



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Par :

M^{elle}: Hasna Messatfa

M^{elle}: Dalila Benhaida

Thème

**Contribution à l'étude de L'émergence des bactéries résistantes au
chlore dans l'eau potable « El-Meniaa – Ghardaïa »**

Soutenu publiquement le : 22/05/2017

Devant le jury :

M ^r : BOUNAB .C	MAA	Univ. Ghardaïa	Président
M ^{me} : HADDAD. S	MAB	Univ. Ghardaïa	Encadreur
M ^{elle} : BENLARABI. H	Ingénieur	Univ. Constantine	Co- Encadreur
M ^r : GUERGUEB. E	MCB	Univ. Ghardaïa	Examinateur
M ^{elle} : HAMMAM. S	MAA	Univ. Ghardaïa	Examinatrice

Année universitaire 2016/2017

Dédicace

*A mes très chers parents qui m'ont poussé toujours à aller vers
l'avant, m'ont encouragé et soutenue durant tout mon parcours
d'études.*

A toutes mes frères et Sœurs

A toute la famille Messatfa

A mes amis les plus chers : Djamila et Asma et Sakina et Hadjer .

Pour leurs aides surtout soutien moral.

N'oublies pas : F,AG pour son aide, surtout que son soutien moral.

*Tous mes enseignants, mes collègues et à tous ceux qui ont pris part
dans*

L'élaboration de ce travail.

HASNA ...



Remerciements

*Merci à notre Allah, notre guide, notre force, notre bonheur,
Et la raison de notre existante. C'est lui qui nous a fait
Comprendre le but de cette vie, et qui nous a donné le pouvoir
D'aimer les gens et d'apprécier les choses.*

Merci d'être là dans

Les moments les plus difficiles.

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Mon encadreur Mme **HADDAD SOUMIA**
pour ses directives et ses conseils tout au long de mon travail,
On remercie les cadres techniques de la subdivision des services ADE de Ghardaïa
Et Melle **HADJER BENLARABI** et pour leurs aide.*

Et leurs encouragements.

*Je tiens a remercie vivement monsieur le président **BOUNAB** et les membres de jury
monsieur **GEURGEUB** et Mem **HAMMAM***

Accepté de juger ce travail.

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont
Aidés et soutenue de près ou de loin.*

*Finalemnt, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui
Nous ont toujours soutenues et à tout ce qui participe de réaliser ce mémoire. Ainsi
Que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.*

Hasna-Dalila.....

Liste des abréviations

Signification	Explication
Echant	Nombre d'échantillons
G	Gramme
Kg	Kilogramme
NPP	Nombre le plus probable
MI	Millilitre
FM	Filtration sur membrane
CF	Coliformes fécaux
P-A	Présence-absence
CT	Coliformes totaux
Mm	Micromètre
ADE	Algérienne des eaux
TC	Temps de contact
OMS	Organisation Mondiale de la Sante.
D.P.A.T	Direction de Planification et Aménagement de Territoire.
VV	Vitesse de vente.
C°	Unité de température
m²	Mètre carré
m/s	Mètre par seconde
Cl	Chlore actif par litre
SPC	Sous produit de chloration
P	Précipitation
PD	Pendent
U.V	Ultraviolet
T	Température
Q	Quotient pluviométrique
E.P	Eau Potable
ASR	Anaérobie sulfite réducteur
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
TTC	TTC Tergitol
TSA	Terptone agar soja
BEA	Bile esculine azoture
VF	Viande Foie
R	Résistantes
I	Sensibilité Intermédiaire
MH	Mueller-Hinton

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Limites administratives de la wilaya de Ghardaïa	04
Figure 02	Localisation de la région d'étude (LEBBI, 2007)	05
Figure 03	Diagramme ombrothermique de la région d'El-Goléa durant 2002-2012	11
Figure 04	Etage bioclimatique de la région d'El-Goléa selon le climagramme d'Emberger 2002-2012	12
Figure 05	L'hydrolyse de chlore	20
Figure 06	Action de chlore sur la cellule bactérienne	21
Figure 07	Technique de filtration sur la membrane	26
Figure 08	Technique de dénombrement des coliformes	30
Figure 09	Technique de dénombrement des ASR	32
Figure 10	Les étapes de coloration de Gram	34
Figure 11	Galerie API 20E : ensemencement, lecture et interprétation	37
Figure 12	Identification sur Galeries API	39
Figure 13	Techniques de CMI de chlore	41
Figure 14	dénombrement des bactéries avant et après chloration Forage 01	43
Figure 15	dénombrement des bactéries avant et après chloration (forage 02)	44
Figure 16	dénombrement des bactéries avant et après chloration (forage 03)	45
Figure 17	Observation au microscope (grossissement x100) d'une coloration de Gram sur une colonie obtenue 2017 Labo Univ Ghardaïa.	47
Figure 18	La CMI du chlore des espèces bactériennes isolées à partir du Forage 1	50
Figure 19	La CMI du chlore des espèces bactériennes isolées à partir du Forage 2	50
Figure 20	La CMI du chlore des espèces bactériennes isolées à partir du Forage 3	51

Liste des Tableau

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	les caractéristiques des eaux souterraines	07
Tableau 02	Les caractéristiques des Forage d'El-Goléa	09
Tableau 03	Les maladies à transmission hydriques	15
Tableau 04	Avantages et inconvénients liés à l'utilisation du chlore comme désinfectant	18
Tableau 05	Propriétés désinfectantes de l'eau de Javel	19
Tableau 06	Interviennent par le pH, la dose de chlore et le temps de contact	22
Tableau 07	Caractéristiques des Prélèvements	26
Tableau 08	les espèces bactériennes pour trois Forages avant et après chlore	47
Tableau 09	Des coordonnées géographiques des forages de El-Goléa	59
Tableau 10	Les notes des Forages d'El-Goléa	60
Tableau 11	Les normes algériennes, françaises, l'OMS et l'Union européenne de la qualité bactériologiques de l'eau potable	61

Tableaux des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

Introduction	01
--------------	----

Chapitre I- Description de la zone d'étude

1. Situation géographique	04
1.1. Présentation de la région de Ghardaïa	04
1.2. La commune d'El-Goléa	05
1.2.1. Données édaphiques	05
1.2.1.1. Topographie et relief	06
1.2.1.2. Géologie et Hydrologie	06
1.2.2. Réseau hydrographique	07
1.2.2.1. Nappe phréatique	08
1.2.2.2. Nappe albienne	08
1.2.2.3. Les Forages	08
1.2.3. Données climatiques	09
1.2.3.1. Températures	09
1.2.3.2. Les Précipitations	10
1.2.3.3. L'humidité relative de l'air	10
1.2.3.4. Vents	10
1.2.4. Synthèse climatique de la région d'étude	10
1.2.5. Diagramme ombrothermique de Gaussen	10
1.2.6. Climagramme d'Emberger	11

Chapitre II- Colorations dans l'eau potable

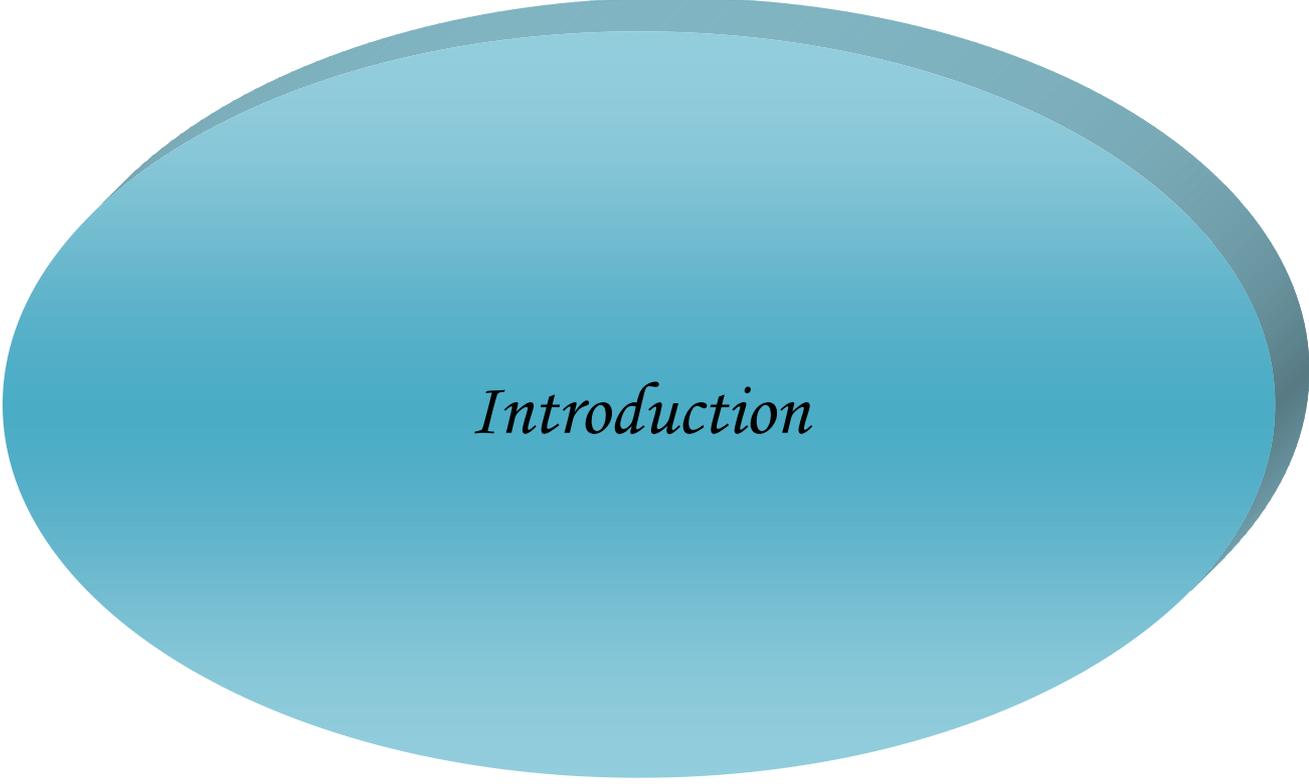
1. Généralité sur l'eau	14
1.1. L'eau	14
1.2. Définitions l'eau potable	14
2. Les maladies d'origine hydriques	14
3. Gestion de l'eau potable	15
3.1. Désinfection	15
3.1.1. Voici différents procédés de désinfection	15
3.1.2. La chloration	16
3.1.3. Action du chlore	16
3.1.4. Modes d'action de chlore	20

Chapitre III- Méthodologies de travail

1. Prélèvements	25
1.1. Condition de prélèvement pour une analyse bactériologique	25
1.2. Sites de prélèvement	25
2. Dénombrement bactérien	26
2.1. Méthode de la filtration sur membrane	26
2.1.1. Les coliformes totaux	27
2.1.2. Coliformes fécaux	27
2.1.3. Les streptocoques totaux	28
2.1.4. Streptocoques fécaux	29
2.1.5. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies (sulfite réductrices et de <i>clostridium</i> sulfite-réducteurs):	31
3. Observation microscopiques	33
3.1. La coloration de Gram	33
4. Identification Galeries API	35
5. La recherche de concentration minimale inhibitrice du chlore	40
5.1. Concentration Minimale Inhibitrice = CMI	40

Chapitre IV: Résultat et discussions

1-Présentation des résultats	43
2-Analyses et discussions	51
Conclusion	52
Références bibliographiques	54
Annexe	58



Introduction

La terre est également sur nommer la planète bleue, car elle recouverte à 71% d'eau, elle apparaît comme une bille bleue dans notre système solaire. Mais la répartition de cette quantité d'eau donne 2.8% pour l'ensemble des eaux douces (les glaces et les neiges 2.1%, et 0.7%) pour les eaux douces disponibles. **(DJAANI M., 2015).**

L'eau est une source vitale pour l'humanité, de multiples usages font appel à ce milieu complexe et fragile : besoins alimentaires, usage domestique, agricole et industriel. L'eau est mise à la disposition de toutes les catégories de consommateurs par un moyen constitué d'un ensemble d'ouvrages et d'organes répartis suivant leur fonctionnement entre la source de captage et le consommateur ; ce ensemble d'ouvrages et d'organes s'appelle le « système d'alimentation en eau » **(DJAANI M., 2015).**

En Algérie, la méthode de désinfection la plus répandue est la chloration, elle constitue l'unique procédé d'oxydation et de désinfection sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel) ou plus rarement de chlore gazeux (Achour, 2001), bien que la réaction chimique du chlore avec les matières organiques présentes dans l'eau conduise à la formation de sous-produits organohalogénés potentiellement toxiques, dans la chaîne de traitement des eaux naturelles ou résiduaires, la désinfection représente un procédé nécessaire pour la préparation d'une eau salubre. **(M. BACHA, S et ., ACHOUR, S.et., GUERGAZI., 2006).**

La chloration élimine et/ou inactive les microorganismes tels que les virus, les bactéries et les protozoaires, susceptibles de transmettre de graves maladies plusieurs procédés et produits chimiques sont utilisés pour obtenir une désinfection des eaux, mais le désinfectant chimique le plus couramment utilisé pour l'eau potable dans l'Algérie est le chlore. **(M. BACHA, S et ., ACHOUR, S et ., GUERGAZI., 2006),**

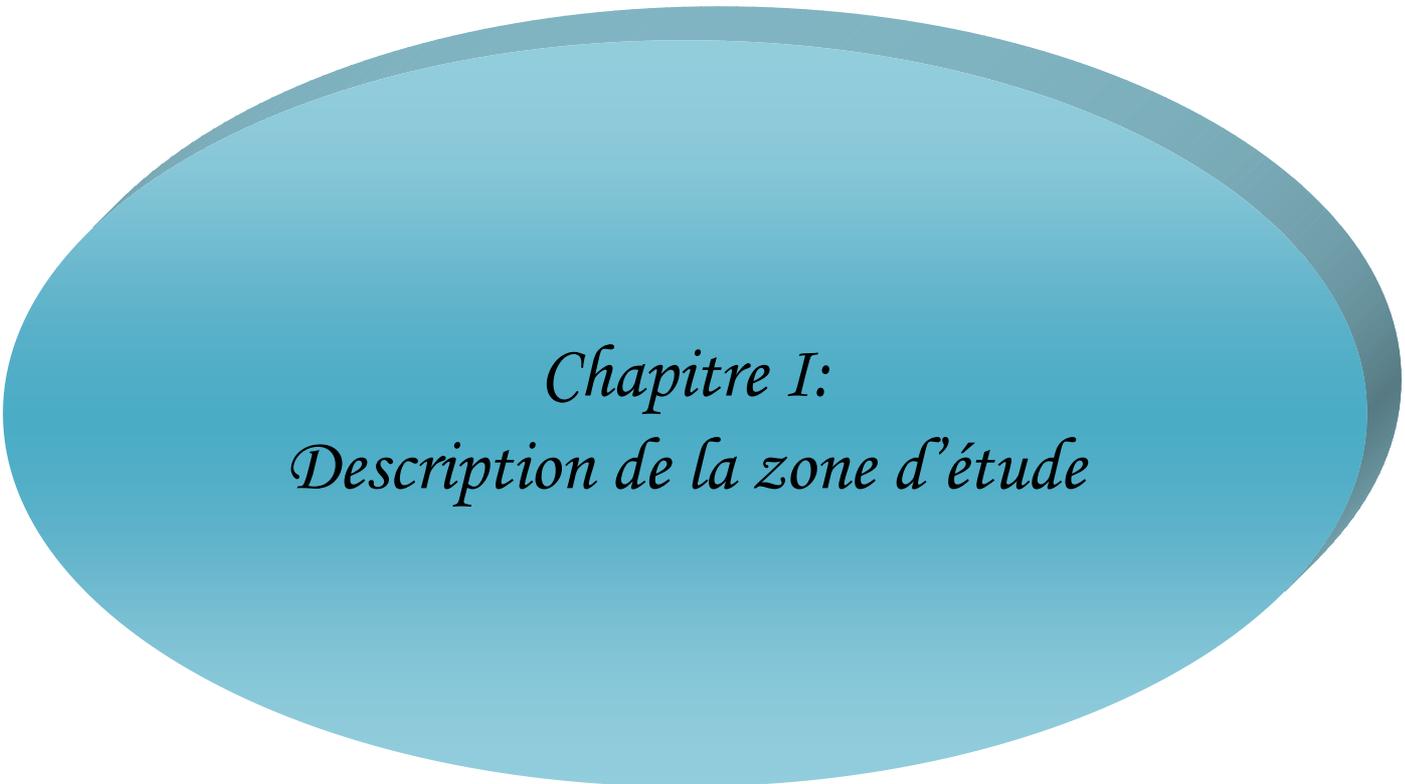
La qualité de l'eau potable peut être mieux déterminée par une analyse microbiologique. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité de l'eau pour la consommation sont les suivants: coliformes totaux, coliformes fécaux (*Escherichia coli*), streptocoques totaux et fécaux, et anaérobies sulfite réducteur. **(MEHANNED S., ZAID A., CHAHLAOUI A., 2014)**

Cette étude explique l'importance et l'efficacité de la désinfection des eaux potables de la ville El-Meniaa et la résistance acquise au chlore.

Notre mémoire est subdivisé en quatre (04) chapitres qui sont :

Introduction

- 1) le premier concerne la description de site, qui traite la partie situation géographique, et des données Naturelles de la région d'El Meniaa.
- 2) Le deuxième contienne des informations générales sur l'eau potable et l'effet de la chloration sur la qualité de l'eau potable;
- 3) le troisième chapitre présent les techniques d'analyse des eaux de forages ainsi que la chlororésistance bactérienne in vitro
- 4) le quatrième chapitre discute les résultats obtenus dans cette étude



*Chapitre I:
Description de la zone d'étude*

1. Situation géographique :

1.1. La Wilaya de Ghardaïa :

La wilaya de Ghardaïa se situe dans la partie centrale du nord du Sahara aux portes de désert à 32°30 de l'altitude Nord et à 30°, 45 de longitude.

La wilaya est limitée:

- Au Nord par la wilaya de Laghouat.
- Au Nord-Est par la wilaya de Djelfa.
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla.
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset.
- Au sud ouest par la wilaya d'Adrar.
- A l'Ouest par la wilaya d'El-Bayad.

Le territoire de Ghardaïa couvre une superficie de 86 105 km², et compte une population de 352 295 habitants en 2004. (BOUDHADDA M., ZENTAR S ; 2006). (fig01)

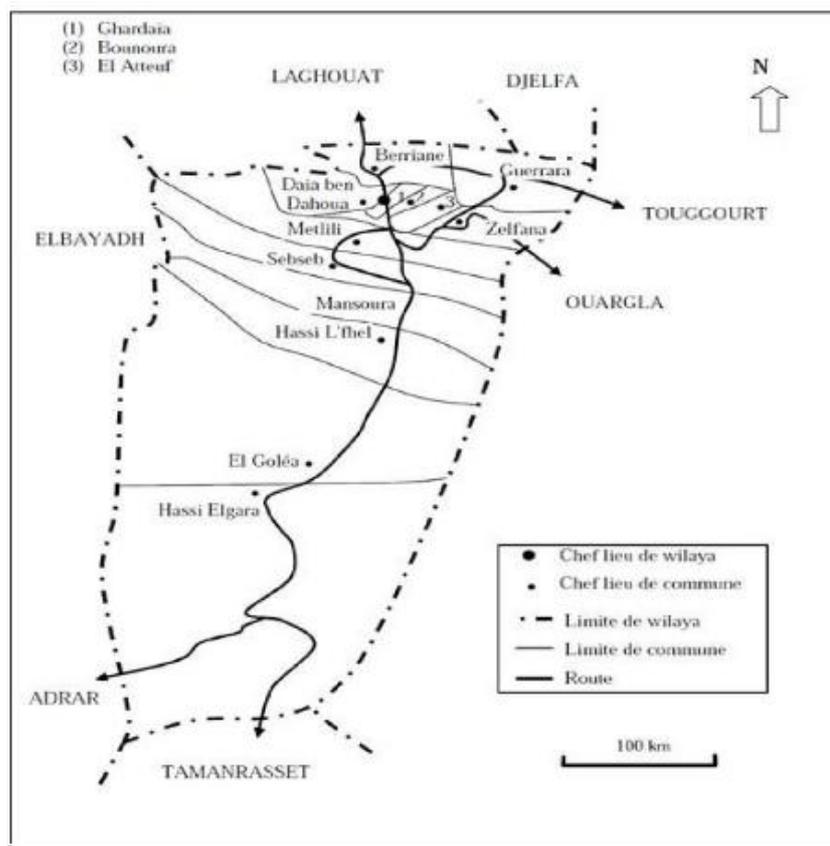


Figure 01 : Limites administratives de la wilaya de GHARDAIA

(BEN KENZOU et al, 2007).

La wilaya comporte actuellement 11 communes regroupées en 8 daïras avec une population de 396.452 habitants, soit une densité de 4,68 habitants/ km². (DJAANI M., 2015).

1.2.La commune d'El-Meniaa:

La daïra d'El-Meniaa est située dans une zone aride à 270 Km au sud-ouest du chef lieu de la wilaya de Ghardaïa, à mi-chemin sur l'axe central Alger-Tamanrasset, à 950 km au sud d'Alger, 380 Km au Nord Ouest de Timimoune et à 512 Km au Nord d'Ain Salah. Elle est située au lit d'Oued Seggueur, bordée à l'Ouest par les dernières dunes du Grand erg occidental et à l'Est par la falaise découpée de Hamada. (Fig02)

Les coordonnées LAMBERT de cette région (HAIDA F ; 2007) sont :

- 30°34 de latitude Nord
- 2°52 de longitude Est
- 397m d'altitude.



Figure 02: Localisation de la région d'étude (LEBBI, 2007).

1.2.1. Données édaphiques :

Les données édaphiques de la région d'El-Goléa se présentent comme suit ; topographie et Relief, géologie, hydrologie (HAIDA F ; 2007).

1.2.1.1.Topographie et relief:

La commune d'El-Goléa est située à une altitude de 397 mètres dans les jardins de l'oasis, la falaise (Gara) qui la surplombe à une hauteur de 80 mètres, sur la berge de l'oued Seggueur, où on note l'existence des pitons en forme de tables bien caractéristiques dans le Sahara qui atteignent 100 mètres de hauteur, ce sont le Ksar d'El-Goléa et Garet Tin Bouzid **(HAIDA F ; 2007)**.

1.2.1.2.Géologie et Hydrologie :

La région d'El-Goléa est caractérisée par les facteurs géologiques et hydrologiques suivants:

- ❖ présence des intercalations calcaires (encroutements, assises) dans certaines formations Géologiques.
- ❖ un mauvais drainage naturel (dérivabilité interne des sols).
- ❖ présence d'une nappe phréatique à faible profondeur (moins d'un mètre).
- ❖ Malgré son abondance, la qualité chimique de l'eau reste une contrainte de restriction à un certain nombre de cultures du point de vue salinité et alcalinité. **(BENDOUHIA Z ; 2013)**.

-En général, les eaux souterraines sont de bonne qualité, elles subissent uniquement une stérilisation pour les débarrasser des microorganismes. Par contre, les eaux de surface doivent subir un traitement plus complexe : dans un premier temps, elle passe dans un bassin de décantation où les matières les plus lourdes se déposent, puis l'eau doit être éliminée de sa fraction fine, c'est -à-dire des petites particules, ensuite elle est filtrée à travers des couches de sable qui la débarrassent de ses impuretés, Enfin, la dernière étape consiste à stériliser l'eau pour la débarrasser des microbes. La stérilisation permet aussi à l'eau de ne pas se contaminer lors de son parcours jusqu'au consommateur.**(DJAANI M., 2015)**.

Tableau 01: les caractéristiques des eaux souterraines (BOUHADDA M., ZENTAR S; 2006).

Caractéristique	Eaux souterraines
Température.	relativement constante.
Turbidité, MES.	faible ou nulle.
Couleur.	liée surtout aux matières en solution (acides humiques par exemple).
Minéralisation globale.	sensiblement constante en générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région.
Fe et Mn divalents (à l'état dissous).	généralement présents.
CO ₂ .	souvent présent en grande quantité.
O ₂ dissous.	absent la plupart du temps.
H ₂ S.	souvent présent.
NH ₄ .	présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne.
Nitrates.	teneur parfois élevé.
Silice.	teneur souvent élevé.
Micropolluants minéraux et organique.	généralement absent, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.
Solvants chlorés.	souvent présents.
Eliment vivants.	Ferrobactéries fréquentes.

1.2.2. Réseau hydrographique :

L'oued Seggueur qui serpente aux pieds de la falaise, et dont le cours souterrain fournit les eaux qui alimentent la nappe phréatique, a son origine à 500 Km au Nord-Ouest dans les monts des ksour, sur le versant sud de l'atlas saharien qui est un vaste réservoir d'eau pour la région. Les

couches crétacées moyennes de la région sont favorables à l'emmagasinement des eaux de pluie et à la formation des nappes artésiennes à un niveau plus profond (**HAIDA F ; 2007**).

1.2.2.1.Nappe phréatique:

Selon (**SETHYAL ., 1985 in BENDOUHIA Z., 2013**). Cette nappe est superficielle, elle se trouve dans les formations du quaternaire.

Elle bénéficie des eaux collectées par l'oued Seggueur, qui prend sa source de l'Atlas et se perd ensuite dans les dunes de l'erg occidental, son lit réapparaît au nord d'El-Goléa à la limite de l'erg et du massif calcaire du M'Zab. (**BENDOUHIA Z., 2013**).

Au Nord de l'oasis dans le quartier de cartés Belbachir, la nappe est à 1,40 m, elle monte progressivement vers le sud à des profondeurs inférieures à 1m, jusqu'à 0,70m au niveau du quartier de Hassi El Gara (**BENDOUHIA Z ; 2013**).

1.2.2.2.Nappe albiennne :

Cette nappe profonde, est contenue dans le continental intercalaire, son eau est fossile, emmagasinée durant les périodes pluvieuses du quaternaire. Elle se trouve à une profondeur d'environ 200 mètres. La qualité de son eau est très bonne et le sens de son écoulement est généralement Nord-Sud (**BENDOUHIA Z ; 2013**).

1.2.2.3.Les forages :

16 forages sont situés à la commune d'El-Meniaa ces différentes caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant (**Tableau 02**)

Tableau 02: les caractéristiques des forages d'El-Meniaa.

Nom de Forage	Date de réalisation	Date de mise en service	La présence de châteaux	cordonnées	
				x	y
Kef 1	1962	1962	Oui	488,14	3381,26
Kef 2	1978	1978	Oui	490,36	3379,03
Zone 1	1986	1992	Oui	/	/
Zone 2	1990	1998	Non	/	/
Taghit	1984	1993	Non	486,66	3380,74
Belbachir	1954	APE 1999	Non	489 ,3	3379 ,7
Rif	/	/	Non	/	/
Belaid	/	APE 2005	Oui	/	/
Badriane	1958	APE 1997	Non	487,96	3379,09
Ouledzid	1997	1998	Non	/	/
Ben dine	1962	APE 2003	Non	486,48	3378,66
Timbouzid	1958	APE 1997	Oui	486,52	3380,03
Hadja halima	1989	1992	Non	/	/
Djermna	1972	1992	Non	/	/
Djermnaecole	2010	2010	Non		
Daret el Kors	2010	2010	Non		

1.2.3. Données climatiques :

Le climat (El-Meniaa) joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants. Parmi les plus importants paramètres, la température, la précipitation, la vitesse du vent sont retenues et développées dans ce qui suit:

1.2.3.1.Températures :

La température dépend de la nébulosité, de la latitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau, des courants marins, du sol et des formations végétales.(FAURIE et al ,1978 in BAAZIZ K , BELGUENDOZ M al , 2016)

Elle agit sur la vie des êtres vivants. Chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température donc la moyenne de **m** : 14,63 C° et **M** : 30,38 C° (**DREUX, 1980 in BAAZIZ K, BELGUENDOZ M al, 2016**).

1.2.3.2. Les précipitations :

L'eau doit son importance, au niveau de la vie animale et végétale, avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat. L'eau dont dispose la végétation dépend des pluies, de la grêle, de la rosée et du brouillard. La moyenne des données pluviométriques est **p** : 56,46 mm. (**BAAZIZ K, BELGUENDOZ M al, 2016**).

1.2.3.3. L'humidité relative de l'air :

L'humidité varie beaucoup au cours de la journée comme au cours de la nuit. Le maximum se produit vers le lever du soleil et le minimum aux environs de 12h. L'humidité peut influencer fortement sur les fonctions vitales des plantes, entre autres la photosynthèse et donc la production de biomasse donc la moyenne est **H** : 36,18%.% (**DUBIEF J., 2001 in BAAZIZ K., et BELGUENDOZ M., 2015**)

1.2.3.4. Vents :

Le vent est un facteur secondaire, il a une action indirecte, en activant l'évaporation, il augmente la sécheresse. Les vents se manifestent tout particulièrement dans le déplacement des sables, surtout durant la période du mois de novembre et avril de moyenne de **V.V** : 3,48(m /s) (**DUBIEF, 2001**).

1.2.4. Synthèse climatique de la région d'étude :

Le climat de la région d'El-Goléa est présenté grâce au diagramme ombrothermique de **BAGNOUL et GAUSSEN** et au climagramme pluviothermique d'EMBERGER (**FAURIE et al.in HAIDA**).

1.2.5. Diagramme ombrothermique de Gausсен :

Le diagramme ombrothermique de **BAGNOULS et GAUSSEN(1953)**, permet de suivre les Variations saisonnières de la réserve hydrique, il est représenté dans la (**Fig03**) :

- En abscisse par les mois de l'année.
- En ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en ° C.

- Une échelle de $P=2T$
- L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région D'El-Goléa, nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année.

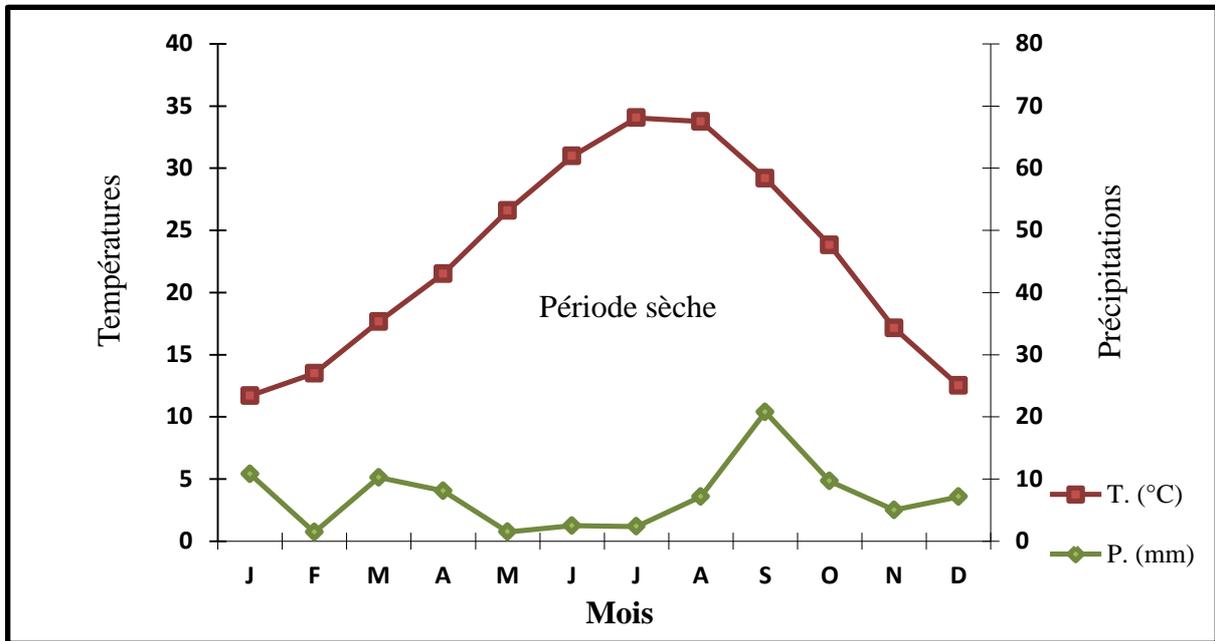


Figure 03 : Diagramme ombrothermique de la région d'El-Meniaa durant (2002-2012). (STATION ONM D'EL-MENIAA, 2012).

1.2.6. Climagramme d'Emberger :

Le climagramme d'Emberger sont portées :

- En abscisses les valeurs de moyenne des températures minima du mois la plus froid **m**
- En ordonnées les valeurs par quotient pluviométrique (**Q2**) et les différents étages

(FAURIE et al, 1978).

$Q2 = 3,43P / (M - m) = 4,78$; donc la région d'El-Meniaa est située dans l'étage bioclimatique saharien à **Hiver doux**. (Fig04)

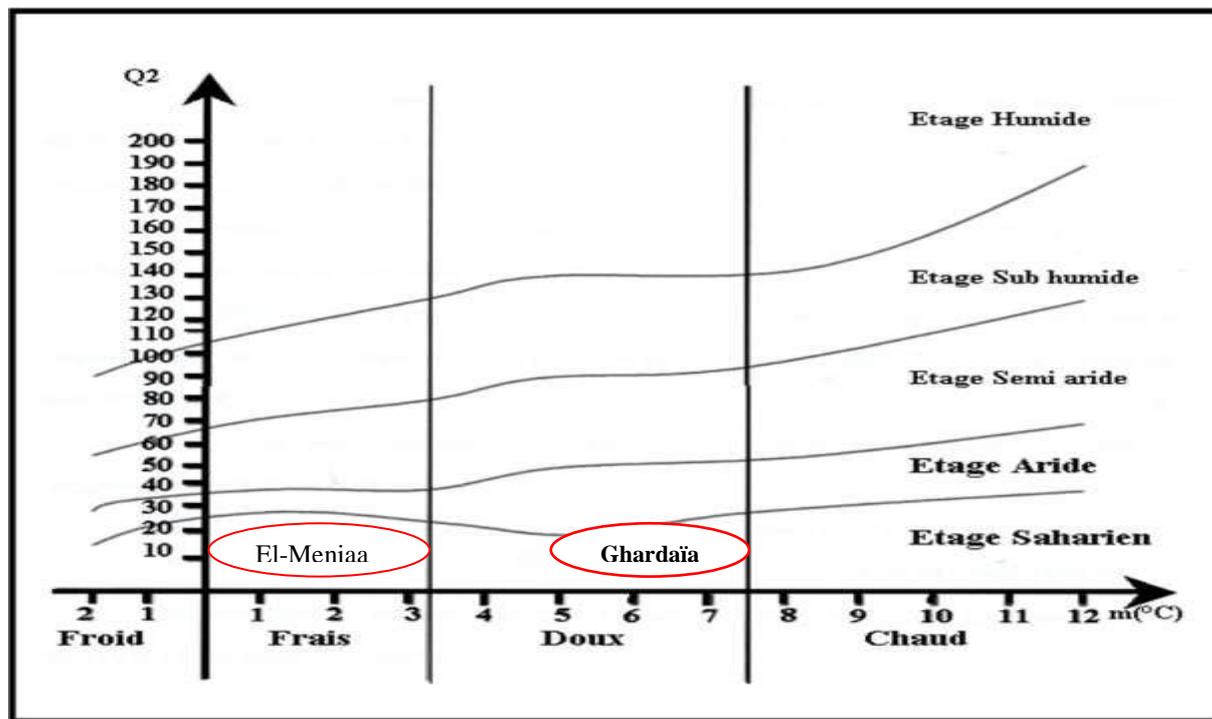


Figure 04 : Etage bioclimatique de la région d'El-Meniaa selon le climagramme d'Emberger (2002-2012).



*Chapitre II:
Chlorations des eaux potables*

1- Généralité sur l'eau :

1-1-L'eau

L'eau H₂O, est l'un des composés chimiques les plus remarquables. Elle possède des propriétés physico-chimiques inhabituelles. **(BLIEFRET et PERRAUD., 2001).**

L'eau peut présenter sous trois états physiques : solide, liquide, gazeux.

Physiquement : l'eau est un excellent solvant.

Biologiquement : l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants, par exemple on cite pour l'homme (75%).**(OUAL M., 2001)**

1-2-Définitions de l'eau potable :

L'eau potable est une eau incolore, inodore, insipide, mais agréable au goût et à l'odorat et l'on peut la boire sans danger. Seule l'eau (potable) répondant à la réglementation L'Organisation mondiale de la santé (OMS), devrait être utilisée pour la manipulation et la transformation des aliments. **(BOUTELDAOUI F., 2014)**

L'eau potable est un bien nécessaire mais limité. Bien que l'eau soit la matière la plus abondante et commune de notre planète, seulement 0,003% du total est de l'eau douce disponible pour être utilisée dans les ménages. **(TAMPO et al. J. APPL. BIOSCI., 2014)**

2-Les maladies d'origine hydriques :

Les maladies d'origine hydrique font partie des premières causes de mortalité dans le monde. Leur diversité et leur distribution à travers le monde dépendent non seulement de leur mode de transmission mais aussi des conditions d'hygiène et d'assainissement des populations concernées. Parmi ces maladies on peut citer : le choléra, la poliomyélite, la dysenterie, les diarrhées, l'ascaridiose, la bilharziose, les amibiases, la typhoïde, le paludisme, la fièvre jaune, la shigellose, l'onchocercose, la leptospirose, les giardiases, les gastro-entérites, les méningites et les hépatites A et B (Monjour, 1997 ; Paul, 2003). La dracunculose provoquée par le ver de Guinée est transmise à l'homme par l'absorption d'eau.

Tableau 03: Les maladies à transmission hydriques

Maladies	Agents pathogènes
D'Origine bactérienne la Typhoïde et la paratyphoïde La dysenterie bacillaire le choléra la Gastro-entérite aiguë et la diarrhée	<i>Salmonelle typhique</i> <i>Salmonelle parathyphique A et B</i> <i>Shigella sp</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli Entérottoxique</i> <i>Campylobacter</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonelle</i> <i>Shigella sp</i>
D'Origine virale L'hépatite A et E La polio La Gastro-entérite aiguë et chronique	Virus de l'hépatite A et E Virus de la poliomyélite Virus Norwalk Rotavirus Enterovirus Adenovirus
D'Origine parasitaire dysenterie amibienne parasite gastro-entérite	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lâmblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

Source: Opas, 1999.

3-Gestion de l'eau potable :

Le problème le plus sérieux est la contamination microbienne de l'eau. Cette contamination est parfois la source de maladies graves. Il faut donc réagir sans tarder contre celle-ci en traitant l'eau: ceci se fait en plusieurs étapes: 1) décantation, 2) filtration, 3) désinfection. On doit aussi adopter des mesures préventives qui limitent ou éliminent les causes de cette contamination.

3-1-Désinfection :

Avant une désinfection de l'eau, que ce soit par n'importe quel procédé, il faut s'assurer que l'eau soit claire, c'est-à-dire qu'il n'y ait pas (ou peu) de particules en suspension. Si cette étape n'est pas respectée, la désinfection n'est pas garantie. (PHILIPPE MASSIOT M., 2011).

3-1-1-Voici différents procédés de désinfection :

- **Par ébullition**, c'est le plus simple. Les micro-organismes pathogènes (bactéries virus, protozoaires, œufs et kystes) sont tués après ébullition.
- **Par les sels d'argent**, leur efficacité est limitée parce que l'eau à purifier doit être extrêmement claire.

- **Par l'iode**, c'est efficace contre les bactéries, certains virus, les protozoaires et les kystes.
- **Par le chlore**, c'est efficace contre beaucoup de bactéries et de virus

Mais peu efficace contre les œufs et les kystes des parasites. Il existe trois désinfectants utilisant le chlore :

- ❖ l'hypochlorite de sodium (plus connu sous le nom d'eau de Javel)
- ❖ le tosylchloramide (appelé aussi chloramine)
- ❖ le dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa)

La différence entre ces quatre désinfectants se trouve dans leur efficacité. Ils sont moins efficaces lorsque le pH est élevé, lorsque l'on trouve des matières organiques ou minérales ou lors de présence d'ammoniaque. [PHILIPPE MASSIOT M., 2011].

L'hypochlorite de sodium est utilisé à raison de trois gouttes par litre d'eau et il faut attendre une heure avant de pouvoir la consommer. Son efficacité sur les virus et les bactéries a été prouvée. [PHILIPPE MASSIOT M., 2011].

3.1.2. La chloration :

La chloration est une méthode de désinfection largement répandue dans le traitement des eaux. Ce traitement vise à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. [Timoléon A., Fulbert B., 2013].

Elle consiste à introduire des produits chlorés (pastilles de chlore, eau de javel,...) dans de l'eau. Après un temps d'action d'environ 30 minutes, l'eau est normalement potable. Elle le reste pendant quelques heures ou jours (en fonction des conditions de stockage) grâce à l'effet rémanent du chlore(1)

3.1.3. Action du chlore :

Le chlore, ou ses dérivés chlorés, est un oxydant puissant qui, mélangé à l'eau, brûle les matières organiques qu'elle contient, et en particulier les virus pathogènes et les microbes en une demie heure.

Une partie importante du chlore étant nécessaire pour neutraliser ces matières organiques, il n'en reste cependant qu'une partie, appelée chlore résiduel libre, pour traiter la contamination éventuelle ultérieure de l'eau dans le réseau ou les habitations. La concentration en chlore libre de

l'eau traitée doit être selon l'OMS de 0,2 à 0,5 mg/l. Il faut donc utiliser assez de chlore pour qu'il en reste assez une fois l'eau traitée, sauf consommation immédiate **(1)**.

Quand le chlore est ajouté à l'eau, il détruit la membrane de beaucoup de micro-organismes et les tue. Cependant, il est inefficace contre certains kystes, tels que le cryptosporidium (organisme unicellulaire), résistants à la chloration en partie à cause de leur épaisse membrane extérieure. Le processus fonctionne uniquement si le chlore entre en contact direct avec les organismes. Si l'eau contient des sédiments, il est possible que les bactéries résidant à l'intérieur ne soient pas atteintes par le chlore. Ce dernier désinfecte l'eau et la rend potable d'un point de vue microbiologique mais n'a aucun effet sur les contaminants chimiques **(1)**.

Le chlore a besoin de temps pour tuer les pathogènes. A une température de 18°C et plus, le chlore doit être en contact avec l'eau pendant au moins 30 minutes. Si l'eau est plus froide, alors la période de contact doit être rallongée **(1)**.

Il est donc courant d'injecter du chlore dans l'eau en entrée de réservoir ou au début d'un long système de canalisation pour respecter le temps d'action de désinfection avant de parvenir à l'utilisateur. **(ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE., 2013)**.

Tableau 04 : Avantages et inconvénients liés à l'utilisation du chlore comme désinfectant

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Il existe sous différentes formes : poudre, granulés, pastilles, liquide et gaz. • En général il est facilement disponible sous une forme ou une autre et relativement peu coûteux. • Il se dissout facilement dans l'eau. • Il apporte une désinfection résiduelle (voir Encadré 11.2). • Il est efficace contre de nombreux microorganismes agents pathogènes 	<ul style="list-style-type: none"> • C'est un oxydant puissant qui doit être manipulé avec précaution. Il faut éviter de respirer les vapeurs de chlore. • Il pénètre difficilement à l'intérieur des sédiments et particules organiques en suspension dans l'eau. • Il peut donner un mauvais goût à l'eau si une dose trop importante est utilisée. • Ce qui peut dissuader les usagers de la consommer. • Son efficacité contre certains organismes demande des concentrations plus élevées et des périodes de contact plus longues. • Il est inefficace pour l'élimination des cryptosporidium. Là où ce pathogène représente une menace, d'autres méthodes devraient être utilisées en association avec le chlore (par exemple la filtration).

Source : Adapté de Davis et Lambert., 2002

Le chlore élimine les micro-organismes en endommageant la membrane de la cellule. Une fois que la membrane de la cellule est affaiblie, le chlore peut entrer dans la cellule et perturber la respiration de la cellule et le processus d'ADN (2 processus nécessaires pour la survie de la cellule).
(2)

La désinfection peut être réalisée par des méthodes physico-chimiques (principalement chloration et ozonation) ou par voie physique (U.V.). L'objectif principal est la destruction de tout organisme pathogène à la sortie de l'usine (effet biocide). Le chlore a des propriétés bactéricides : il pénètre à travers la membrane des bactéries et l'action biocide se fait par inhibition des systèmes enzymatiques. L'intérêt du chlore est sa facilité de mise en œuvre et son pouvoir rémanent qui permet d'assurer une désinfection sur l'ensemble du réseau de distribution : même à distance du

point d'entrée, il évite la prolifération de microorganismes dans le réseau. L'ozonation assure la désinfection par son effet oxydant (oxydation de la paroi cellulaire, pénétration et destruction du matériel cellulaire) mais son temps de vie est trop court pour assurer la désinfection de tout le réseau de distribution. (BONVALLOT N., 2014)

Enfin, les UV (longueur d'onde λ : 254 nm) ont un mode d'action photochimique – ils provoquent notamment des cassures au niveau de l'ADN, perturbant sa réplication - mais ne possèdent aucun pouvoir rémanent, ce qui limite leur possibilité de désinfecter l'ensemble du réseau. (BONVALLOT N., 2014)

Ces différents procédés sont fréquemment utilisés en combinaison pour réduire la quantité de chlore nécessaire à une bonne désinfection de l'eau. C'est pour cette raison que, même si ce travail se focalise sur les sous-produits de chloration (SPC), on parle plus souvent de sous-produits de désinfection de l'eau, englobant ainsi l'ensemble des phénomènes physico-chimiques qui surviennent. (BONVALLOT N., 2014)

Tableau 05 : Propriétés désinfectantes de l'eau de Javel

Action	Concentration % de chlore actif	Dosage Eau de Javel à 12 °Chl (3,8 % de chlore actif), à ajouter dans l'eau pour préparer un litre de solution
Bactéricide 5 minutes	0,0036%	1 ml
Bactéricide 15 minutes Décontamination surface	0,072%	20 ml
Fongicide 15 minutes	0,18%	50 ml
Virucide 15 minutes	0,036%	10 ml

(Anonym.2005)

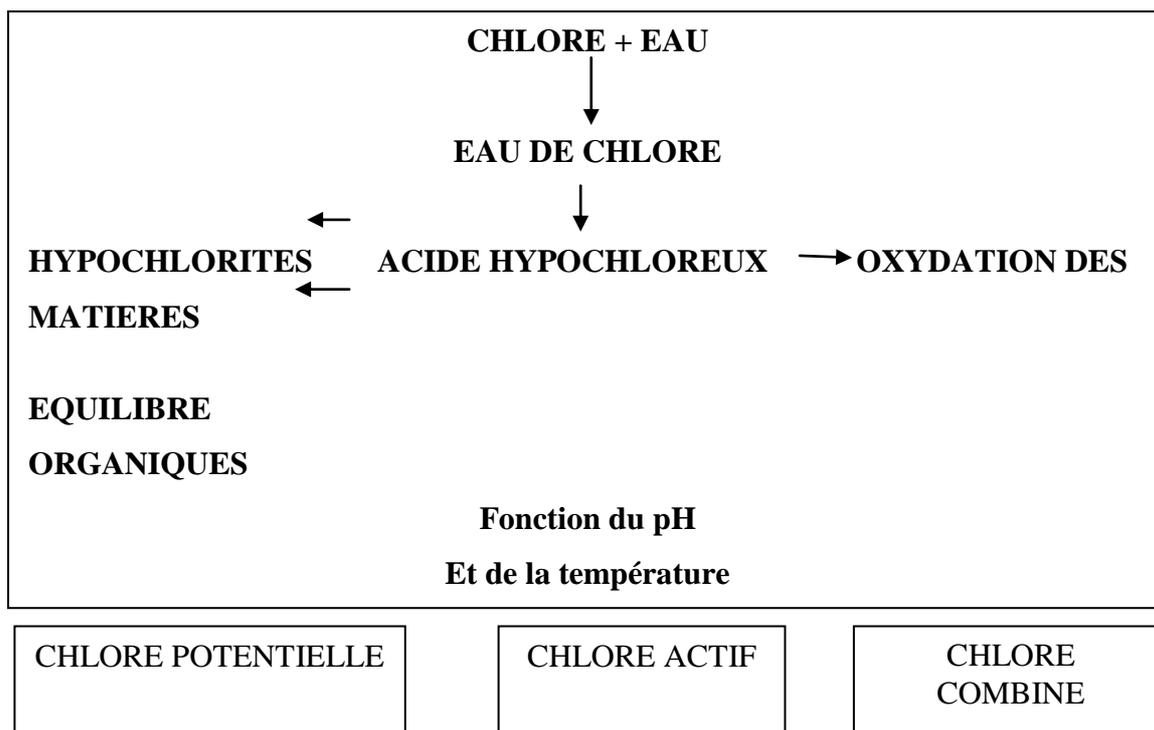
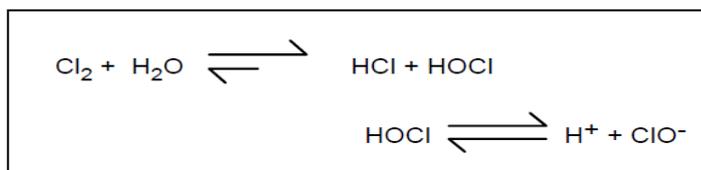


Figure 05 : l'hydrolyse de chlore (JADIN J.B, WILLAERT E, ET MORET R., 1974).

3.1.4. Modes d'action de chlore :

Le chlore tue les organismes pathogènes, à condition d'assurer un temps de contact suffisant (CT). Cependant, aux doses habituelles il demeure inefficace contre les kystes amibiens et les œufs de certains parasites intestinaux. Il a également plusieurs rôles, secondaires mais importants : oxydation du fer, du manganèse et du sulfure d'hydrogène ; destruction de certains composés engendrant des goûts et des odeurs désagréables ; protection contre les algues et les boues ; enfin, il facilite la coagulation. L'action du chlore est fonction du pH de l'eau avec laquelle il est en contact : lorsque l'on introduit du chlore dans l'eau, que ce soit du chlore gazeux (Cl_2), de l'eau de Javel ou de l'hypochlorite de calcium, deux acides se forment, l'acide chlorhydrique (HCl) et l'acide hypochloreux ou chlore actif (HOCl) ; ce dernier se décomposant en ions H^+ et ClO^- (ion hypochlorite). (PIERRE MARIE GRONDIN., 2005)



L'HOCl est un bactéricide puissant. En effet il ne porte pas de charge électrique et sa forme ressemble à celle de l'eau. La membrane cytoplasmique le laisse donc passer en même temps que

l'eau, contrairement au ClO^- qui ne pénètre pas du fait de sa charge négative. A l'intérieur de la cellule, l' HOCl bloque toute activité enzymatique, entraînant ainsi la mort de la cellule.

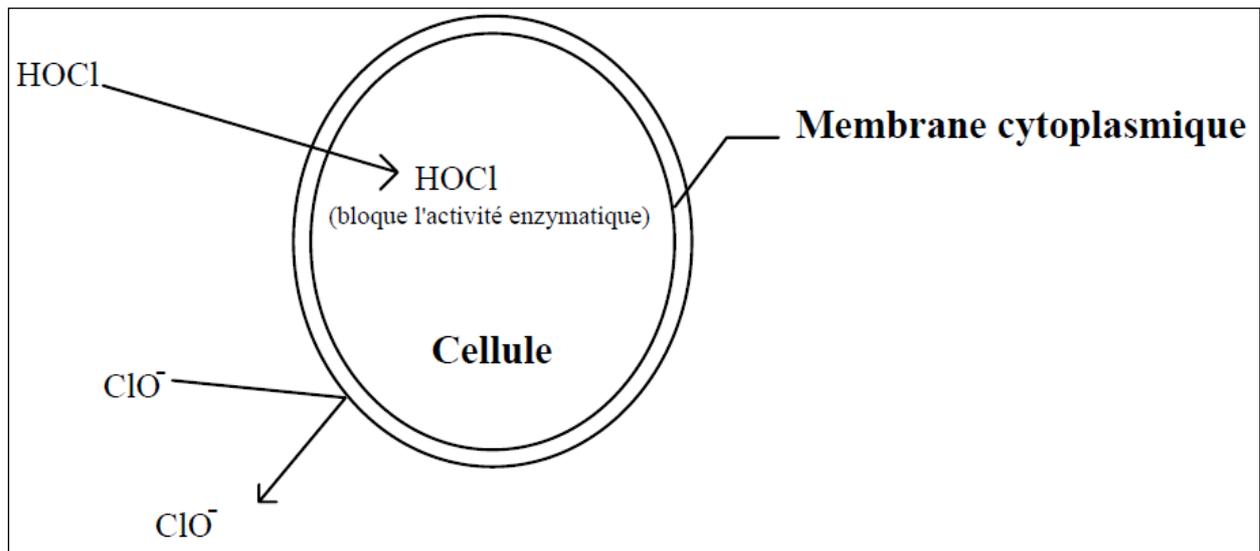


Figure 06 : Action de chlore sur la cellule bactérienne.

Suivant les formes qu'il adopte, le chlore est plus ou moins actif : une concentration de 1/10 de chlore actif (HOCl) permettra de détruire 99 % des bactéries témoins telles que *Escherichia coli* en moins de 2 minutes de temps de contact, alors qu'un temps de contact de 100 minutes sera nécessaire en présence de ClO^- , et de 450 minutes en présence de chlore combiné pour des concentrations équivalentes (l'acide hypochloreux à une activité 100 fois supérieure à celle de l'ion hypochlorique et 450 fois supérieure à celle du chlore combiné). Quatre paramètres interviennent, le pH, la dose de chlore et le temps de contact, la qualité de l'eau, la température. (**PIERRE MARIE GRONDIN., 2005**)

a) Le pH :

C'est un paramètre clé de la désinfection, qui traduit l'équilibre acide-base : HOCl est en équilibre avec H^+ et ClO^- (**PIERRE MARIE GRONDIN., 2005**)

b) la dose de chlore et le temps de contact (CT) :

La variation du temps de contact nécessaire permet de jouer sur cette dose requise : pour un pH donné, si on augmente la dose de chlore, on pourra diminuer le temps de contact, par contre si on diminue la dose, il faudra augmenter le temps de contact. de même le temps de contact est fonction du pH : (**PIERRE MARIE GRONDIN., 2005**)

Tableur 06: Interviennent par le pH, la dose de chlore et le temps de contact

pH	Concentration en chlore	Temps de contact
7,5	0,3-0,5mg/l	20 à 40 minutes
8-8,5	0,3-0,5mg/l	40 à 60 minutes

Rappel : 1° chlorométrique = 3,17 g de chlore actif par litre (donc : eau de Javel à 47° ---->150g Cl ; eau de Javel à 12° ----> 36g Cl) (**PIERRE MARIE GRONDIN., 2005**)

c) la qualité de l'eau :

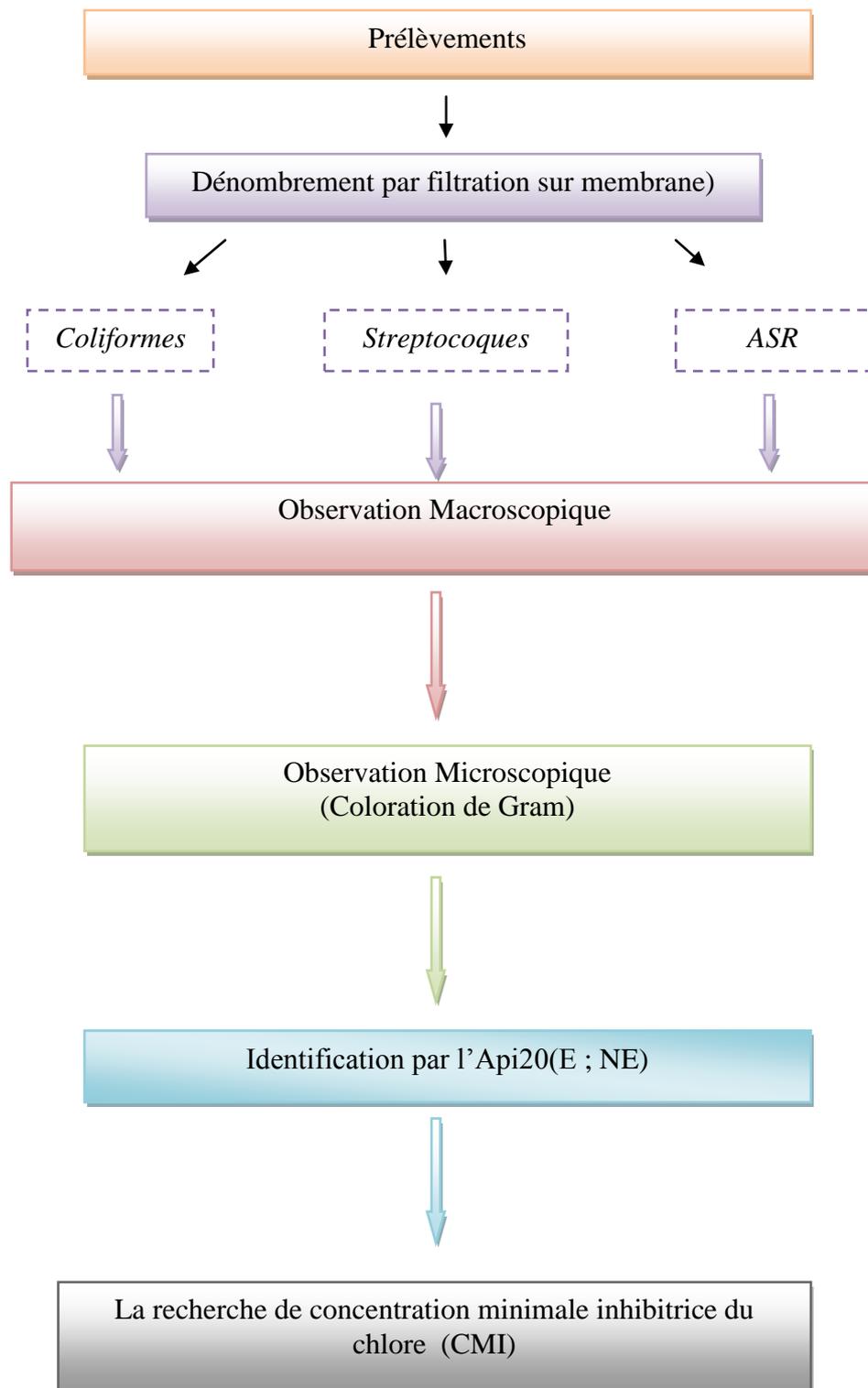
La présence de matières en suspension inhibe l'action du chlore en diminuant la quantité de Chlore libre disponible et en favorisant la protection des bactéries. (**PIERRE MARIE GRONDIN., 2005**)

d) la température :

La rapidité de l'effet bactéricide du chlore est proportionnelle à la température de l'eau ; par conséquent cette stérilisation est plus efficace dans des eaux de température élevée. En revanche, le chlore est plus stable dans l'eau froide, donc subsiste plus longtemps, ce qui compense dans une certaine mesure la lenteur de la réaction. (**PIERRE MARIE GRONDIN.,2005**)



Chapitre III
Matériel et méthodes

Plan de travail

1. Prélèvements

1.1. Condition de prélèvement pour une analyse bactériologique :

Les flacons stériles de 250 ml fourni par le laboratoire, doivent être ouverts uniquement au moment du prélèvement et ne doit jamais être rincé, pour éviter la contamination. Les parois internes ou l'intérieur du couvercle ne doivent pas être touchés avec les doigts. **(E.P.ADE., 2016)**

L'échantillon doit provenir du robinet d'eau froide le plus utilisé et l'eau de ce robinet ne doit pas avoir été modifiée par un système de filtration. **(E.P.ADE., 2016)**

Le robinet doit être débarrassé de tout accessoire complétant son bec comme les aérateurs, grillages, pommes d'arrosage, boyaux. S'il est impossible d'enlever ces accessoires, il faut choisir un autre robinet. **(E.P.ADE., 2009)**

L'extérieure et l'intérieur du bec du robinet doivent être nettoyés à l'aide d'une pièce de coton propre imbibé d'une solution d'eau javel (environ 5% d'hypochlorite de sodium) ou de l'alcool (alcool à friction). **(E.P.ADE., 2009)**

Afin de s'assurer que l'eau prélevée est représentative de celle circulant dans le système de distribution, il faut laisser couler l'eau pendant 5 minutes avant de prélever un échantillon. **(E.P.ADE., 2016)**

L'échantillon doit être conservé à environ 4°C entre le moment du prélèvement et la réception au laboratoire. **(RODIER, 1996 ; NDOUNLA, 2007).**

L'échantillon doit parvenir la même journée que le prélèvement.

1.2. Sites de prélèvement :

Les prélèvements sont effectués à partir de 3 forages, le tableau 02 suivant montre les caractéristiques de chaque prélèvement :

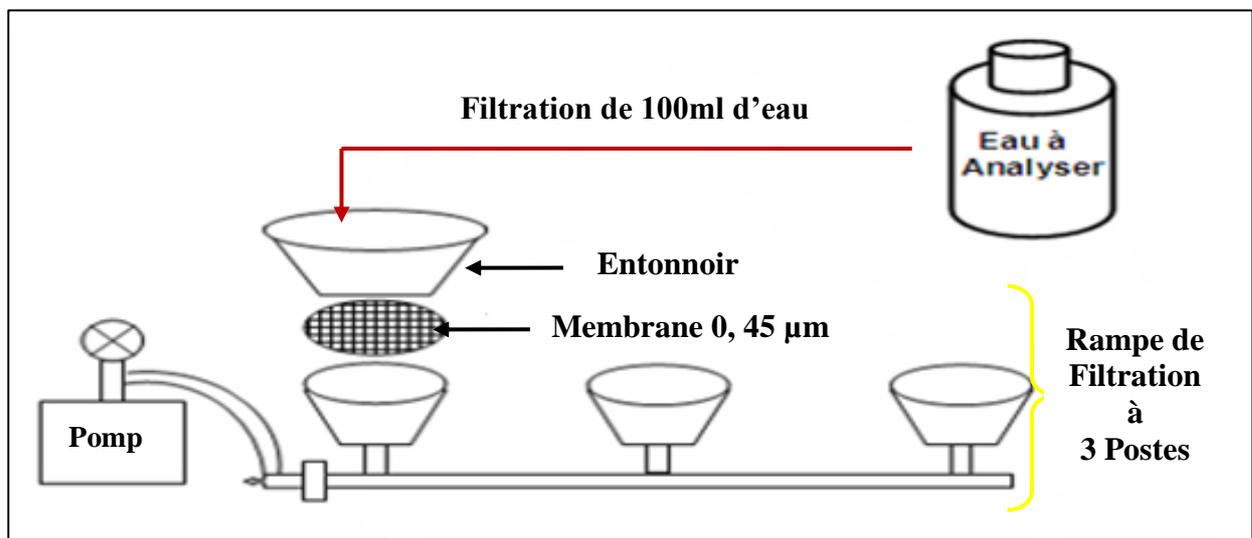
Tableau 07 : Caractéristiques de prélèvements

Nom de Forage	Date	Heurs	Traitement de chlore	Concentration Chlore libre
Ouled zid	13/02/2017	9 :55	Avant	/
			Après	00
Timbouzid	13/02/2017	10 :15	Avant	/
			Après	00
Kef 1	13/02/2017	10 :30	Avant	/
			Après	0,2

2. Dénombrement bactérien:

2.1. Méthode de la filtration sur membrane:

La technique de filtration est une estimation plus exacte sur la charge bactérienne, elle consiste à faire passer des produits liquides sur une paroi poreuse ou sur une membrane qui retient les bactéries, et nécessite d'une rampe de filtration.

**Figure 07** : Technique de filtration sur la membrane

- Tout d'abord, il faudra stériliser l'entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Fermer le robinet et mettre en marche la pompe à vide.
- Prélever une membrane cellulose stérile de 0,45µm.
- Avec une pince flambée et refroidie; déposer la membrane sur la plaque poreuse.
- L'entonnoir flambée et refroidie est placé au –dessus de la membrane.

- Fermer le robinet de support et remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide et ouvrir le robinet du support pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de pétri contenant de une gélose sélectif

1.1.1 *coliformes totaux*:

Les *coliformes totaux* constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les *coliformes totaux* n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles. (APHA, AWWA et WEF (2005),

La gélose sélective utilisée pour les coliformes c'est la gélose lactosée TTC au Tergitol. L'incubation de la boîte de pétri à 37°C pendant 24 à 48 h. (NORME NF V 08-017)

❖ Lecture :

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orange ou en jaune (*E coli*) .

1.1.2 *Coliformes fécaux*:

Les *coliformes fécaux*, ou *coliformes thermo tolérants*, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*) et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Elmund *et al.*, 1999; Santé Canada, 1991; Edberget *et al.*, 2000). La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90 % des coliformes thermo tolérants détectés (Barthe *et al.*, 1998; Edberg *et al.*, 2000). Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire (Barthe *et al.*, 1998; OMS, 2000). C'est pourquoi il serait plus approprié d'utiliser le terme générique

« *coliformes thermo tolérants* » plutôt que celui de « *coliformes fécaux* » (OMS, 1994; ROBERTSON, 1995).

Pour la recherche des *coliformes thermo tolérante* il faut repiquer de façon aléatoire les colonies à des fins de confirmation basée sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.(E.P.ADE, ZONE DE TIZI-OUZOU 2009).

Test à l'oxydase :

Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 3 colonies, à incuber à 37°C pendant 24 heures, puis effectuer le test de l'une des façons suivantes.

Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile puis écrasé une colonie caractéristique. Dans le cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

Test à l'indole :

Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément dans un tube contenant de bouillon au tryptophane. Bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber ce dernier à 44 °C pendant 24 heures puis rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs. La présence d'un anneau rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.

1.1.3 *streptocoques totaux* :

Le terme "*streptocoques fécaux*" désigne les streptocoques généralement présents dans les fèces de l'homme et des animaux. Tous possèdent l'antigène du groupe D de Lancefield. Du point de vue taxonomique, ils appartiennent aux genres *Enterococcus* et *Streptococcus*. Récemment, la taxonomie des entérocoques a été profondément modifiée et la connaissance de l'écologie de nombreuses espèces présente encore des lacunes. Le genre *Enterococcus* comprend maintenant tous les streptocoques qui se caractérisent par certaines propriétés biochimiques communes et une large tolérance à des conditions de croissance défavorables, notamment les espèces *E. avium*, *E. casseliflavus*, *E. cecorum*, *E. auronis*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. hirae*, *E. malodoratus*, *E. mundtii* et *E. solarius*. La plupart de ces espèces sont d'origine fécale et peuvent généralement être considérées en pratique comme des indicateurs spécifiques d'une pollution fécale humaine. Toutefois, on peut aussi les isoler à partir de fèces d'animaux, et certaines espèces et sous

espèces, comme *E. casseliflavus*, *E. faecalis* var. *liquefaciens* *E. malodoratus* et *E. solearius* se rencontrent principalement sur des végétaux (OMS, 1994).

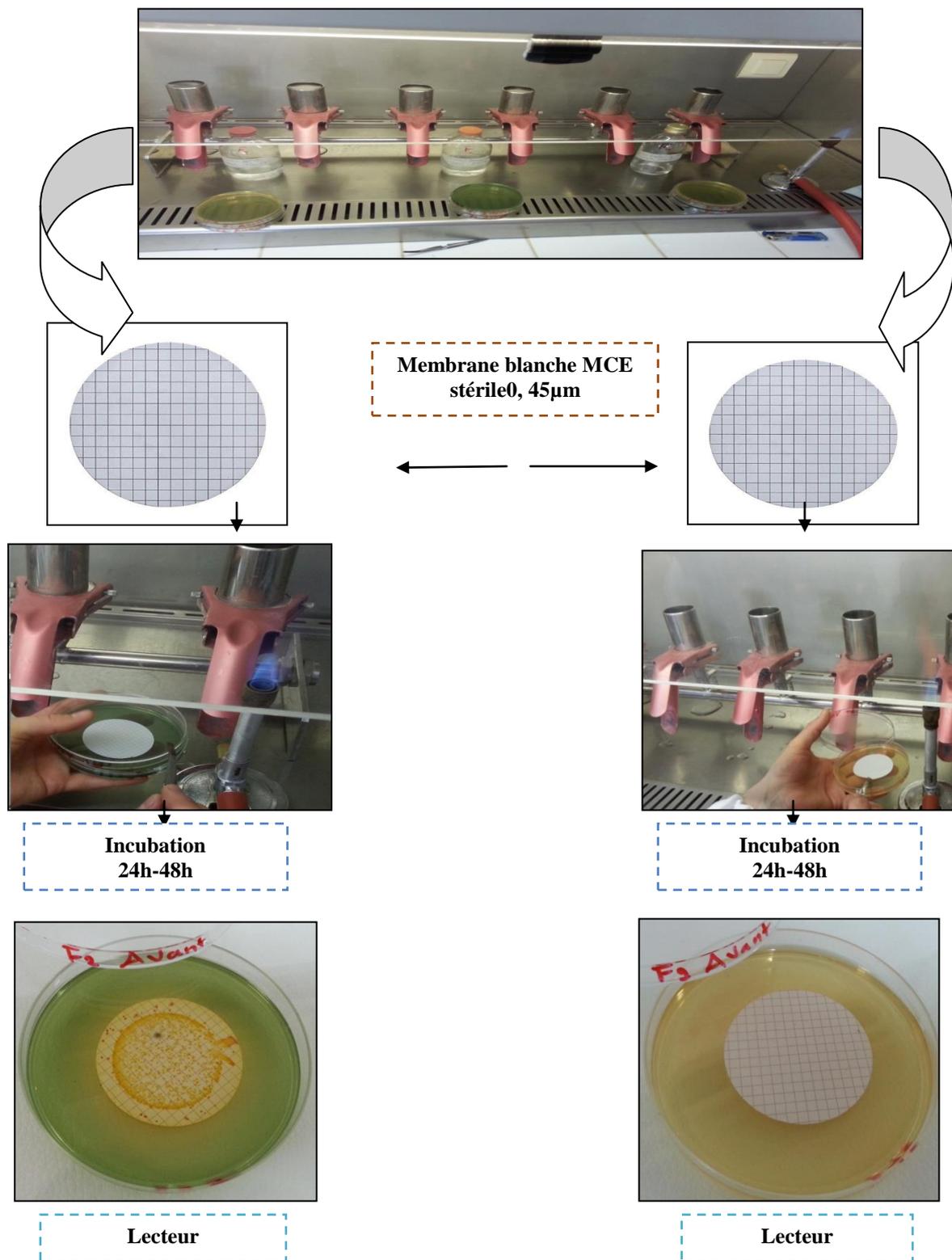
On filtre la même quantité d'eau selon la même technique après filtration les membranes sont déposées sur le milieu SLANETZ et BARTLEY puis incubées à 37°C pendant 48 h. (NORME ISO 641-2)

❖ Lecture

Après la période d'incubation spécifiée *Streptocoques* du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

1.1.4 *Streptocoques fécaux*:

Transférer aseptiquement la membrane du milieu de SLANETZ et BARTLEY sur une plaque de gélose Bile esculine azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C. Cette dernière sera incubée à son tour à 44 °C pendant 2 heures. Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire.



-Colonies jaunes.

-Rouges Colonies orange avec halo orange

Figure 08 : Technique de dénombrement des coliformes [Original ., 2017]

1.1.5 Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices (*Clostridium* sulfite-réducteurs):

Les *Clostridium* sulfite-réductrices et *Clostridium perfringens* réduisent les sulfites en sulfures. Les *Clostridium* sulfite-réducteurs (ou leurs spores) bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol ; comme test de contamination fécale éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur. (Christiane Joffin, Jean-Noël Joffin 1993)

- **Mode opératoire :**

A partir de l'eau analyser :

- Verser dans un tube stérile seulement 5 ml de l'échantillon préalablement réchauffé à 80°C pendant 10 mn environ dans un bain marie, puis refroidir rapidement sous courant d'eau froide.
- Ajouter 20 ml de la gélose viande foie (VF) plus additifs (alun de fer et sulfite de sodium), mélanger le tube quelle que minute et éviter les bulles d'air.
- Mettre les tubes au-dessus de la surface de travail pour solidification.
- Incuber les tubes dans l'étuve à 47°C pendant 16h – 24-48h.

- ❖ **Lecture :**

la première lecture doit absolument être faite après 16 heures car très souvent les spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices sont envahissantes auquel on se trouvera face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voire 10^{-2} , la deuxième lecture se fera après 24 heures et la troisième et dernière après 44 ± 4 heures.

Dénombrer toute colonie de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les 4 tubes dans 20 ml d'eau à analyser.

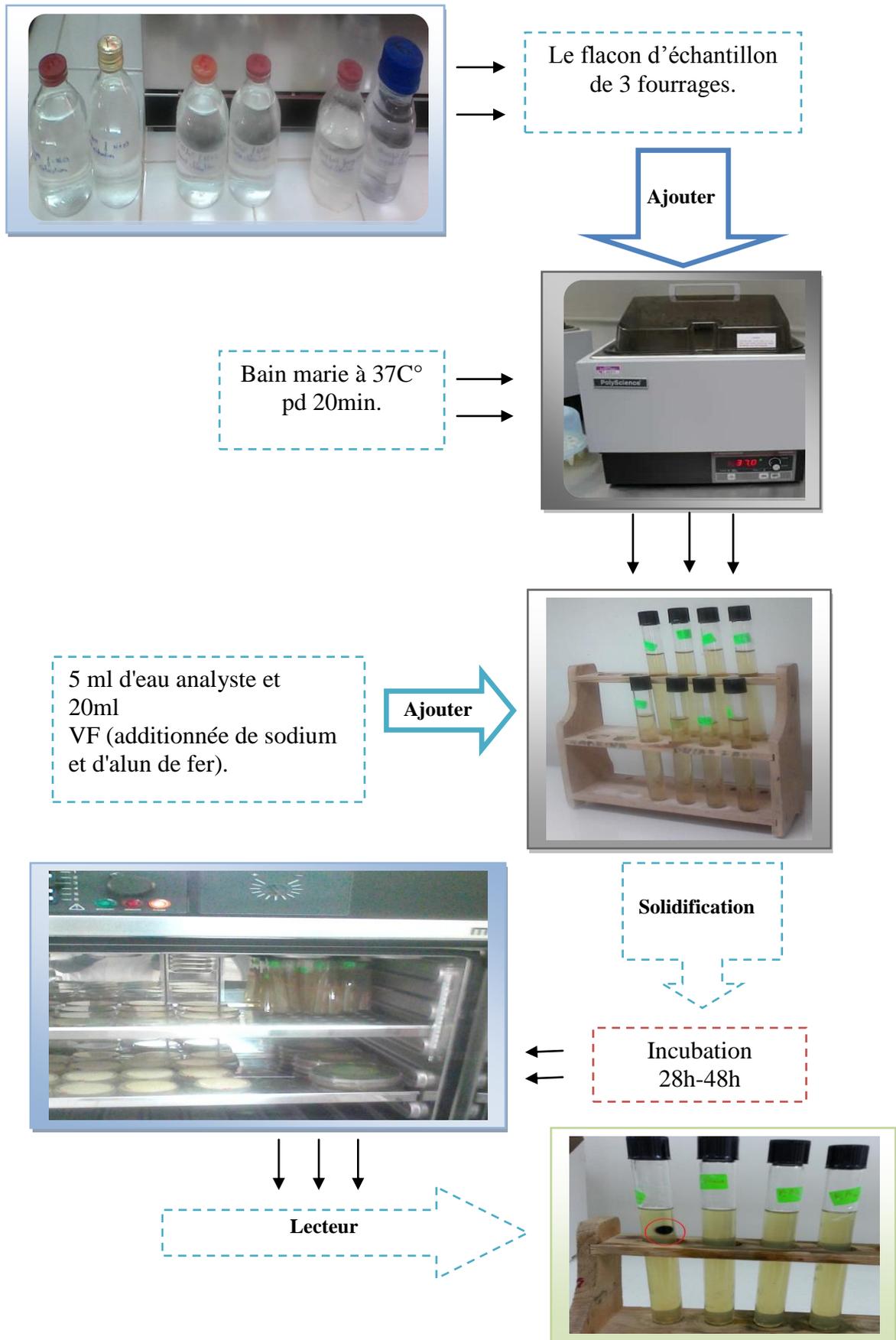


Figure 09 : Technique de dénombrement des ASR [Original ., 2017]

3. Observation microscopiques :

3.1. La coloration de Gram :

Distinguer et classer les bactéries à partir des propriétés de leur paroi bactérienne. Le violet de gentiane se fixe sur des composants cytoplasmiques et après ce temps de coloration, toutes les bactéries sont violettes. Chez les bactéries à Gram négatif, la paroi, riche en peptidoglycanes, laisse passer l'acétone qui décolore le cytoplasme alors que, chez les bactéries à Gram positif, la paroi constitue une barrière imperméable et le cytoplasme demeure coloré en violet(3).

- **Protocole :**

- 1) **On réalise un frottis** sur une lame de microscope à partir d'une suspension bactérienne: on agite la suspension afin de l'homogénéiser et d'éviter d'avoir un culot au fond du tube. Avec l'aide d'une anse que l'on aura préalablement stérilisé (en la passant sous le bec benzène), on prélève un peu de la solution bactérienne en plongeant le fil de platine de la anse dans le tube à essai.
- 2) On dépose ensuite ce prélèvement au milieu de la lame en faisant des rotations jusqu'à séchage.
- 3) On procède à **la fixation du frottis** soit avec de l'éthanol à 90° (5 minutes) puis on enflamme la lame ou on passe directement 3 fois la lame dans la flamme du bec Bunsen.
- 4) **La coloration au violet de Gentiane** (colorant basique): la lame est plongée pendant 2 à 3 minutes (en fonction de la concentration) dans la coloration au violet de gentiane. Toutes les bactéries sont colorées en violet puis rincer à l'eau déminéralisée.
- 5) **Mordantage au lugol** (solution iodo-iodurée) : étaler le lugol et laisser agir 20 secondes ; Rincer à l'eau déminéralisée. Cette étape permet de stabiliser la coloration violette.
- 6) **Décoloration à l'alcool**: verser goutte à goutte l'alcool sur la lame inclinée obliquement. Surveiller la décoloration (5 à 10 secondes). Le filet doit être clair à la fin de la décoloration. Rincer sous un filet d'eau déminéralisée. L'alcool pénètre dans la bactérie. La coloration au violet de Gentiane disparaît. Les bactéries décolorées sont des bactéries Gram-. Si l'alcool ne traverse pas la paroi, on est en présence de bactéries Gram+.
- 7) **Contre coloration avec de la Fuchsine ou de la Safranine**: laisser agir de 30 secondes à 1 minute. Laver doucement à l'eau déminéralisée. Sécher la lame sur une platine chauffante à 40°C, 10 à 15 minutes. Les bactéries Gram- sont colorées en rose.(4).

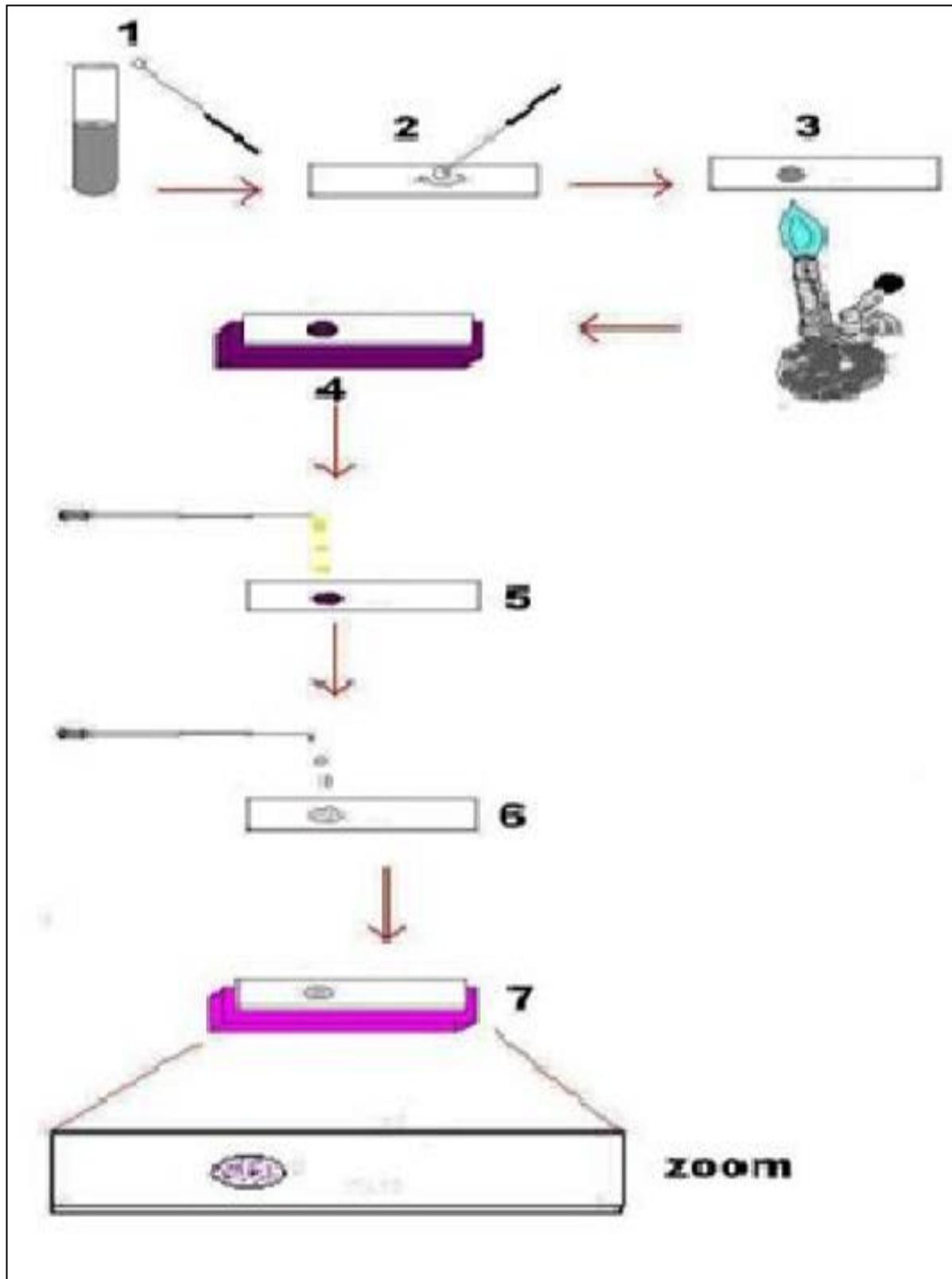


Figure 10 : Les étapes de coloration de Gram.

4. Identification « Galeries API » :

- **Objectif :**

Analyser le métabolisme d'une colonie bactérienne isolée sur boîte, afin de vérifier s'il s'agissait bien, ou non, d'une colonie d'*Escherichia coli*. Pour cela, nous avons utilisé une galerie API 20E (Biomérieux) se présentant sous la forme d'une galerie de petits tubes en plastique contenant chacun un milieu différent déshydraté. Après inoculation et incubation durant 24H, la coloration des milieux sera révélatrice d'une modification ou non d'un composé donné par l'organisme étudié. Les résultats obtenus sont ensuite reportés sur une fiche d'identification, permettant d'obtenir un code propre à la souche étudiée, et l'identification se fait par consultation du catalogue de références fourni par Biomérieux. **(FICHES TECHNIQUES DE LABO HOPITAL)**

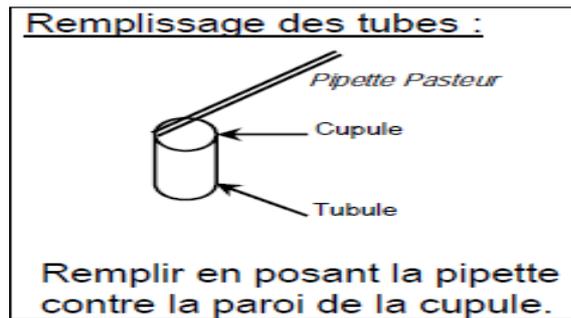
La galerie API 20E est une galerie dédiée à l'identification des entérobactéries, et est relativement simple à mettre en place, mais nécessitant travailler en condition stérile puisqu'une seule souche bactérienne ne peut être étudiée à la fois. **(FICHES TECHNIQUES DE LABO HOPITAL)**

- ❖ **Mode opératoire :**

Les étapes de réalisation d'une galerie API, toutes en conditions stériles via bec benzène, sont décrites dans le manuel livré avec le kit, et sont résumés ci-dessous.

Prélever une colonie d'une souche pure

- Reprendre 5ml d'eau distillée sur les alvéoles du fond de la boîte d'inoculation, pour créer une atmosphère humide.
- Prélèvement d'une colonie bactérienne jeune (18/24h) sur boîte de gélose, avec une anse de platine.
- Résuspension de la colonie prélevée dans 5ml d'eau distillée stérile.
- Inoculation de tous les puits à l'aide de la même pipette (et même cône) :
 - ✓ Pour les tests CIT, VP et GE, remplissage du tube et de la cupule.
 - ✓ Pour tous les autres, remplir les tubes mais pas les cupules.
 - ✓ Pour les tests ADH, LDC, ODC, H₂S, URE, remplir la cupule avec de l'huile de paraffine pour créer une anaérobiose.
- Refermer la boîte et incuber à 37°C environ ($\pm 2^\circ\text{C}$) pendant 18 à 24h.



▪ **Remarque :**

Il est important de veiller à ne pas créer de bulles lors de l'inoculation qui pourraient fausser le résultat. De plus l'apparition de bulles après incubation apportera un caractère d'identification supplémentaire (GAZ+).

❖ **Méthodologiques :**

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au Tableau de Lecture. Si 3 tests ou plus (test GLU + ou -) sont positifs, noter sur la fiche de résultats toutes les réactions spontanées puis révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs :

▪ **Test TDA :** ajouter 1 goutte de réactif TDA. Une couleur **marron-rougeâtre** indique une réaction **Positive** à noter sur la fiche de résultats.

▪ **Test IND :** ajouter 1 goutte de réactif JAMES. Une couleur **rose** diffusant dans toute la cupule indique une réaction **positive** à noter sur la fiche de résultats.

▪ **Test VP :** ajouter 1 goutte des réactifs VP 1 et VP 2. Attendre au minimum 10 minutes. Une couleur **rose** ou **rouge** indique une réaction **positive** à noter sur la fiche de résultats. Une faible coloration **rose** apparaissant après 10 minutes doit être considérée **négative**.

L'identification est obtenue à partir du profil numérique.

- Avec le tableau d'identification : comparer les réactions notées sur la fiche de résultats avec celle du tableau : chaque cellule de ce tableau contient les pourcentages de positivité
- Avec le catalogue analytique : Les tests sont regroupés en groupe de 3, et une valeur (1, 2 ou 4) est indiquée pour chacun. Additionner à l'intérieur de chaque groupe les nombres correspondants aux tests positifs. On obtient un nombre à 7 chiffres qui sert de code d'identification
- Avec un logiciel d'identification

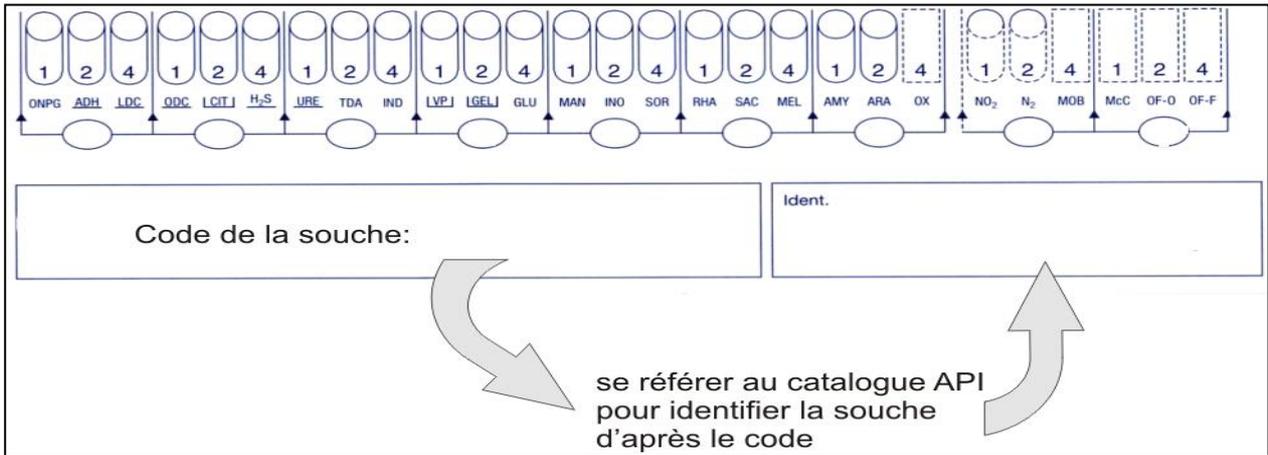
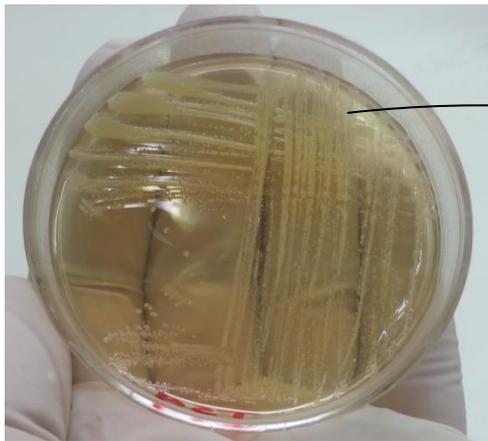


Figure 11 : Galerie API 20E : ensemencement, lecture et interprétation

1-Préparation de l'inoculum :



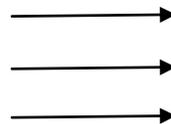
1 seule colonie



5ml d'eau distillé sterile

Suspension d'opacité 0,5 sur l'échelle de Mac Farland

2- Ensemencement de la galerie API 20 E :



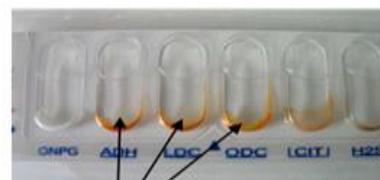
Introduire la suspension bactérienne dans chaque tube à l'aide d'une pipette pasteur stérile, point appuyée à l'intérieur et sur le coté pour éviter la formation de bulles

Pour certains caractères:



Remplir de suspension le tube et la cupule

CIT, VP, GEL

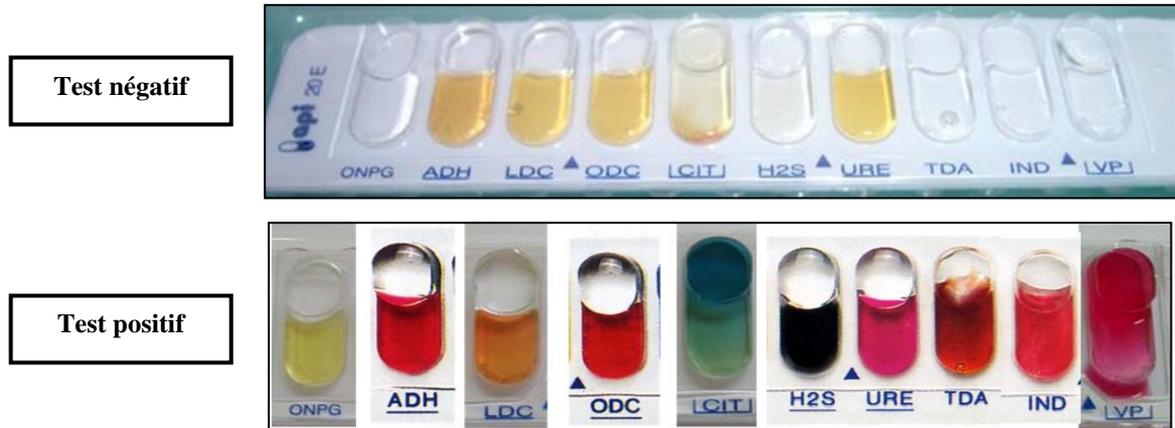


Remplir le tube de suspension et recouvrir d'huile de paraffine

ADH, LDC, ODC, H₂S, URE

3-Lecture de la galerie API 20 E

Les 10 premiers testent



Les 10 dénierteste

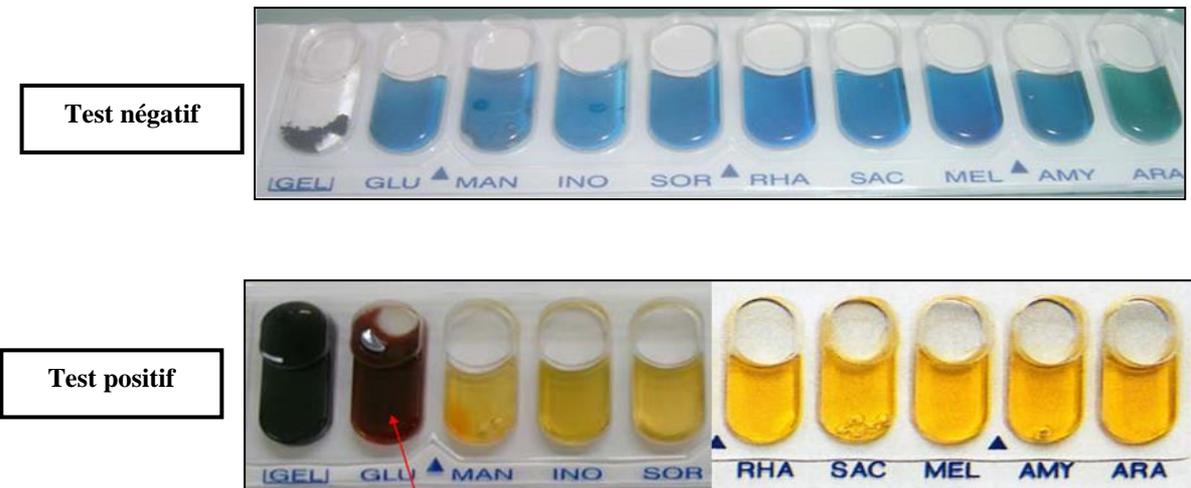


Figure 12 : Les étapes de Galeries API

5. La recherche de concentration minimale inhibitrice du chlore :

Le paramètre le plus souvent utilisé pour évaluer l'effet d'un biocide est la CMI. Elle correspond à la concentration minimale d'un biocide qui inhibe la croissance visible du germe en 24H.

❖ Etapas expérience :

Dans 10 tubes verse 5 ml d'eau distillée stérile, ensuite ajouter à chaque tube une concentration de chlore bien déterminé (dans notre cas ce sont des concentrations croissantes de [0,1] mg /l à 01] mg /l.

Ensuite 01 ml de la suspension bactérienne est mis dans chaque tube puis une agitation (temps de contacts entre la concentration du chlore et les bactéries est 5 min)

Préparer les boîtes de pétries dans un milieu sélectif MH (Mueller-Hinton), diviser la boîte autant de fois (maximum 5 pour une boîte), l'ensemencement des tubes est réalisé par une pipette pasteur

Incuber les boîtes de pétri à 37°C pendant 24 à 48 h.

▪ **Lecture :**

Après la période d'incubation la sensibilité d'une souche microbienne est déterminé par l'observation d'une poussé bactérienne sur la boite de MH

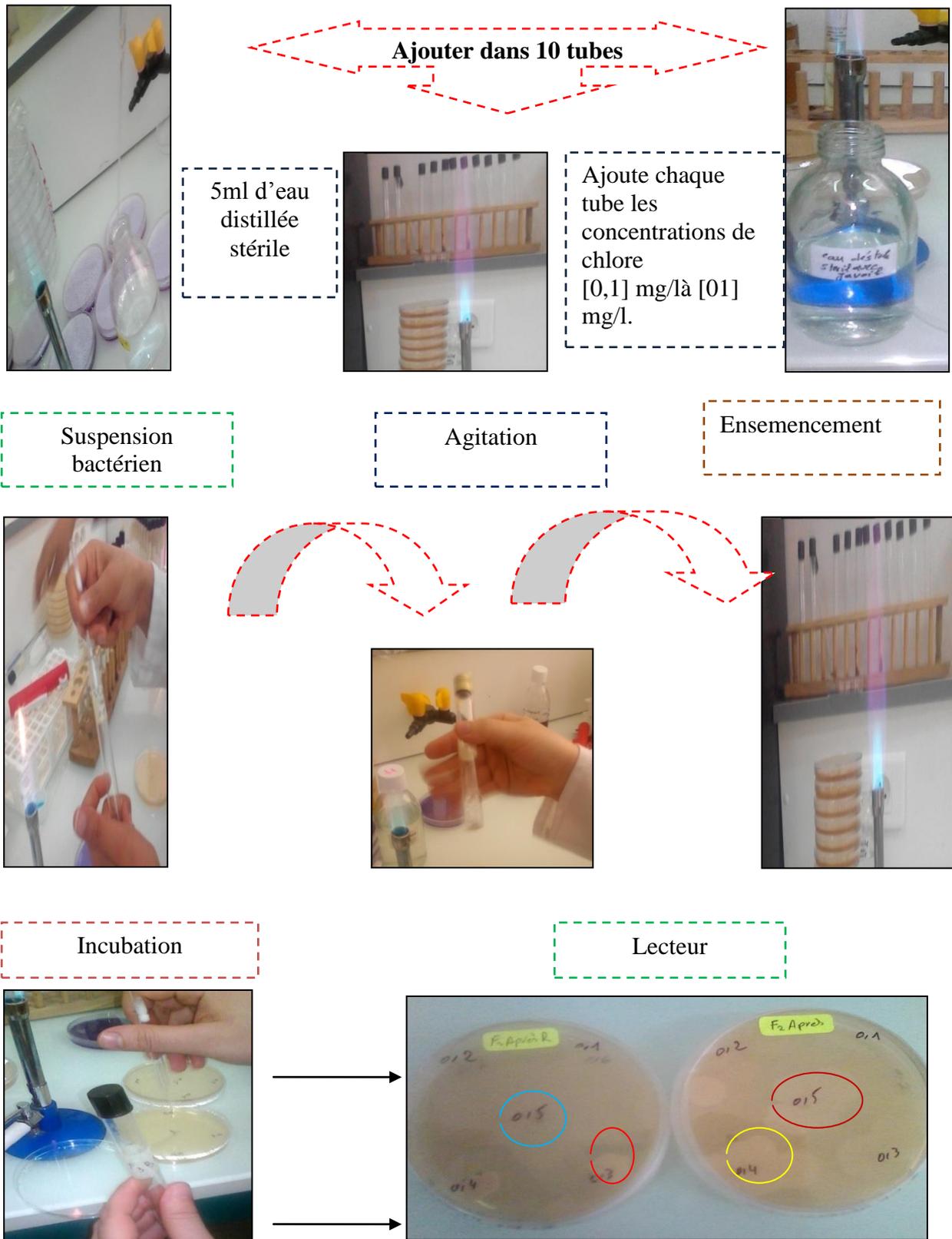


Figure 13 : Techniques de CMI de chlore [Original ., 2017]



Chapitre IV
Résultats et discussions

Présentation des résultats :

1. Dénombrement

Il ya 06 prélèvements ont subi des analyses bactériologiques à partir de 03 forages avant et après chloration.

Forage 1 : Les résultats présentés dans le graphe suivant montrent la qualité bactériologique des prélèvements (avant et après chloration) à partir du forage 01

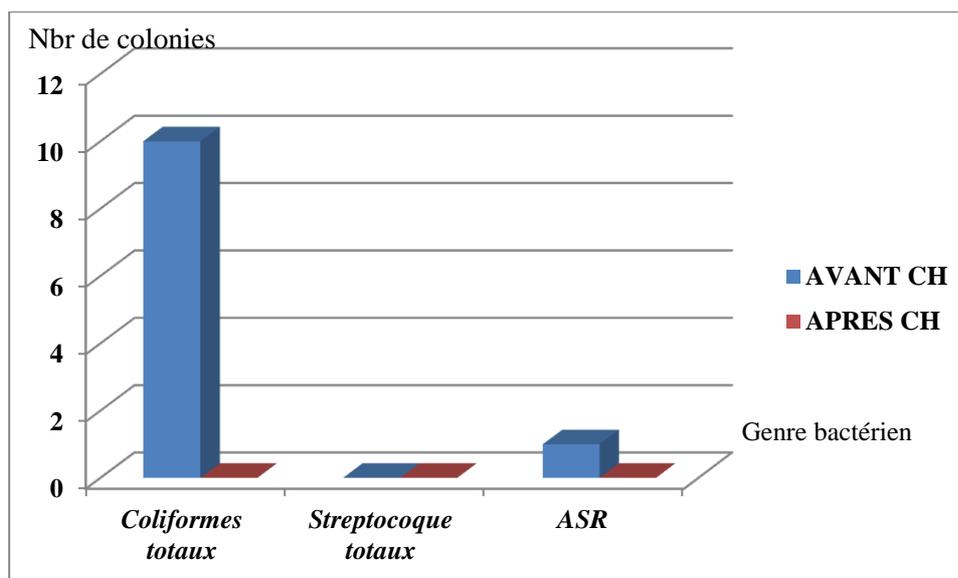


Figure 14 : dénombrement des bactéries avant et après chloration forage 01

On observe que sauf les *coliformes totaux* (10 colonies) et les ASR (01 colonies) dans les prélèvements prélevés avant le processus de chloration, une absence totale des *streptocoques* (avant et après chloration) et de tous les genres bactériens recherchés après chloration sachant que le chlore libre mesuré dans ce dernier est 0 mg/L

Les *coliformes totaux* ne s'utilisent plus comme indicateur de contamination fécale, car les progrès de la taxonomie montrent qu'ils ne sont pas spécifiques de l'intestin des humains ou des autres mammifères à sang chaud et qu'ils peuvent également se trouver dans l'environnement. Comme les coliformes totaux sont sensibles au chlore, leur présence dans les échantillons d'eau peut indiquer l'existence d'un bio film ou un manque d'efficacité du traitement. La présence de CT peut aussi indiquer une détérioration de la qualité de l'eau, due au système de distribution (formation de bio film, infiltration de sol)¹³. Mais dans notre cas ces bactéries sont absentes après la chloration. (ARCHIBALD F., 2000)

Les *coliformes fécaux (E-coli)* selon les normes algériennes de potabilité de l'eau sont des indicateurs de contamination, ils sont absents soit avant ou après chloration ce qui détermine la bonne qualité de l'eau analysé.

Les Spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) sont répandues dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales, ainsi dans les eaux usées et le sol (Zerhouni J, 2015). Ces germes se caractérisent par leur longue survie dans l'eau car elles sont plus résistantes que les formes végétatives à l'action des facteurs chimiques et physiques, ce qui n'est pas le cas pour les *Escherichia coli* et les autres organismes coliformes. Elles peuvent ainsi fournir des indications sur une pollution fécale éloignée ou intermittente (Bentabet, 2014). Elles peuvent même être résistantes à la chloration dans les proportions habituellement utilisées pour le traitement des eaux, et sont donc ainsi utiles pour les besoins des contrôles (Bentabet, 2014). Dans nos prélèvements la ASR sont présents avec un nombre très faible avant chloration c'est pourquoi ils sont absents après chloration ce n'est pas grâce à l'efficacité de désinfection mais au nombre faible de ces bactéries dans la source originale (Eau brute)

Forage 2 :

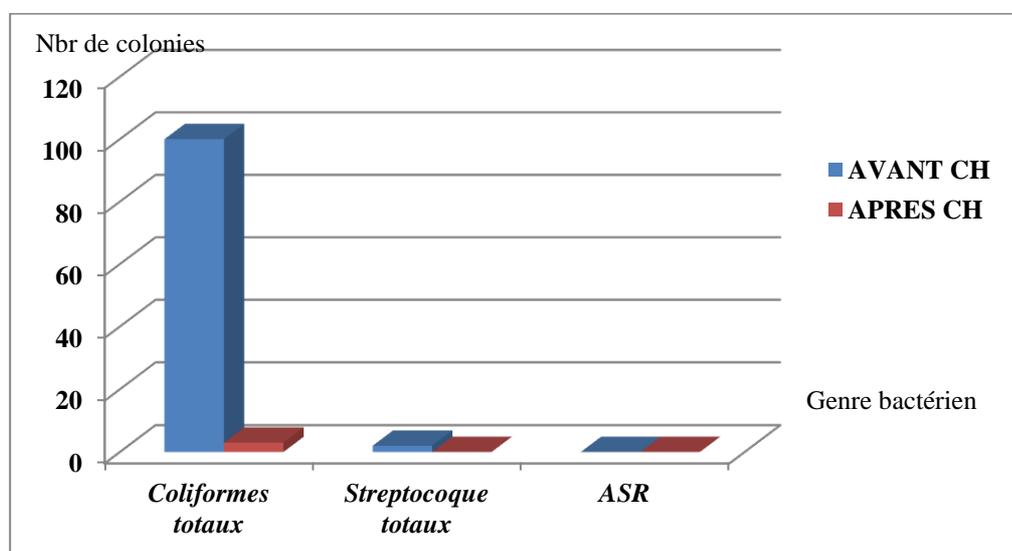


Figure 15 : Dénombrement des bactéries avant et après chloration forage 02

Le graphique présente l'absence totale des ASR dans les échantillons prélevés soit avant ou après l'utilisation du chlore tandis qu'il y a une présence de 100 colonies des *coliformes totaux* et 02 colonies de *streptocoques totaux* dans les échantillons prélevés avant l'utilisation du chlore.

Le nombre des *coliformes totaux* est très élevé dans l'eau brute est nulle après chloration est une absence des coliformes fécaux sachant que le chlore libre mesuré été 0.2 mg/L ce qui montre un

bonne traitement avec le chlore.

La persistance des entérocoques (streptocoques totaux) dans divers types d'eau peut être supérieure à celle des autres organismes indicateurs, notamment à cause de leur résistance notoire aux agents désinfectants ce qui fait d'eux des indicateurs privilégiés pour évaluer l'efficacité du traitement de l'eau. De plus, leur grande résistance à la dessiccation fait des entérocoques des indicateurs pour le contrôle lors des réparations du réseau de distribution nécessitant un assèchement (Institut National de Santé Publique du Québec, 2002). Par ailleurs, puisqu'il n'y a généralement pas de croissance des entérocoques dans un réseau de distribution, leur détection témoigne généralement d'une pollution fécale récente (Institut National de Santé Publique du Québec, 2002).

La contamination récente est de faible risque ce qui est montrés par l'absence totales de ces bactéries après chloration confirmé par l'absence de toute genre bactérien recherché après chloration et la présence du chlore libre.

Forage 03:

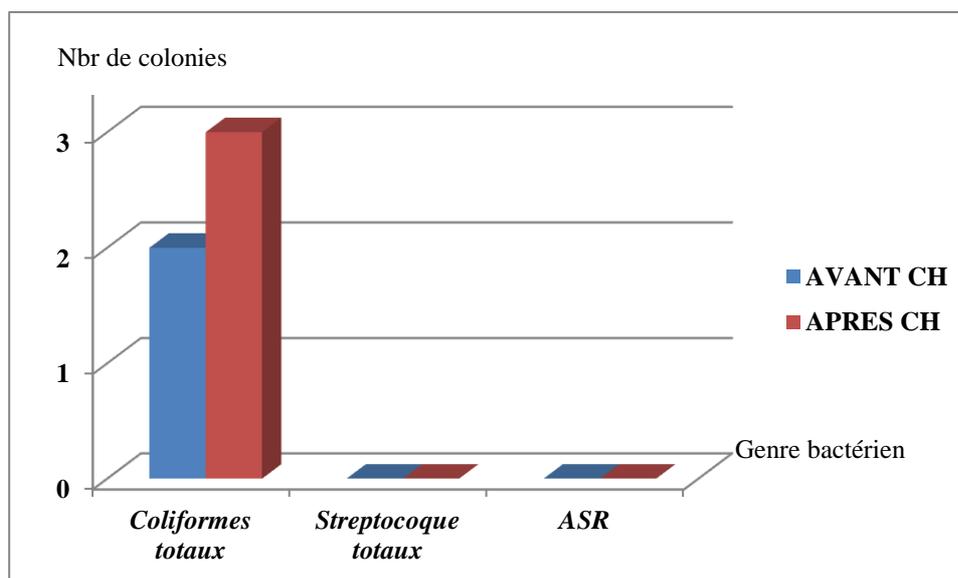


Figure 16 : Dénombrement des bactéries avant et après chloration forage 03

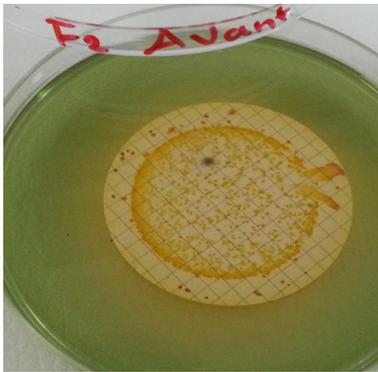
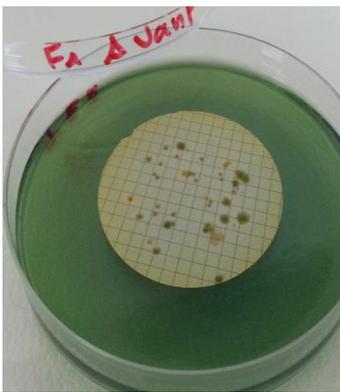
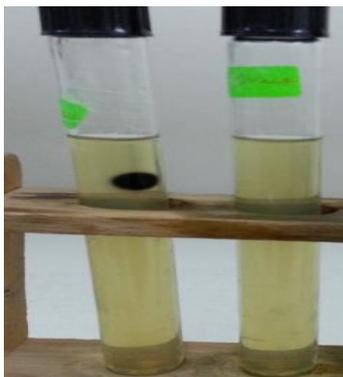
Dans ces prélèvements il y a une présence que des coliformes totaux avant est après chloration avec un faible nombre de colonies (02 colonies avant et 03 colonies après) cette légère augmentation est due probablement à une contamination dans le réseau, le chlore libre était nul ce qui montre une nécessité d'augmentation de la dose du chlore ou de mettre un deuxième point de

chloration car dans ce cas le point de prélèvement après chloration est trop loin de point de désinfection (1 km).

1.2. Identification :

Les bactéries isolé à partir des échantillons avant chloration ont subies une analyse supplémentaire (identification) pour le bute de testé l'efficacité du chlore in vitro.

2. Observation macroscopiques:

Colonies	Jaune	Rouge
Prélèvement	Prélèvement 2 avons 	Prélèvement 1 après 
	Vert	Noir
	Prélèvement 01 avant 	Prélèvement 01 avant 

Original 2017

3. Observation microscopiques :

3.1. Coloration de Gram :

La coloration de Gram d'une des colonies bactériennes obtenues après encensement sur boîte de pétri et incubation du prélèvement, a révélé la présence de bacille Gram- (couleur rose) en forme de petits bacilles (**fig17**).



Figure17 : Observation au microscope (grossissement x100) d'une coloration de Gram sur une colonie obtenue 2017.

4. Les Galeries API

4.1. Caractéristiques des bactéries identifiées :

Les caractéristiques biochimiques nous ont aidé à identifier les espèces bactériennes suivantes (**Tableaux 08**)

Chloration	Forage01	Forage 02	Forage 03
Avant chloration	<i>Enterobacter sakazakii</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Clostridium sulfito</i> réducteur	/	<i>Pseudomonas luteola</i> <i>Enterobacter cloacae</i>
Après chloration	/	<i>Enterobacter</i> <i>gergoviae</i> <i>Enterobacter</i> <i>aerogenes</i>	<i>Serratia ficaria</i> Bacillus spp

Remarque : grâce au manque du moyen les " *Clostridium* sulfite réducteur, *Bacillus* spp" sont identifiés grâce à l'observation macroscopique et microscopique.

✚ ***Enterobacter sakazakii* :**

Est un bacille mobile Gram – faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae, genre *Enterobacter*. Elle n'a été reconnue comme espèce à part entière que depuis 1980.

E. sakazakii est l'agent d'infections rares mais sévères touchant particulièrement les très jeunes enfants, les personnes âgées et les sujets immunodéprimés, ces infections étant beaucoup plus souvent identifiées chez les prématurés que chez les adultes. Les personnes les plus à risques sont les nourrissons de moins de 4-5 semaines. (Hawkins et al., 1991).

✚ ***Enterobacter cloacae*:**

Commensale du tube digestif de l'Homme et des animaux, pouvant être rencontré dans le sol et les eaux d'égouts. Certaines souches peuvent être responsables d'infections nosocomiales. Cette espèce est résistante à la chloration quand il est fixé à une surface et utilisé dans plusieurs études pour tester l'efficacité de la chloration dans l'eau potable (DIANE S et al 1987 S. K. WATTERS et al 1989)

✚ ***Enterobacter gergoviae* :**

Un genre aéro-anaérobie facultative, non sporulé mobile capsulé Ces organismes se trouvent dans les déchets digestifs des humains et d'autres animaux et dans des eaux usées, le sol, l'eau et des produits laitiers; reconnu comme un agent des infections nosocomiales

✚ ***Enterobacter aerogenes* :**

Egalement connu sous le nom *Aerobacter aerogenes*, est un membre de la famille des Enterobacteriaceae. Cette famille comprend *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella* et *Klebsiella*. *Aerogenes* provoque principalement des infections nosocomiales, étant passé d'un patient à un autre compromis.

Enterobacter aerogenes est une bactérie gram- négative (taches roses avec la coloration de Gram) des bactéries. C'est une petite bactérie, en forme de tige qui pousse dans des lisses, rondes, des colonies blanches. Il est parfois, mais pas toujours, une bactérie mobile. *Aérogènes* est une

bactérie omniprésente dans l'environnement, qui se trouve naturellement dans le sol, l'eau douce, les légumes et les matières fécales humaines et animales.

✚ ***Pseudomonas luteola* :**

Est une bactérie Gram négatif, mobile, à métabolisme aérobie, ubiquiste et ayant des exigences nutritives faibles. Elle est responsable de nombreuses maladies nosocomiales en milieu hospitalier humain et peut atteindre d'autres mammifères et entraîner des symptômes très variés.

✚ ***Serratia ficaria* :**

Sont des bactéries Gram négatif qui appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae (la plus connue de ces bactéries est la *Serratia marcescens*). Elles se retrouvent sur divers végétaux (champignons, mousse, légumes), dans le sol, l'eau ainsi que dans le système digestif de certains insectes et rongeurs. Quoique rarement responsables de pathologies, les Serratiae peuvent être à l'origine d'infections nosocomiales (contractées au cours d'une hospitalisation) telles que des infections urinaires, voire des endocardites ou des septicémies.

✚ **Les Bacillus :**

Forment un genre de bactéries à gram positif, appartenant à la famille des bacillacées (Bacillaceae), l'ordre des bacillales (Bacillales), la classe des bacilles (Bacillis), le phylum des firmicutes (Firmicutes).

✚ **Les *Clostridium* sulfito-réducteurs :**

Bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol ; comme test de contamination fécale éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur. (**Christiane Joffin, Jean-Noël Joffin 1993**).

Remarque : Il est remarqué que toutes les espèces isolées sont des bactéries très répandues dans l'environnement et se caractérise soit par la multi résistance ou la présence des spores.

5. La recherche de CMI du chlore :

Les valeurs des 3 forages le chlore libre aux prélèvements sont entre 0 et 0,2 mg/l :

Forage 1:

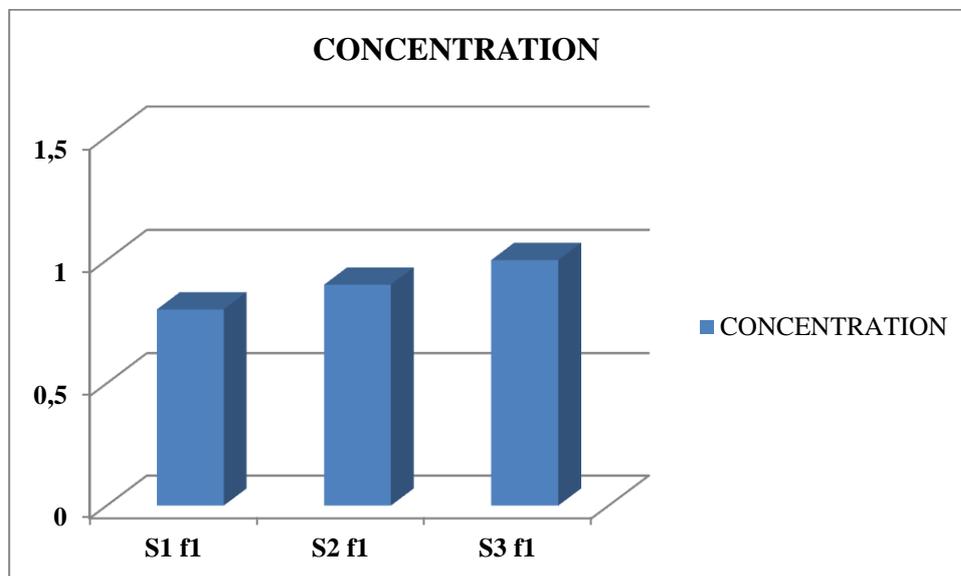


Figure 18 : La CMI du chlore des espèces bactériennes isolées à partir du Forage 1

An niveau de la partie **d'Ouled zid** le forage1 le premier point **avant chloration**. CMI varie entre (0,8 et 1ml /l). ..ces espèces bactérienne donc nécessite une concentration plus que 1 mg/l

Forage 2 :

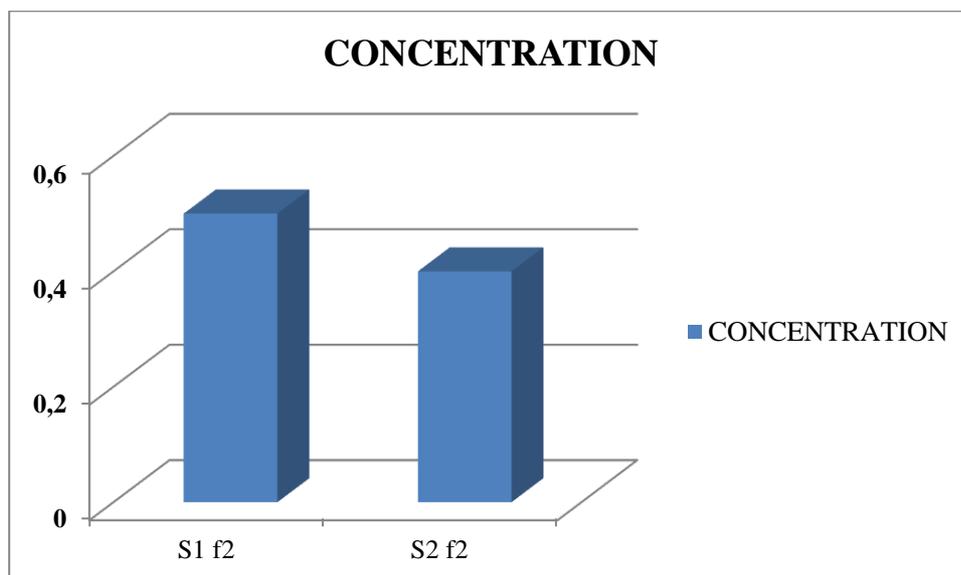


Figure 19 : La CMI du chlore des espèces bactériennes isolées à partir du Forage 2

An niveau de la partie **Timbouzid** le forage 2 le point après chloration. la CMI varie entre (0,4-0,5ml /l) et La dose du chlore libre 0mg/l cette absence du chlore est peut-être due à la présence de

la matière organique dans l'eau qui a épuisé le milieu du chlore libre dans il est conseillé de construire un autre point de désinfection pour une bonne surveillance de l'eau distribué.

Forage 3:

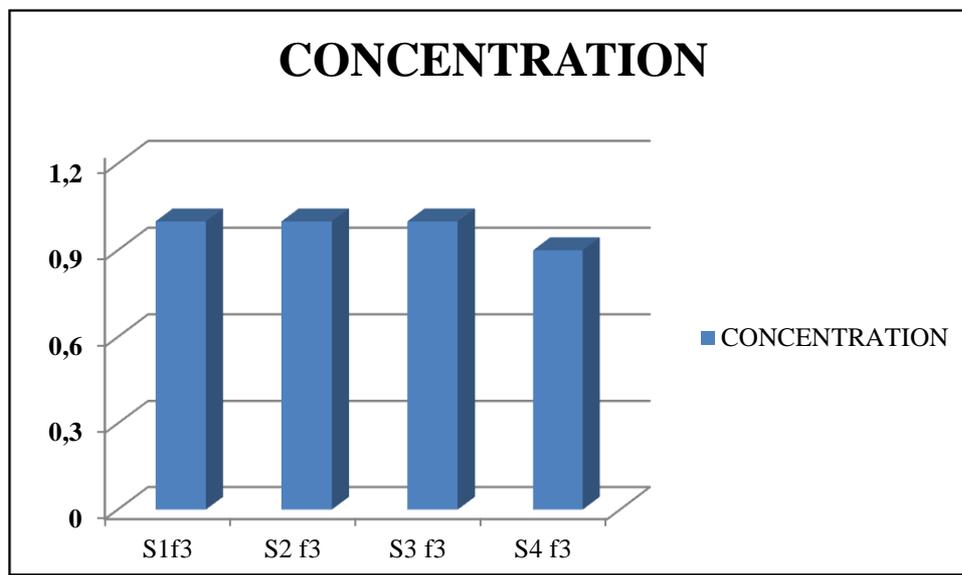
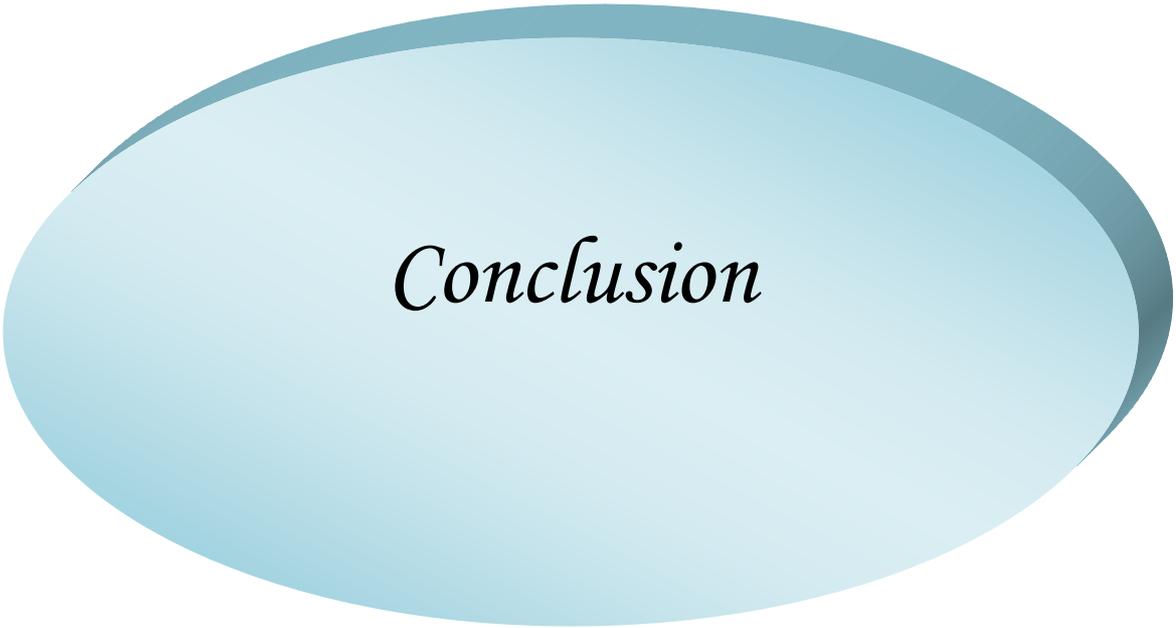


Figure 20: La CMI du chlore des espèces bactériennes isolées à partir du Forage 3

An niveau de la partie **Kef 1** le forage 3 après et avant chloration. , la CMI varie entre (0,9 - 1ml /l) et La dose du chlore libre 0,2 mg/l. malgré qu'il y a encore du chlore libre mais ces espèces résistent à des concentrations élevées.

Selon L'OMS, l'efficacité de la désinfection dépend de la dose de chlore, du pH de l'eau et du temps d'imprégnation. Pour un pH de 7,5 et une concentration de 0,3 à 0,5 mg de chlore par litre (mg /l), le temps de dilution nécessaire se situe entre 20 et 40 minutes. Pour garantir une bonne protection de l'eau, la concentration doit être supérieure à 0,2 mg Cl/l. A partir d'environ 1mg Cl/l, le goût de l'eau devient désagréable. Le débit d'injection de chlore des systèmes installés a été réglé de telle sorte que la concentration de chlore à la sortie du château d'eau doit être d'environ 1 mg Cl/l. Ainsi, l'eau recueillie à la sortie du château d'eau est non seulement désinfectée, mais son action stérilisante reste également active lors de sa distribution.



Conclusion

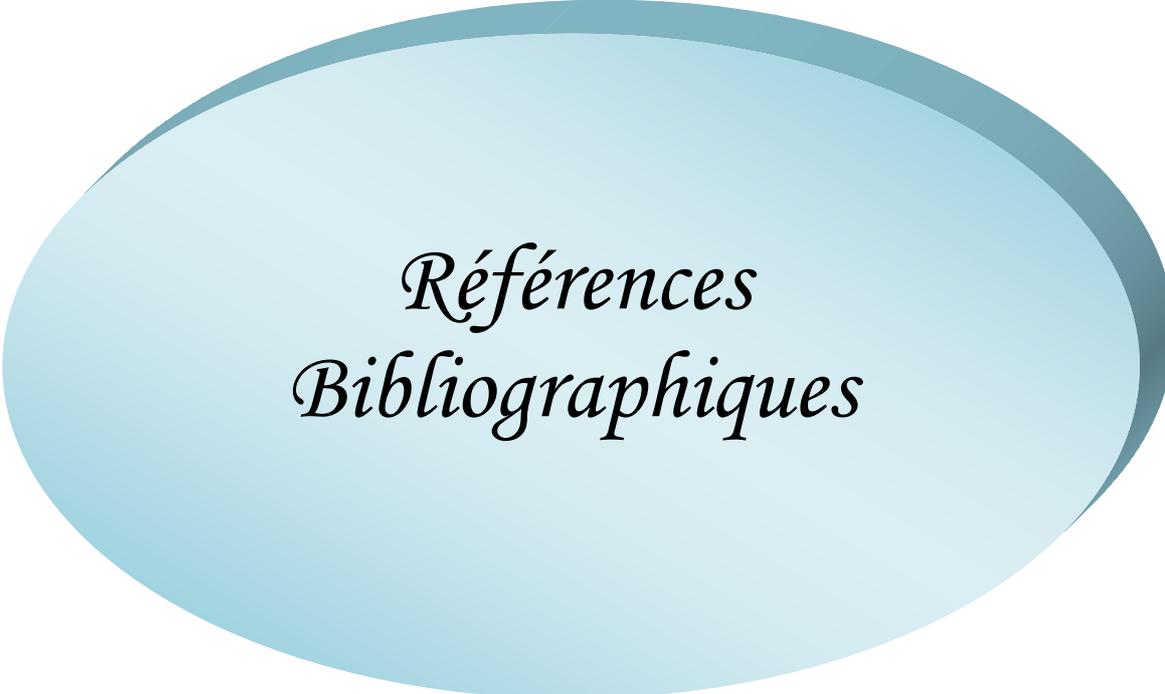
Conclusion :

Cette étude préliminaire des eaux de forages et de distribution de la ville El-Goléa nous a permis de conclure que la surveillance du taux de chlore résiduel suffisant dans les réseaux de distribution est essentielle pour assurer une bonne qualité de l'eau chez les consommateurs.

Suite à la comparaison des résultats d'analyses, aux normes Algériennes, l'évaluation bactériologique a indiqué que l'ensemble de nos eaux est bactériologiquement potable, malgré l'émergence de quelques bactéries résistantes au chlore. Ce phénomène est dû à la faible concentration du chlore libre (0 – 0,2 mg/l) dans le réseau de distribution, cette faible concentration d'une part n'est pas efficace pour dégrader le biofilm dans la canalisation et d'autre part provoque la chlore-résistance bactérienne.

On peut conclure aussi que la chloration appliquée à l'eau juste à la sortie des forages est suffisante pour absolument éradiquer les micro-organismes. En outre, la population microbienne augmente avec la distance au-delà de forage ou la qualité bactériologique de l'eau traitée est réduite grâce à l'absence du chlore libre. Alors pour augmenter l'efficacité de la chloration il faut construire de nouveau point de chloration dans le réseau car il est trop long.

Enfin, ce travail est considéré comme un guide pratique pour la gestion et le traitement de l'eau potable au niveau des forages et des réseaux et le suivi au laboratoire de la capacité bactérienne a développé certaines formes de résistance au chlore.



*Références
Bibliographiques*

Références bibliographiques:

- 1) **ADAPTE DE DAVIS ET LAMBERT., 2002-** Mesurer les niveaux de chlore dans les systèmes d'approvisionnement en eau.
- 2) **ANONYME., 2005-**Livre blanc du chlore. p327.
- 3) **ARCHIBALD, F., 2000** -The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems – a cause for concern? Water Quality Research Journal of Canada, 35(1) : 1-22.
- 4) **BACHA M., ACHOUR S., GUERGAZI S., 2006-** Chloration de la cytosine et de la guanine en présence de sels minéraux. Iarhyss Journal, ISSN 1112-n°05,pp.179-185.
- 5) **BOUTELDJAOUI F., 2014-**Normes de qualité des eaux potables.
- 6) **BLIEFRET et PERRAUD., 2001-**Chimie de l'environnement : air, eau, sol, déchets. Bock université. Paris. p273, 275, 291.
- 7) **BONVALLOT N., 2014-**Evaluation des risques sanitaires des sous-produits de chloration de l'eau potable.
- 8) **BOUHADDA M. ZENTAR S., 2006-**Contribution à l'étude des caractéristique physico-chimiques des eaux usées industrielles et leurs impact sur la nappe phréatique d'oued M'Zab, projet de fin d'étude, science de l'ingénieure, spécialité de génie de procédés, 19P. Université kasdi merbah Ouargla.
- 9) **BENDOUHIA Z., 2013-** Etude l'évolution de la flore adventice sur culture de blé dur sous pivots dans la région d'El-Goléa. Université de Ghardaïa.
- 10) **BURNICHON N et TEXIER A., 2003-** l'antibiogramme la détermination des sensibilités aux antibiotiques. p. 4-29.
- 11) **BAAZIZ K. BELGUENDOZ M., 2016-** Conduite technique des cultures condimentaires dans la région d'El Meniaa (wilaya de Ghardaïa). Université de Ghardaïa.
- 12) **CEAEQ., 2000-** Recherche et dénombrement des coliformes fécaux; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 24 p.
- 13) **DJAANI M., 2015-**Etude du réseau d'alimentation en eau potable de la nouvelle ville d'el gaada-metlili (wilaya de Ghardaïa) avec caractérisation par un sig.p15.
- 14) **DJAANI M., 2015-**Etude du réseau d'alimentation en eau potable De la nouvelle ville d'el gaada-metlili (wilaya de Ghardaïa) avec caractérisation par un sig. p5. Université de Ghardaïa.

- 15) **DUBIEF J., 2001**-Données météorologiques du nord de l'Algérie a l'équateur – Tome 3.
Ed. Karthala, p274.
- 16) **DIANE Set al 1987 S. K. WATTERS et al 1989** - Attachment as a Factor in the Protection of Enterobacter cloacae from Chlorination
- 17) **E.P.ADE., 2009**- Zone de Tizi Ouzou
- 18) **E.P.ADE., 2016**- Ghardaïa
- 19) **ECKNER, KF ., 1998**- Comparison of membrane filtration and multiple-tube fermentation by the Colilert and Enterolert methods for detection of waterborne coliform bacteria, Escherichia coli, and enterococci used in drinking and water quality monitoring in southern Sweden. Applied and Environmental Microbiology, 64 : 3079-3083.
- 20) **HAIDA F 2007**- Inventaire des arthropodes dans trois station de la région d'El Ménéa. Mémoire. Ing. Université KASDI MERBAH Ouargla.
- 21) **LEBBI A 2007** – Etude comparative de quelques lignées de blé dur (*Triticum durum* Desf.)F11 en zone d'El Goléa.89p.
- 22) **MEHANNED S., ZAID A., CHAHLAOUI A., 2014**- Caractérisation bactériologique du lac réservoir du barrage sidi chahed.
- 23) **Norme NF V 08-017** : Dénombrement des coliformes fécaux et d'Escherichia coli (annexe à NF V 08-015 et NF V 08-016).
- 24) **Norme ISO 641-2**. Recherche et démembrement des spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteur Clostridia. Méthode par filtration.
- 25) **OUAL M., 2001**-Cours de procédés unitaires biologiques de traitement des eaux. Office des publications universitaires. Algérie. P3-4.
- 26) **ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS).**, 1999- Fascículo água: a desinfecção da água. Brasília

- 27) **PIERRE MARIE GRONDIN., 2005**-Chloration en milieu rural dans les pays en voie de développement .p8-9.
- 28) **PHILIPPE MASSIOT M., 2011**-Etude sur l'efficacité de comprimés pour la désinfection de l'eau. P2-3.
- 29) **TAMPO ET AL. J. APPL. BIOSCI., 2014**-Impact de la demande en chlore et de la chloration sur désinfection des eaux de puits de quartiers de Lomé, Journal of Applied Biosciences. P6273.
- 30) **TIMOLEON A, FULBERT B., 2013**-Caractérisation Physicochimique et Chloration des Eaux de Puits Consommées dans la Ville de Brazzaville-Congo (Physico chemical Characterization and Chlorination of Well Water Consumed in Brazzaville-Congo).p605.

Sites électroniques :

- 1- [Wikiwater.fr](http://www.wikiwater.fr)
- 2- www.safewater.org
- 3- © UMVF - Université Médicale Virtuelle Francophone
- 4- <http://wikiwater.fr/e18-le-traitement-de-l-eau-par.html>
<file:///C:/Users/meshas/Desktop/coloration%20de%20gram/Identification%20bact%C3%A9rienne%20par%20la%20coloration%20de%20GRAM%20-%20biotechnologie.html>
- 5- www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/(lien externe s'ouvrant dans une nouvelle fenêtre)



Annexe

Tableau 09 : Les coordonnées géographiques des forages d'El-Goléa

lieu	les coordonnées (m)			profondeur (m)
	X	Y	Z	
Kef 1	02 53 54	30 35 38	404	176
Kef 2	02 53 39	30 35 44	408	190
Zone 1	02 53 59	30 36 30	459	260
Zone 2	02 53 54	30 36 20	465	240
Ouled Zid	02 52 33	30 34 09	387	200
Belbachir	02 52 36	30 37 08	388	70
Tin Bouzid	02 53 28	30 34 34	396	200
Belaid	02 52 43	30 34 18	400	200
Ben Dine	/	/	/	169
Sidi El hadj Yahya	02 50 53	30 35 11	392	150
Badriane	02 54 27	30 35 03	399	123
Djermna	02 53 58	30 34 10	465	200
Hadja Hlima	02 53 06	30 34 50	393	82

Tableau 10 : Les notes des forages d'El-Goléa

Nom de forage	Date de réalisation	Date de mise en service	La présence de châteaux
Kef 1	1962	1962	Oui
Kef 2	1978	1978	Oui
Zone 1	1986	1992	Oui
Zone 2	1990	1998	Non
Taghit	1984	1993	Non
Belbachir	1954	APE 1999	Non
Rif	/	/	Non
Belaid	/	APE 2005	Oui
Badriane	1958	APE 1997	Non
Ouled zid	1997	1998	Non
Ben dine	1962	APE 2003	Non
Timbouzid	1958	APE 1997	Oui
Hadja halima	1989	1992	Non
Djermna	1972	1992	Non
Djermna ecole	2010	2010	Non
Daret el Kors	2010	2010	Non

Tableau 11 : Comparatif entre les normes algériennes, françaises, l'OMS et l'Union européenne
(BOUTELDJAOUI F., 2014)

Groupe de paramètres	Paramètres	Normes de l'OMS2006	Normes françaises 2003	Normes de l'Union européenne 1998	Normes algériennes 2011
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux et fécaux	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
	Streptocoques fécaux	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
	Clostridium Sulfito-Réducteurs	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
	Staphylocoques pathogènes	0 nb/100ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
	Spores des bactéries	0 nb/20ml	Non mentionnées	Non mentionnées	Non mentionnées
	Bactéries Sulfitoréductrices et spores	Non mentionnées	0 nb /100 ml	0 nb /100 ml	0 nb/20ml
	Escherichia coli et entérocoques	Non mentionnées	Non mentionnées	0 nb/250 ml	0 nb /100ml
	Pseudomonas aeruginosa	Non mentionnées	0 nb /100 ml	0 nb/250 ml	Non mentionnées
	Enterococci	Non mentionnées	Non mentionnées	0 nb/250 ml	Non mentionnées