 à 24h.

- ✓ 2ème étape : La solution SFB I fera l'objet d'une part, d'un deuxième enrichissement (SFB II) qui consiste à ensemencer 1 ml du SFB I dans un tube contenant 10 ml de bouillon sélénite cystéine.
- ✓ D'autre part isolement sur gélose Hecktoen (HI).

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

- ✓ 3ème étape : D'une part, le bouillon SFB II fera l'objet d'un isolement sur gélose Hecktoen (HII)

L'incubation à 37 °C pendant 24 heures.

D'autre part, le tube SFBII et la gélose (HI) subira une lecture.

Les boîtes de gélose Hecktoen subiront une lecture qui se limite à la présence ou l'absence de colonies spécifiques et en tenant compte du fait que les salmonelles se présentent le plus souvent sous forme de colonies grises bleues, vertes bleues avec ou sans centre noire d'une taille très petite.

e) Recherche des vibrions cholériques (NF. ISO. 4831 1989)

Les Vibrionacae se présentent sous forme de bacilles Gram Négatifs droits ou incurvés (BGN), très mobiles, possédant une oxydase, aéro-anaérobies facultatifs, fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S.

Premier enrichissement :

Prélever 50 ml d'eau directement dans un flacon contenant 50 ml de milieu de culture EPA 10 fois concentré.

Les échantillons d'eau étantensemencés directement dans les flacons contenant le milieu d'enrichissement (EPA 10 fois concentré), ils sont incubés aussitôt arrivés au laboratoire, pendant 18h à 37°C.

A partir du 1^{er} enrichissement (EPA I)

Effectuer un isolement sur gélose nutritive alcaline biliée (GNAB I) et un 2^{ème} enrichissement en portant 1ml d'EPA I sur eau peptonée alcaline en tube (EPA II).

Phase du 2^{ème} isolement :

A partir du 2^{ème} enrichissement EPA II, effectuer un isolement sur GNAB (GNAB II).

Lecture :

La lecture se limite à la présence ou l'absence de colonies spécifiques, en tenant compte que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses et transparentes caractéristiques.

Résultats et discussion :

Les eaux souterraines ont pendant longtemps, été synonymes « eaux propres » répondant naturellement aux normes de potabilité.

Les eaux souterraines sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles, néanmoins, de nombreuses nappes sont influencées par la qualité des eaux de surface (**Armand., 1996**).

Les résultats obtenus ont été comparés aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA., 2011**).

I- Résultats des analyses physico-chimiques :**I-1- Température :**

Les résultats de température obtenue pour les trois sources in situ au moment de prélèvement sont notés dans le tableau N°8.

Tableau N°8 : Température pour les trois sources

Température	Source el Anzor	Source el Boukri	Source ami Saleh	Normes algériennes	unité
Avril	09	09	09	25°C valeur maximale limite	°C
Mai	09	09	09		
Juin	09	10	10		
juillet	10	10	10		

Les valeurs de la température retrouvées dans les trois sources oscillent entre 9°C et 10 °C, ce qui montre qu'elles sont conformes aux normes de JORA 2011 qui mentionne 25°C comme valeur maximale limite ;

Bien que, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine. (**Rodier., 2005**)

Les eaux souterraines, dont la température au cours des saisons est d'environ 12 à 15°C, elles sont moins sensibles aux variations de température que les eaux superficielles dont la température varie de 2 à 30 °C et elles présentent l'avantage d'arriver dans le réseau de distribution à une température plus basse mais elles peuvent s'échauffer par la suite dans le réseau. (**Rodier., 2005**)

I-2- Test de chlore :

Le test de chlore a été effectué in situ pour détecter la présence ou l'absence du chlore dans les trois sources d'eau.

Ainsi, nos différents échantillons prélevés indiquent l'absence totale du chlore, ce qui signifie que les eaux des trois sources ne sont pas traitées.

Tableau N°9: Résultats d'analyses physico-chimiques

Paramètres physico-chimique	Source el Anzor	Source el Boukri	Source ami Saleh	Normes algériennes	Unités
Ph	7,44	7,79	7,30	6.5- 9	
conductivité	462	414	822	2800	µs/cm
Dureté	100	100	200		Ppm
TH	20	20	40	200	Mg/l
TDS	226	203	403	Au dessous 1000ml/L (OMS 2006)	Mg/l
TA	4	0	0	500	Mg/l
TAC	18	8	25	200	Mg/l
Chlorure	38,99	30,14	33,68	500	mg/l
Nitrate	5	3	7	50	Mg/l
Nitrite	0	0	0	00	Mg/l

I-3- pH :

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre un acide et une base sur une échelle de 0 à 14.

Le potentiel d'hydrogène est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau (Brémaud., 2006).

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés (Rodier., 2009).

Selon les normes algériennes, le pH d'une eau souterraine est fixé entre 6.5 et 9.00.

Nos résultats des analyses physico-chimiques montrent que le pH de l'ensemble des échantillons est compris entre 7.30 et 7.79. Ce qui concorde avec les normes fixées par le

JORA 2011.

I-4- Conductivité :

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs (**De Villers et al., 2005**).

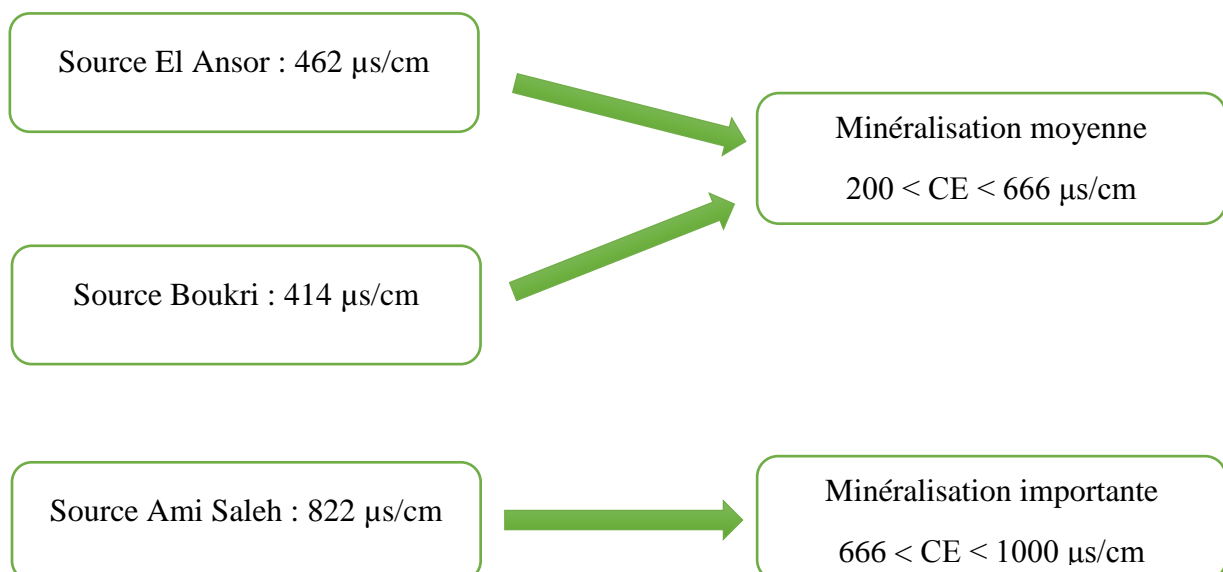
Concernant les valeurs obtenues dans cette étude, nous constatons qu'elles sont conformes à la norme algérienne **JORA 2011** pour les trois sources et durant toute la période d'expérimentation. Cette norme indique une valeur de 2880 $\mu\text{s/cm}$ comme valeur limite maximale.

De plus, **Rodier (1984)** a confirmé que la mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique (Tableau N°10).

Tableau N°10 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique. (**Rodier., 1984**)

Conductivité électrique(CE)	Taux de minéralisation
$CE < 100 \mu\text{s/cm}$	Minéralisation très faible
$100 < CE < 200 \mu\text{s/cm}$	Minéralisation faible
$200 < CE < 666 \mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne
$666 < CE < 1000 \mu\text{s/cm}$	Minéralisation importante
$CE > 1000 \mu\text{s/cm}$	Minéralisation élevée

En effet, selon **Rodier 1984**, les trois sources étudiées sont classées comme suit :



I-5- Titre alcalimétrique (TA), Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Les valeurs relatives du titre alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique complet (TAC), permettent de connaître les quantités d'hydroxydes, de carbonates ou d'hydrogencarbonates alcalins ou alcalinoterreux présents dans l'eau. (Rodier., 2005).

Les valeurs du titre alcalimétrique et du titre alcalimétrique complet dans les trois sources étudiées sont conformes aux normes algériennes (JORA., 2011).

I-6- Dureté ou Titre hydrotimétrique :

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (Rodier., 2009).

Ainsi, nos valeurs de la dureté et de TH enregistrées pour les trois sources durant la période d'expérimentation concordent à la réglementation algérienne (JORA., 2011).

I-7- Chlorure :

Les teneurs en chlorures des eaux des trois sources étudiées varient entre 30,14 mg/l et 38,99mg/l et ces taux sont conformes à la norme algérienne qui donne une valeur maximale de (500mg /l).

I-8- Nitrate nitrite :

La concentration en nitrate dans les eaux souterraines est normalement basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharge d'ordures, ou de contamination avec les déchets des animaux ou des humaines.

Dans notre cas, les valeurs de nitrate et de nitrite pour les trois sources sont concordent aux normes algériennes (50mg/l de nitrate, 00mg/l de nitrite), ce qui indique que les eaux analysées sont de bonne qualité.

En effet, une teneur en nitrate supérieure à la valeur citée peut provoquer des risques de méthémoglobinémie chez les nourrissons de moins de six mois alimentés au biberon, en raison de la transformation des nitrates (NO_3^-) en nitrites (NO_2^-) dans l'estomac, conduisant ainsi à l'oxydation et à la transformation de l'hémoglobine. Cet effet toxique, appelée également «cyanose du nourrisson» ou « syndrome du bébé bleu », entraîne une réduction des capacités de transport de l'oxygène par le sang. Chez l'adulte, les nitrites sont soupçonnés de provoquer des cancers (RODIER., 2005).

I-9- TDS :

Selon l'OMS 2006 les résultats obtenus pour les trois sources sont conformes à la recommandation qui exige une concentration au-dessous de 1000mg/L en TDS.

Le tableau N°11 classe les goûts d'eaux selon leur concentration en TDS, ce dernier permet de classer les sources étudiées comme suit :

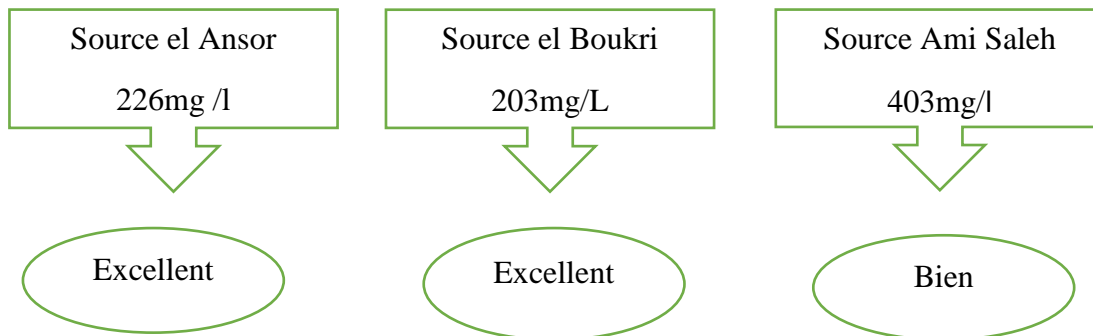


Tableau N°11 : Goût de l'eau avec différentes concentrations de TDS (OMS., 2006)

Niveau de TDS (mg/L)	Evaluation
Moins de 300	Excellent
300- 600	Bien
600- 900	Passable
900- 1200	Faible
Plus de 1200	Inacceptable

II- Résultats des analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique nous a permis de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau.

II-1 Recherche des coliformes totaux, fécaux et streptocoques fécaux :

Tableau N°12 : Résultats d'analyses bactériologiques d'eau.

Selon la table de NPP :

Sources	Source el ansor			Source el boukri			Source ami saleh		
	CT	CF	STR	CT	CF	STR	CT	CF	STR
avril	01	Abs	Abs	02	Abs	Abs	92	28	Abs
mai	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	05	Abs	Abs
juin	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	03	Abs	Abs
juillet	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
normes	CT 10 UFC/100ml			CF 20 UFC/ 100 ml			STR 0 UFC/100ml		

Les germes pathogènes sont généralement associés aux coliformes et streptocoques fécaux, la présence de ces derniers indique une contamination fécale.

En effet, nos résultats bactériologiques des trois sources représentées par le tableau N°12, révèlent que ces sources sont potables suite à l'absence des germes pathogènes. Toutefois, la source d'Ami Saleh présente une contamination par les coliformes totaux et fécaux avec des valeurs 92, 28 respectivement durant le mois d'Avril. Ces valeurs dépassent la norme JORA 2011.

Ce résultat est probablement dû à une contamination accidentelle par les eaux de précipitations.

Selon les normes algériennes des eaux souterraines (**JORA 2011**), les valeurs des coliformes totaux trouvés aux niveaux des deux sources « El Ansor » et « El Boukri » sont conformes. Ainsi, les résultats obtenus pour les deux premières sources classent ses eaux en bonne qualité bactériologique.

II-2 Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs :**Tableau N°13 :** Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs :

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Norme JORA 2011
El ansor	Abs	Abs	Abs	Abs	00 spores
Boukri	Abs	Abs	Abs	Abs	
Ami saleh	Abs	Abs	Abs	Abs	

La contamination par les Clostridium sulfito- réducteurs est d'origine fécale, mais elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels. Elles sont souvent recherchées pour vérifier l'autoépuration des sols vis à vis de l'eau.

D'après nos résultats illustrés dans le tableau N°13, les spores anaérobies sulfito-réducteurs sont absentes dans les trois sources, ce qui concorde avec la norme algérienne.

II-3 Recherche des salmonelles :**Tableau N°14 :** Résultat des salmonelles

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Norme JORA 2011
El Ansor	Abs	Abs	Abs	Abs	00 germes
Boukri	Abs	Abs	Abs	Abs	
Ami saleh	Abs	Abs	Abs	Abs	

Les résultats illustrés dans le tableau N°14, montres que les eaux étudiées sont exemptes de salmonelles pour tous les prélèvements effectués durant la période d'expérimentation, ce qui traduit l'absence de contamination d'origine fécale.

II-4 Recherche des vibrions :**Tableau N°15 :** Recherche des vibrions

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Norme JORA 2011
El Ansor	Abs	Abs	Abs	Abs	00 germes
Boukri	Abs	Abs	Abs	Abs	
Ami saleh	Abs	Abs	Abs	Abs	

D'après le tableau N°15 nous ne constatons aucune contamination dans les trois sources par les vibriens pendant la période d'expérimentation.

Conclusion :

Au terme de notre travail qui a porté sur l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de source « El Anzor », « El Boukri », « Ami Saleh » de la région de « Sidi el Kebir » (wilaya de Blida).

Les analyses physico-chimiques obtenues au niveau du laboratoire de Venus et Vita jus ainsi que les analyses bactériologiques au niveau de laboratoire d'hygiène de Blida durant la période du mois d'Avril jusqu'au mois de Juillet 2015, nous ont permis de conclure les résultats suivants :

- ✓ L'analyse physico-chimique des eaux des trois sources a montré que :
 - ✚ Ses eaux sont légèrement alcalines mais ne dépasse pas 8,5 unités de pH.
 - ✚ Les paramètres de pollution répondent aux normes de potabilité.
- ✓ Les eaux de deux sources « El anzor » et « El boukri » sont classés en faible minéralisation et la troisième source « Ami saleh » est classé dans la zone moyennement minéralisées.
- ✓ L'analyse bactériologique de ces eaux est révélée :
 - ✚ Une bonne qualité bactériologique concernant les sources « El Anzor » et « El Boukri » pendant la période d'étude qui signifie que ces deux sources sont parfaitement protégées et loin d'être contaminées.
 - ✚ La qualité bactériologique inacceptable de la source « ami saleh » pendant le mois d'Avril est due à une contamination accidentelle par l'infiltration des eaux de précipitation. Il est nécessaire donc de signaler sa fragilité et sa vulnérabilité à la pollution au cours de cette période.

Perspectives

A l'avenir, il serait souhaitable de poursuivre ce travail par :

- Effectuer plusieurs essais pour avoir des résultats plus fiables
- Utilisation des autres méthodes d'analyses sur le plan bactériologique tel que la méthode de filtration sur membrane
- Compléter ce travail par une étude statistique
- Sur le plan physico-chimique effectuer plus de paramètres.

Référence :

- **ARMAND L ; 1996**, Mémento technique de l'eau, édition : Tec et Doc. P : 37.
- **Bekkada. Z ; 2004**, LA valeur de l'eau, édition Chiron, p 54.
- **Bliefert et Perraud ; 2009**, Chimie de l'environnement, air, eau, sol, déchets. 2^{ème} édition Française de Boeck, 319p.
- **Boeglin ; 2001**, Propriétés des eaux naturelles, édition technique d'ingénieur. p5.
- **Bonnin ; 1982**, Aide-mémoire d'hydraulique urbaine, édition Eyrolles Saint-Germain Paris. p 32 et 33, 285pages.
- **Bouziani. M ; 2006**, L'eau dans tous ses états, édition Dar el Gharb pages 13, 22, 25, 30, 31 et 119. 239pages.
- **Brémaud. C ; 2006**, Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, édition Educagri. 231 p.
- **Coin. L ; 1981**, La pratique de l'eau : usages domestiques, collectifs et industriels. Edition monteur paris p245, 1121pages.
- **Dégremont ; 1940**, Mémento Technique de l'eau TOME1, édition-Rueil-Malmaison : Dégremont p 38,37 et 40. 787 pages.
- **Dégremont ; 2005**, Mémento technique de l'eau. 10^{ème} édition-Rueil-Malmaison : Dégremont, 1718 pages.
- **Delarras. C et Bernard Trébaol ; 2003**, Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux, 1^{er} édition Lavoisier Tech § Doc-Paris. p11, 269 pages.
- **Derradji. F, Kherici. N, Romeo. M et Caruba.R ; 2005**, Etude de l'influence de la pollution de l'oued Seybouse sur l'aquifère d'Annaba.
- **Desbordes ; 2001**, Innovation management in the sports industry : lessons from the Salomon case. European Sport Management Quarterly, 501 pages.
- **De Villers, J., Squilbin, M., Yourassowsky, C ; 2005**, Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement. 16 p.
- **Dupont. A ; 1981**, Hydrogéologie captage et traitement des eaux, Tom I, 5^{ème} édition : EYROLLES. P48, 49, 62 et 67.
- **Gaujous ; 1995**, La pollution des milieux aquatiques-aide-mémoire, édition Lavoisier Tech&Doc paris. 219p.

- **Genoutdet ; 2001**, L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier de bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale.
- **Germain. L, Colas. L et Rouquet. J ; 1976**, Le traitement des eaux. p 3, 5, 6. 147 pages.
- **Graindorge J et Landot E ; 2007**, La qualité de l'eau potable, Territorial édition. p 101.
- **Hubert. J, Hubert. C, Jungers. P, Daudon. M, Hartemann. P ; 2002**, Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique.
- **HERTIG et FALLOT 2006**. étude d'impact sur l'environnement. 2ème édition. Volume 23 .presses polytechnique et universitaires romandes. P544
- **Haslary et Leclerc ; 1993**, Microbiologie des eaux d'alimentation, édition Lavoisier-Paris. p108.
- **KemmerF. N, Mccaillon. J et Qellosi. Q ; 1984**, Manuel de l'eau ; Edition Lavoisier Tec § Doc-Paris. p 95, 100, 105, 109.
- **Ladel. M ; 2007**, Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation, Centre de formation aux matières de l'eau de Tizi Ouzou, Stage VII, Algérienne des eaux, Algérie, 120P.
- **Lea ; 2009**. Dispositifs rustique d'alimentation de l'eau potable pour des services de petites tailles en régions défavorisées, cedex, 280P.
- **Lefèvre J.G ; 1991**, Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi : la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-Clevenot.
- **Lepot. B, Houeix. N, Ghestem J-P, Coquery. M et Schiavone. S ; 2011**, Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques échantillonnage et analyses des eaux et des sédiments en milieu continental, 116p.
- **Luna B. et Kenneth S., 1972**, L'eau. Edition: Time-Life: 1. P: 9-39.
- **Mhiri A ; 2002**, Le potassium dans le sol de la Tunisie. INA de la Tunisie.
- **Monique Tardat-Henry, Paul Beaudry ; 1992**. Chimie des eaux, édition le Griffon d'argile, p 129, 201, 265, 266.
- **Myrand. D ; 2008**, Le captage des eaux souterraines pour des résidences isolées. Québec. 67P.
- **Olivier ; 2005**, Chimie et pollutions des eaux souterraines. p 5. 398 pages.
- **Olivier.B et Lumony M, Bangoy ; 1999**, Hydrogéologie, édition Dunod-Paris, p 156.

- **Pierre Aubry et Bernard- Alex Gauzère ; 2012**, les maladies liées à l'eau mise actualités 2011. Médecine tropicale. Sur le lien : [http : // médecine tropicale. Free. Fr/cours/eau. pdf](http://médecine.tropicale.free.fr/cours/eau.pdf)
- **Potelon J. et Zysman I; 1998**, Le guide des analyses de l'eau potable, 2^{ème} édition Griffon d'argile Québec. P 15, 60, 253.
- **Ramade. F ; 1998**, Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau, édition : Science internationale - Paris, 786p.
- **Raymond ; 1997**, Le traitement des eaux, p 3, 6. 304pages.
- **Rejsek F ; 2002**, Analyse des eaux (Aspects réglementaires et techniques), édition CRDP d'aquitaine. p 63.
- **Rodier, J, Bazin. C, Brouton J-P, Chambou. P et Champseur ; 1984**, L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduelles et Eaux de mer, 5^{ème} édition, DULOD, Paris.
- **Rodier. J, Bazin. C, Brouton J-P, Chambou. P et Champseur ; 1996**, L'analyse de l'eau, 7^{ème} édition Bordas-Paris. p57.
- **Rodier. J, Bazin. C, Brouton J-P, Chambou. P et Champseur ; 2005**, Analyse de l'eau, 8^{ème} édition Dunod-Paris. p 945 – 1078.
- **Rodier J. Bazin C. Brouton J-P. Chambou P. Champsaur H. et Rodi I ; 2009**, L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition Bordas-Paris, 328P.
- **Tampo. D, Hartemann. P et Moll. M ; 1992**, Les eaux conditionnées, Edition Lavoisier Tech § Doc-Paris. p70 et 105.
- **Vilaginès R ; 2003**, Eau, environnement et santé publique, 2^{ème} édition Lavoisier Tech § Doc-Paris, pages 24– 66. 198 pages.
- **Vaillant ; 1973**. Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, édition EYROLLES, p 8.
- **Zella.l et Smadhi.d ; 2006**, L'eau : la gouvernance et l'éthique. Edition office des publications universitaires. ALGER. 131pages
- **Zella ; 2007**, L'eau pénurie ou incurie p11, 144 pages.
- **Zerluth. J et Gienger. M ; 2006**, L'eau et ses secrets, nature et action de l'eau pour une eau de bonne qualité, édition Déslris. p37 et 45. 224 pages.

Autres références :

- **Anonyme 2003**, Ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière (Juin, 2003).
- **ADE, Blida 2014** ; polycopie, commune de Blida.
- **CNRS 2010** CNRS : Centre Nationale De La Recherche Scientifique-France-cnrs.fr)
- **Institut Pasteur d'analyse ; 2001**, Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux mer (Mouffok. F : chef de Service Eaux et Aliments), Mai 2001.
- **JORA., 2011**, JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 34.Décret présidentiel n° 11-222 du 14 Rajab 1432 correspondant au 16 juin 2011 modifiant le décret présidentiel n° 10-236 du 28 Chaoual 1431 correspondant au 7 octobre 2010 portant réglementation des marchés publics.
- **OMS 2006**, Goût de l'eau avec différentes concentration de TDS.
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf.
- **Site Internet 1**: Le cycle de l'eau, CE2 MIRI école de MATAIREA.

Annexe N°01:

Matérielles et appareillage :

I-2 Matériel pour les analyses bactériologiques :

➤ **Matériel pour échantillonnage :**

- Flacons en verre stériles (250 ml) ;
- Feux ;
- Thermomètre à mercure
- Glacière ;
- Alcool.

➤ **Matériel pour analyse :**

- Bec bunsen ;
- Pipettes de 1 ml à usage unique ;
- Pipettes de 50 ml ;
- Anse de platine ;
- Etuve à 37°C ;
- Etuve à 44°C ;
- Boîtes de pétri stériles ;
- Réfrigérateur ;
- Portoir ;
- Bain marie.

➤ **Milieux de culture :**

- Gélose Hektoen ;
- Gélose Nutritive Alcaline et Biliée (GNAB) ;
- Bouillon au Sélénite de Sodium Cystéine (SFB / DC) ;
- Bouillon à l'Éthyle Violet et Azide de Sodium (Litsky EVA) ;
- Bouillon à l'Azide de sodium (Bouillon Rothe) à SC et à DC ;
- Bouillon Eau Peptonnée Alcaline ;
- Milieu Indole + Mannitol (milieu de Schubert) muni d'un cloche de Durham ;
- Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol (BCPL) à SC et à DC.

➤ **Réactifs, additifs :**

- Réactifs de kowacs ;
- Additif Hektoen ;
- Additif SFB ;
- Alun de fer ;
- Sulfite de sodium.

I-1 matériel pour analyse physico-chimique :

➤ **Matériel pour échantillonnage :**

- Flacons ou bouteilles en plastique (1.5 L).

➤ **Appareillage et verrerie :**

- Fioles ;
- Erlen ;
- Pipettes ;
- Eprouvettes ;
- Conductimètre ;
- Balance ;
- pH mètre ;
- capsule en porcelaine.
- Béchers ;
- Burette ;
- Eau distillée ;
- Bain-marie ;
- Thermomètre ;
- Spectrophotomètre ;
- Etuve ;

Annexe N°02



Figure N°5 : Photos de la source El Anzor



Figure N°6 : Photos de la source El Boukri



Figure N° 7: Photos de la source Ami Saleh

Annexe N°03 :

Résultats d'analyses bactériologiques :

Résultat des analyses bactériologique de la source d'El Anzor :

	Avril	Mai	Juin	Juillet	unité
Coliformes totaux	01	00	00	00	germes/100ml
Coliformes fécaux	01	00	00	00	germes/100ml
Streptocoques fécaux	03	00	00	05	germes/100ml
Anaérobies sulfito-réductrices	00	00	00	01	spores/20ml
salmonelles	00	00	00	00	germes/100ml
vibrions	00	00	00	00	

Résultat des analyses bactériologique de la source El Boukri:

	Avril	Mai	Juin	Juillet	unité
Coliformes totaux	02	00	00	00	germes/100ml
Coliformes fécaux	01	00	00	00	germes/100ml
Streptocoques fécaux	00	00	00	00	germes/100ml
Anaérobies sulfito-réductrices	00	00	00	00	spores/20ml
Salmonelles	00	00	00	00	
Vibrions	00	00	00	00	

Résultat des analyses bactériologique de la source Ami Saleh (taberkechente) :

	Avril	Mai	Juin	Juillet	
Coliformes totaux	92	28	10	00	germes/100ml
Coliformes fécaux	28	00	00	00	germes/100ml
Streptocoques fécaux	00	00	00	00	germes/100ml
Anaérobies sulfito-réductrices	01	00	00	00	spores/20ml
Salmonelles	00	00	00	00	
Vibrions	00	00	00	00	

Annexe N°04

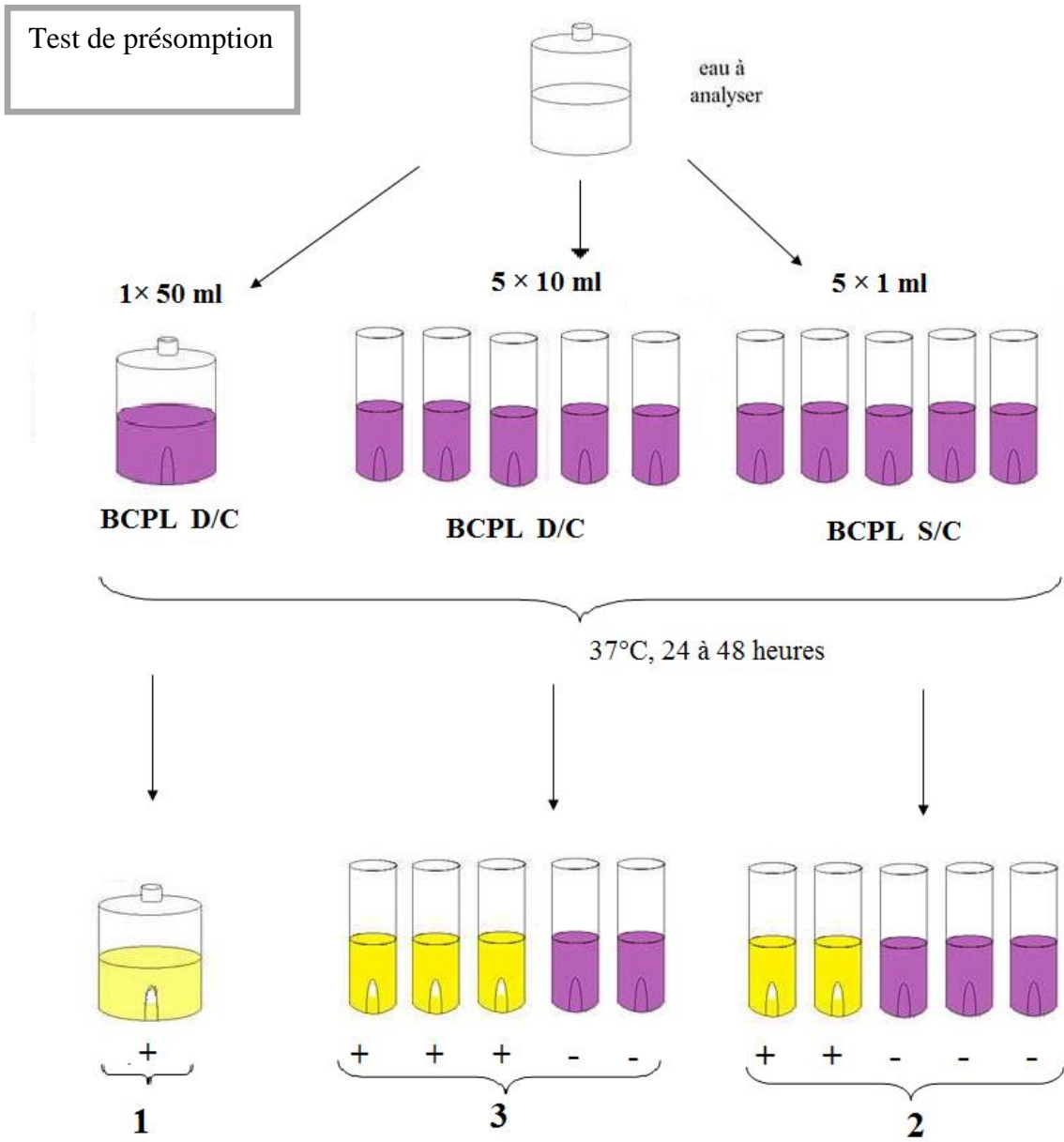


Figure N°8 : Recherche des coliformes totaux par la méthode de NPP sur le milieu BCPL

Test de confirmation

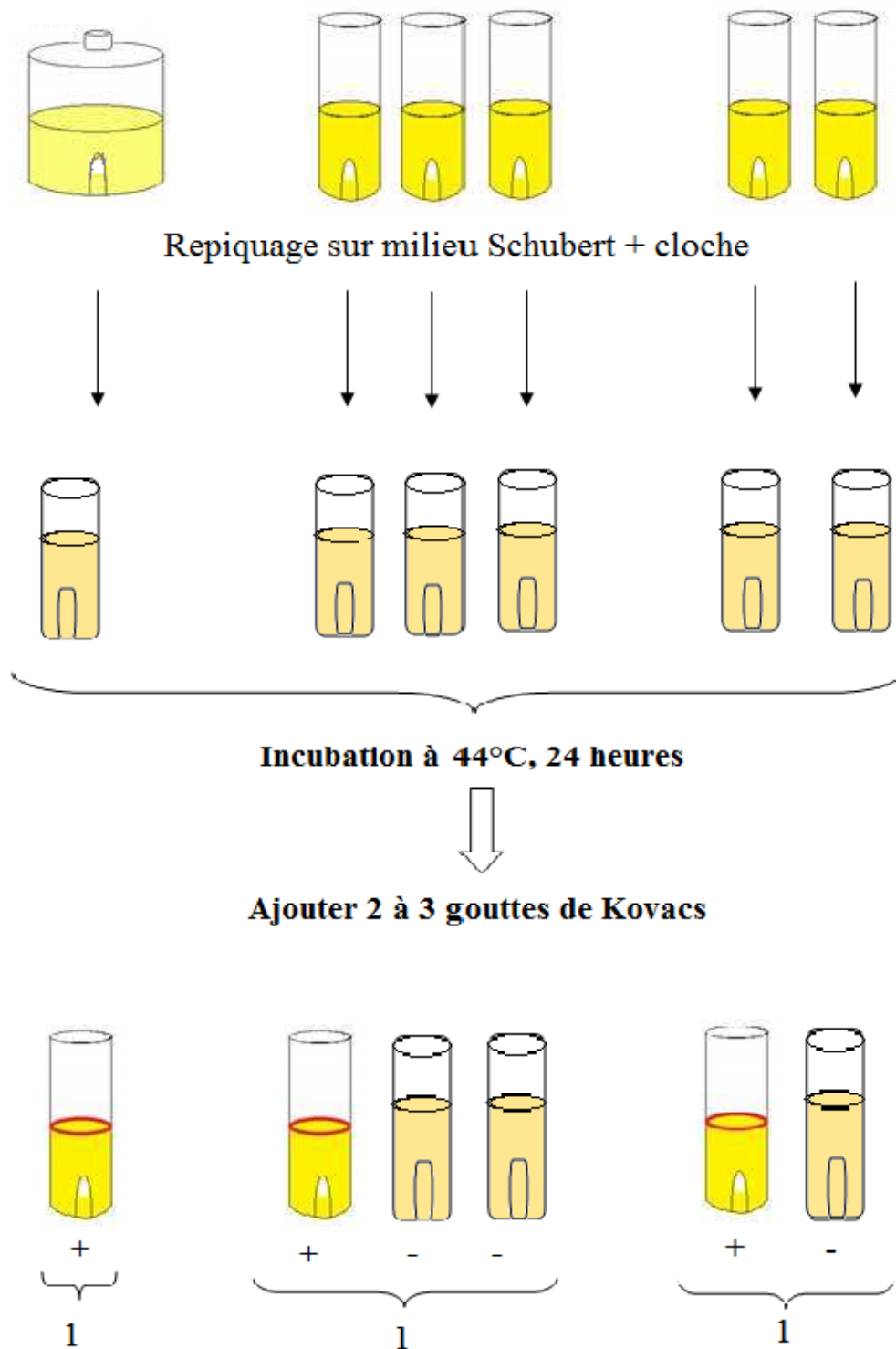


Figure N°8 : Recherche des coliformes fécaux par le méthode de NPP sur le milieu Schubert

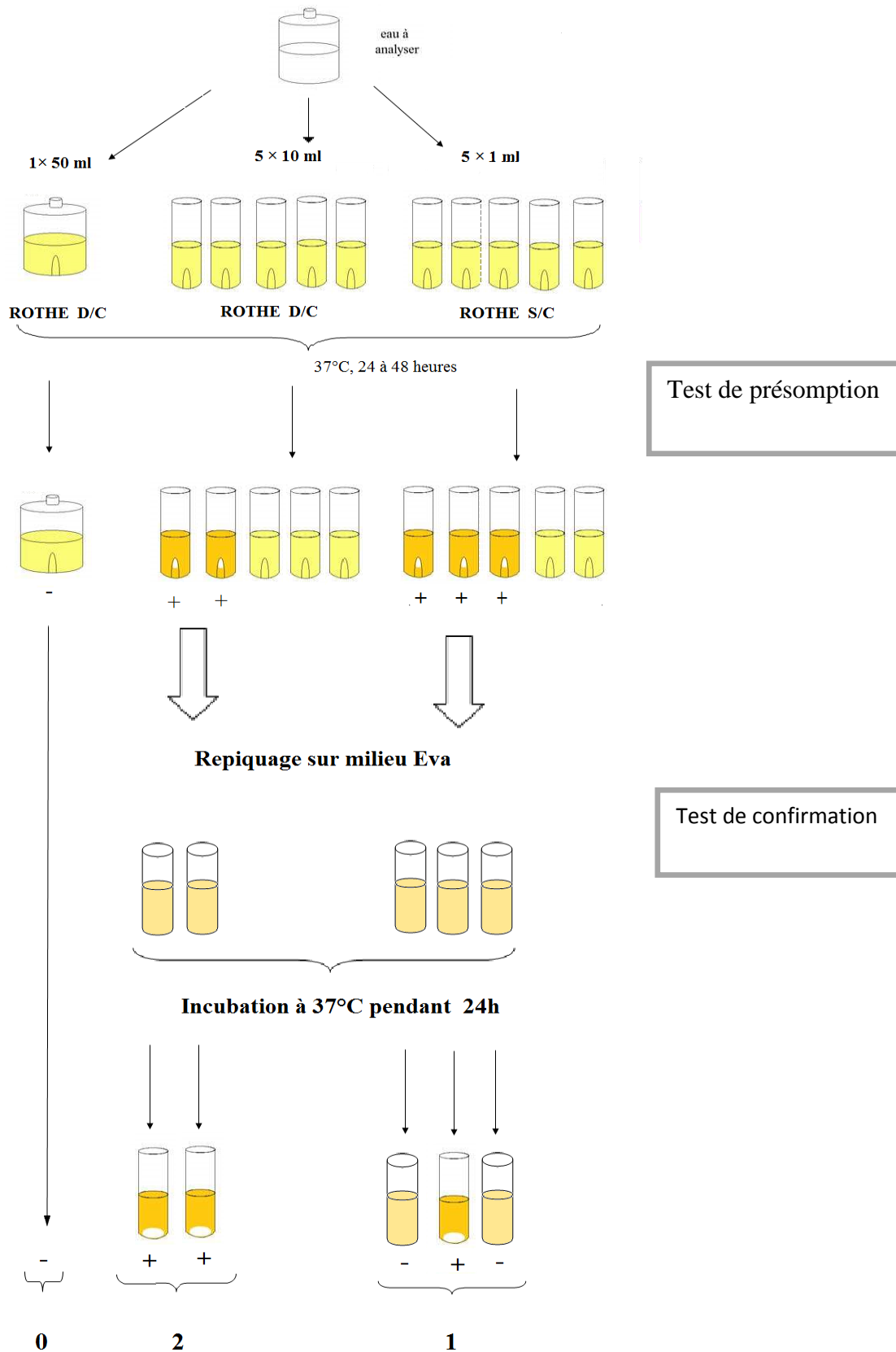


Figure N°9 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu liquide

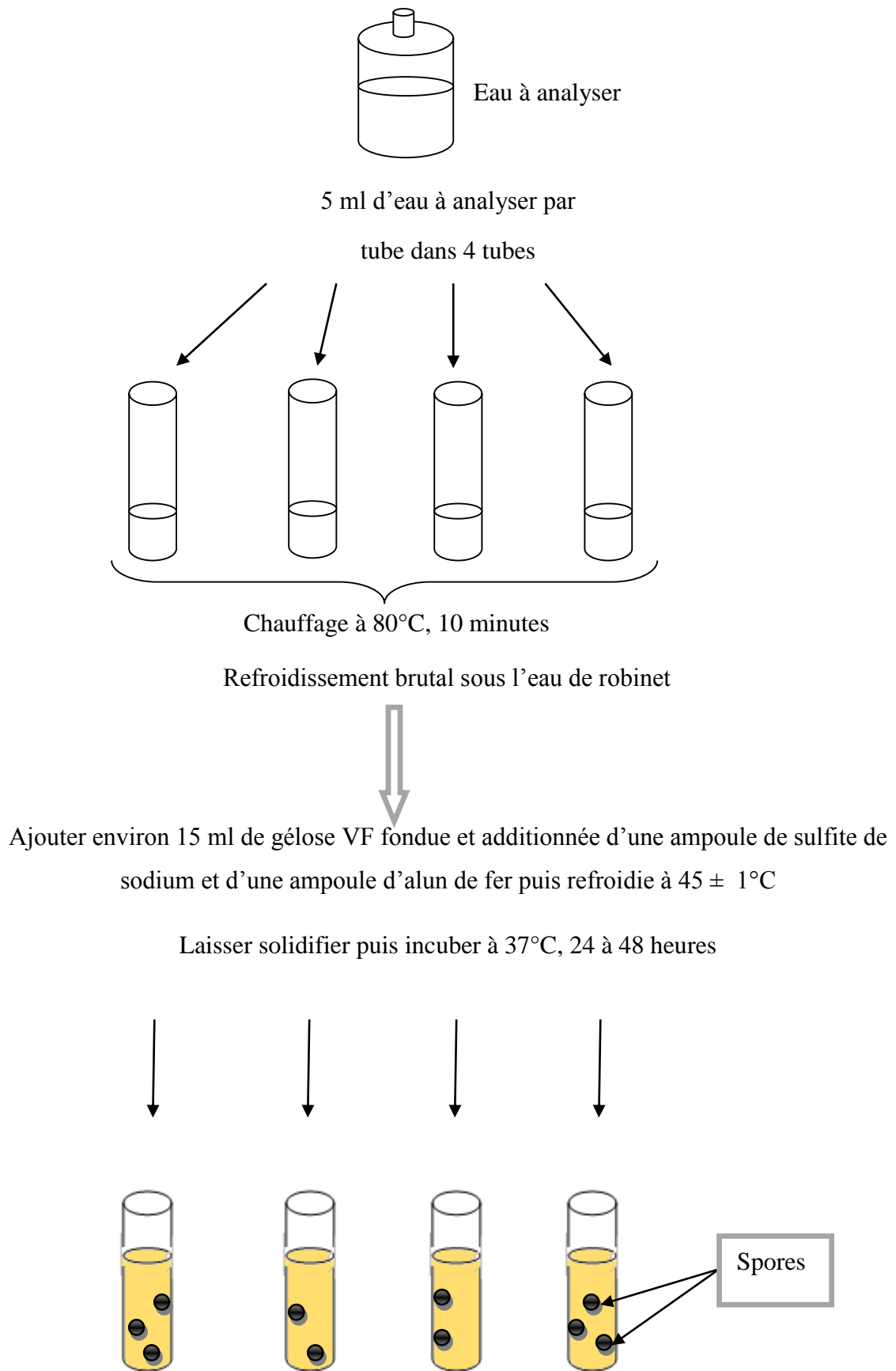


Figure N°10 : Recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfite-Réducteurs

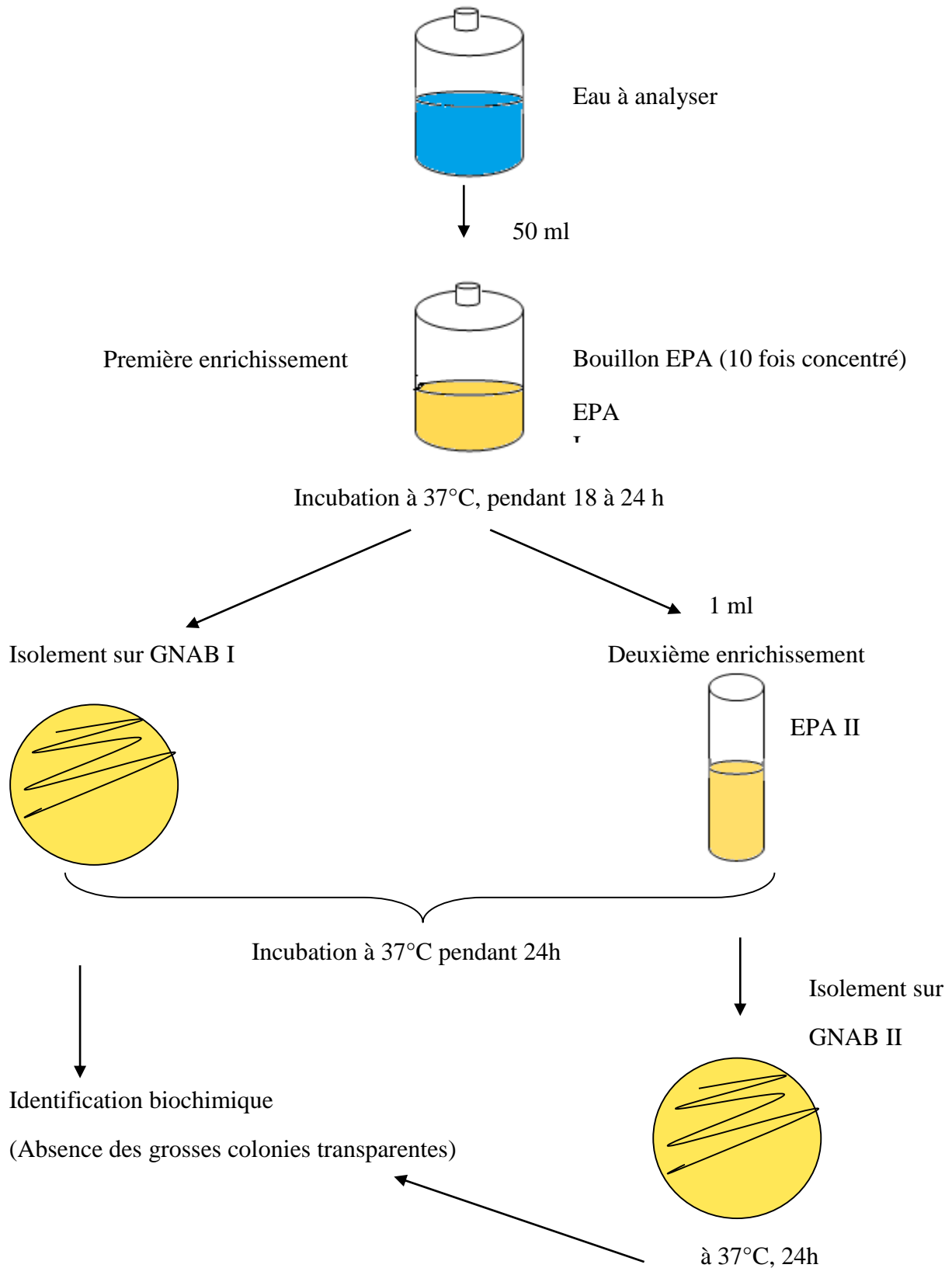


Figure N°12 : Recherche de vibriion cholérique

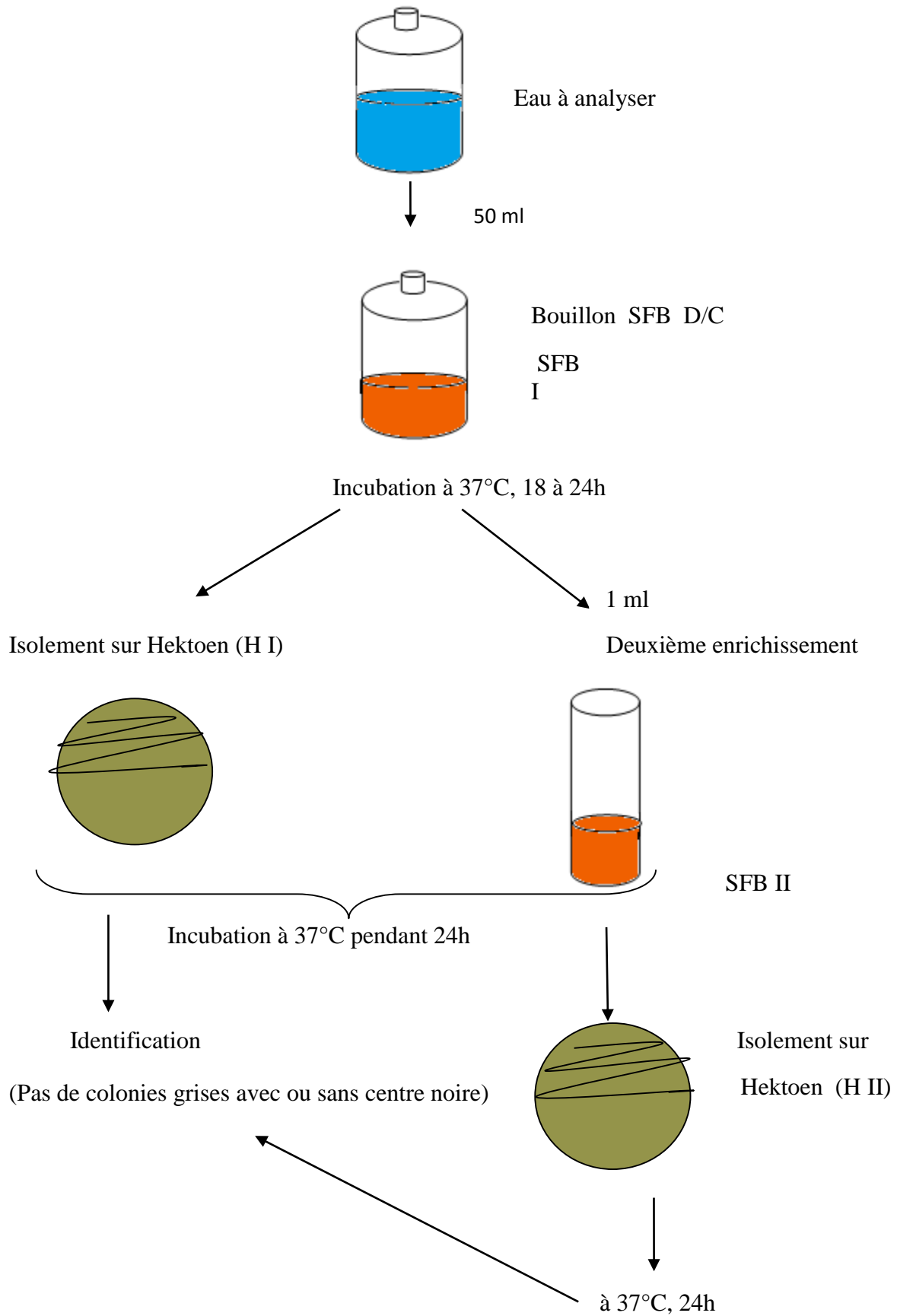


Figure N°11 : Recherche des Salmonelles

Annexe N°05 :

Table de MAC-GRADY

Nombre caractéristique	Nombre de Micro-organismes
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
231	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0
302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0

Annexe N°07

Tableau : Norme de qualité physico-chimique et bactériologique selon (JORA, 2011)

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale		
			Eaux superficielles	Eaux souterraines	Eaux potables
Paramètres physiques	Température	°C	25	25	25
	pH		6,5-9	6,5-9	6,5-9
	Conductivité électrique	µS/cm	2800	2800	2800
	Turbidité	NTU			5
paramètres de pollution	Matières organiques	mg/l	3	3	3
	Nitrites (NO ₂)	mg/l			0,2
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	50	50
	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	4	0,5	0,5
	Orthophosphates (PO ₄ ³⁺)	mg/l	0,5	0,5	0,5
Minéralisation globale	Extrait sec	mg/l			1500
	Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	400	400	400
	chlorures (Cl ⁻)	mg/l	600	600	500
	Titre alcalimétrique	mg/l			500
	Titre alcalimétrique complet	mg/l			200
	Titre hydrotimétrique	mg/l			200
	Calcium	mg/l	200		200
	Magnésium	mg/l			150

Paramètres biologiques	Coliformes totaux	UFC /100ML	50000		0
	Coliformes fécaux	UFC /100ML	20000	20	0
	Entérocoques intestinaux	UFC /100ML	10000	20	0
	Spores d'Anaérobies sulfito-réducteurs	Spores/20ML			0