

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Blida1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Agro-alimentaire

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention
Du diplôme de Master en
Spécialité : Sécurité agroalimentaire et assurance qualité
Filière : Sciences Alimentaires
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Titre du mémoire

Contrôle de la qualité bactériologique des eaux souterraines
de la région de Blida

Présenté par M^{me} Salima RAMOUL
Devant le jury :

IDRES Aicha	MCB	Université Blida1	Président
ALOUI Ouassila	MAB	Université Blida1	Examineur
AOUES Karima	MCB	Université Blida1	Promoteur
MEGATLI Smain	MCA	Université Blida1	Co-Promoteur

Année Universitaire 2019-2020.

Dédicaces

Dédicaces

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné de la force et de l'audace pour dépasser toutes les difficultés. Permis de mener à bien ce travail. Pour avoir bien voulu juger ce travail.

Je tiens à dédier ce travail à :

Mes chers parents : Mohamed et Fatima pour leurs sacrifices durables.

Mon époux qui m'a soutenu durant toute cette période.

A mes petites princesses que je les aime très fort

Mes frères Samir et Mohamed Ayoub

Les familles RAMOUL & RAID

A mes tentes et oncles.

A toutes mes amies et collègues.

Je tiens à remercier M^r Hamida A/Ennaceur. Le chef de service du laboratoire d'hygiène de la wilaya de BLIDA pour son aide et sa compréhension ainsi que M^r D /Teffahi pour ses conseils.

Remerciements

Remerciements

Cette expérience professionnelle et personnelle qui vient d'être finalisée par ce mémoire. Qui n'aurait pas été réalisé sans le savoir et le soutien de nombreuses personnes. Je tiens ainsi à remercier en quelques lignes tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à ce travail, en espérant n'oublier personne.

Je remercie en premier lieu ALLAH le tout puissant pour toute la volonté et le courage qu'il m'a donné pour l'achèvement de ce travail, il a été et sera toujours à côté de moi pour réussir à terminer n'importe quel travail.

Ce mémoire n'a pas pu être réalisé sans le support continu de mon encadreur : Mme AOUES. K et M^r MEGATLI SMAÏN et M^r RAMDHANE SID ALI. Je désire leur adresser un remerciement tout particulier pour leurs précieux commentaires et leurs conseils pertinents qui m'ont grandement aidé tout au long des différentes étapes menant à l'élaboration de ce mémoire.

Mon respect et reconnaissance sont adressés à M^{me} IDRES Aïcha qui ma fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

J'exprime mes remerciements à ALOUI Ouassila qui m'a fait l'honneur d'examiner ce mémoire.

Je voudrais également remercier M^{me} BENTARCHA. N. Le chef de service du laboratoire de l'algérienne des eaux, pour son accueil cordial ainsi que toutes les techniciennes faisant fonction à savoir AÏCHA, NOUR EL HOUDA, HAYET, RADIA, KHEIRA.....

A tous mes enseignants au département de SAAQ de l'Université de BLIDA sans oublier M^{me} CHERCHALI .K PSEPI à l'I.N.S.F.P I.A.A BLIDA pour ses conseils.

Résumés

ملخص

الماء هو مصدر طبيعي، ثمين وضروري، استعمالها في الطعام أو النظافة، يتطلب ضمان نوعية فيزيوكيميائية و بكتريولوجية عالية. تقييم النوعية البكتريولوجية للمياه الباطنية، على مستوى ولاية البلدية تحديدا التي تقع في الجهة الجنوبية الغربية للجزائر من خلال عينات مأخوذة على مستوى عدة آبار تنتمي لهذه المنطقة.

التحاليل البكتريولوجية لهذه العينات تتعلق بالتعداد والبحث عن البكتيريا الغير مرغوب فيها وفق معايير الجودة للجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية المستوحاة من قوانين المنظمة العالمية للصحة. مجموع القولونيات و بكتيريا القولون البرازية.

من خلال نتائج التحاليل البكتريولوجية لعينات مياه بعض الآبار على مستوى منطقة البلدية أنها لا تصلح للاستهلاك إن لم تخضع للتعقيم، حيث أن المياه الموجهة للاستهلاك لا يجب أن تحتوي على الميكروبات المضرة بصحة الإنسان .

يحدث أحيانا على غير العادة أن تكون المياه ذات نوعية بكتريولوجية رديئة في موسم الرطوبة، 48% من عينات الآبار المأخوذة من موقع الدراسة خلال الأشهر الستة الأولى من سنة 2020 كانت ذات نوعية بكتريولوجية رديئة في موسم الرطوبة، وذلك بسبب عدم احترام مقاييس النظافة نظرا لسوء تسيير الفضلات، رداءة نظام التطهير، وعدم القيام بحملات تعقيم الآبار بصفة دورية.

الكلمات المفتاحية:

آبار، النوعية، التحاليل البكتريولوجية، النظافة، التعقيم.

ABSTRACT

The water is a natural and essential source for multiple uses .It use for food or hygiene purposes requires excellent physico- chemical and microbiological quality.

To estimate this quality in particular the bacteriological quality of ground water in the Wilaya of Blida which is located in the southwest of Algeria on samples of wells taken in this region?

The bacteriological analyzes of the samples taken focused on the enumeration of fecal germs according to the standards dictated by the official journal of the Algerian Republic inspired by the OMS regulations, namely: Escherichia coli and Enterococci.

Results of bacteriological analyzes have shown that they are unfit for consumption before treatment.

In fact, water intended for consumption and for consumers must not contain pathogenic microorganisms. It sometimes happens that the water is of poor bacteriological quality in the wet season, which is unusual; 48% of the wells from the study region during the first six months of 2020 are considered to be of poor quality in the wet season, this is because of non-compliance with the rules of hygiene of life as to poor waste management, an inadequate sanitation system and the absence of treatment, disinfection of well water.

Key words:

Well, quality, bacteriological analyzes, hygiene, disinfection.

RESUME

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages. Son utilisation à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physicochimique et microbiologique. Pour estimer cette qualité notamment la qualité bactériologique des eaux souterraines au niveau de la wilaya de Blida qui est située au sud ouest de l'Algérie sur des échantillons de puits prélevés au niveau de cette région.

Les analyses bactériologiques des échantillons prélevés ont porté sur le dénombrement des germes fécaux suivant les normes dictées par le journal officiel de la république algérienne inspirées des règlements de l'OMS à savoir: Escherichia coli et les entérocoques .

Les résultats des analyses bactériologiques ont montré qu'elles sont impropres à toute consommation avant traitement. En effet, l'eau destinée à la consommation et aux besoins du consommateur ne doit pas contenir de micro-organismes pathogènes.

Il arrive parfois que les eaux soient de mauvaise qualité bactériologique en saison humide ce qui est inhabituel. 48% des puits issus de la région d'étude au cours des six premiers mois de l'année 2020 sont jugés de mauvaise qualité bactériologique en saison humide, et ça en raison du non respect des règles d'hygiène de vie quant à une mauvaise gestion des déchets, un système d'assainissement inadéquat, et l'absence des traitements de désinfections des eaux de puits.

Mots clés : puits, qualité, analyse bactériologique, hygiène, désinfection.

Liste des figures

Figure 1 : Le cycle de l'eau.....	4
Figure 2 :Les différentes nappes d'eau souterraine.....	6
Figure 3 : Courbe ombrothermique de la région de Blida.....	23
Figure 4 : Colimétrie en milieu liquide – test de présomption.....	26
Figure 5 : Colimétrie en milieu liquide – test de confirmation.....	29
Figure 6 : Streptométrie en milieu liquide test de présomption et test de confirmation...	33
Figure 7 : Les variations moyennes des coliformes totaux par ville.....	36
Figure 8 : Les variations moyennes des coliformes fécaux par ville.....	37
Figure 9 : Les variations moyennes des Streptocoques fécaux par ville.....	38
Figure 10 : Variation mensuelle des coliformes totaux (CT) dans les puits prélevés Au niveau de la région de Blida.....	42
Figure 11 : Variation mensuelle des coliformes fécaux (CF) dans les puits prélevés au niveau de la région de Blida.....	42
Figure 12 : Variation mensuelle des streptocoques fécaux (SF) dans les puits prélevés de la région de Blida.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1: Les principales différences entre l'eau de surface et l'eau provenant des sols.....	7
Tableau 2 : Objectifs de qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations.....	14
Tableau 3 : Paramètres microbiologiques des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des population.....	14
Tableau 4 : Quantité requise d'eau de Javel pour la désinfection d'un puits.....	20
Tableau 5: Tableau récapitulatif du test présomptif pour la recherche des Coliformes totaux.....	25
Tableau 6 : Tableau récapitulatif pour la recherche des Coliformes fécaux.....	28
Tableau 7 : Tableau récapitulatif du test présomptif pour les streptocoques fécaux.....	30
Tableau 8 : Tableau récapitulatif du test de confirmation pour les streptocoques fécaux....	32
Tableau 9 : Variation des moyennes des différentes bactéries recherchées dans les 9 puits analysés de la région de Blida.....	35
Tableau 10: variation mensuelle des taux de germes de contamination fécale dans le puits P ₁ prélevé de la région de Blida.....	39
Tableau 11 : variation mensuelle des taux de germes de contamination fécale dans le puits P ₂ prélevé de la région de Blida.....	40.
Tableau 12 : variation mensuelle des taux de germes de contamination fécale dans le puits P ₃ prélevé de la région de Blida.....	41

Tableau des abréviations

C.I.E	Centre d'Information sur l'Eau.
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
HTH	L'hypochlorite de calcium.
MRE	Ministère des ressources en eau.
OFEFP	Office Fédérale De L'environnement, Des Forêts Et Du Paysage.
RPDE	Réseaux partenarial des données sur l'eau.
NH₄	Ammonium.
pH	Potentiel d'Hydrogène.
NTU	Unité de Turbidité Néphélométrique.
JORA	Journal officiel de la république algérienne.
µs/cm	Micro siemens par centimètre.
NO₃⁻	Ions de Nitrate.
NO₂⁻	Dioxyde d'azote.
AEAG	Agence de l'Eau Adour-Garonne.
mSv/an	Milli sievert/année.
nb	Nombre.
µg/l	Microgramme par Litre.
MES	Matières en suspension.
MTH	Maladie à transmission hydrique.
nb /100ml	Nombre/100ml.
N	Nombre de germes.
$\sum c$	La somme des colonies.
D	La dilution prise en considération.
[Cl]	La concentration du chlore.
°C	Degrés Celsius.
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale.
nm	Nano mètre.
DPD	Diéthyl-Phénylène- Diamine.
AEAG	Agence de l'eau Adour Garome des eaux souterraines.
D/C	Double concentration.
S/C	Simple concentration.
EVA	Bouillon glucosé à l'éthyle violet de sodium.
BCPL	Liquide pourpre au bromo-crésol.

Sommaire

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Partie 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : l'eau : Richesse naturelle

1. Notions générales sur l'eau.....	3
2. Le cycle de l'eau	3
3. Les sources d'approvisionnement en eau	4
3.1. Les eaux de surface	4
3.2. Les eaux souterraines.....	5
4. Le puits	7
4.1. Les modèles de puits.....	8
4.1.1. Le puits creusé	8
4.1.2. Le puits foncé	8
4.1.3. Le puits foré ou forage	9

Chapitre 02 : L'eau et la sante.

1. La notion de potabilité de l'eau souterraine.....	10
1.1. La qualité physicochimique des eaux souterraines.....	10
1.2. La qualité bactériologique des eaux souterraines.....	12
2. Les objectifs de qualité de l'eau	13
3. l'eau et la pollution.....	15
4. Origines de la pollution de l'eau.....	15
4.1. Les rejets domestiques.....	15
4.2. Les rejets agricoles.....	15
4.3. Les rejets industriels.....	15
5. Les maladies liées à l'eau.....	16
5.1. Introduction.....	16
5.2. Les maladies dues à la présence de substances chimiques.....	16
5.2.1. Saturnisme.....	16
5.2.2. Méthémoglobinémie.....	16
5.2.3. Maladie d'Itailtai.....	16
5.2.4. Goitre.....	17
5.2.5. Fluorose.....	17
5.3. Les maladies à transmission hydrique.....	17
5.3.1. Les maladies d'origine bactérienne.....	18
5.3.2. Les maladies d'origine parasitaire.....	19
5.4. Traitement d'épuration des eaux souterraines.....	20
6. Gestion des risques hydriques et assurance de la qualité.....	21

Partie 02 : Matériel et méthodes

1. Objectif et cadre de l'étude	22
2. Description de la zone d'étude	22
2.1. Situation géographique	22
2.2. Le climat de la région de Blida	22
3. Analyses bactériologiques des eaux de puits	23
3.1. Matériel et mode d'échantillonnage.....	23
3.2. Localisation des sites de prélèvement	23
3.2. Méthodes :	24

3.2.1. Test de chlore :	24
3.2.2. Méthodes de recherche et dénombrement des micro-organismes en milieu liquide :	24
3.2.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes :	24
3.2.2.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :	29
4. Traitement statistique	34

Partie 03 : Résultats et discussion

1. Résultats d'analyses bactériologiques :	35
1.1. Variabilité spatiale de la qualité bactériologique des eaux :	35
1.2. Variabilité temporelle de la qualité bactériologique des eaux :	38
2. Résultats du traitement statistique :	44
Conclusion Générale et Perspectives	45

Introduction générale

L'eau est l'élément vital sans lequel il n'y a pas de vie. Elle est présente dans la nature sous différentes formes : lacs, rivières, mers, océans. Aucun être de ce monde ne peut vivre sans cette matière précieuse. A l'heure actuelle, l'exploitation de l'eau, en additionnant l'usage domestique, industriel et agricole représente selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS, 2004**) l'équivalent mondial de 250 m³ par an et par habitant et encore les disparités sont énormes.

En Algérie, elle revêt un caractère stratégique du fait de sa rareté et d'un cycle naturellement perturbé et déséquilibré. En effet la qualité alimentaire de l'eau représente une préoccupation grandissante (**La frière et al, 1996**).

Les eaux souterraines ont toujours été une source importante d'approvisionnement en eau potable pour les populations, pour l'abreuvement des animaux et pour l'irrigation. (**La frière et al, 1996**).

Bien qu'elle puisse avoir une apparence claire et n'avoir aucune odeur ou saveur particulière, l'eau captée peut contenir des éléments pouvant avoir des effets indésirables sur la santé, comme des microorganismes pathogènes, des substances indésirables ou même des substances toxiques (**Annie locas, 2007**).

La pollution des principales nappes souterraines a atteint un seuil critique au point de devenir une source de périls. (**Zaimeche, 2015**). C'est le risque permanent de l'élimination de la ressource en eau dans un proche avenir (**Castany, 1982**). C'est une pollution très discrète mais très persistante et ses conséquences doivent être envisagées sur le très long terme (**Gaujous, 1985**).

Les eaux souterraines notamment les puits situés dans la région des BLIDA constituent une source importante d'alimentation en eau potable dans la région, cependant les pollutions sévères dues aux différents rejets urbains, industriels et agricoles peuvent influencer sur la qualité hygiénique de ces eaux.

L'accès à une eau de boisson saine est une condition indispensable à la santé, un droit humain élémentaire et une composante clé des politiques efficaces de protection sanitaire. (**Mohamed Hassen Benajiba et al, 2020**). Pour se prémunir des effets de ces pollutions, la législation Algérienne s'est dotée de lois et de réglementations pour la surveillance et la sauvegarde de cet environnement vital.

Pour cela, des analyses sur les eaux souterraines qui alimentent le secteur urbain et la totalité des zones rurales doivent être effectuées d'une façon régulière pour prévenir tout risque

éventuel des intoxications et donc pour assurer une sécurité alimentaire qui répond aux besoins du consommateur.

Vu l'importance de ce sujet pour la santé publique nous avons choisi les eaux souterraines de la région de Blida comme étude de ce mémoire.

Donc le but principal de notre travail consiste à évaluer la qualité bactériologique de ces eaux souterraines au niveau de la région de Blida.

De cela, le travail élaboré comprend trois parties :

La première partie présente une synthèse bibliographique qui traite en général les sources d'approvisionnement en eaux, les critères influençant la qualité notamment les différents types de pollutions, et les affections liées à l'eau qui peuvent par conséquent nuire à la santé du consommateur, et enfin les solutions possibles pour rendre ces eaux propres à la consommation en assurant sa sécurité et également sa qualité.

- La deuxième partie, matériel et méthodes est consacrée à la présentation de la zone d'étude et les différentes analyses effectuées.
- La troisième partie, englobe les résultats obtenus, leurs interprétations et une discussion.

Enfin ce travail de recherche sera finalisé par une conclusion générale et par des références bibliographiques.

Partie 01
Synthèse bibliographique

Chapitre 01
L'Eau : Richesse naturelle

1. Notions générales sur l'eau :

La terre apparaît bleue car les océans recouvrent près des trois quarts de la surface terrestre (70%). La totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km³ sous forme liquide, solide ou gazeuse. Cependant, la majeure partie de l'eau (97 %) est contenue dans les océans et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme (**CIE, 2013**). L'eau douce n'en représente que 2,6 %.

L'eau est omniprésente et indispensable au maintien de la vie, est l'un des corps chimiques les plus essentiels de notre planète. Ses propriétés sont en outre tout à fait exceptionnelles. L'eau recouvre 72 % de la surface de la terre. Pourtant, seule 0,65% de cette eau communément appelée eau douce est disponible dans les nappes souterraines (0,63%), les lacs et les rivières (0,02%).

L'essentielle de l'eau présente sur terre se trouve dans les océans (97,2%), l'eau glacée ne représente, pour sa part, que 2,15% de l'eau potable (**Zaimeche, 2015**). Les eaux douces souterraines n'en représentent que moins de 1 % (**RPDE, 2007**).

La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par le cycle de l'eau (**Needham, 2010, Zaimeche, 2015**).

2. Le cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau est un échange continu d'eau entre la mer, l'atmosphère et la terre. L'eau passe par une série de changements d'états qui constituent les étapes du cycle de l'eau :

- L'évaporation : sous l'effet de la chaleur du soleil et du vent, l'eau des lacs, des rivières et des océans s'évapore. La vapeur d'eau s'élève dans le ciel.
- La condensation : En altitude, l'air froid fait condenser la vapeur d'eau qui se transforme en petites gouttelettes, formant ainsi les nuages.
- Les précipitations : Lorsque les gouttelettes des nuages deviennent trop lourdes, elles tombent sous forme de pluie, de neige ou de grêle.
- L'infiltration : Une partie de l'eau des précipitations pénètre dans la terre, formant ainsi des réserves d'eau souterraines, les nappes phréatiques.
- Le ruissellement : L'autre partie de l'eau des précipitations s'écoule en surface, alimentant ainsi les rivières, les fleuves, jusqu'aux océans.

Le cycle de l'eau recommence ainsi sans cesse et ne s'arrête jamais (*Figure 01*).

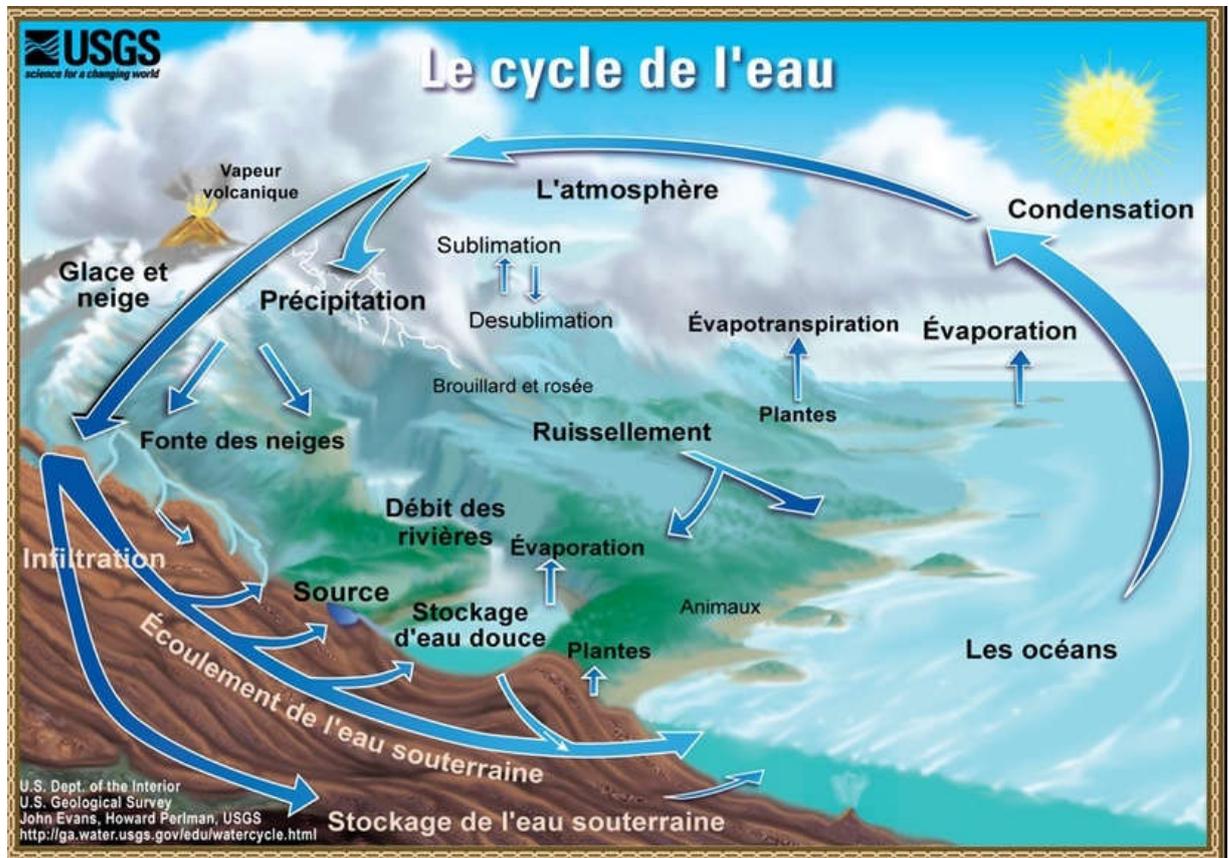


Figure01 : Le cycle de l'eau (Zaimeche, 2015).

3. Les sources d'approvisionnement en eau :

Bien qu'apparemment inépuisable, l'eau est très inégalement répartie dans le monde. On trouve quatre sources principales d'eaux brutes : les eaux de pluie, les eaux de mer, les eaux de surface et les eaux souterraines. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant (Ayad, 2017).

3.1. Les eaux de surface :

Elles regroupent toutes les eaux provenant d'un mélange d'écoulements souterrains et des eaux de pluie qui coulent ou qui demeurent à la surface du sol. Elles comprennent les eaux des grands cours d'eau. Des étangs, des lacs ainsi que des petits ruisseaux alimentés par des sources et qui captent les eaux de ruissellement des bassins versants. Les ruissellements de surface constituent la cause essentielle de la turbidité et de la teneur en matières organique (MDDEP, 2012), des débris d'origines végétale ou animale, ainsi que des microorganismes pathogènes des

eaux de surface. C'est ainsi que les eaux de surface font plus objets des pollutions physico-chimiques et microbiennes (**Bengarnia, 2016**).

3.2. Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines proviennent principalement de l'infiltration des eaux superficielles, accessoirement de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique dans les cavités karstiques ou dans les pores des terrains (**Loup, 1974**). La porosité et la structure géologique déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine (**Degremont et Cardot, 1999**).

Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques et constituent l'espace souterrain (**Myrand, 2008**).

3.2.1. Les nappes de l'eau :

Le mot « aquifère » ou encore « nappe » désigne simplement une couche de sol contenant de l'eau. C'est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (**Kettab, 1992 ; Arjen, 2010**).

Les nappes d'eau souterraine ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains. Les nappes d'eau souterraines sont de l'eau contenue dans les pores ou les fissures des roches saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées (**AEAG, 2012**).

3.2.2. Les différents types de nappes :

La porosité et la structure du sol déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine (**OMS, 2000**) (*Figure 02*).

3.2.2.1. Les nappes libres :

- **Une nappe libre :** C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain est perméable. Siège d'une nappe aquifère. n'est pas couvert par une couche imperméable.
- **Une nappe captive :** Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive. (**Bonnini J, 1982**).

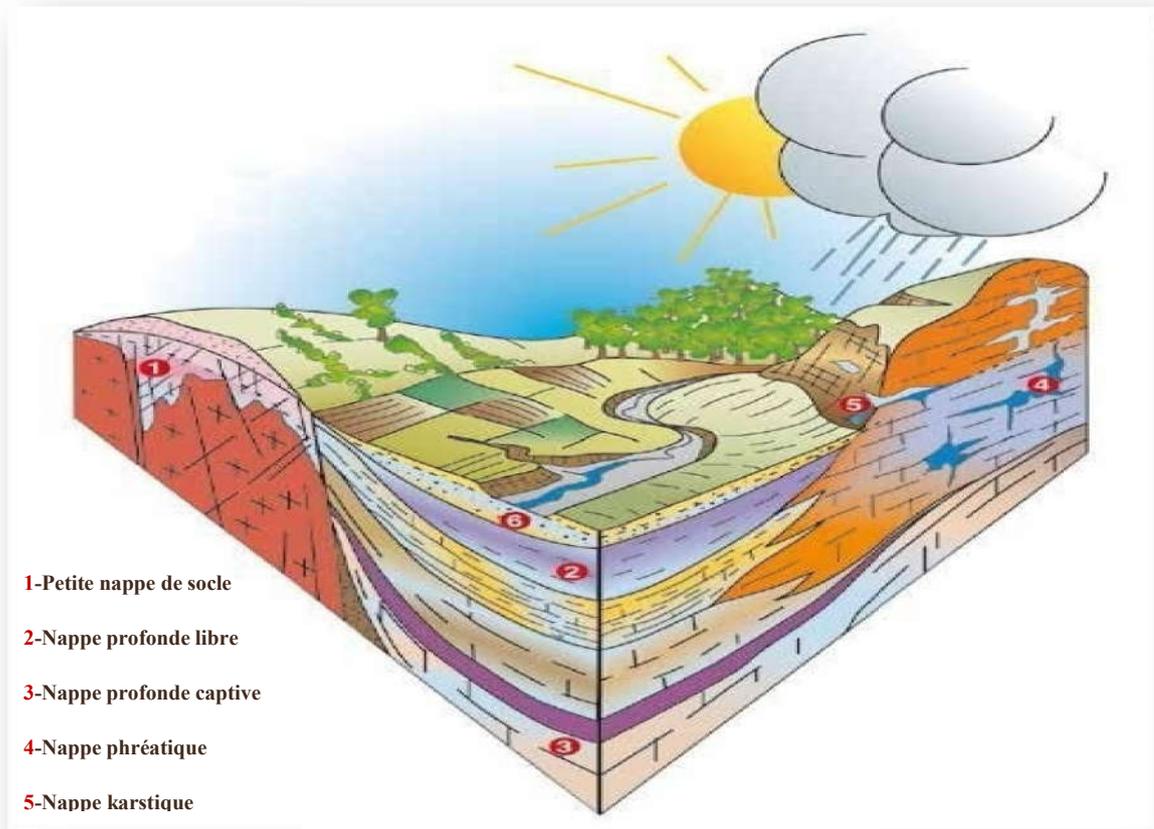


Figure 02 : Les différentes nappes d'eau souterraine (AEAG, 2012)

A titre comparatif ; Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent du fer, du manganèse, de l'ammoniaque et des matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates (**Kettab, 1992**).

Les principales différences entre l'eau de surface et l'eau provenant des sols sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau01 : Les principales différences entre l'eau de surface et l'eau provenant des sols
(Anonyme01).

Caractéristiques	Eau de surface	Eau des sols
Température	Varie en fonction des saisons	Relativement constante
Turbidité	Niveau variable parfois élevé	Faible ou nulle
Couleur	Principalement dû aux sols en suspension (argile, algue,..) excepté pour les eaux acides et très douces.	Principalement dû aux solides dissous
Contenu minéral	Varie avec le sol, les effluents, les pluies,...	Généralement plus important que pour l'eau de surface pour un même endroit.
Fe et Mn en solution	Généralement pas sauf pour au fond des lacs dans le processus d'eutrophisation	Présent
CO ₂ agressif	Pas présent	Souvent présent en grande quantité
O ₂ dissout	Souvent proche du niveau de saturation. Absent dans les eaux très polluées.	Généralement peu présent
H ₂ S	Pas présent	Souvent présent
NH ₄	Seulement dans des eaux polluées.	Souvent présent sans forcément une pollution bactériologique.
Nitrates	Niveau généralement faible	Niveau parfois important
Silice	Généralement en proportion modérée	Niveau souvent important
Micropolluants d'origine organique et minérale	Présent dans l'eau des pays développés mais est susceptible de disparaître rapidement une fois la source éliminée	Normalement pas mais une pollution accidentelle a des effets à très long terme
Organismes vivants	Bactéries, virus, plancton (animal et végétal)	Des bactéries du fer sont fréquemment trouvées
Solvants chlorés	Rarement présent	Souvent présent

4. Le puits :

On peut tenter de définir un puits de captage d'eau comme étant un ouvrage réalisé en dessous de la surface du sol dans le but de permettre l'exhaure des eaux qui peuvent s'y trouver incluses ou y circuler. Généralement le puits a une profondeur moyenne ou faible (inférieur à 100 m) et un diamètre supérieur à 1,20 m. Les puits, jadis creusés à la main, à l'aide de pics, par des puisatiers, notamment dans les roches consolidées (craie, grès, partie superficielle altérée des granites), sont à peu près tombés en désuétude (Collin, 2004 ; Emand Barres et Roux, 1999).

4.1. Les modèles de puits :

L'eau de surface est souvent polluée ; creuser un puits reste le moyen sûr pour arriver à une eau douce.

Le choix du puits dépend de plusieurs critères :

- Profondeur de la réserve aquifère.
- Nature géologique du sous-sol.
- Quantité d'eau quotidienne nécessaire.
- Coût de l'ouvrage.

Trois types de puits existent :

4.1.1. Le puits creusé :

Comme son nom l'indique, le puits creusé doit être creusé manuellement dans le sol. Le puits peut atteindre une profondeur de 10 à 20 m et ses parois sont renforcées par des pierres ou des anneaux de béton. Cet ouvrage convient pour des sous-sols friables et perméables.

Avantage :

- Creusement facile.
- Faible coût.

Inconvénient :

- L'eau peut être contaminée facilement.
- Risque d'effondrement en cas d'absence d'entretien.

4.1.2. Le puits foncé :

Ce type de puits, profond de 15 à 40 m, est réalisé en enfonçant un tube pointu dans le sol. Un filtre, appelé crépine, est fixé sur la pointe pour empêcher le sable se mélanger à l'eau. Il existe trois procédés de « fonçage » :

- Par battage.
- Par injection d'eau.
- Par havage.

Avantage :

- Coût faible.
- Compatible avec différents types de sols.

Inconvénient :

- Risque de contamination de l'eau.

4.1.3. Le puits foré ou forage :

Ici, le puits est creusé avec un trépan ou une foreuse. Le creusement peut se faire soit manuellement, soit avec un camion doté d'un outil de forage, soit avec une pompe.

Avantage :

- Grande profondeur de creusage (jusqu'à 300 m) ;
- Grandes quantités d'eau.

Inconvénient :

- Coût assez élevé (*Anonyme 02*).

Chapitre 02
L'eau et la santé

1. La notion de potabilité de l'eau souterraine :

Une eau est dite potable lorsqu'elle répond aux exigences de la qualité fixée par la réglementation algérienne tirée des normes internationales. En effet, l'utilisation d'une eau médiocre pour la production d'une eau potable peut accroître les risques pour le consommateur si cette eau contient des produits nuisibles pour la santé. L'eau est considérée souvent comme symbole de pureté. Elle est progressivement devenue le produit alimentaire le plus surveillé, et est soumise aux normes de qualité les plus sévères (MDDEP, 2013).

Dans la réalité, la qualité naturelle de l'eau souterraine ne concerne pas seulement les aspects sanitaires et techniques de l'eau potable. Il faut se souvenir en particulier que l'eau des nappes alimente les rivières et que, par conséquent, certaines propriétés chimiques et microbiologiques des eaux souterraines peuvent avoir des incidences sur la vie aquatique (Collin, 2004).

1.1. La qualité physico-chimique des eaux souterraines :

Les qualités physico-chimiques de l'eau se basent sur des paramètres qualitatifs relativement faciles à déterminer (Ayad, 2017). Parmi ces paramètres on distingue les suivants :

- **La température :** C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels et dans la détermination du pH, pour la compréhension de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques (Rodier et al, 2005). Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS, 1994). Par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux (Rodier et al, 2009).
- **Le potentiel d'hydrogène (pH) :** Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes H^+ présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (Rodier et al, 2009). Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (JORA, 2011). Au-dessous de ce seuil l'eau est dite «agressive», elle a un effet corrosif sur les canalisations et peut mener à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (Savary, 2010 ; Bouziani, 2000).
- **La turbidité :** La turbidité est un paramètre efficace de contrôle de qualité de l'eau. Elle est causée par des particules présentes dans l'eau et agit sur l'efficacité des processus de traitement et de désinfection. Elle n'a pas une signification sanitaire mais elle doit être

maintenue à un niveau faible pour être acceptable par les consommateurs. La valeur médiane de la turbidité idéale devrait être inférieure à 0.1 NTU (WHO, 2011).

- **La conductivité électrique :** D'après (Rodier et al, 2009), la conductivité électrique d'une eau est « la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm » Largement fonction de la température, sa mesure permet d'apprécier le niveau de minéralisation d'une eau (Belghiti et al, 2013, Rodier et al, 2009). L'OMS (2000) fixe à 1200 µs/cm comme limite de référence de la conductivité électrique mesurée à 25°C pour une eau potable.
- **Les matières en suspensions (MES) :** Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, réduisent la teneur en oxygène dissous et nuisent au développement de la vie aquatique (Hakmi, 2006). Pour une eau qui contient des matières en suspensions à des teneurs de quelques milligrammes par litre, ne pose pas de problèmes majeurs (Dégrement, 2005).
- **Les nitrates et les nitrites :** Le nitrate, sel de l'acide nitrique, a pour formule chimique NO₃⁻. Pour se former, il a donc besoin d'azote (N) et d'oxygène (O). Les nitrates sont naturellement présents dans l'eau mais selon les milieux, leur concentration varie de 0,1 à 1 mg/l pour l'eau souterraine. L'apport de nitrates dans le sol, puis dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présentes et aux conditions du milieu. L'utilisation d'engrais azotés et de lisier. De même, les rejets de stations d'épuration ou plus simplement de latrines et fosses septiques représentent un apport en matières organiques susceptibles de produire des nitrates (Demdoun, 2010). Les nitrates (NO₃⁻) sont formés naturellement à partir de l'ion ammonium (NH₄⁺). Quant aux nitrites (NO₂⁻), ils sont formés par dégradation de la matière azotée mais sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Levallois et Phaneuf, 1992).
- **Le fluor :** Le fluor, premier élément de la famille des halogènes dans le tableau périodique des atomes, est gazeux à température et pression normales. Étant fortement réactif, il se retrouve généralement dans la nature sous forme de fluorure (F⁻) lié à des matrices minérales ou dans des liaisons covalentes formant des composés organiques ou inorganiques. La teneur en fluor dépend du temps de contact de l'eau avec les minéraux fluorés de l'aquifère. Elle est plus élevée dans les nappes captives. Dans la nappe de la craie, il est fourni principalement par les minéraux phosphatés. Sa teneur ne doit pas dépasser 1,5mg/l (Bartherlin et Cheru, 1999).

1.2. La qualité bactériologique des eaux souterraines :

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution : les Germes totaux et les Coliformes qui vivent normalement dans les intestins humains et animaux. Les bactéries indicatrices de contamination fécale sont les Coliformes connus sous le nom d'*Escherichia coli* (*E.coli*), les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs. Elles se multiplient très facilement et sont utilisées généralement comme germes tests de contamination fécale (**Ahonon, 2011**).

- **Les Germes totaux :** La numération des germes aérobies mésophiles ou germes totaux, vise à estimer la densité de la population bactérienne générale dans l'eau potable. Elle permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, sans toutefois déterminer les sources de contamination (**Levallois, 2003**). D'une manière générale, ce dénombrement est utilisé comme indicateur de pollution et également comme indicateur d'efficacité de traitement, en particulier des traitements physiques comme la filtration par le sol, qui devrait entraîner soit une très forte diminution de la concentration bactérienne, soit même une absence de bactéries (**CEAEQ, 2000 ; El Haissoufi et al, 2011**).
- **Les Coliformes totaux :** Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (**Archibald, 2000; CEAEQ, 2000; Edberg et al, 2000**). Ce groupe composé des principaux genres suivants: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (**Chevalier, 2003**). La plupart des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (**Edberg et al, 2000; OMS, 2000**).
- **Les Coliformes fécaux (*Escherichia coli*):** Appelés aussi coliformes thermo-tolérants, les coliformes fécaux correspondent aux coliformes qui présentent les mêmes propriétés après incubation à la température de 44 °C (**Rodier et al, 2009**). *Escherichia coli* Caractérisée par les enzymes β -galactosidase et β -glucuronidase, *Escherichia coli* correspond à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane (**Emmanuel, 2004**). Sa présence est l'indicateur le plus précis de la contamination par les matières fécales qui peuvent contenir des micro-organismes pathogènes, comme des bactéries, des virus ou des parasites (**El Haissoufi et al, 2011**).

- **Les Streptocoques fécaux :** Les entérocoques font partie d'un groupe de bactéries naturellement présentes dans la flore intestinale des animaux et des humains; certains streptocoques fécaux sont très apparentés aux entérocoques et sont encore utilisés à titre d'indicateurs de contamination fécale. Ils se retrouvent habituellement dans les eaux souterraines à la suite d'une pollution d'origine fécale (**Gleeson et Gray, 1997 ; Edberg et al, 2000**). La très grande majorité des entérocoques, surtout ceux retrouvés en milieu naturel, ne possèdent pas un pouvoir pathogène particulier envers les humains; ce sont plutôt des microorganismes pathogènes opportunistes infectant des personnes à risque comme les immunodéprimées (**Edmond et al, 1995 ; Madani et al, 1999**). Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, permettraient ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (**Rodier et al, 2009**).
- **Les Clostridium sulfito-réducteurs :** Parmi les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique d'une eau d'alimentation, les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont pris en compte aussi. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont souvent utilisés comme des témoins de pollution fécale. La forme sporulée est beaucoup plus résistante que la forme végétative. Il faut cependant considérer que si les *Clostridium* sulfito-réducteurs peuvent certes être des germes fécaux, ce sont encore des germes telluriques (**Rodier et al, 2009**).

2. Les objectifs de qualité de l'eau :

Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (**Alouane, 2012**).

Globalement, la qualité de l'eau de boisson doit obéir à des normes définies par une réglementation nationale.

La présente norme Algérienne NA 6360-1992 est inspirée des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Économique Européenne (CEE).

Le Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA, 2011**) représente les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des valeurs limites.

Toutes ces normes ont pour objet de fixer les caractères organoleptiques, bactériologiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation.

Tableau 02 : Objectifs de qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations (Jora, 2011).

Groupe de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale
Paramètres Organoleptiques	Turbidité	NTU	5
Paramètres physico-chimiques	Chlore	mg/l	0.1 mg/l à 0.6 mg/l
	Concentration en ions hydrogènes pH	-	6.5 à 8.5
	Conductivité électrique	µS/cm	2800
	Température	C°	25
	Nitrite	mg/l	0.1
	Ammonium	mg/l	0.5

Tableau 03 : Paramètres microbiologiques des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations (Normes algériennes du ministère des ressources en eau depuis 22 mars 2011) :

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	nb /100ml	0
	Entérocoques	nb /100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores.	nb/20ml	0

3. L'eau et la pollution :

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol subit donc les dégradations de ces deux milieux (**Bouziati, 2000**).

L'eau est dite polluée lorsque l'état d'un cours d'eau est directement ou indirectement modifié par les activités de l'homme. Il est ainsi plus difficile de l'utiliser voire dangereux. Et oui, des eaux polluées peuvent grandement affecter notre environnement et la vie de nombreuses espèces animales et végétales (*Anonyme 03*).

Selon (**Bouziati, 2000**), la pollution des eaux notamment les eaux souterraines peut être observée par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses septiques, latrines).

4. Origines de la pollution de l'eau:

L'activité humaine, qu'elle que soit son origine, industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substances polluantes de toute nature qui engendrent de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodiques ou encore accidentelles ou aiguës (**Rodier et al., 2009**).

En effet, les trois principales sources de pollution sont :

4.1. Les rejets domestiques :

Elle est généralement véhiculée par le réseau d'assainissement. Elle se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux (azote, phosphore) et des détergents (**Gaujous, 1995**).

4.2. Les rejets agricoles :

Elle provient des élevages et de l'utilisation d'engrais chimiques (nitrates et phosphates) qui atteignent les eaux par infiltration (**Gaujous, 1995**).

4.3. Les rejets industriels :

Elle est provoquée par les rejets d'eaux résiduelles d'origine industrielle. Elle est caractérisée par une grande diversité suivant la nature de l'industrie (**Loumi, 1988**).

5. Les maladies liées à l'eau :

5.1. Introduction :

L'eau est le vecteur privilégié de nombreuses pathologies à transmission hydrique (Vincent, 2014). Ces principales pathologies peuvent être d'origine chimique, bactérienne, virale, parasitaire.

5.2. Les maladies dues à la présence de substances chimiques :

Certains éléments chimiques qui se trouvent dans l'eau sont utiles et même indispensables à la santé de l'homme à des faibles concentrations mais peuvent devenir toxiques lorsqu'ils sont absorbés en très grande quantité (Rodier et al., 2009). Cette pollution chimique affecte tout le cycle de l'eau, depuis la pluie jusqu'aux eaux souterraines. Par exemple: 7,8 % des eaux souterraines dépassent 40 mg/l de nitrates contre 1,6% pour les eaux de surface (Henaut, 2011) parmi les affections on cite :

5.2.1. Saturnisme :

Le saturnisme est une affection mortelle résultant de l'intoxication à long terme des vertébrés par le plomb (Ramade, 1998). Les catégories de populations les plus vulnérables sont les jeunes enfants et les femmes enceintes (C.I.E, 2004). Néanmoins, le risque d'être intoxiqué par le plomb en buvant l'eau demeure extrêmement faible (C.I.E, 2005). Le plomb par exemple passe dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimiques, touchant principalement le système nerveux mais ainsi d'autres fonctions, comme la reproduction. (Laurence, 2003 ; Douard et Lebental, 2013)

5.2.2. Méthémoglobinémie :

Transformés en nitrites par l'organisme des nourrissons, les nitrates peuvent dans certaines conditions, quand leur taux est important, provoquer la transformation de l'hémoglobine en méthémoglobines et entraîner ainsi un mauvais transfert de l'oxygène vers les cellules (Rodier et al, 2005). (C.I.E, 2005). Ce phénomène est à l'origine de cyanoses, surtout chez les nourrissons (Laferrriere et al, 1995).

5.2.3. Maladie d'Itaitai :

Selon (Ramade, 1998), cette maladie est une affection observée au Japon lors d'un grave épisode de pollution des eaux de rivière et de boisson par du cadmium rejeté par les effluents d'industries électroniques.

5.2.4. Goitre :

De nombreux auteurs pensent que la fréquence du goitre serait inversement proportionnelle à la richesse en iode des aliments et plus particulièrement de l'eau (**Rodier et al, 2005**).

5.2.5. Fluorose :

A faible dose, le fluor est un élément indispensable à la santé. Il protège les dents contre les caries en diminuant la solubilité de l'email. A très forte dose, le fluor pourrait provoquer des lésions dentaires (taches colorées, dents cassantes). Ce risque est totalement exclu aux doses que l'on peut rencontrer dans l'eau potable (**C.I.E, 2005**). D'autres interrogations subsistent pour certaines molécules organiques comme les pesticides et d'une manière plus générale, pour les sous-produits minéraux ou organiques de la désinfection (chloration surtout) des eaux, en termes de risque cancérogène (**Morris, 1995 ; Cantor, 1997**).

D'une façon générale, le risque chimique peut être lié, soit à la contamination de l'eau brute, soit durant le traitement de l'eau (dérivés de coagulants, sous-produits de désinfection), soit au transport de l'eau par des contaminants présents dans les tuyaux tels que le plomb, l'amiante et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (**Hartemann P, 2004**).

Les détergents sont en général biodégradés dans le sol ou adsorbés sur les argiles. Leur présence dans les eaux est due aux rejets d'effluents urbains et industriels. Leur toxicité est faible mais en tant que produits mouillants ils peuvent favoriser la dispersion d'autres produits indésirables comme les pesticides (**Ballerini et al, 1998**). Selon (**Rodier et al, 2005**).

Les hydrocarbures sont des composés organiques contenant exclusivement des atomes de carbones (C) et d'hydrogène (H) (**Bouderhem, 2011**).

La contamination de la nappe par ces hydrocarbures est généralement accidentelle (fuite de cuve d'essence, de mazout, rupture de canalisation...), ils confèrent à l'eau un goût caractéristique même à très faible teneur qui la rend imbuvable. Le traitement de la nappe se fait par pompage du polluant. (**Ballerini et al, 1998**).

5.3. Les maladies à transmission hydrique :

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les microorganismes est une source d'infections très importante (**Madigan et Martink, 2007**). Selon le type de microorganismes, la dose infectieuse. Les voies d'exposition aux agents infectieux nécessaires pour provoquer la maladie, est très variable. En général, la dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et des protozoaires qu'avec les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales

ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de 10^3 à 10^6 organismes est nécessaire dans le cas de certaines bactéries (**François, 2008**) Les M.T.H sont des affections d'origine bactérienne, parasitaire ou virale. Leur point commun est leur transmission par l'eau.

5.3.1. Les maladies d'origine bactérienne:

- **Le choléra:** C'est une maladie infectieuse diarrhéique à caractère épidémique, d'origine bactérienne, transmise par voie digestive. L'agent pathogène du Choléra est un bacille Gram- : *Vibrio cholerae*. Il s'agit d'une bactérie appartenant à la famille des *Vibrionaceae* et au genre du *cholerae*. La transmission de ce germe est donc hydrique ou interhumaine: eaux polluées, produits marins contaminés, fruits et légumes irrigués, mains sales (toilette et transport des cadavres, repas). Le syndrome «cholérique» est caractérisé par l'apparition brutale d'une diarrhée aqueuse : eau de riz, d'odeur fade, sans glaire ni sang, avec des vomissements abondants, entraînant une déshydratation rapide et sévère réalisant la triade «diarrhée aqueuse, vomissements, déshydratation». Le nombre d'émissions est de l'ordre de 10 à plus de 50 par jour (4 à 20 litre de liquides) (**Piar Roux, 2002; Aubry, 2013**).
- **Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes :** Se sont des affections septicémiques strictement humaines, dues à un nombre limité de sérotypes de Salmonelles : *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A*, *B* et *C* (**Wintrobe et al. 1972**). Ces affections peuvent dans certains cas, induire des complications digestives graves et peut être la mort (**Berche et al, 1988**).
- **La gastro-entérite :** Une gastro-entérite est une inflammation du système digestif pouvant entraîner de la nausée, des vomissements, des crampes abdominales, des flatulences et de la diarrhée, ainsi que de la déshydratation, de la fièvre et des céphalées (maux de tête).
- **La dysenterie :** Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements. (**Briere, 2000**) Elle peut être causée par une bactérie qui appartient au genre *Shigella* selon (**Haslay et Leclerc, 1993**) ou amibienne due à *Entamoeba histolitica* (**Loumi, 1988**). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20% (**Briere, 2000**).

5.3.2. Les maladies d'origine parasitaire:

Il existe des épidémies d'origine hydrique dues à des parasites on cite :

- **La bilharziose** : maladie parasitaire transmise par la douve *Schistosoma mansoni* qui vit dans les veines abdominales de l'homme et expulse ses œufs dans l'urine et les fèces. La maladie est répandue dans les régions tropicales et 2 millions de personnes seraient touchées. La victime succombe généralement après des années d'affaiblissement mental (**Masschelein, 1996**). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) note que les bilharzioses ont un impact économique et sanitaire majeur.
- **L'onchocercose** : L'onchocercose est une maladie parasitaire que l'on trouve particulièrement en Afrique et qui engendre la cécité. Le parasite responsable est un ver véhiculé par une mouche, c'est la simule, dont les larves vivent dans les eaux courantes. Pour tuer cette larve et éradiquer la maladie, les eaux des rivières doivent être traitées aux insecticides pendant parfois plusieurs années (**Boussinesq, 1997**).
- **Le paludisme** : Le *plasmodium* est l'agent responsable du paludisme, est un protiste qui ne vit pas dans l'eau. Il parasite un moustique qui lui en a besoin et qui se satisfait de la moindre eau stagnante. Cette maladie transmise à l'homme par la simple pique d'un moustique infecté, se traduit par des accès intermittents de fortes fièvres (**OMS, 2006 ; ANOFEL, 2014**).

5.3.3. Les maladies d'origine virale :

Aux cotés des maladies d'origine bactérienne et parasitaires nous avons des maladies virales. On peut citer :

- **L'hépatite A**: L'hépatite A est transmise par le cycle féco-oral (**Haslay et Leclerc, 1993**). C'est une infection aigue caractérisée par un ictère et une forte mortalité chez la femme enceinte (**Wintrobe et al, 1972**).
- **La poliomyélite**: La poliomyélite est une maladie infectieuse aigue, essentiellement neurotrophe, immunisante, endémo-épidémique, causée par des poliovirus sauvages (3 sérotypes différents 1, 2 et 3). La transmission se fait par voie oro-pharyngée dans les pays développés, par voie fécoorale dans les pays en voie de développement (mains sales, eaux). L'infection est inapparente dans l'immense majorité des cas ; une forme clinique patente pour 200 formes inapparentes. Cette maladie est apparu dans les pays à mauvaise hygiène(**OMS, 2000 ; Zoungrana, 2009 ; Aubry et Gaüzere, 2012**).

5.4. Traitement d'épuration des eaux souterraines :

Les eaux souterraines ont pendant longtemps, été synonymes « d'eaux propres » répondant naturellement aux normes de potabilité. Ces eaux sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles. Mais certaines d'entre elles présentent toutefois, naturellement, des teneurs excessives en certains éléments (fer, manganèse, turbidité). D'autres dépourvues de protection naturelle, sont soumises à des pollutions ponctuelles (souvent accidentelles), diffuses (nitrates et produits phytosanitaires) ou microbiologiques et donc doivent subir un traitement spécifique avant mise en distribution (**Jestin, 2006**).

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des microorganismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (**Valentin, 2000**). Si une protection continue de la source aux consommateurs ne peut être garantie, il sera impératif de procéder à une désinfection et de maintenir une concentration de chlore résiduel suffisante (**OMS, 1994**).

- Les doses d'eau de javel (la chloration) préconisées pour la désinfection des eaux souterraines notamment celles des puits sont illustrées dans le tableau ci après

Tableau 04 : Quantité requise d'eau de Javel pour la désinfection d'un puits (Anonyme 04).

Puits de surface Diamètre du puits (millimètre)	Profondeur d'eau dans le puits (mètre)						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Millilitre d'eau de Javel							
914	700 ml	1 000 ml	1 300 ml	1 600 ml	2 000 ml	2 300 ml	2 600 ml
1 067	900 ml	1 400 ml	1 800 ml	2 200 ml	2 700 ml	3 100 ml	3 600 ml
1 219	1 200 ml	1 800 ml	2 300 ml	2 900 ml	3 500 ml	4 000 ml	4 700 ml
1 372	1 500 ml	2 200 ml	3 000 ml	3 700 ml	4 400 ml	5 200 ml	5 900 ml
1 524	1 800 ml	2 700 ml	3 700 ml	4 600 ml	5 500 ml	6 400 ml	7 300 ml
1 676	2 200 ml	3 300 ml	4 400 ml	5 500 ml	6 600 ml	7 700 ml	8 800 m

6. Gestion des risques hydriques et assurance de la qualité :

Les MTH ont toujours été classées selon des spécialistes algériens comme résultats de la pollution sur la santé humaine. A l'approche de l'été, le risque d'épidémies de maladies à transmission hydrique (MTH) est pris au sérieux par les pouvoirs publics qui envisagent de traiter sans attendre les points noirs sur les réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement (**M'hamed.r, 2020**), et de prendre des mesures sanctionnaires notamment contre les particuliers qui creusent des puits dans leurs propriétés sans autorisation et sans respect des normes techniques et sanitaires.

Un comité national de lutte contre les MTH impliquant, principalement, les ministères chargés des ressources en eau, des collectivités locales, de la santé et de l'environnement, est prévu pour mettre en œuvre une stratégie nationale dans ce domaine. Il s'agit d'éviter que se produise la situation créée l'an dernier au milieu de l'été, par la pollution de l'oued Beni Azza (Khazrouna, à l'entrée de Blida) qui a entraîné l'apparition des cas de Choléra dans un site d'habitats précaires. Au même moment-aout 2018-d'autres cas de choléra avaient été enregistrés ailleurs dans le pays (**M'hamed.r, 2020**).

Les principales mesures concernant la surveillance des réseaux d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'intervention immédiate sur les fuites des eaux usées, ainsi que le contrôle des puits, des forages et des fontaines publiques, l'interdiction de la distribution d'eau par camions citernes sauf ceux dûment autorisés. A cela il faut ajouter le renforcement des inspections et de prélèvement pour analyses, ainsi que le contrôle, par les services agricoles, des eaux d'irrigation en particulier pour les produits maraichers. Les mesures préventives comprennent aussi l'inspection des marchés de fruits et légumes et ceux de gros, l'organisation de campagne de nettoyage et de sensibilisation dans le cadre d'un plan de communication efficace (*Anonyme 05*).

Partie 02
Matériel et méthodes

1. Objectif et cadre de l'étude :

Notre étude est réalisée au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Blida qui reçoit quotidiennement des échantillons d'eaux notamment ceux prélevés des puits de tout le territoire de la wilaya pour le contrôle de la qualité bactériologique dans un but pronostique, diagnostique et préventif contre les maladies à transmission hydrique.

Une première partie est réservée à l'évaluation de la qualité bactériologique de neuf points de pompage d'eau souterraine dans la région de Blida. Une recherche et un dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale à savoir : Coliformes totaux, Coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux ont été réalisés.

L'objectif de la deuxième partie est l'étude de la variation des mêmes germes (d'origine fécale) des eaux souterraines en fonction de la saison humide et sèche.

2. Description de la zone d'étude :

2.1. Situation géographique :

La wilaya de Blida est une collectivité publique territoriale algérienne située au Nord du pays. La périphérie nord de la wilaya tend à s'agglomérer progressivement avec les banlieues internes à la wilaya d'Alger. La ville est située à 47 km au sud-ouest d'Alger, et à 26 km au nord-est de Médéa, sur la bordure Sud de la plaine de la Mitidja à 22 km de la mer (*Anonyme 06*).

2.2. Le climat de la région de Blida :

Le climat de Blida est chaud et tempéré. L'été, à Blida, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. La température moyenne annuelle à Blida est de 17.9 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 791 mm. Juillet est le mois le plus sec, avec seulement 2 mm Une moyenne de 130 mm fait du mois de Décembre le mois ayant le plus haut taux de précipitations (*Figure 04*).

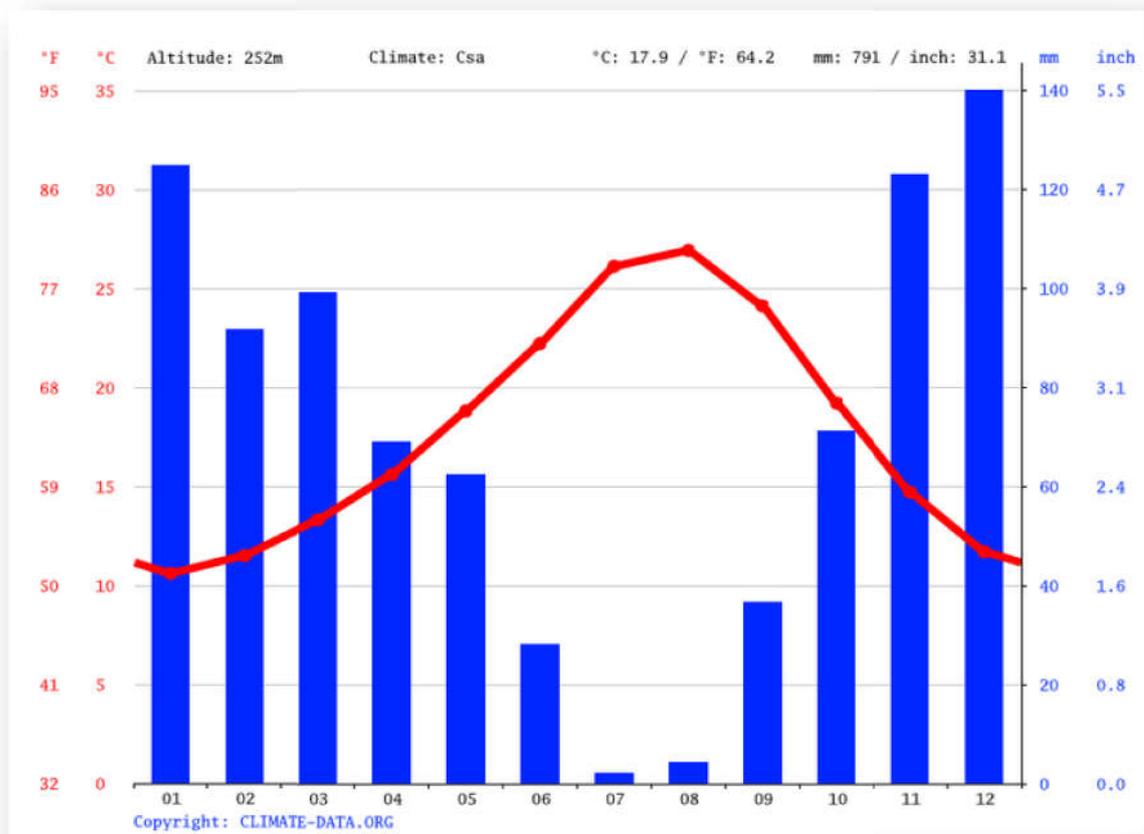


Figure03 : Courbe ombrothermique de la région de Blida (Annonyme07).

3. Analyses bactériologiques des eaux de puits:

3.1. Matériel et mode d'échantillonnage:

L'eau a été prélevée dans des flacons en verre stérile, en indiquant la date et le point de prélèvement (puits, forage, fontaine publique). Avant l'usage, les flacons doivent être soigneusement lavés, puis stérilisés. Les prélèvements ont été effectués après avoir désinfecter le robinet à l'aide d'un coton imbibé d'alcool, enflammé et ce, pendant au moins une minute, puis laisser couler l'eau pendant au moins 2 mn.

Les échantillons sont transportés dans une glacière à une température d'environ 4°C.

3.2. Localisation des sites de prélèvement :

Les puits où ont lieu les prélèvements des échantillons d'eau de la première partie de notre étude sont au nombre de 9 et sont localisés dans la région de Blida : Blida, El Affroun, Ouled yaiche, Oued el Alleug, Oued djer, Soumaa, Beni mered, Guerrouaou, Chiffa).

Par ailleurs, dans la deuxième partie les prélèvements ont été réalisés à partir de trois puits situés dans la commune de Blida : deux puits collectifs et un individuel, (voire annexe) sur une période de sept mois allant du mois de janvier jusqu'au mois de juillet de l'année 2020 et incluant ainsi la saison sèche et humide.

3.3. Méthodes :

3.3.1. Test de chlore :

Avant de procéder à tout prélèvement en vue d'analyse bactériologique ou chimique, le test de chlore libre est obligatoire par la méthode à la Diéthyl-Phénylène- Diamine (DPD), en raison de sa sensibilité. Elle se réalise de la façon suivante :

Un comprimé de DPD est ajouté à un volume déterminé d'eau à analyser (5 à 10 ml). Le tout est mélangé pendant quelques secondes. En présence du chlore, le DPD donne à pH 6,2-6,5 une coloration rouge rosâtre. Pour détecter la présence ou l'absence du chlore résiduel on évalue le taux du chlore à l'aide d'un comparateur.

3.3.2. Méthodes de recherche et dénombrement des micro-organismes en milieu liquide :

3.3.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes :

Les coliformes se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs (BGN), non sporogones, oxydase négative, aéro-anaérobie facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37 ° C. Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale.

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 et réservé à la recherche des Coliformes 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 BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Comme l'indique la figure 06.

- Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'innoculum.

Incubation :

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

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe.

Illustration :

Tableau05 : Tableau récapitulatif du test présomptif pour la recherche des Coliformes totaux.

Innoculum	Test de préemption	Nombre Caractéristique
1x50 ml	+	1
5x10 ml	+	3
	+	
	+	
	-	
5x1 ml	-	2
	+	
	+	
	-	

Le nombre caractéristique est donc « 132 », ce qui correspond sur la table de Mac Grady au nombre 14.

On considère alors qu'il y 'a 14 Coliformes par100 ml d'eau à analyser.

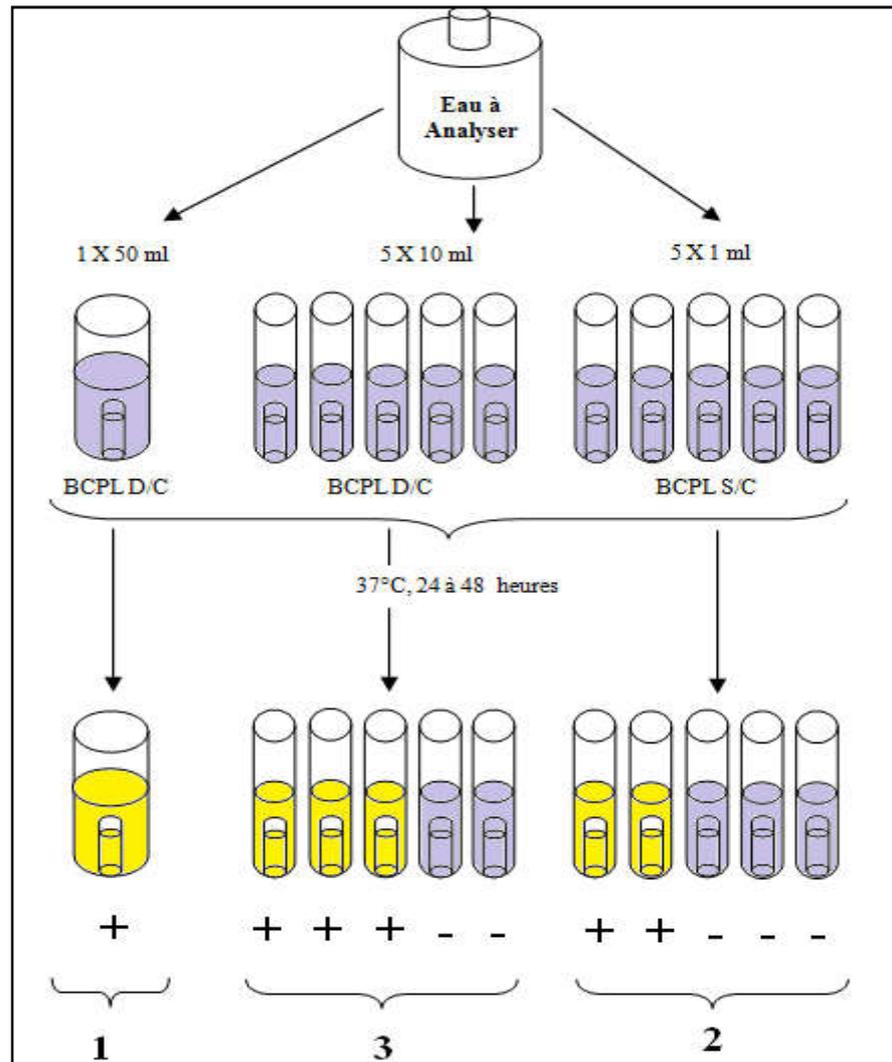


Figure 04 : Colimétrie en milieu liquide – test de présomption (Lebres E.A, Mouffok F, 2008)

▪ **Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :**

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli. Les Coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44 ° C.

Escherichia coli est un Coliforme thermotolérant qui entre autre :

- Produit de l'indole à partir tryptophane à 44 ° C.
- Donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyle.
- Ne produit pas de l'acétyle methyl carbinol.
- N'utilise pas le citrate comme source unique de carbone.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement de Coliformes totaux Feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une ose bouclée dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham, comme l'indique la figure 05.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44° C. pendant 24 heures

Lecture :

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

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

La lecture finale s'effectue également selon la prescription de la table du NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44° C.

Illustration :

En reprenant l'exemple précédent relatif au dénombrement des Coliformes totaux. Cela suppose que nous avons 6 tubes à repiquer à savoir :

1. Le Flacon de BCPL D/C.
2. Tubes sur 5 de BCPL D/C.
3. Tubes sur 5 de BCPL S/C.

Tableau06 : Tableau récapitulatif pour la recherche des Coliformes fécaux.

	Test de présomption	Nombre caractéristique	Test de confirmation		Nombre caractéristique
			Gaz	Indole	
1x50ml	+	1	+	+	1
5x10ml	+	3	+	-	1
	+		+	+	
	+		-	+	
	-		-	+	
5x1ml	-	2	+	+	1
	+		-	+	
	+		+	+	
	-		-	+	

Tableau récapitulatif :

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Coliformes fécaux est donc 111 ce qui correspond sur la table du NPP au chiffre 5.

Le résultat final sera donc de :

- 14 Coliformes totaux dans 100ml d'eau à analyser.
- 5 Coliformes fécaux dans 100 ml d'eau à analyser.

Remarque : Etant donné que les Coliformes fécaux font partie des Coliformes totaux. Il est pratiquement impossible de trouver plus de Coliformes totaux que de Coliformes fécaux.

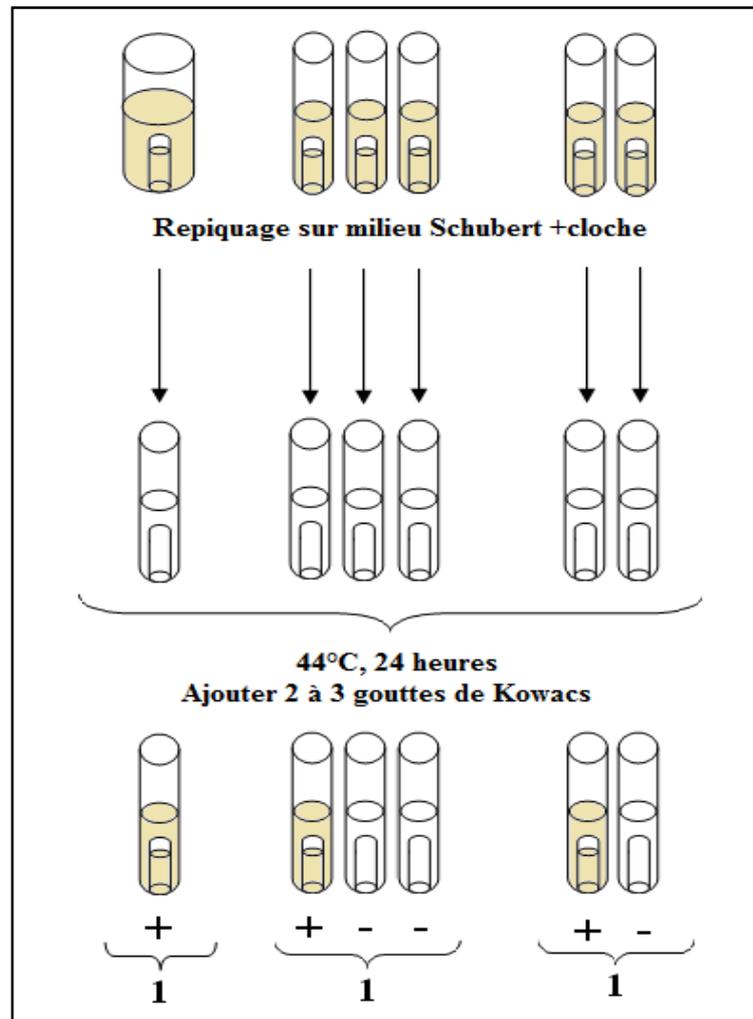


Figure 05 : Colimétrie en milieu liquide – test de confirmation (Lebres E.A, Mouffok F, 2008).

3.3.2.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

Les Streptocoques fécaux ou Strptocoques du groupe D de la classification de Lancefield, se présentent sous forme de cocci à Gram + sphériques à ovoïdes formant des chainettes ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D.

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 :

- **Test de présomption.**
- **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, comme l'indique la figure n°8
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

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 d'un dénombrement.
- doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu EVA LITSKY dans le but d'être confirmés.

Illustration:

Tableau07 : Tableau récapitulatif du test présomptif pour les streptocoques fécaux.

Innoculum	Test de présomption
1x50ml	-
5x10ml	+
	+
	-
	-
5x1ml	+
	+
	+
	-
	-

▪ **Test de confirmation :**

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

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclée dans un tube contenant le milieu EVA LITSKY, comme l'indique la figure 08.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum

Incubation :

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

Lecture :

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

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe.

Illustration :

En reprenant l'exemple précédent relatif au test de présomption, cela suppose que nous avons 5 tubes à repiquer à savoir :

- 2 tubes de ROTHE D/C.
- 3 tubes sur 5 de ROTHE S/C.

Tableau08 : Tableau récapitulatif du test de confirmation pour les streptocoques fécaux.

Innoculum	Test de présomption	Test de confirmation		Nbre caractéristique			
		trouble	Pastille violette				
1x50ml	-			0			
5x10ml	+			2			
	+				2		
	-	+	+			2	
	-	+	+				2
-			2				
5x1ml	+				2		
	+					2	
	+	+		+			2
	-	+	+	2			
	-						

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux est donc « 021 », ce qui correspond sur la table du NPP au chiffre 3.

Le résultat final sera donc :

3 Streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau à analyser (**Lebres E.A, Mouffok F, 2008**).

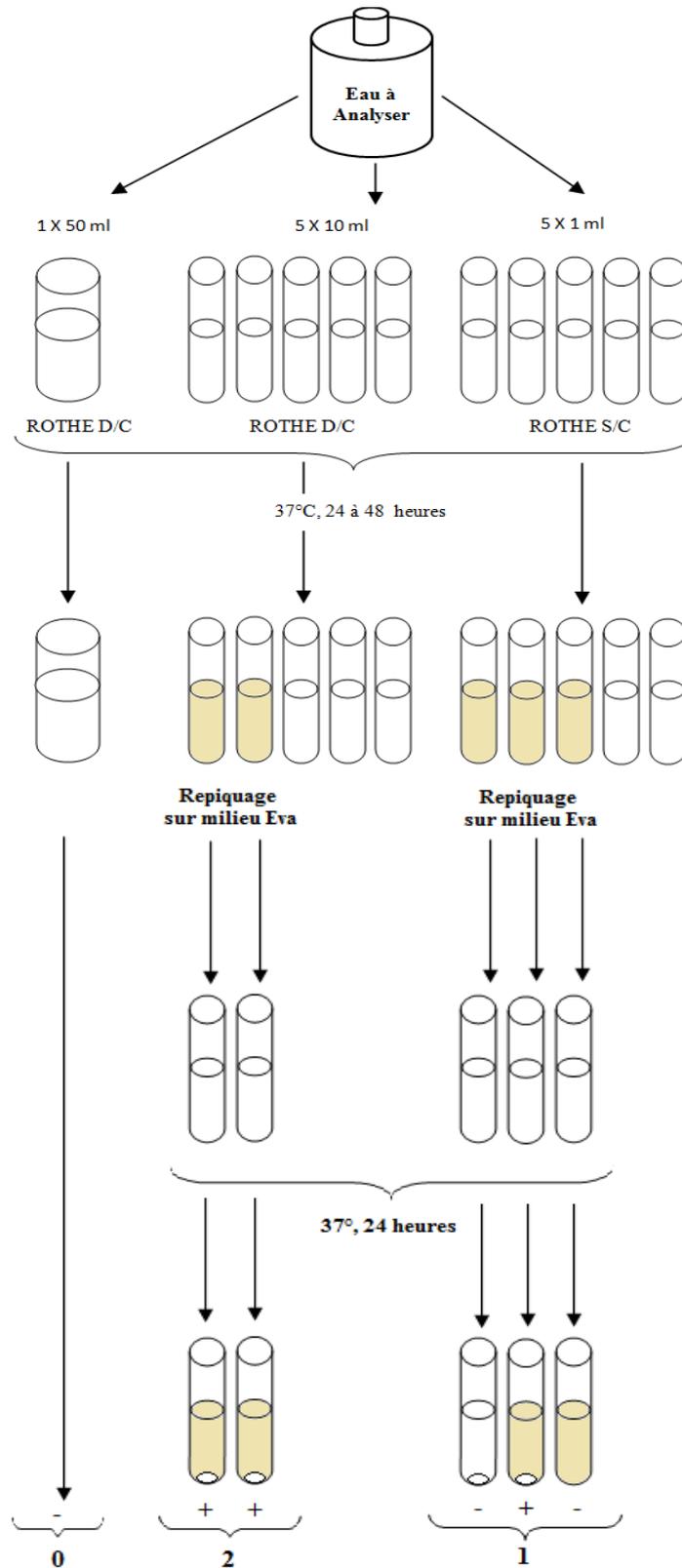


Figure 06 : Streptométrie en milieu liquide – test de présomption et test de confirmation (Lebres E.A, Mouffok F, 2008).

4. Traitement statistique :

Dans le but d'estimer une éventuelle relation entre la charge bactérienne et la variation de température pour le cas des 3 puits issus de la région de Blida suivis dans la période qui s'étend du mois de janvier au mois de juillet de l'année 2020.

Pour cela on se réfère au test d'**ANOVA** à un facteur, pour faire la comparaison entre deux variables : L'une qualitative, qui est le type de saison ayant deux modalités : Saison sèche notée S et saison humide notée H, avec une autre quantitative : charge bactérienne (CT, CF ou bien SF).

Pour un seuil $\alpha = 0.05$ et $n = 21$ avec un coefficient de sécurité de **95%**, le calcul de la signification ou P_{value} par le biais du logiciel **SPSS 1-2009** nous permettrait de retenir ou de rejeter l'hypothèse nulle posée quant à la possibilité d'existence d'une éventuelle relation entre les deux variables étudiées.

Partie 03
Résultats et discussion

1. Résultats d'analyses bactériologiques :

1.1. Variabilité spatiale de la qualité bactériologique des eaux :

Une estimation de la qualité bactériologique de différents puits de la région de Blida pour les différentes bactéries recherchées sont exprimées en moyennes et sont présentés dans le tableau ci-après

Tableau 9 : Variation des moyennes des différentes bactéries recherchées dans les 9 puits analysés de la région de Blida.

Lieu de prélèvement	CT/100ml	CF/100ml	SF/100ml
Blida	67,50	29,75	3,00
Oued djer	33,46	16,00	9,92
EL Affroun	11,50	5,50	9,00
Ouled yaiche	2,33	2,00	0,00
Oued el alleug	6,00	2,50	2,50
Soumaa	22,00	12,00	7,00
Beni mered	18,00	12,00	5,00
Guerrouaou	15,00	6,33	3,33
Chiffa	18,00	12,00	10,00
Norme algérienne (J.O.R.A N°18 du 23 Mars 2011)	Abs	Abs	Abs

Les résultats obtenus sont représentés graphiquement sous forme d'histogrammes où sont mentionnées les valeurs moyennes des germes fécaux dans des puits répartis sur 9 communes à savoir : Blida, Oued djer, Ouled yaiche, EL-Affroun, Oued el alleug, Soumaa, Beni mered, Guerrouaou et la Chiffa.

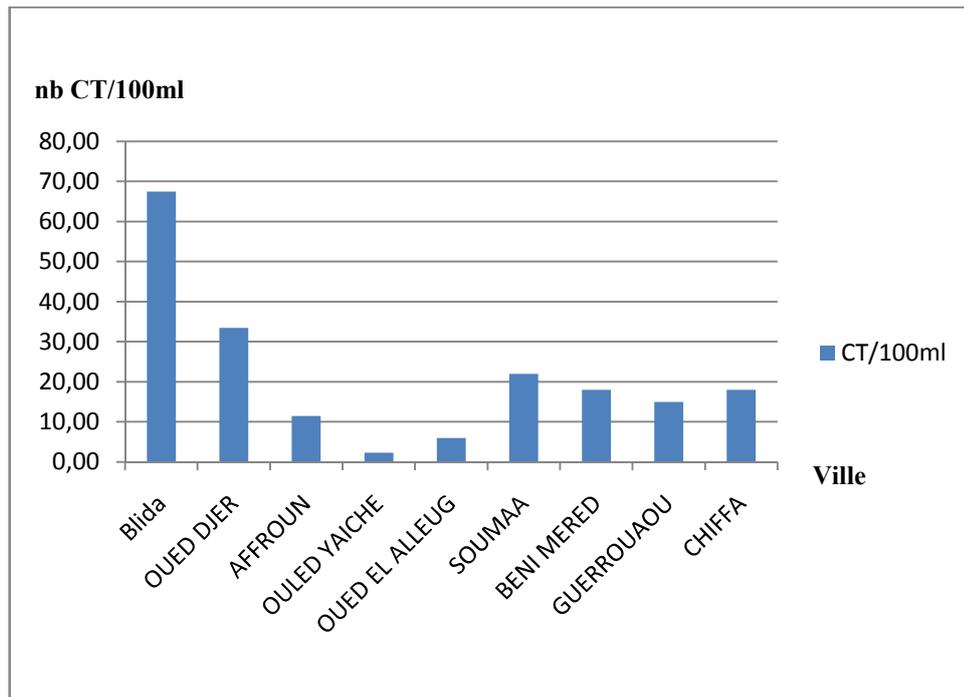


Figure 07 : Les variations moyennes des coliformes totaux par ville (nb CT/100ml.)

Les charges bactériennes mesurées pour les différents puits étudiés présentent des disparités d'un échantillon à l'autre durant la période d'étude.

La réglementation algérienne de notre pays exclue impérativement la présence des Coliformes totaux, des Coliformes fécaux et des streptocoques fécaux dans 100ml d'eau. (jora/2011)

La moyenne des Coliformes totaux pour l'ensemble des puits étudiés est de l'ordre de (21.53). La moyenne minimale est marquée au niveau de la commune d'Ouled Yaiche (2.33), la moyenne maximale est au niveau de la commune de Blida (67.50).

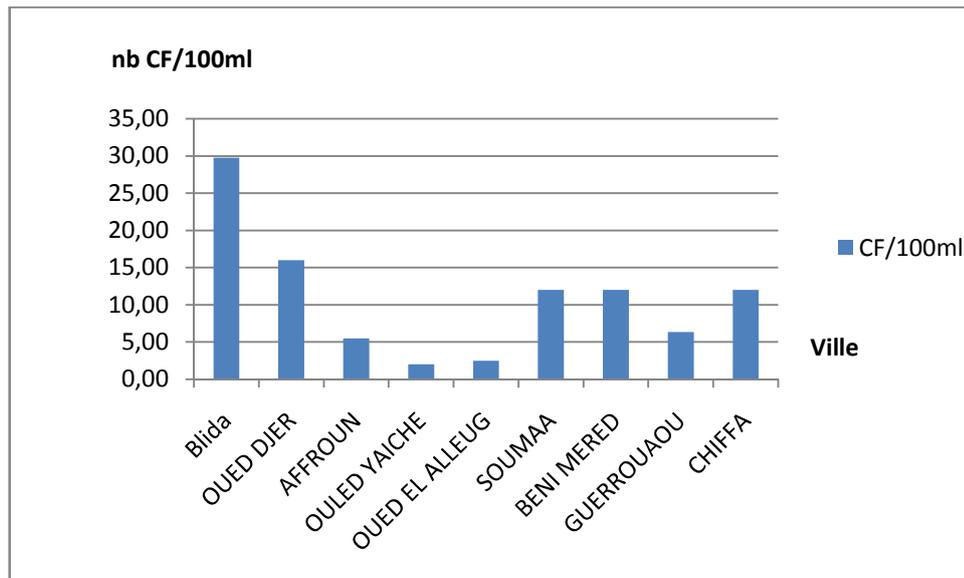


Figure 08 : Les variations moyennes des coliformes fécaux par ville (nb CF/100ml)

Concernant les coliformes fécaux, la moyenne calculée pour tous les puits est de l'ordre de (10.89). La moyenne minimale est à Ouled yaiche estimée à (2.00), la moyenne maximale est de l'ordre de (29.75) à Blida.

Du fait que les Coliformes fécaux font partie des Coliformes totaux, leurs variations sont proportionnelles l'une avec l'autre.

Ces germes proviennent exclusivement des intestins d'animaux à sang chaud, y compris les humains et, sa présence est l'indicateur le plus précis de la contamination fécale. D'après les prospections dans les sites des puits contrôlés, cette contamination serait due au fumier, aux fosses septiques, aux latrines et aux déchets de toute nature existants dans les terrains avoisinants les puits. Cette forte concentration en coliformes fécaux (*E. coli*) dans la région d'étude est proche de celle trouvée au niveau d'une nappe dans la région d'El-Harrouch au nord-est de l'Algérie (Ayad et Kahoul, 2017).

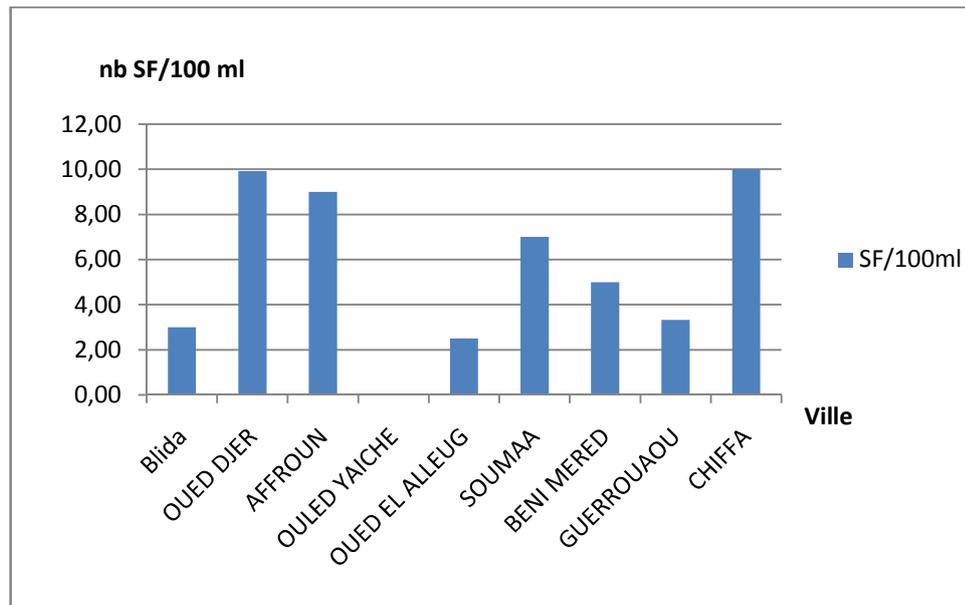


Figure 09 : Les variations moyennes des Streptocoques fécaux par ville (nb SF /100ml).

Quant aux Streptocoques fécaux, la moyenne calculée pour l'ensemble des puits est de (5,53). La moyenne maximale est de l'ordre de (10.00) marquée à La Chiffa. L'absence totale des germes est observée en moyenne pour les streptocoques fécaux à la commune d'Ouled yaiche.

Ces eaux renfermant des streptocoques fécaux sont donc non potables dans la mesure où les normes locales exigent l'absence totale de cette flore dans les eaux destinées à la consommation.

1.2. Variabilité temporelle de la qualité bactériologique des eaux :

Le suivi bactériologique des germes indicateurs d'hygiène des trois puits situés dans la région de Blida durant une période qui s'étend du mois de Janvier au mois de juillet de l'année 2020 et représentant deux saisons une humide et une sèche selon la courbe ombrothermique de la région de Blida est résumé dans les tableaux suivants :

Tableau 10: variation mensuelle des taux de germes de contamination fécale dans le puits P₁ prélevé de la région de Blida.

P ₁					
Mois	Type saison	Taux de chlore mg/l	nb CT/100 ml	nb CF/100 ml	nb STREP-D/100 ml
Janvier	H	0	11	8	0
Février	H	0	12	8	0
Mars	H	0	92	54	35
Avril	H	0,1	0	0	0
Mai	S	0	8	5	0
Juin	S	0.1	0	0	0
Juillet	S	0,1	0	0	0

Le mois de Mars a connu un nombre maximum de germes fécaux à savoir 92 germes/100ml pour les Coliformes Totaux, 54 germes/100ml pour les Coliformes fécaux, et 35 germes/100ml pour les Streptocoques fécaux.

Les eaux de puits prélevés aux mois de: Janvier, Février, Mars et Mai ont été jugées de mauvaise qualité bactériologique. Notant que les mois de Janvier, Février et Mars font partie de la saison humide selon la courbe ombrothermique.

On remarque ainsi que 3 puits sur 4 échantillonnés en saison humide ont été contaminés.

Tableau 11 : variation mensuelle des taux de germes de contamination fécale dans le puits P₂ prélevé de la région de Blida.

P ₂					
Mois	Type saison	Taux de chlore mg/l	nb CT/100 ml	nb CF/100 ml	nb STREP-D/100 ml
Janvier	H	0	2	0	0
Février	H	0	2	0	0
Mars	H	0	240	92	54
Avril	H	0,1	0	0	0
Mai	S	0	12	7	0
Juin	S	0	5	0	0
Juillet	S	0,1	0	0	0

Pour le puits P₂. Le mois de Mars a marqué un maximum de germes fécaux à savoir 240germes/100ml pour les Coliformes Totaux, 92 germes/100ml pour les Coliformes fécaux, et 54germes/100ml pour les Streptocoques fécaux.

Les eaux de puits prélevés aux mois de: Janvier, Février, Mars, Mai et Juin ont été jugées de mauvaise qualité bactériologique par référence aux normes du (jora, 2011).

Les charges microbiennes élevées enregistrées au niveau des puits P₁ et P₂ sont dues non seulement à l'absence du traitement de désinfection par le Chlore mais aussi à leur contamination par les rejets domestiques provenant des fosses septiques défectueuses et trop proches de ces puits .Selon (Bouziani, 2000), la pollution des eaux notamment les eaux souterraines peut être observée par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses septiques, latrines).

On remarque que 3puits sur 4 échantillonnés en saison humide ont été contaminés.

Tableau 12 : variation mensuelle des taux de germes de contamination fécale dans le puits P₃ prélevé de la région de Blida.

P3					
Mois	Type saison	Taux de chlore mg/l	nb CT/100 ml	nb CF/100 ml	nb STREP-D/100 ml
Janvier	H	0	160	92	0
Février	H	0	5	0	0
Mars	H	0	240	92	54
Avril	H	0	28	13	43
Mai	S	0	18	10	0
Juin	S	0,1	0	0	0
Juillet	S	0,2	0	0	0

Par ailleurs le puits n° 3 a connu un maximum de germes fécaux à savoir 40germes/100ml pour les Coliformes totaux, 92 germes/100ml pour les Coliformes fécaux, et 54germes/100ml pour les Streptocoques fécaux durant le mois de Mars.

Les eaux prélevés aux mois de: Janvier, Février, Mars, Avril, Mai étaient jugées de mauvaise qualité bactériologique par référence aux normes du (Jora, 2011). Notons aussi que les 4 échantillons de la saison humide ont été contaminés.

Les charges élevées enregistrées au niveau du puits P₃ sont dues non seulement à l'absence du chlore, notant que les eaux provenant de ce puits installé dans une zone rurale sont utilisées pour l'irrigation des terrains agricoles, ou la chloration n'est pas si nécessaire, mais aussi à l'ancienneté du puits qui est construit par les méthodes artisanales, ce qui augmente les risques de contamination par ruissellement

Les variations des germes au niveau des trois puits au cours de 7 mois dans les trois puits issus de la région de Blida ont été présentées par des histogrammes.

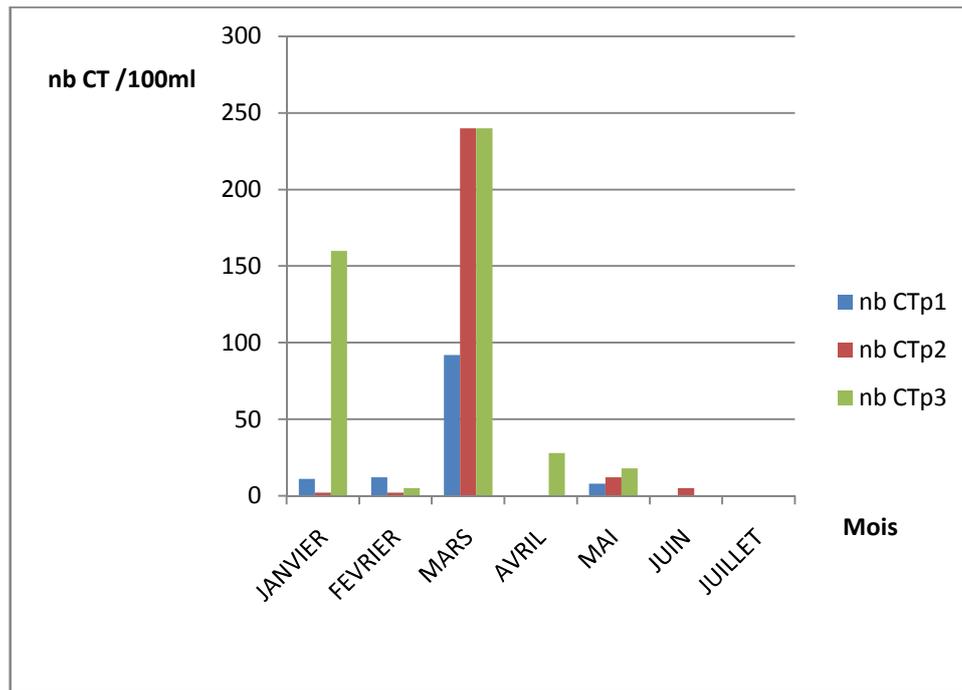


Figure 10 : Variation mensuelle des coliformes totaux (CT) dans les puits prélevés de la région de Blida.

Pour les Coliformes totaux la charge microbienne maximale a atteint 240 germes/100ml d'eau au niveau des puits P₂ et P₃ en mois de Mars, parallèlement ; la charge maximale est marquée en mois de Mars pour le puits P₁ pour un nombre de 92 germes/100ml.

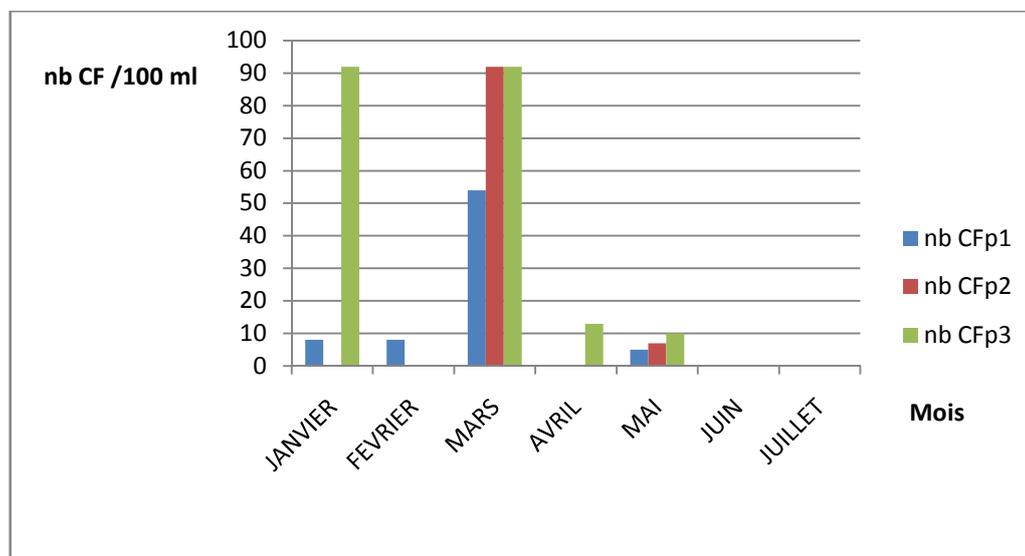


Figure 11: Variation mensuelle des coliformes fécaux (CF) dans les puits prélevés de la région de Blida.

Pour les Coliformes fécaux la charge microbienne maximale a atteint 92 germes/100ml d'eau au niveau des puits P₂ en mois de Mars et en mois de janvier et mars pour P₃, quant au puits P₁ la charge microbienne maximale a atteint 54 germes/100ml au même mois (Mars).

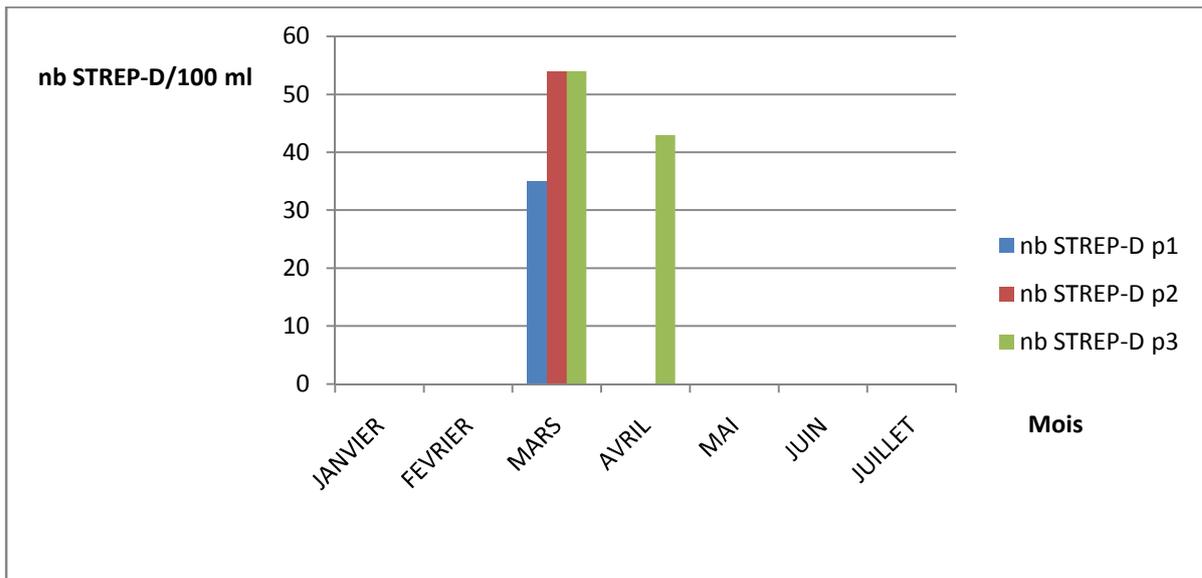


Figure 12 : Variation mensuelle des streptocoques fécaux (SF) dans les puits prélevés de la région de Blida.

Pour les Streptocoques fécaux la charge microbienne maximale a atteint 54 germes/100ml d'eau au niveau des puits P₂ et P₃ en mois de Mars, quant au puits P₁ une charge maximale de 35 germes/100ml est enregistré au mois de mars.

La présence des streptocoques fécaux doit s'accompagner avec la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation (Ayad, 2017), cela est constaté pour les trois puits en mois de Mars et en mois d'avril aussi pour P₃.

A l'inverse des puits non chlorés, les puits traités par du chlore ont marqué l'absence totale des bactéries recherchées. C'est « la désinfection ». Cette absence a été observée aux mois de :

- Avril-Juin-Juillet pour le puits P₁.
- Avril- Juillet pour P₂.
- Juin-Juillet pour P₃.

Les doses du chlore utilisées pour la désinfection du puits sont conformes aux normes de qualité des eaux de consommation ($0.1 \text{ mg/l} \leq [\text{cl}] \leq 0.6 \text{ mg/l}$) (JORA, 2011), ce traitement de désinfection a permis d'avoir des eaux de bonne qualité bactériologique.

Les histogrammes correspondants aux puits P₁ et P₂ présentent la même allure dans l'ensemble, du fait qu'ils sont proches l'un de l'autre.

D'après les résultats des taux de contaminations bactériologiques enregistré en fonction des saisons d'études, les eaux de 10 puits sur les 21 échantillonnés sont contaminées en saison

humide, notant que le nombre de prises d'essai pour l'ensemble des puits durant la période d'étude est de l'ordre de : (3puits) x (7 mois)= 21.

2. Résultats du traitement statistique :

Dans le but d'identifier une éventuelle relation entre le degré de contamination et les saisons d'étude un test statistique ANOVA a été réalisé par le biais du logiciel SPSS. Une comparaison est effectuée entre deux variables :

La première dite qualitative ayant deux modalités : Saison sèche **S** et saison humide **H** avec la deuxième variable quantitative : la charge microbienne (CT, CF ou bien SF).

-Pour un seuil $\alpha = 0.05$ et $n = 21$ avec un coefficient de sécurité de **95%**, la signification ou $P_{value} = 0.627$; $P_{value} > 0.05$; H_0 est rejetée, la différence est donc nettement significative entre les deux variables.

Conclusion : il n'y a pas de lien entre le type de saison et la charge bactérienne.

Conclusion Générale et Perspectives

Conclusion Générale et Perspectives

A la lumière des résultats obtenus à travers les analyses bactériologiques réalisées au niveau de différents puits dans la région de Blida objets de notre étude ; on peut conclure que durant la période entre le mois de janvier 2020 et le mois de juillet 2020, la plupart des puits présentent des eaux de mauvaise qualité bactériologique et cela est du :

- A L'absence de l'agent désinfectant : hypochlorite.
- Au fait que les excréments de bétail peuvent être facilement transportés par le vent et les eaux de ruissellement.
- A l'état du puits (cas du puits P₃) qui est construit par des méthodes traditionnelles, en ignorant le risque de ruissellement des eaux de surface chargées de microorganismes et d'impuretés.
- Aux infiltrations des déchets issus des fosses septiques mal construites (P₁ et P₂) qui peuvent traverser les fissures du sous-sol et contaminer les eaux du puits.

La qualité des eaux de puits **étudiés** ne dépend pas de la saison : 48% des puits présentent des eaux de mauvaise qualité bactériologique en saison humide H, et les résultats du test d'ANOVA à un facteur indiquent - dans notre cas- qu'il n'y a pas de relation entre les deux caractères : la charge bactérienne et le type de saison.

L'eau souterraine est pure du point de vue bactériologique, cependant les ruissellements et les infiltrations des eaux de surface chargées d'impuretés et de microorganismes peuvent influencer sa qualité. Pour assurer une sécurité du consommateur vis-à-vis ces facteurs menaçants, et prévenir contre les maladies à transmission hydrique : on suggère de :

- Mettre en place un réseau d'évacuation des déchets et éviter l'installation anarchique des fosses septiques qui peuvent affecter la qualité des eaux de puits.
- Traitement de l'eau à l'échelle familiale d'une façon périodique par l'utilisation d'hypochlorite.
- Le ramassage et le tri de déchets ménagers est un acte de civisme qui permet d'éviter leurs infiltrations dans le sol.
- Interdire toute réalisation de points d'eau dans les zones rurales sans respect des normes de construction.

Ressources bibliographiques

Ressources bibliographiques

- (AEAG, 2012)** : Agence de l'eau Adour Garonne et eaux souterraines, Toulouse, Cedex 4,5p.
- (Ahonon A.S, 2011)** : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du Canton de la vie, Master international, environnement eau et santé, Université de Lome, TOGO, 35p évaluation et Solutions Environnementales, Université Mentouri Constantine, 49p.
- (Alouane H, 2012)** : Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole ; Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, Mémoire de Magister, Gestion des déchets : Évaluation et Solutions Environnementales, Université Mentouri Constantine, 49p
- (Annie locas, 2007)** : microbiologie des eaux souterraines utilisées comme source d'eau potable
- (ARJEN V.D.N, 2010)** : Connaissance des méthodes de captage : des eaux souterraines aux forages manuels, un manuel d'instruction pour les équipes de forages manuels sur l'hydrogéologie appliquée, l'équipement et le développement des forages, fondation .PATRICIA , OUSTEIND ,P10.
- (Aubry P, Gaüzere B.A, 2012)**: Les maladies liées à l'eau, Mise à jour le 20/04/2012, médecine tropicale, P 05.
- (Aubry P, 2013)** : Choléra, Mise à jour le 03/10/2013, médecine tropicale, PP: 1-4.
- (AYAD WISSEM, 2017)** : Thèse de doctorat : Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El Harrouche (w.SKIKDA).
- (Ballerini D, Gatelier C, Vogel T, 1998)** : Pollution et dépollution des nappes d'eau souterraine, Paris, 246 p.
- (Bartherlin J, Cheru L, 1999)** : Origine des éléments indésirables ou toxiques dans les eaux souterraines, Rap .B.R.G.M.R 40448, 25p.
- (Belghithi .M Chahlaoui A, Bengoumi D, El Mousteine R, 2013)**: Etude de la qualité physicochimique et bactériologique de la nappe plio-quadernaire de la région de Meknès/(Maroc).16p. ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013, pp. 21-36.
- (Bengarnia Benmerine, 2016)** : Thèse de Doctorat :Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'oued Es-Saoura cas de Beni Abbes ,Ouargla et Zeghamra.
- (Berche, P, Gailliard , J.L , Simonet, M, 1988)** : Bactériologie : les bactéries des Infection Humaines .Ed Flammarion, Paris. P77-81, 93- 105. 127-130, 138-140, 244-246, 386, 387,392,393
- (BONNIN J, 1982)**. Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23-24-27-32-33.
- (Bouderhem A, 2011)** : Utilisation des souches bactériennes telluriques autochtones dans la bio détection et la bioremediation des sols polluent par les hydrocarbures, mémoire de magister, Université Kasdi Merbah-OUARGLA, 91p.
- (BOUZIANI M, 2000)** : L'eau de la pénurie aux maladies, édition Ibn Khaldoun, 247p.

- (Briere G., (2000) :** Distribution et collecte des eaux, 2^{ème} édition, Ecole polytechnique de Montréal, PP: 3-19.
- (Cantor K.P, 1997):** Drinking water and cancer, Cancer causes and control, N°8, PP: 292–308.
- (CARDOT, 1999) :** Les eaux terrassiers édition Massu et Cie PARIS 15-31, 100-109.
- (CEAEQ, 2000) :** Recherche et dénombrement des coliformes totaux; méthode par filtration sur membrane, Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec, 25 p.
- (C.I.E, 2004) :** Centre d'Information sur l'Eau la Qualité de l'Eau du Robinet. P13. 17-23.27.
- (C. I.E, 2005) :** Centre d'Information sur l'Eau les Normes de Qualité .p4-7,11-16,22-26.
- (COLLIN J.J, 2004):** Les eaux souterraines : connaissance et gestion. HERMANN, éditeurs des sciences et des arts, paris, pp : 27-49.
- (DEGREMENT, 2005) :** Mémento technique de l'eau, tome 1, 10^{ème} édition, édition Tec et Doc, pp : 3-38.
- (Edberg S.C, Rice E.W, Karlin R.J, Allen M.J, 2000).** *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection, Journal of Applied Microbiology, N°88, PP: 106-116.
- (Edmond M.B, Ober J.F, Weinbaum, D.L, Pfaller M. A, Hwang T, Sanford M.D, El Haissoufi H, Berrada S, Merzouki M, Aabouch M, Bennani L, Benlemlih M, Idir M, Zanibou A, Bennis Y, El Ouali lalami A, 2011):** Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc, Rev. Microbiol. Ind. San et Environn, Vol 5, N°1, PP: 37-68.
- (EMAND BARRES A.L., Roux j.c, 1999) :** Périmètre de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine.
- (Gaujour D, 1995) :** La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire 2^{ème} édition . Lavoisier p49.
- (Gaujous D, 1985) :** La pollution des milieux aquatiques: Aide mémoire. Édition: revue et augmenté, p. 49
- (Gleeson C, Gray N, 1997):** The coliform index and waterborne disease: problems of microbial drinking water assessment, E & FN Spoon, London, 194 p.
- (HAKMI, 2006) :** Traitement de l'eau de source de Bousfer .Oran, mémoire de licence traitement des eaux, université des sciences et de la technologie.
- (Hartemann P, 2004).** Contamination des eaux en milieu professionnel, EMC Toxicologie Pathologie, Elsevier, PP : 63–78.
- (Haslay, C. Leclerc.H, 1993) :** Microbiologie des eaux d'alimentation .Edition Lavoisier. Tec et Doc Paris. P 60-95,125,131-145,151,154, 158-167,188-193,245-251, 400-434, 908.
- (Henaut A, 2011).** Pollution de l'air et de l'eau, Les dossiers de science et politiques
- (Jestin E, (2006) :** La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaire, agence de l'eau Seine-Normandie, Hérou ville Saint Clair, PP : 17-32. 34p.

(Journal Officiel de la République Algérienne JORA, 2011) : Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie, PP: 7-25).

(Kettab A, 1992) : Traitement des eaux, Les eaux potables, Edition: Office des Publications Universitaires, Alger, PP : 111-123.

(Laferriere Et Al, 1996) : L'industrie porcine et les risques reliés à la santé humaine, Bull. Information Santé Environnement, Québec, 1-4. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement.

(Lebres E.A, Mouffok F, 2008) : Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Laboratoires bactériologiques alimentaires et des eaux, Institut Pasteur d'Algérie, Alger, 53 p.

(Levallois P, 2003) : Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, 3p.

(Levallois P et Phaneuf D, 1992) : Les risques associés à la contamination de l'eau potable par les nitrates. Bulletin d'information en santé environnementale. Centre de santé publique de Québec. Volume 3 - No 3. 18p.

(Loumi. N, 1988) : Les paramètres physicochimiques de l'eau potable désinfection de l'eau potable service santé et environnement INSP. P 1-5, 15-25.

(LOUP, 1974) : Génie de l'environnement: Traitement de l'eau : Procédé physico-chimique et biologique p 9-10.

(Madani T. A. A, Kabani A, Orr P, Nicolle L, 1999): Enterococcal bacteremia in a tertiary care centre in Winnipeg, Canadian Journal of Infectious Diseases, Vol 10, PP: 57-63.

(Madigan M, Martinko J, 2007) : Biologie des microorganismes, 11ème édition, Pearson. éducation, Paris, PP : 918-932.

(MDDEP, 2012) : Ministère du développement durable, environnement et parcs : critères de qualité de l'eau de surface. QUEBEC. CANADA. 230 P.

(M'hamed rebah, 2019) : Congrès JNE2019/ visite de l'abbaye Saint- Martin-du-Canigou-Un conseil de médiation et de déontologie journalistique sur les rails.

(Mohamed hassen BenajibaYounes Saoud, abdelilah Lamribah, Mustapha Ahrika t, nadia Amajoud et ouissal ouled-Zian, 2020) : évaluation de la qualité microbienne des eaux de la nappe phréatique de martil au Maroc. Revue des sciences de l'eau volume 26, numéro 3, 2013.

(Morris R.D, 1995): Drinking water and cancer, Environmental Health Perspectives, 103(suppl8), PP: 225-231.

(MYRAND D., (2008) : Guide technique : Captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, QUEBEC.P04.

Needham P., (2010). « Water and the Development of the Concept of Chemical Substance », dans T. Tvedt, and T. Oestigaard, éd., « A History of Water Vol. 4: The Ideas of Water from Antiquity to Modern Times », I.B. Tauris, Londres.

- OMS (Organisation mondiale de santé), (1994).** Protection et amélioration de la qualité de l'eau. 2^{ème} édition. Volume 1. Genève:18.
- OMS, (2006) :** Paludisme: lutte anti vectorielle et protection individuelle, Série de Rapports techniques, N°936, 71p.
- OMS, (2000) :** Directives de qualité pour l'eau de boisson .Critères d'hygiène et documentation ,2ndédition .Genève.1050p.
- Piar Roux R.,(2002).** Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale, Bull Soc Pathol Exot, Vol 95, N°5, PP : 345-350.
- Ramade. P, (1998) :** Dictionnaire Encyclopédique des Science de l'eau Ed Edi-science international paris P77-80, 125, 493, 494.
- Rodier j, Bazin c, Broutin j.p, Chambon p, Champsaur h, Rodi l,(2005) :** l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer.
- Rodier et al, (2009) :** Chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Edition DUNOD, PARIS, 1384P.
- Rodier J, Legube B, Merlet N, (2009) :** L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Ed. Dunod, 1579p.
- Savary, (2010) :** Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial édition, voir on, pp : 10-179. Édition .GENEVA 564P.
- Valentin N,(2000) :** Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, p. 137.
- Vincent M, (2014) :** Evaluation du risque microbien dans l'eau : vers une meilleure gestion des ressources hydriques, revue francophone des laboratoires, N°459, p 27.
- Wintrobe ,M. et al, (1972) :** Principes de médecine interne 6^{ème} Edition. Flammarion médecine science. paris P 803,804,813,8212,822,866,867,869,906,907,914,975,977.
- WHO, (1996):** The world health report 1996.Fighting disease fostering development. World health organization, Geneva.
- Zaimeche,(2015) :** Contribution à l'étude de l'action d'agents polluants sur les végétaux bioindicateurs . Thèse de doctorat. Université Mentouri, Constantine.
- Zougrana E.I,(2009).** La poliomyélite, 12 Mai 2009, 9p.
- Anonyme01 :** <http://ENNTCH.FR>. Consulté le 31/05/2020.
- Anonyme02:** <http://MAISON-TRAVEAUX.fr>. Consulté le 01/06/2020.
- Anonyme 03 :** www.cieau.qc.ca. Consulté le /12/06/2020.
- Anonyme 04:** www.certilab.ca. Consulté le 02/06/2020.
- Anonyme 05 :** [www.Algérie 360°.com](http://www.Algérie360.com) : Consulté le 22/06/20.
- Anonyme 06:** www.wikipedia.org: Consulté le 16/08/2020.
- Anonyme 07:** www.Climate-data.org : Consulté le 17/08/2020.

Annexe

ANNEXE

Tableau12: Présentation des puits sélectionnés au niveau de la région.

Désignation du puits	Type de puits	Lieu de prélèvement
P ₁	Collectif	Blida
P ₂	Collectif	Blida
P ₃	Individuel	Oued djer

Tableau13 : Tableau climatique de la région de Blida (Anonyme07).

	Température maximale (°C)	Température moyenne (°C)	Température minimale moyenne (°C)	Précipitations (mm)
Janvier	14.2	10.6	7	116
Février	15.5	11.5	7.6	85
Mars	17.3	13.3	9.3	92
Avril	19.9	15.6	11.4	64
Mai	23.3	18.8	14.3	58
Juin	26.8	22.2	17.7	26
Juillet	30.9	26.1	21.4	2
Août	31.7	26.9	22.1	4
Septembre	28.2	24.1	20	34
Octobre	23.3	19.2	15.2	66
Novembre	18.5	14.7	10.9	114
Décembre	15.3	11.7	8.2	130

Tableau14 : Tableau de calcul de la signification P_{value}

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	1,048	4	,262	786	,627
Intra-groupes	,667	2	,333		
Total	1,714	6			

ANNEXE

Les milieux de cultures utilisés dans l'analyse bactériologique

- Recherche des Coliformes totaux (Bouillon lactosé au bromocrésol pourpre : BCPL milieu simple et double concentrations) en g/l d'eau distillée.

- Peptone.....	5.....	10
- Extrait de Viande.....	2.....	4
- Lactose.....	5.....	10
- Pourpre de bromocrésol.....	0,025.....	0,05

pH final : $6,9 \pm 0,2$.

- Recherche des Coliformes fécaux (Bouillon de Schubert) en g/l d'eau distillée.

- Tryptophane.....	0,2
- Acide glutamique.....	0,2
- Sulfate de magnésium.....	0,7
- Citrate de sodium.....	0,5
- Sulfate d'ammonium.....	0,4
- Chlorure de Sodium.....	2
- Peptone.....	10
- Mannitol.....	7,5
- Phosphate disodique.....	4
- Phosphate monopotassique.....	0,6

pH final : $7,4 \pm 0,2$

➤ Réactif de Kovacs

- Paradiméthylamino -benzaldehyde.....	5 g.
- Alcool iso-amylque.....	75 ml.
- Acide chlorhydrique.....	25 ml.

- Recherche des Streptocoques fécaux (Milieu de ROTHE : milieu simple S/C et double concentrations D/C) en g/l d'eau distillée.

- Hydrolysats tryptique de caséine.....	12,6.....	25,2
- Peptone bactériologique.....	8.....	16
- Glucose.....	5.....	10
- Chlorure de sodium.....	5.....	10
- Phosphate dipotassique.....	2,7.....	5,4
- Phosphate monopotassique.....	2,7.....	5,4
- Azide de sodium.....	0,2.....	0,4

ANNEXE

- pH final : $6,8 \pm 0,2$

➤ **Test confirmatif (Milieu EVA Litsky) en g/l d'eau distillée**

- Peptone20
- Glucose.....5
- Chlorure de sodium.....5
- Phosphate dipotassique.....2,7
- Phosphate monopotassique.....2,7
- Azohydrate de sodium.....0,3
- Ethyl-violet.....0,0005

pH final : $6,8 \pm 0,2$

ANNEXE

Tableau15 : La table de Mac Grady.

1x50ml	5x10ml	5x1ml	Nombre Caractéristique	Limite de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13
1	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

ANNEXE

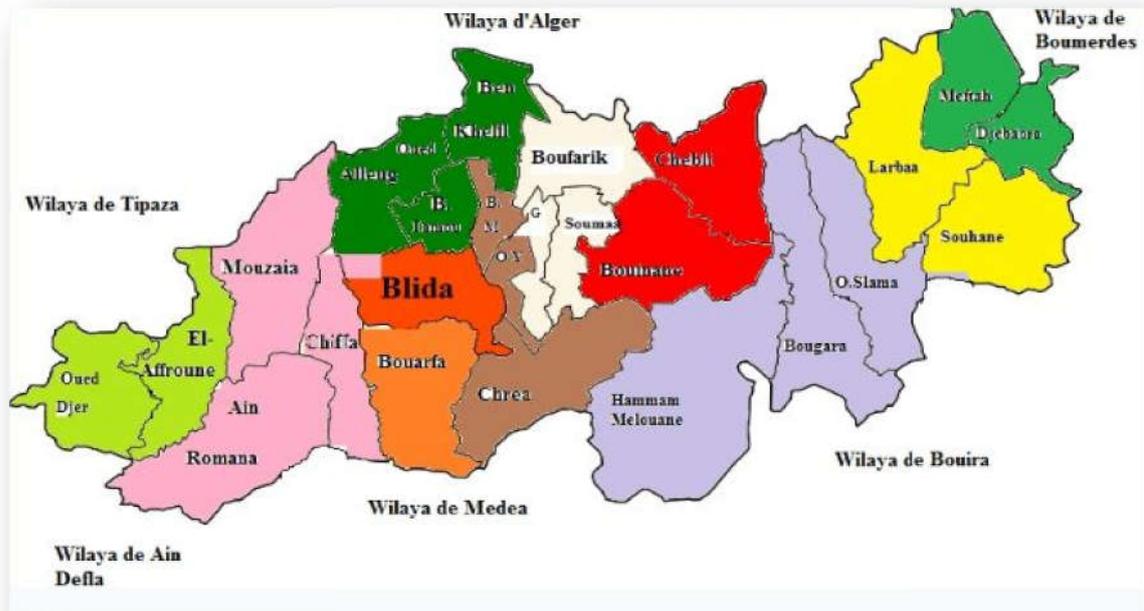


Figure : Situation géographique de la région de Blida (Anonyme06).