

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Réf: ... / ...

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Biologie
Spécialité : Biochimie et Biologie Moléculaire**

Thème

LES ANALYSE DE LA QUALITE DE L'EAU POTABLE DANS LA ville d'Ourlal

Présenté par : DJEGHDJEGH Fayza

Devant le jury:

Président: Belambri Sahra Amel

Promoteur: Bennaoui Foudil

Examineur .: Bouatrous Yamina

Année Universitaire 2013/ 2014

DEDICACES :

Avant tout nous remercions le dieu tout puissant, puisque il nous à accordé la volonté et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents

A mes chers frères : Abd alhak, Kamel, Akram, Mahdi.

A mes chères sœurs : Nassima, Sana, Fatima

A mes ami (e)s et tous mes connaissances.

A tous mes enseignants du département de biologie.

A toute la promotion 2014

Remerciement

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Je tiens à remercier mon encadreur Mr Bennaoui Foudil pour ces conseils et pour l'aide qu'il m'apportée pendant toute la durée de mon travail.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

J'adresse mes remerciements à l'unité du traitement des eaux au niveau de la société TIFIB de Biskra pour m'avoir aidé à réaliser ma partie expérimentale au niveau de son laboratoire, je remercie aussi pour sa simplicité, sa gentillesse et surtout pour ses conseils et disponibilité.

Nous remercions par ailleurs vivement laboratoire département hydraulique, je remercie aussi pour sa simplicité, sa gentillesse de Professeur.

Je remercie aussi tous les enseignants de notre département de biologie.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.



FAYZA

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale

Partie I : étude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur l'eau

Introduction	03
I-Généralités	03
I-1 Définition de l'eau	03
I-2 Les différents types d'eau dan la nature	04
I-2-1 Les eaux souterraines.....	04
I-2-2 Les eaux de surface.....	04
I-3 L'eau en Algérie	04
II- Caractéristiques de l'eau	05
II-1 Caractéristique organoleptiques	05
II-1-1 Couleur.....	05
II-1-2 Odeur.....	06
II-1-3 Saveur.....	06
II-1-4 turbidité	06
II-2 Caractéristiques physico-chimique	06
II-2-1Température.....	06
II-2-2 Potentiel hydrogène (pH).....	07
II-2-3 Dureté ou titre hydrotimétrique.....	07
II-2-4 Conductivité électrique.....	07
II-2-5 Résidus secs.....	.08

II-2-6 Acidité	08
II-3 Caractéristique microbiologique.....	09
II-3-1 Coliformes totaux.....	09
II-3-2 Coliformes fécaux ou thermotolérants.....	10
II-3-3 Germes totaux.....	10
II-3-4 <i>Streptocoques</i> fécaux.....	10

Chapitre II : Traitement des eaux et santé publique

I- L'eau et la santé publique.....	11
II- Risques sanitaires liés à l'eau	11
II-1 Les Risque microbiologiques	11
II-1-1 Les maladies d'origines hydriques liées à des bactéries.....	11
II-1-2 Les maladies d'origines hydriques liées à des virus.....	12
II-1-3 Les maladies d'origines hydriques liées à des parasites.....	12
II-1-4 Les maladies d'origines hydriques liées à protozoaires.....	12
II-2 Les risque chimique.....	13
II- 2-1 Eléments indésirables	13
II-2-2 Elément ambivalents.....	13
II-2-3 Métaux lourds et élément toxique.....	14
II-2-4 Pesticides.....	15
III- Pollution de l'eau.....	15
III-1 Pollution naturelle	16
III-2 Pollution chimique.....	16
III-3 Pollution biologique	16
II-2 Traitement des eaux	17

Partie II : étude expérimentale

Chapitre I : matériels et méthodes

I- Présentation de la région d'étude (Ourlal)	19
--	-----------

I-1 situation et limite de la région d'étude.....	19
I-2 donnés climatique	19
II Matériels utilisés	20
II-1 Sur le terrain	20
II-2 Au laboratoire.....	20
III- Méthode d'échantillonnages	21
IV- Méthode Analyse	22
IV-1 Analyse organoleptique	23
IV-2 Analyse microbiologique	25
IV-3 Analyse physico-chimique.....	32

Chapitre II : résultats et discussion

I- présentation des résultats	38
II- Discussion	40
A- Interprétation des résultats de l'analyse organoleptique	40
B- Interprétation des résultats de l'analyse physico-chimique	41
C- Interprétation des résultats de l'analyse microbiologique.....	42

Conclusion générale

Référence bibliographique

Annexe

Liste des tableaux :

Tableau 1 : la potabilité en fonction de la dureté	05
Tableau 2 : conductivité de l'eau en fonction de sa minéralisation.....	06
Tableau 3 : Température mensuelle moyenne, minima, maxima à Biskra pour la période (2003-2013).....	19
Tableau 4: la date, le temps et le lieu des prélèvements.....	22
Tableau 5: Le nombre plus probable (NPP).....	26
Tableau 6 : résultats des analyses organoleptiques.....	37
Tableau 7 : résultats des analyses microbiologiques.....	37
Tableau 8 : résultats des analyses physico-chimiques (électrochimie)	37
Tableau9: résultats des analyses physico-chimiques (Spectrophotométrie et Gravimétrique).....	38
Tableau10 : résultats des analyses physico-chimiques (Volumétrie)	38

Liste des figures :

Figure 1 : Schéma d'une molécule d'eau.....	03
Figure 2 : Le schéma de principe du traitement	17
Figure 3: présentation géographique d'Ourlal.....	19
Figure 4 : Recherche et dénombrement des Germes totaux	25
Figure 5 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	28
Figure 6 : Recherche et Dénombrement des Streptocoques fécaux.....	30
Figure 7: Résultats mesurés de couleur.....	40
Figure 8 : Résultats mesurés des températures.....	41
Figure 9 : Résultats mesurés du pH.....	42
Figure 10: Résultats mesurés de conductivité électrique.....	42
Figure 11: Résultats mesurés de Chlorure.....	43
Figure 12: Résultats mesurés de dureté.....	44
Figure 13 : Résultats mesurés de calcium.	44
Figure 14: Résultats mesurés de Magnésium.....	45
Figure 15: Résultats mesurés de Sulfate.....	46
Figure 16 : Résultats mesurés de Fer.....	46
Figure 17 : Résultats mesurés de Phosphate	47

Liste des abréviations :

µs/ cm : Micro-siemenne par centimètre.

ADE : Algérienne Des Eaux

CE : Conductivité Electrique

E.D .T.A : Acide Etyéne Diamine Tétracétique

ER : Eau de Robinet

F° : Degré française.

FPA : flavor profile analysis

JORA : journal Officiel de la République Algérienne.

MTH : Maladies à Transmissions Hydrique.

NPP : Nombre le plus probable

OMS : Organisation Mondial de la Santé.

Rs : Résidus sec.

TA : Titre Alcalimétrique simple

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TDs : Taux des sels dissous.

TGEA : Tryptone Glucose Extract Agar.

TH : Titre Hydrotimétrique

UNT : Unité Néphélométrique de Turbidité.

Introduction générale:

L'eau représente un aliment essentiel indispensable à la vie. L'eau potable ordinaire est une eau possédant des qualités chimiques, microbiologiques et organoleptiques qui la rendent apte à la consommation humaine. Cette eau peut être canalisée (eau d'adduction) ou embouteillée dès son prélèvement pour être livrés à la consommation (Guiraud, 1998).

L'homme est de plus en plus sensible à la qualité de l'eau et plus en plus désireux d'être informé sur sa provenance, sa composition et les contrôle de qualité dont elle fait l'objet.

La bonne qualité de l'eau distribuée en vue de la consommation humaine constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. Dans ce but, au cours du temps, les scientifiques ont élaboré des règles préventives qui vont de la ressource jusqu'au robinet du consommateur (Halawani et al., 2004).

Les exigences de qualité fixées pour l'eau du robinet sont fixées par une directive transposée dans le code français de la santé publique. Elles se fondent sur les valeurs guides proposées par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Cette dernière définit une valeur guide comme : « étant une estimation de la concentration d'une substance dans l'eau de boisson qui ne présente aucun risque pour la santé d'une personne qui consommerait cette eau pendant toute sa vie » (El yamani, 2006).

La mise à disposition de la population d'une eau potable et de bonne qualité sanitaire constitue une préoccupation permanente des autorités sanitaires. L'eau potable qui arrive aux robinets des usagers est prélevée dans le milieu naturel (nappe d'eau souterraine, rivière, etc...). Elle subit éventuellement un traitement dans une station de traitement d'eau potable avant d'être mise en distribution dans le réseau public.

Avant d'être distribuée, les eaux brutes captées subissent des traitements, plus ou moins complexes selon la qualité des eaux destinés à éliminer les éventuels polluants et à garantir la qualité de l'eau potable dans les réseaux, jusqu'au robinet du consommateur (Anonyme, 2006).

L'objectif de notre travail consiste en l'analyse organoleptique, physico-chimique et bactériologique de l'eau disponible dans les réseaux de distribution AEP (Alimentation en eau Potable) et celle distribuée par les camions-citernes dans la ville d'Ourlal.

Notre étude est subdivisée en deux parties distinctes, à savoir :

- Une partie bibliographique qui contient deux chapitres : un sur des généralités relatives à l'eau et l'autre sur le traitement des eaux et sur la santé publique.
- La deuxième partie est expérimentale, elle est subdivisée en trois chapitres où on commence par une présentation de la région d'étude pour passer en suite aux analyses organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques de l'eau. On termine avec nos résultats et leur discussion.

Introduction :

L'eau est un élément indispensable à la vie et revêt de l'importance pour d'innombrables activités humaines. L'eau peut être rare à certains endroits, comme les zones arides et semi-arides, ou tout simplement d'une qualité médiocre à d'autres endroits. Il est certain que l'augmentation de la demande en eau pour les activités humaines accentuera les contraintes sur cette ressource. En outre, les facteurs naturels, telle que la sécheresse ou les contraintes géologiques, ont un effet sur l'approvisionnement en eau potable et sa distribution.

Il est donc essentiel de quantifier et d'analyser la quantité et la qualité des réserves en eau et de trouver le moyen de gérer cette ressource pour en assurer la durabilité.

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

La molécule d'eau, notée H_2O est composée de deux atomes d'hydrogène pour un atome d'oxygène (Touchart, 2003). Les atomes d'hydrogène sont chacune porteuse d'une charge positive tandis que l'atome d'oxygène est porteuse de deux charges négatives (Musy et Higy, 2004).

L'eau est un élément qui possède des propriétés particulières, compliquées par les teneurs en substances dissoutes (Touchart, 2003). On soulignera également que l'eau est le seul et unique élément qui existe sous les trois états : solide, liquide et gazeux (Musy et Higy, 2004).

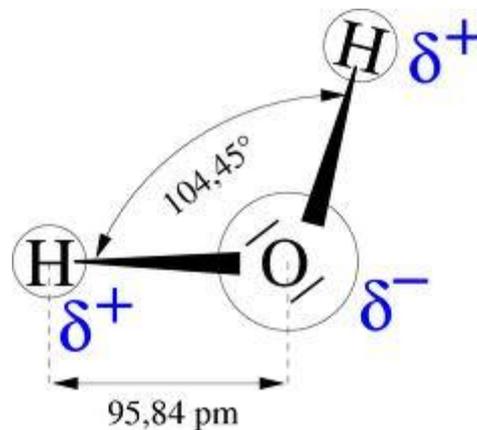


Figure 1 : Schéma d'une molécule d'eau (1).

I-2 Les différents types d'eau dans la nature :

I-2-1 Les eaux souterraines :

Les eaux des nappes souterraines très profondes ont généralement une excellente qualité. Leur composition est assez constante au sein d'une même nappe. Elles sont moins vulnérables aux pollutions que les eaux des nappes peu profondes. Dans la plupart des cas, l'eau souterraine ne contient pas d'oxygène dissous. Des Substances indésirables peuvent également s'y trouver, comme le gaz carbonique, le fer, le manganèse, l'ammonium ou l'acide humique et plus rarement un excès de nitrates ou de pesticides (Gillis, 2001).

En fonction des problèmes rencontrés, les sociétés de production d'eau utilisent les méthodes suivantes:

- L'aération de l'eau pour l'oxygéner et enlever le gaz carbonique ;
- La filtration sur sable pour éliminer notamment le fer, le manganèse et éventuellement l'ammonium ;
- La désinfection pour garantir la qualité bactériologique, y compris pendant le transport jusqu'au consommateur, parfois sur de longues distances ;
- L'élimination des nitrates et des pesticides par des traitements spécifiques.

I-2-2 Eau de surface

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface du continent. Elles sont exposées à toute sorte de pollution que nous pouvons imaginer. Ce sont donc des eaux polluées. Elles contiennent des matières en suspension des micro-organismes provenant du sol, des déchets domestiques et industriels (Maiga, 2005).

Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable.

Les sociétés de production d'eau ont donc une tâche beaucoup plus ardue pour produire de l'eau de distribution au départ d'eau de surface (Gillis, 2001).

I-3 L'eau en Algérie :

Les potentialités en eau sont estimées globalement à 19 km³ par an, correspondant à environ 530 m³ par habitant et par an (situation de 2010). Sans le recours à de nouvelles ressources, ce taux passera à moins de 500 m³/habitant en 2025. De ce fait, l'Algérie se situe

dans la catégorie des pays pauvres en ressources en eau, au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³/ habitant/ an.

Les ressources en eau se répartissent comme suit :

- 14 km³ dans les régions Nord : 12 km³ (écoulements superficiels), 2 km³ (ressources souterraines) ;
- 5,2 km³ dans les régions sahariennes : 0,2 km³ (écoulements superficiels), 5 km³ (ressources souterraines) (Mebarki, 2010).

La rareté grandissante des ressources en eau qui résulte de la diminution des quantités disponibles par habitant, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social imposent donc l'élaboration et la définition d'une stratégie de gestion de l'eau à moyen et à long terme. Le problème de l'eau est aggravé ces dernières années de sécheresse qui ont touché l'ensemble du territoire, ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau (Remini, 2010).

II- Caractéristiques de l'eau :

L'eau pour être déclarée potable, doit satisfaire à des critères la rendant propre à la consommation humaine, en plus d'être agréable au goût, elle doit répondre aux exigences de normes internationales contenues dans des directives de l'OMS (Guelil et al 2010).

II-1 Caractéristiques organoleptiques

La qualité organoleptique de l'eau potable est importante, car les goûts, les odeurs, la couleur et la turbidité sont directement évalués par le consommateur qui accepte ou refuse le produit (Sylvie ,1993).

II-1-1 Couleur :

La couleur de l'eau est due à la présence de matières organiques colorées (substances humiques), de métaux ou de rejets industriels (industries papetière et textile...). Les métaux qui colorent l'eau sont notamment le fer (couleur rouge), qui provient soit de la composition naturelle des eaux, soit de la dissolution des tuyauteries métalliques des réseaux de distribution, et le manganèse (couleur noire).

Dans les cas extrêmes, une coloration bleu clair peut apparaître en présence de cuivre. Mais la couleur de l'eau résulte essentiellement de particules colloïdales en suspension, peu

ou pas décantables. La couleur réelle de l'eau est liée aux seules substances dissoutes donc après élimination de la turbidité (Potelom et Zysman, 1998).

II-1-2 Odeur

L'odeur est une propriété organoleptique par l'organe olfactif en (flairant) certaines substances volatiles. Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme : « l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles ; la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune des ces substances » (Rodier, 2005).

II-1-3 Saveur :

- Une eau de consommation humaine doit présenter un bon goût.
- Sa saveur dépend essentiellement de la qualité et de la nature des corps dissous.

À l'état naturel, une eau avec concentration des sels habituels et anhydride carbonique sa saveur sera fade, c'est le cas des eaux à longue durée de stockage (eau de citerne).

-Si une eau renferme trop de chlorures, elle aura un goût saumâtre.

- Si elle contient beaucoup de sel de magnésium, elle aura un goût amer (Rodier, 2005).

II-1-4 turbidité :

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau ; c'est l'inverse de la limpidité. Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant à une lumière incidente d'être déviée (diffraction) ou absorbée par des particules plutôt que transmise en ligne droite (Santé Canada, 1995).

Elle indique combien d'énergie émise dans ce milieu est réfléchi par les particules qu'il contient (OFSP, 2010). La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou laboratoire (Rodier, 2009).

II-2 Caractéristiques physico-chimiques

II-2-1 Température :

Il est important de connaître la température de l'eau potable, car c'est le facteur le plus apprécié pour une eau de boisson, avec la clarté et le goût. Celle-ci varie avec les saisons et influe sensiblement sur les constantes d'équilibres (constante de l'association des molécules).

Pour que l'eau potable soit désaltérante, sa température doit varier entre 8 et 15°C. Cependant, son augmentation favorise le développement des micro-organismes (Legrand et Poirier, 1976).

II -2-2 Potentiel hydrogène (pH) :

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante. Dans les eaux naturelles et au dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité. Les variations de température saisonnières peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont superficielles.

Une température élevée peut favoriser des goûts et des odeurs désagréables. De plus elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques. Les acteurs des eaux peuvent difficilement agir sur la température de l'eau. Les efforts doivent donc se porter sur d'autres paramètres qui évoluent en fonction de la température (Maiga, 2005).

II-2-3 Dureté ou titre hydrotimétrique :

La dureté ou titre hydrotimétrique (**TH**) correspond à la somme des concentrations en cations de Ca^{++} et Mg^{++} à l'exception des alcalines. Selon Rodier (2009), dans l'eau sont déterminées :

- la dureté calcique qui correspond à la teneur globale en sels de calcium ;
- la dureté magnésienne qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium ;
- la dureté carbonatée correspond à la teneur en hydrogénocarbonate et carbonate de calcium et de magnésium.

Tableau 1 : la potabilité en fonction de la dureté (Khadraoui et Taleb)

D°h (F°)	0 -7	7 - 22	22 - 32	32 - 54	>54
Dureté de l'eau	douce.	Modérant douce	Assez douce.	dure	très dure

II-2-4 Conductivité électrique :

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la résistance qu'elle oppose au passage d'un courant électrique. Cette résistance peut s'exprimer de deux manières: la résistivité ou son inverse, la conductivité. La conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation (teneur globale en espèce minérales généralement ionisées) et varie en fonction de la température.

La conductivité en tant que telle n'a pas d'effet sur la santé, puisqu'elle reflète la concentration de l'ensemble des minéraux dissous (Potelom et Zysman.,1998). La mesure de la conductivité de l'eau permet d'apprécier sa minéralisation.

Tableau 2 : Conductivité de l'eau en fonction de sa minéralisation (Vierling, 2008).

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C ($\mu\text{S}=\text{micro- siemens}$)	Minéralisation de l'eau
≤ 100	Très faible
≤ 100 et ≤ 200	Faible
≤ 200 et ≤ 400	Peu accentuée
≤ 400 et ≤ 600	Moyenne
≤ 600 et ≤ 1000	Importante
≥ 1000	Excessive

II-2-5 Résidus secs :

Ces valeurs, qui sont à relier avec la mesure de la conductivité, sont influencées par la température et par la durée de la dessiccation. Les résidus secs permettent d'apprécier la minéralisation d'une eau. Les résidus secs n'ont pas, en eux-mêmes, d'effets sur la santé. Ils constituent un indice représentatif de la minéralisation de l'eau, donc de sa charge en substances dissoutes.

Les eaux très minéralisées semblent bien contribuer à l'équilibre des différentes constantes physiologiques de l'homme et surtout de l'enfant. Cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens complexes.

-Les matières dissoutes influent sur la saveur de l'eau.

-Certains sels agissent sur corrosion ou l'incrustation dans les réseaux de distribution (Potelom et Zysman, .1998).

I-3-1-6 L'acidité :

L'acidité d'une eau correspond à la présence d'anhydride carbonique libre, d'acides minéraux et de sels d'acides forts et de bases faibles.

Il faut s'avoir qu'une eau d'un pH neutre (pH=7) ou inférieur n'est pas considérée comme non corrosive, car cela dépend du taux de carbonate et de CO_2 qu'elle contient.

Donc les plus importants dans une eau destinée à la consommation humaine, c'est d'adopter une valeur de pH qui permet d'avoir une eau non corrosive (Tworat et al, 1994).

II-3 Caractéristique microbiologique :

Les micro-organismes rencontrés dans l'eau dans la nature sont de trois types : germes typiquement aquatique, des telluriques, et des contaminations humaine ou animale. Les germes typiquement sont des algues microscopiques et de bactéries.

Les bactéries appartiennent le plus souvent aux genres : *Vibro*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium*, mais aussi à d'autres genres, à moins d'intérêt *Spirillum*, *Crenothrix*, *Garllionella...etc.* (Bactérie de la corrosion poussant mal sur les milieux de culture ordinaire).

Les germes aquatiques sont présents dans les nappes où ils contaminent les réseaux d'adduction. Les germes telluriques rencontrés dans l'eau sont des bactéries sporulées (*Bacillus*, *Clostridium*) ou appartenant aux germes *Streptomyces* et quelques fois les spores fongiques. Ils sont présents parfois dans les nappes et peuvent contaminer les réseaux de mauvais états.

Les germes de pollution humaine ou animale sont des germe souvent pathogènes et essentiellement d'origine intestinale, il s'agit Entérobactérie (*Esherichia*, *Coliformes*, *Salmonella*, *Shigella*) de Streptocoque fécaux, de *Clostridium perfringens*, de *Vibrio cholerae* (Guiraud, 1998).

II-3-1 Coliformes totaux :

Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins 48 h à 35 °C (Desjardins, 1997).

La présence d'un petit nombre de coliforme (1-10/100 ml) dans les eaux souterraines non traitées n'a qu'une signification réduite sur le plan sanitaire, lorsqu'elle s'accompagne pas de coliformes fécaux. La méthode de référence pour l'analyse est la méthode générale par l'ensemencement en milieu liquide (NPP) ou par filtration sur membrane (Potelom et Zysman, 1998).

II-3-2 Coliformes fécaux ou thermotolérants

Ces coliformes sont capables de se développer à 44° C alors qu'aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est *Escherichia coli* (*E.coli*). Cette bactérie apparaît toujours en grandes quantités dans les déjections animales et humaines et ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols et les eaux qui n'ont pas été l'objet d'une pollution fécale.

Les coliformes fécaux ou thermotolérants constituent un bon test de contamination des eaux par les matières fécales (Potelom et Zysman, 1998).

II-3-3 Germes totaux :

Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais, sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes dans les systèmes de dialyse. Ce paramètre permet de mesurer les conditions sanitaires de la distribution (stagnation de l'eau, entretien déficient, présence de nutriments...) et du résiduel de désinfection.

Une concentration en germe totaux trop importante peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique. Une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution. Les déterminations sont réalisées, d'une part, au niveau du traitement et, d'autre part, dans les réseaux de distribution (Potelom et Zysman, 1998).

II-3-4 *Streptocoques* fécaux :

Les *Streptocoques* fécaux sont des *Streptocoques* du groupe D présumés : Cocci Gram positif en chainettes. Catalase négative et possédant l'antigène de groupe D. Dans les eaux, ils sont témoins de contamination fécale, car ils ont tous un habitat fécal, mais leur spécificité n'est pas identique pour toutes les espèces (Bonney et al, 2002).

I- l'eau et la santé publique :

L'eau est la denrée la plus importante de notre alimentation. Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Le code de la santé publique est le pilier du dispositif réglementaire permettant de contrôler la qualité de l'eau de consommation, ce contrôle permet de vérifier que les normes de potabilité sont respectées. Il permet d'informer les différents responsables sur les risques sanitaires pour les populations et ainsi leur apporter un concours dans la recherche de la fiabilité et de la sécurité des approvisionnements et des équipements.

Une eau qui semble claire et limpide peut transporter en ses toutes sortes de substances inertes et vivantes, dont certaines peuvent être nocives pour l'organisme humain. C'est pourquoi toutes les eaux dans la nature ne sont pas bonnes à boire. « Nous buvons 90% de nos maladies », disait Louis Pasteur à la fin du XIXe siècle, ainsi, l'eau peut être le vecteur de nombreuses maladies qu'elles soient bactériennes, virales ou parasitaires (El-yamani, 2006)

II- Risques sanitaires liés à l'eau :

Selon l'OMS, 30.000 personnes par jour environ, approximativement 10 million par an, meurent en raison de l'insuffisance ou de la mauvaise qualité de l'approvisionnement en eau et de conditions d'hygiène déplorables (Maiga, 2005).

II-1 Les Risque microbiologiques :

Les eaux naturelles superficielles et, dans une moindre mesure, souterraines véhiculent une multitude de micro-organismes dont certains sont pathogènes pour l'homme. L'origine de ces contaminations microbiologiques des eaux se trouve dans les eaux résiduaires, les déchets et les excréments humains et animaux insuffisamment traités et/ou rejetés dans de mauvaises conditions dans le milieu naturel.

Un très grand nombre d'organismes peuvent ainsi être retrouvés dans les ressources utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (bactéries, virus, parasites...) (Potelom et Zysman., 1998).

II-1-1 Les maladies d'origines hydriques liées à des bactéries :

❖ Fièvre typhoïde et paratyphoïde

Elles sont dues à des salmonelles : salmonella typhi et paratyphi sont caractérisées par la fièvre, des céphalées, des diarrhées, des douleurs abdominales accompagnées d'un abattement extrême et peuvent avoir des complications graves et parfois mortelles. La contamination se fait par voie digestive à partir de l'eau contaminée par des matières fécales et d'aliments avariés (Roland, 2003).

❖ Choléra

Le cholera est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours. Il se caractérise par une diarrhée profuse à grains riziformes. Elle s'accompagne de vomissement et de douleur épigastriques avec anuries et crampes musculaires. Son évolution est mortelle en absence de réhydratation et d'antibiothérapie (Roland, 2003).

Le mécanisme d'action est due à une toxine de 103 acides aminées qui se fixe sur les cellules du duodénum responsables de l'absorption de l'eau et de la lumière intestinale vers le milieu intérieur et ou inverse le mécanisme ce qui conduit à une perte d'eau d'environ 8 à 10 litres par jour. Compte tenu de cette transmission hydrique, la chloration des eaux de distribution s'avère obligatoire, ces mesures préventives sont très efficaces (Haslay et Leclerc, 1993).

II-1-2 Les maladies d'origines hydriques liées à des virus :

Une flore variée peut être trouvée dans eaux brutes. En ce qui concerne les virus entériques, associés généralement aux infections des voies gastro-intestinales, ils peuvent également infecter d'autres parties du corps. En tant qu'agents pathogènes intestinaux, ces virus sont amenés, par l'intermédiaire des fèces, à entrer dans le système de traitement des eaux usées (O.I.D.E, 1989).

II-1-3 Les maladies d'origines hydriques liées à des parasites :

De nombreuses maladies peuvent avoir une origine hydrique, la plupart sont des gastro-entérites, ou toxi-infections intestinales. Elles sont généralement liées à la présence des parasites (Cercaires de la schistosomiase, Kystes de la cysticercose, Douve du foie, *Fasciola hepatica*, *Echinococcose*, *Spirometra*, *Dracunculus*, ...etc.). (Guiraud, 1998)

II-1-4 Les maladies d'origine hydrique liée à des protozoaires :

Les protozoaires peuvent s'accumuler dans certaines parties du corps, après avoir pénétrer dans le corps humain. Les accumulations sont appelées des kystes. De fait de leur nature parasitaire, les protozoaires peuvent provoquer plusieurs maladies (Valigines, 2003).

II-2 Les risques chimiques :

Concernant le risque chimique, la multitude des composants chimiques qui existent, à la fois d'origines naturelle et anthropique, entraînent des analyses nombreuses et complexes, qui paraissent souvent onéreuses. Cependant, de la précision du résultat analytique dépendra la qualité des eaux et/ou le choix des procédés de traitement. Ainsi la conformité de l'eau de distribution est évaluée en comparant les résultats lors de l'analyse d'un échantillon avec l'ensemble des paramètres qui font l'objet d'une norme ou référence de qualité. Distribuer de l'eau potable, c'est acheminer une eau conforme aux normes de potabilité (Rodier, 1984).

II-2-1 Eléments indésirables :

A titre d'exemple le fer, le cuivre, le zinc et le manganèse en excès peuvent être responsables, selon le cas, de mauvais goût et de colorations anormales des eaux, de dépôt de prolifération bactérienne dans les canalisations et de taches sur le linge au cours de son lavage. Ces éléments métalliques sont souvent la cause de la manifestation de phénomènes de corrosion (Vilagines, 2003).

II-2-2 Elément ambivalents :

Deux exemples de ce type sont significatifs d'une activité biologique bénéfique ou nocive selon les concentrations en jeu : les fluorures et le sélénium (Vilagines, 2003).

- **Sélénium :**

Il est habituellement trouvé dans les eaux naturelles à des teneurs de l'ordre de quelque microgramme par litre. Cependant, il peut atteindre des concentrations de 50 à 300 µg/l dans des eaux provenant de zones sélénées. A faible concentration, le sélénium est un élément indispensable, en particulier hépatoprotecteur, et sa carence provoque des myopathies chez l'animal. Inversement, à concentration supérieure à 2 mg/l, il est responsable de troubles chez le bétail : alopecie, déformation des sabots, cécité, paralysies. Expérimentalement, le sélénium induit l'apparition d'hépatomes chez la rate. De plus, selon des enquêtes récentes, il prédisposerait aux caries dentaires au cours des premières années de la vie (Vilagines, 2003).

- **Fluorures:**

Les fluorures sont favorables et même indispensables à faible concentration, ils constituent un élément essentiel de l'alimentation et de l'eau de boisson car ils jouent un rôle particulièrement important dans la prévention de la carie dentaire chez l'enfant.

Lorsque, pour certains régimes déficients, la concentration en fluorures de l'eau d'alimentation est largement inférieure à 0,5 mg/L une augmentation statistique de l'incidence des caries dentaire est prévisible.

Inversement, si la concentration en fluorures est largement supérieure à 1mg/l, la consommation prolongée d'eau associée à un régime riche en fluor peut être à l'origine de fluorose résultant d'effets cumulatif et se traduisant par des manifestations dentaire (émail tacheté) et principalement osseuses (ostéopétrose) (Vilagines, 2003).

II-2-3 Métaux lourds et éléments toxiques :

Les métaux sont présents dans l'eau et l'environnement terrestre sont des éléments nécessaires au fonctionnement normal des plantes et des animaux. Ils jouent un rôle important dans la transformation de la matière, principalement dans les mécanismes enzymatiques (Verback, 2002).

Une faible concentration de ces éléments dans l'environnement a généralement un effet positif et stimule l'activité des organismes vivants. Au-delà du seuil maximum, ils inhibent la croissance et le développement et peuvent même être toxiques (Kozlowski, 2002).

En toxicologie, ils peuvent être définis comme des métaux à caractère cumulatif (Souvent dans les tissus graisseux) ayant essentiellement des effets très néfastes sur les organismes vivants (Alder, 2001).

Parmi ces métaux nous avons :

- **Arsenic**

L'arsenic est un élément naturel qui entre dans la fabrication d'une multitude de produits et peut constituer un contaminant naturel des eaux de façon directe par le biais des effluents industriels, et de façon indirecte par des dépôts atmosphériques. L'arsenic est considéré comme étant cancérigène pour les humains (Letourneau, 1989).

Il est généralement présent à concentration faible dans les eaux de surface. On leur a associé des intoxications humaines endémiques caractérisées essentiellement par une mélanodermie de pied et une sclérose des membres inférieurs. En outre, cet élément est capable de s'accumuler dans des organismes marins comme les crevettes et les palourdes qui

peuvent en contenir jusqu'à 100 mg/kg. Sachant par ailleurs que l'arsenic est doué de propriétés cancérigènes (Vilagines, 2003).

- **Plomb :**

Le plomb est l'un des premiers produits dont on a la toxicité, il y a environ 2200 ans. Le principal effet du plomb sur le système sanguin est le blocage de certaines réactions chimiques nécessaires à la formation des globules rouge. Malheureusement, on le retrouve aujourd'hui un peu partout dans notre environnement (Verbanck, 2002).

Des contaminations peuvent néanmoins intervenir à partir de canalisations en matière plastique utilisant comme stabilisant du stéarate de plomb. Ordinairement, les eaux naturelles en contiennent de l'ordre de 4 à 5µg/L, la quantité ingérée par l'intermédiaire de l'eau d'alimentation est donc faible par rapport à la dose totale absorbée. Les maladies provoquées par cet élément sont : des maladies cardio-vasculaire, sida, cancer, etc. (Vilagines, 2003).

II-2-4 Pesticides :

Le terme pesticide est le terme le plus couramment employé pour désigner les produits utilisés pour la protection des cultures et les denrées stockées. Ils sont également dénommés : substances phytosanitaires (Vilagines, 2003). Ils se présentent sous forme de poudres (pour poudrage, mouillables, solubles), de granulés, d'émulsion, de préparation micro encapsulées, de solutions dans divers solvants (kérosène, xylène, fraction de pétrole).

Les effets des pesticides sur la santé humaine sont difficiles à évaluer, néanmoins des effets aigus et chroniques sont aujourd'hui reconnus pour certains d'entre eux (maux de tête, paralysie, effets cancérigènes, baisse de la fertilité...) (El-Yamani, 2006).

III- Pollution de l'eau :

La pollution de l'environnement peut être défini comme : « une modification dans le milieu de substances naturelles, synthétiques ou d'énergie susceptibles de mettre en danger la santé de l'homme, de nuire aux ressources biologiques, à la flore et la faune et d'altérer la qualité du milieu naturel ou de gêner son développement ou son utilisation ».

La définition indiquée dans la loi n°64,1245 du 16/12/1964 en France « pollution des eaux se rapportent à des déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature plus généralement tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, qu'ils

s'agissent d'eau superficielle, souterraine ou de mer dans la limite des eaux territoriales (Miloudi, 2009).

On distingue généralement les divers types de pollution selon les catégories de polluants ou l'origine de la pollution : naturelle, chimique, biologique,...etc.

III-1 Pollution naturelle :

La pollution naturelle de l'eau provient d'abord et avant tout des produits de l'érosion des sols qu'elles traversent. Les eaux de surfaces contiennent des impuretés qui ont pour origine :

- ❖ La dissolution des encaissants (roche, terrains, traverse...), ces encaissants sont responsables de la variation du pH et de la conductivité ;
- ❖ Les colloïdes minéraux (argile, gel de silice...) qui sont responsables de la turbidité ;
- ❖ Les matières organiques, qui peuvent avoir deux origines:
 - Origine naturelle : produits de dégradation des végétaux métabolites des algues et des micro-organismes ;
 - Origine artificielle : due à la pollution industrielle et agricole (Kettab, 1992).

III-2 Pollution chimique :

La pollution chimique est liée aux rejets industriels, aux eaux d'origine urbaine, à l'emploi dans l'agriculture des pesticides et des engrais (Rodier, 2005). Les produits qui génèrent cette forme de pollution sont des matières organiques et graisses (industries agro-alimentaires, rejets d'abattoirs), des hydrocarbures, des métaux (traitement de surface, métallurgie), des acides, des bases, des produits chimiques divers (industries chimiques, tannerie), matière radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) et eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques) (Gaid, 1984).

III-3 Pollution biologique :

Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies transmises par l'eau se trouve dans l'appareil digestif de l'homme et les animaux, les eaux résiduaires urbaines sont très chargées en germes intestinaux, dont beaucoup sont des pathogènes dès qu'un effluent contenant une proportion plus ou moins importante de matières fécales humaine ou animale pénètre dans un environnement aquatique, les germes pathogènes et les indicateurs fécaux sont transférés à ce dernier (Haslay et Leclerc, 1993).

IV- Traitement des eaux

Toutefois, certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent servir à la production d'eau potable qui doit elle-même satisfaire les qualités physico-chimiques et biologiques. La fabrication d'eau potable à partir des eaux naturelles nécessite en général un traitement adapté aux paramètres de qualité à corriger.

Dans le cas des eaux souterraines de bonne qualité, une simple étape de traitement est nécessaire, la chloration (Guergazi et Achour, 2005). Il peut enfin comporter toute une série d'étapes lorsque la ressource est d'origine superficielle et contient donc divers polluants chimiques et biologiques. Il comporte en général les étapes suivantes (le nombre et le choix des étapes étant fonction de la qualité de l'eau brut) (Festy et al, 2003).

Les eaux prélevées contiennent des matières en suspension, des produits organiques ou minéraux, des micropolluants qu'il faut éliminer.

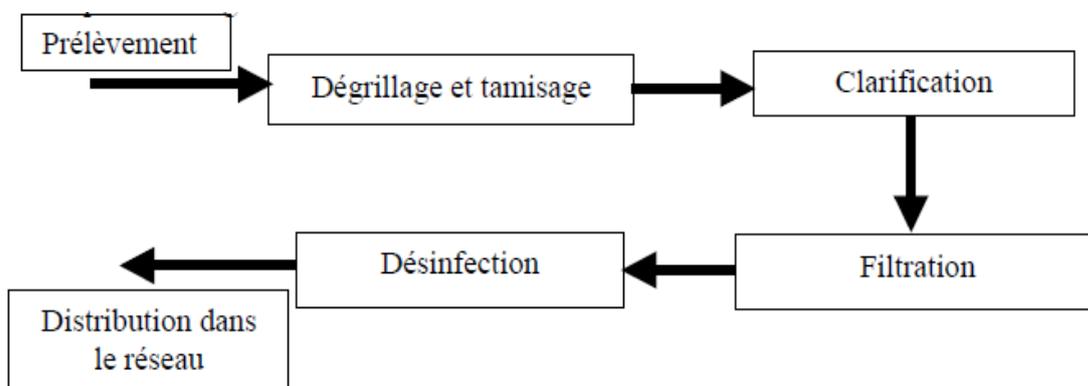


Figure 2: Schéma de principe du traitement.

- **Dégrillage et tamisage :** consiste à faire passer l'eau à travers des grilles ou tamis afin de retenir les plus grosses particules.

- **La clarification** : s'effectue en ajoutant à l'eau un réactif chimique (un sel d'aluminium par exemple) qui va provoquer la coagulation de petites particules qui vont se regrouper pour former des floccs qui vont décanter et former des boues qui seront retirées.
- **La filtration** : sur sable consiste à faire passer l'eau à travers une couche de 80 à 150 cm de sable et permet de retenir les particules qui n'ont pas décanté précédemment. Il est lavé de temps à autre à contre courant pour le régénérer.
- **La désinfection** : est la dernière étape et elle permet d'éliminer les micro-organismes résiduels. Il existe plusieurs techniques :
- **La chloration**. est une stérilisation par le chlore qui consiste à injecter dans l'eau des quantités précises d'eau de Javel ou de chlore gazeux. On utilise parfois du bioxyde de chlore pour obtenir une eau de meilleure qualité gustative. L'avantage de cette méthode à d'avoir une action rémanente dans les canalisations.
- **L'ozonation**. est une stérilisation par l'ozone (O₃). L'ozone réalisé par un ozoneur est mis en contact avec l'eau dans laquelle il se dissout. C'est un oxydant puissant et une dissolution de 1 à 4 mg/litre d'eau garantie la destruction de tous les micro-organismes pathogènes de l'eau. Il a l'avantage de ne pas donner de goût rémanent mais comme s'auto-détruit rapidement, n'exerce plus d'action dans les canalisations.

Certaines eaux ont des micropolluants à l'état de traces (pesticides, matières organiques...) ce qui nécessite un «affinage ». On utilise pour cela des lits de charbon actif disposé sur environ 1 mètre d'épaisseur. Ils vont adsorber ces molécules indésirables et permettre ainsi d'éliminer le mauvais goût et les odeurs de l'eau (René Moletta, Anonyme).

I- Présentation de la région d'étude :

I-1 Situation et limite de la région d'étude:

La commune d'Ourlal se situe au Sud-ouest du chef lieu de la wilaya Biskra. Elle s'étend sur une superficie de 190.10 km². Elle est limitée au Nord par la commune de Bouchagroune, au Sud par la commune de S'tial (wilaya de El-Oued), à l'Est par la commune de M'lili et à l'Ouest par la commune de Mekhadema. Issue du découpage administratif de 1987, Ourlal devient une Daïra, elle se compose de cinq communes : Ourlal, M'lili, Mekhadema, Oumache, Lioua.

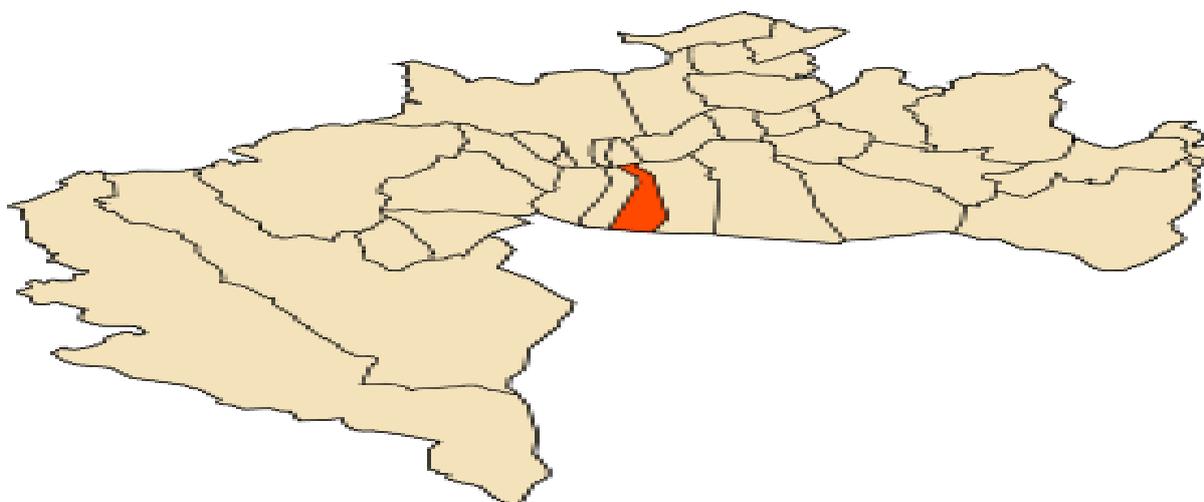


Figure 3 : Situation géographique d'Ourlal (2)

I- 2 Données climatiques

- **Les températures**

Nous avons repris dans le tableau 3 les températures moyennes des minimas, des maximas et des moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (2003-2013).

Tableau 3:Température mensuelle moyenne, minima, maxima à Biskra pour la période (2003-2013).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin
Tp max	19.32	20.47	25.73	30.61	35.61	45.28
Tp min	7.47	8.35	12.96	16.6	21.59	27.06
Tp moy	26,72	14, 41	19.34	23.60	26.10	36.17

Tableau 3bis: Température mensuelle moyenne, minima, maxima à Biskra pour la période (2003-2013).

Mois	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Tp max	45.22	45.02	38.01	45.74	25.35	19.47	27.52
Tp min	30.98	31.03	25.09	13.4	13.4	8.55	18.63
Tp moy	38.10	38.02	31.59	29.57	19.37	14.01	26 ,41

II- Matériels :**II-1 Sur le terrain :**

- Flacons : pour l'échenillage (polyéthylène et verre).
- Glacière : assure le transport des échantillons à température basse.

II-2 Au laboratoire :**A- Laboratoire physicochimique :**

- Verreries :
 - Pipettes.
 - Des béchers.
 - Burettes
- Spectrophotomètre
- Balance analytique.
- Multi paramètres

Pour mesurer :

- pH.
- Température.
- Conductivité...

B. Laboratoire de microbiologie :

- Étuve : pour l'incubation.
- Autoclave : pour l'autoclavage (verreries...).
- Bain marie : pour dissolution des milieux de culture.
- Bec benzène : stérilisation lors de l'analyse microbiologique.
- Boîtes de pétrie.
- Tubes à essais.

III- Méthode d'échantillonnage**A – Prélèvement au robinet :**

Dans ce cas, la manipulation s'effectue dans les meilleures conditions de stérilité.

Avant de procéder au prélèvement proprement dit :

- Enlever les brises jets et tuyaux de caoutchouc adaptés au robinet choisi, débarrasser celui-ci le cas échéant des concrétions calcaires qui ont pu se déposer ;
- Se laver soigneusement les mains et avant bras ; les rincer à l'alcool ; laisser sécher ;

-Flamber le robinet pendant au moins 1 minute, en utilisant par exemple une lampe à souder portative à gaz butane. (Rodier ,1996)

-En pratique, il convient d'ouvrir le robinet à débit maximum pendant 5à10 secondes puis de le ramener à un débit moyen pendant 2 minutes (Rodier, 2005).

- Les prélèvements sont manuels, les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre ou en polyéthylène, selon l'élément à analyser.

- Pour les analyses bactériologies, on a utilisé des flacons en verre blanc de 100ml, stérilisés dans l'autoclave à 120°C pendant 30 min.
- Après le prélèvement, les échantillons sont transportés dans une glacière à une température de 4°C, à l'abri de la lumière.
- Les analyses doivent être réalisées le plus vite possible, chaque flacon doit porter un code qui lui sera attribué par rapport à la source dont il a été prélevé, ainsi que la date de prélèvement, pour éviter toute confusion avec les autres échantillons.
- Les analyses physiques (température, PH) sont réalisées sur place à l'aide d'un appareil multi paramètres.
- Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire du complexe textile de Biskra (TIFIB : ex SONITEX).

B- Choix des paramètres

Les paramètres analysés sont l'électrochimie :(température, conductivité, pH, turbidité) et, TAC, TH, TH Ca^{+2} , TH Mg^{+2} , chlorure Cl^- , phosphate PO_4^{-3} , fer Fe^{+2} , sulfate SO_4^{-2} , MES, l'oxygène dissous, recherche et dénombrement les germe totaux, recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux, l'intensité et l'identification des goûts et des odeurs.

IV- Méthode d'analyse:

Les échantillons de prélèvement ont été placés dans une glacière puis transportés en moins de 24 heures au laboratoire (TIFIB), à leurs arrivées au laboratoire, une portion des échantillons a été analysée pour déterminer le pH, la turbidité, la conductivité, la température, et les variables microbiologiques.

Tableau 4: la date, le temps et le lieu des prélèvements

Lieu	Nature de l'échantillon	Date	Heure de prélèvement
Ourlal	Eau de robinet	14-04-2014	5 :30
Camion-citerne	Forage	14-04-2014	6 :00

Ourlal : AEP.

Camion-citerne : source Sidi Khaled.

IV-1 Analyse organoleptique

❖ Méthode d'évaluation des goûts et des odeurs de l'eau

• Méthode du FPA :

La méthode communément utilisée est celle du "flavor profile analysis" (FPA). Cette technique a été développée dans l'industrie de l'alimentation. La FPA donne une description complète des saveurs et des arômes présents dans les échantillons. Cette méthode est basée sur le jugement de membres entraînés qui discutent des arômes, des goûts et de leur intensité.

Un échantillon est présenté simultanément à tous les membres du jury. La description et l'intensité des goûts et des odeurs sont notées individuellement par les membres. Par la suite, on discute des résultats et on tente d'atteindre un consensus.

Si 50% ou plus des membres ont la même description, l'intensité est calculée comme une moyenne des notes individuelles.

Par contre, si moins de 50% donne une description particulière, cette description est ajoutée au résultat comme une note.

Cette méthode procure une meilleure compréhension de la relation entre les composés organiques traces et les goûts et les odeurs dans l'eau (Sylvie, 1993).

Mode opératoire:

Nous avons ramené nos échantillons d'eau auprès de 50 personnes âgées entre 35 et 40 ans et non-fumeuses et que 80% d'entre eux sont des femmes, car elles acceptent facilement de coopérer en plus qu'elles ont un sens développé de la sensation du goût et de l'odorat. Après avoir leur fourni des échantillons nous avons leur demander de goûter et de noter leurs observations.

❖ Détermination de la turbidité:**Principe :**

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection des matières non dissoutes absorbant mais diffusant mal, qui passerait inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée (Rodier, 1996).

Mode opératoire :

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre (HACH). La cuvette de mesure remplie par l'échantillon, propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser, bien homogénéisé et effectuée rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. Les résultats ont été exprimés en «NTU».

❖ Détermination de la Couleur:**Principe :**

La couleur est exprimée en couleur « apparente » ou en couleur « vraie ». La couleur apparente inclue celle due aux substances dissoutes et aux matières en suspension. En filtrant ou en centrifugeant l'échantillon on détermine la couleur vraie.

Mode opératoire :

- Enter le numéro de programme mémorisé pour la couleur vraie.
- Presser : 120READ/ENTER, l'affichage indique : REGLER 455nm.
- Tourner le bouton de réglage de longueur d'onde jusqu'à ce que l'affichage indique : 455 nm.
- Presser READ/ENTER, l'affichage indique : UNITES COULEUR.
- Place le blanc dans le puits de mesure. Fermer le capot.
- Presser : ZERO l'affichage indique : ATTENDRE puis : 0 UNITES DE COULEUR.
- Remplir un flacon avec un 25ml d'échantillon.
- Place le flacon dans le puits de mesure. Fermer le capot. Presser READ/ENTER l'affichage indique : ATTENDRE puis le résultat en unités platine-cobalt s'affiche.

IV-2 Analyse Bactériologique:**❖ Recherche et dénombrement des Germes totaux :****Préparation des dilutions :**

On prélève dans un flacon 10 ml de l'eau à analyser que l'on place dans un tube à essai à l'aide d'une pipette stérile. On prélève du tube contenant l'eau à analyser 1 ml que l'on place dans un des tubes contenant les 09 ml de l'eau distillée, on homogénéise la solution, puis on prélève 1 ml de ce tube pour le mettre dans un troisième tube.

Mode Opératoire :

A partir de l'eau à analyser, en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} à 10^{-3} dans des tubes d'eau distillée, puis porter 1ml dans des boîtes de Pétri vides stériles. Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 14 ml de gélose TGEA (Tryptone Glucose Extract Agar : (voir annexe I) fondue puis refroidie à 45 ± 1 °C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

Incubation : Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 72 heures.

Lecture : Les germes se présentent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.
- Troisième lecture à 72 heures.

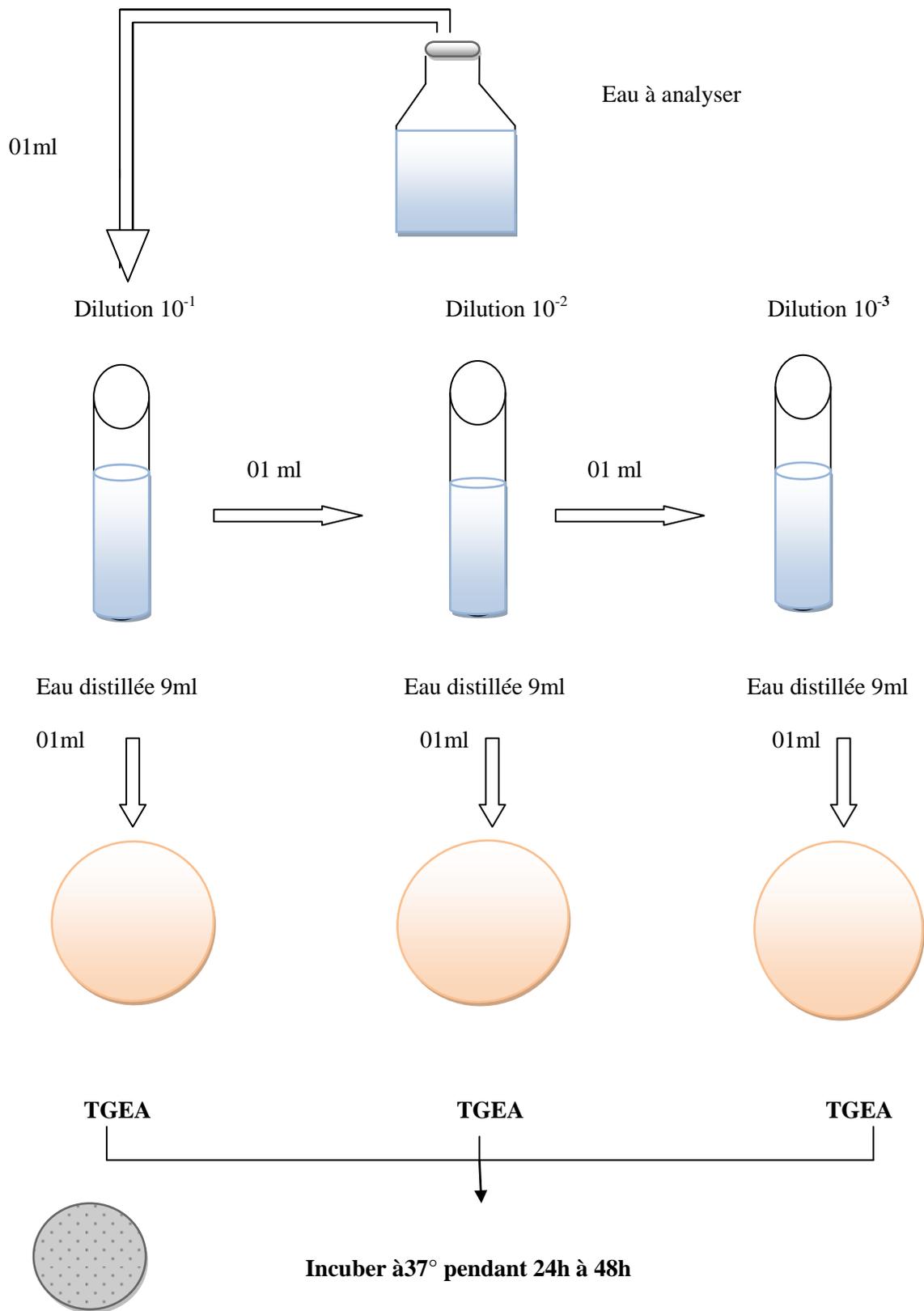


Figure 4: Recherche et dénombrement des Germes totaux

❖ Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux: en milieux liquides

✓ Présentation de la méthode de NPP :

Principe :

La technique du NPP fait appel à la méthode de fermentation en tubes multiples, au cours de laquelle au moins trois dilutions décimales de l'échantillon sontensemencées dans des éprouvettes de bouillon et incubées à une température précise, pendant une période donnée, ensuite les résultats sont expliqués selon le tableau de NPP sachant qu'un tube considéré comme positive prenant la valeur (1) et le tube négative a une valeur de (0).

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

Tableau 5: Le nombre plus probable (NPP)

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			NPP dans 100 ml
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100

- **Test de présomption :**

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

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham ;
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham ;
- 3 fois 0.1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham ;
- Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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 nombre le plus probable (NPP).

- **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 coll.* Les coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44 °C.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham. Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation : Se fait à 44 °C pendant 24 heures.

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

- Un dégagement gazeux,

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

❖ **Recherche et dénombrement de Streptocoques fécaux (en milieux liquides) :**

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

- Le test de présomption.
- Le test de confirmation : Réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

Test de présomption :

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

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.
- 3 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

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

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

- Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans un tube contenant le milieu LITSKY- EVA (voir annexe).

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

IV -3 Analyse physico-chimique :**❖ Détermination de Température T° :****Principe :**

La mesure de la température est effectuée sur le terrain. Cette mesure doit s'accompagner par des précautions en évitant le rayonnement du soleil et l'influence de la chaleur dégagée par l'opérateur (Rodier, 2005).

Mode opératoire :

La température a été mesurée au même moment et au même endroit que pour les prélèvements d'eau à l'aide d'un thermomètre en respectant les précautions décrites (Rodier, 2005).

❖ Détermination du potentiel hydrogène (pH) :**Principe :**

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans même solution est une fonction linéaire de pH de celle-ci selon les lois de Neast le potentiel de l'électrode est liée à l'activité des ions H⁺

Mode opératoire :

- Beaucoup d'appareils sont maintenant étalonné directement en unité de pH. Ils comportent aussi un régulateur ou compensateur de température pour les mesure effectuée en dehors de 20°C.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Immerger l'électrode dans l'échantillon.
- Procéder à une agitation.
- Faire la lecture après stabilisation du pH à la température de 20°C.

❖ Détermination de la Conductivité électrique (CE) :**Principe :**

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre ou une image cathodique (Rodier, 2005).

Mode opératoire :

La mesure de la conductivité est effectuée à l'aide d'un conductimètre (HACH). La verrerie doit être rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée, puis rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée ensuite on plonge la sonde dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; la mesure est faite dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide par un barreau magnétique sous une plaque agitatrice afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Les résultats sont exprimés à une température de référence égale à 20°C, les résultats ont été exprimés en « $\mu\text{s}/\text{cm}$ ».

-Placer le flacon dans le puits de mesure. Fermer le capot. Presser READ/ENTER l'affichage indique : ATTENDRE, puis le résultat en unités platine-cobalt s'affiche.

❖ Détermination de la dureté totale (hydrotimétrique =TH) par la méthode complexométrique à l'EDTA :**Principe :**

Procéder au titrage molaire des ions calcium et magnésium avec l'EDTA à pH= 10 (à cette valeur le complexe EDTA-Mg est plus stable). L'utilisation aussi du noir ériochrome T(NET) qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions Ca^{++} et Mg^{++} .

Mode opératoire:

La somme des concentrations en Ca^{++} et Mg^{++} a été dosée par complexométrie dans un échantillon d'eau de (50ml) en présence de (2ml) de NH_4OH et de deux gouttes de NET puis titrage avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur vers le bleu.

Expression des résultats :

$$\text{Ca}^{+2} = V_{\text{EDTA1}} \times 40.08$$

$$TH = V_{EDTA2} \times 100$$

$$Mg^{+2} = (V_{EDTA2} - V_{EDTA1}) \times 24.32$$

❖ Dosage du calcium et du magnésium :

Principe :

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à pH compris entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence de murexide. L.E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions des calciums libres, puis avec les ions calciums combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet (Rodier, 2005).

Mode opératoire :

Pour la dureté calcique, le principe est identique à celui de la méthode complexométrique décrite pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé (pH= 12) le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi (Murexide) ne se combine qu'avec le calcium (Tardat-Henry, 1984).

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, on peut calculer la dureté magnésium par la différence. Cette dernière est convertie en mg/l.

❖ Détermination de l'alcalinité par une méthode volumétrique :

Principe :

Dosage de l'alcalinité par la méthode visuelle : au cours du dosage par un acide fort, les différentes formes chimiques responsables de l'alcalinité passent par les étapes suivantes :

1- Neutralisation des ions OH^- et des ions CO_3^{2-} pour des eaux dont le pH > 8,3 Au 1^{er} point équivalent, pH=8, qui correspond à la zone de virage de la phénolphtaléine, les ions CO_3^{2-} se transforment en HCO_3^- . (TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques).

2- Neutralisation des ions HCO_3^- . Au 2^{ème} point équivalent, pH =4, qui correspond à la zone de virage de l'orange de méthyle, l'alcalinité totale de l'eau a disparu (TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates).

Mode opératoire :✓ **Détermination du titre alcalimétrique(TA) :**

Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une capsule de porcelaine blanche de 12 cm de diamètre environ. Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénophtaléine. Une coloration rose doit alors se développer dans le cas contraire le TA est nul, ce qui se produit en général.

Pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3. Verser ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de solution (pH=8,3).

Soit V le nombre de millilitres d'acide utilisé pour obtenir le virage.

✓ **Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) :**

Utiliser l'échantillon traité précédemment où le prélèvement primitif s'il n'y a pas de coloration. Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (pH=4,3). S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orangé au rose orangé (pH=4).

Soit V' le nombre de millilitres d'acide 0,002 N versés depuis le début du dosage. Retrancher de ce volume 0,5 ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.

❖ **Détermination volumétrique des chlorures:****Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromates de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

Mode opératoire :

- ✓ Prendre 5ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 2 gouttes de Chromates de potassium (10%).
- ✓ Titrer avec Nitrate d'argent (0,01N) jusqu'au virage la couleur brin.

Expression des résultats : $[CL^-] = V_3 \times 50,40$

V₃: Volume d'Ag NO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

❖ Détermination de l'oxygène dissous :**Principe :**

La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution (Rodier, 1996).

Mode opératoire :

Le même mode que le conductimètre, mais à une électrode à oxygène de l'appareil portable multi paramètres (HACH). Les résultats ont été exprimés en «mg/l».

❖ Détermination des sulfates par méthode gravimétrie (T.I.F.I.B):**Principe :**

Les ions SO_4^{2-} sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement en présence de chlorure de baryum BaCl_2 (Rodier, 2005).

Mode opératoire :

Peser les filtres avant filtration, noter P_1 poids initiale. Prendre 100ml d'échantillon ajouter 1ml HCl 25% puis ébullition, ajouter 1ml BaCl_2 et laisser refroidir.

Filtration par les filtre préalablement pesée, séchage des filtres à l'étuve et la pesée des filtres noter P_2 poids final.

Expression des résultats:

$$P(\text{BaCl}_2) = P_2 - P_1$$

Calcul: $[\text{SO}_4^{2-}] = P \text{ BaCl}_2 \times 4115$.

❖ Dosage colimétrique du phosphate PO_4^{3-} (T.I.F.I.B):**Principe :**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique (Rodier, 1996).

Mode opératoire :

-Prendre 10 ml d'eau à analyser.

-Ajouter 1ml indicateurs de phosphate :

- Solution N 1 : 150 ml acide sulfurique 97% dans 250 ml eau distillé.
- Solution N 2 : 25 g ammonium molybdate et 1 g ammonium métavanadate dans 400 ml eau distillé.
- Après refroidissement addition les 2 solutions dans 1000 ml eau distillé.

-Mesurer l'absorbance a la longueur d'onde 950 nm.

❖ Déterminer le fer par la Méthode spectrophotométrie (T.I.F.I.B):**Réactif :**

Solution A : résoudre 40 g d'acétate d'ammonium et 50 ml d'acide acétique et 50 ml eau distillé.

Solution B : 20 g hydroxyl ammonium chloride dans 100 ml eau distillé.

Solution C : 0.5 mg phenanthroline (1/10) chloride monohydrate dans 100 ml eau distillé.

Mode opératoire :

-Blanc : [10 ml d'eau distillé + 2 ml Solution A + 1 ml Solution B + 2 ml Solution C dans tube a essai].

-L'échantillon : [10 ml d'eau analyser + 2 ml Solution A + 1 ml Solution B + 2 ml Solution C dans tube a essai].

-Calcul : lecture direct en mg/l.

I- Présentation des résultats : Sont représentés dans les tableaux suivants :**Tableau 6 :** résultats des analyses organoleptiques.

Source	Critères	Odeur	Saveur
		+	+
L'eau de robinet (AEP)		18% de personnes	96% de personnes
Eau de camion-citerne		2% de personnes	4% de personnes

Tableau 7 : résultats des analyses microbiologiques.

Région	Nature d'échantillon	Date de l'analyse	G.T	C.T	C.F	S.F	E .coli
			G/ml	G/100ml	G/100ml		
Ourlal	Eau de robinet (AEP)	29-04-2014	12	11	00	00	Absent
	Eau de camion-citerne	29-04-2014	15	4	00	00	Absent

G.T : Germe totaux**C.T :** coliformes totaux**C.F:** coliformes fécaux**S.F :** Streptocoques fécaux**Tableau 8 :** résultats des analyses physico-chimiques (électrochimie) :

Région	Nature d'échantillon	Date de l'analyse	Electrochimie				couleur UCV
			T°	pH	COND	O ₂ D	
			°C	/	µS/cm	mg/l	
Ourlal	Eau de robinet (AEP)	14-04- 2014	24,3	7,8	2660	0	3
	Eau de camion-citerne	14-04- 2014	24,7	8,2	630	0	5

Tableau 9 : résultats des analyses physico-chimiques (Spectrophotométrie et Gravimétrie) :

Région	Nature d'échantillon	Date de l'analyse	Spectrophotométrie			Gravimétrie
			FER	Turbidité	PO ₄ ⁻	sulfate
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Ourlal	Eau de robinet(AEP)	14-04- 2014	0,05	0	0,69	864,15
	Eau de camion-citerne	14-04- 2014	0	0	1,12	452,65

Tableau 10 : résultats des analyses physico-chimiques (Volumétrie) :

Région	Nature d'échantillon	Date de l'analyse	Volumétrie				
			TAC	TH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻
			F°	F°	mg/l	mg/l	mg/l
Ourlal	Eau de robinet (AEP)	15-04-2014	62	107 ,40	28,6	240 ,5	130
	Eau de camion-citerne	15-04-2014	75	29,45	64,4	32,4	56

II- Discussion :

J'ai basé dans notre discussion sur les résultats des analyses organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques de l'eau, on respectant la nature de l'eau.

A-Interprétation les résultats des analyses organoleptiques :

Les consommateurs attacheraient plus d'importance aux goûts, aux odeurs, à la turbidité et à la couleur de l'eau, qu'à la présence de composés chimiques non-odorants, mais nuisibles pour la santé (Sylvie, 1993).

Grâce à l'analyse organoleptique (goût et odeur) de l'eau d'AEP à Ourlal et celle distribuée par des camions-citernes de la même localité et remplis à partir de la source de Sidi Khaled, nous avons observé les constats suivants :

❖ Odeur :

Il faut noter que 18% des personnes enquêtées ayant donné une réponse à nos questions ont souligné la présence de l'odeur dans l'eau du robinet contrairement à 2% seulement pour l'eau de citerne.

❖ Goût (Saveur) :

Il faut noter que 96% du total des personnes déclarent avoir sentir la présence d'un goût désagréable dans l'eau du robinet contrairement à l'eau de la citerne où uniquement 4% l'ont observé.

❖ Turbidité:

Les valeurs nuls de la turbidité pour l'eau d'AEP à Ourlal et celle distribuée camions citerne (0,0 N.T.U) Selon les normes OMS de l'eau potable fixée à 5,00 N.T.U (JORA, 2011).

Elle est causée par la présence de matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacles au passage de la lumière dans l'eau (Rodier, 1996).

❖ Couleur :

D'après les résultats, la coloration l'eau AEP d'Ourlal et l'eau distribuée par les camions citernes station ne dépasse pas la norme de 15 UCV

La couleur de l'eau est exprimée en unités de couleur vraie (UCV), c'est-à-dire la couleur de l'eau débarrassée de ses matières en suspension. (Santé et Bien-être social Canada, 1982).

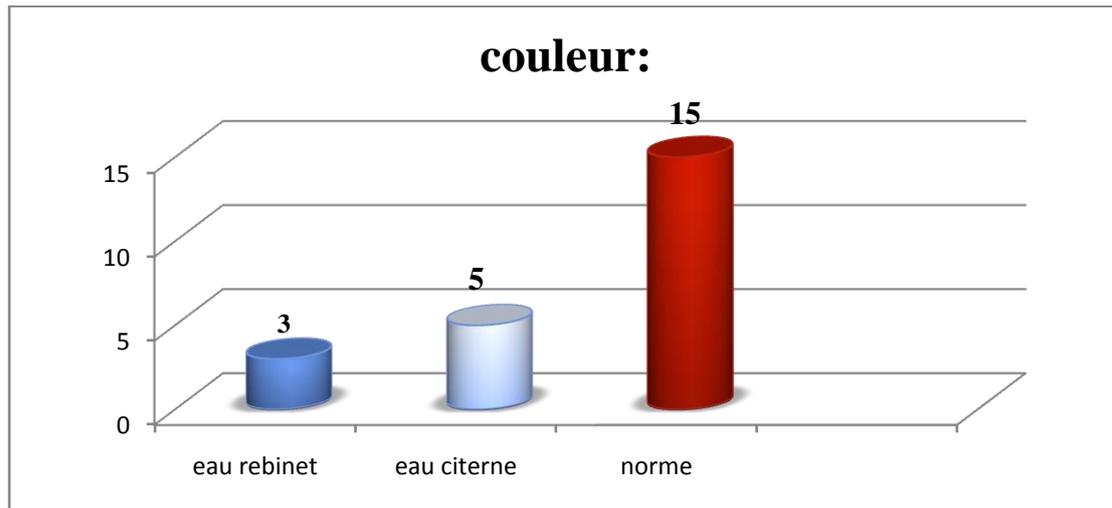


Figure 7 : Résultats mesurés de couleur.

B-Interprétation les résultats des analyses bactériologiques :

❖ Germe totaux :

D'après les résultats obtenus, de l'eau analysée (l'eau de robinet AEP et camion-citerne) on a constaté que le taux des germes totaux à 37°C est 12 et 15 Germe/ml successivement et conforme les normes algériennes, qui 37°C= 20/ml ou à 22°C= <20/ml.

❖ Coliformes totaux et fécaux:

On remarque que les nombres de coliformes totaux sont élevés dans l'eau de robinet distribué au consommateur dans les villes d'Ourlal.

Point de prélèvements notamment les eaux de robinet AEP et de camion-citerne les résultats sont respectivement 4 et 11 germes/100ml.

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

❖ Streptocoques fécaux et l'*Escherichia coli* :

Les résultats de l'analyse bactériologique ont relevé l'absence totale d'*Escherichia coli*, de streptocoques fécaux, ce qui nous amène à conclure que ces eaux ne contiennent pas de germes pathogènes.

C-Interprétation des résultats physico-chimiques :**❖ La température :**

D'après les résultats on constate que toutes les températures mesurées de l'eau distribuée des robinets de la ville d'Ourlal 24,3°C et l'eau distribuée par les camions des citernes à 24,7°C mais sont conformes aux normes (<25°C).

Il faut noter que la température est considérablement affectée par l'état météorologique et les temps de prélèvements.

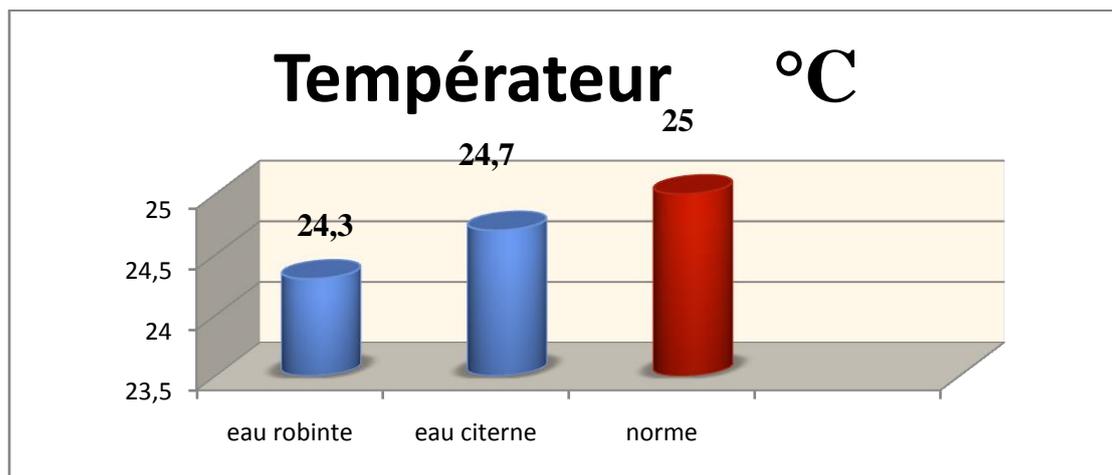


Figure 8 : Résultats mesurés des températures

❖ Le PH :

Les valeurs de pH d'eau distribuée par les camions citernes 8,2 et l'eau distribuée par les robinets de la ville d'Ourlal 7,8 conforme aux normes de l'OMS (6,5 à 8,5)

Le pH de l'eau naturelle est lié à la nature des terrains traversés (Rodier, 2005)

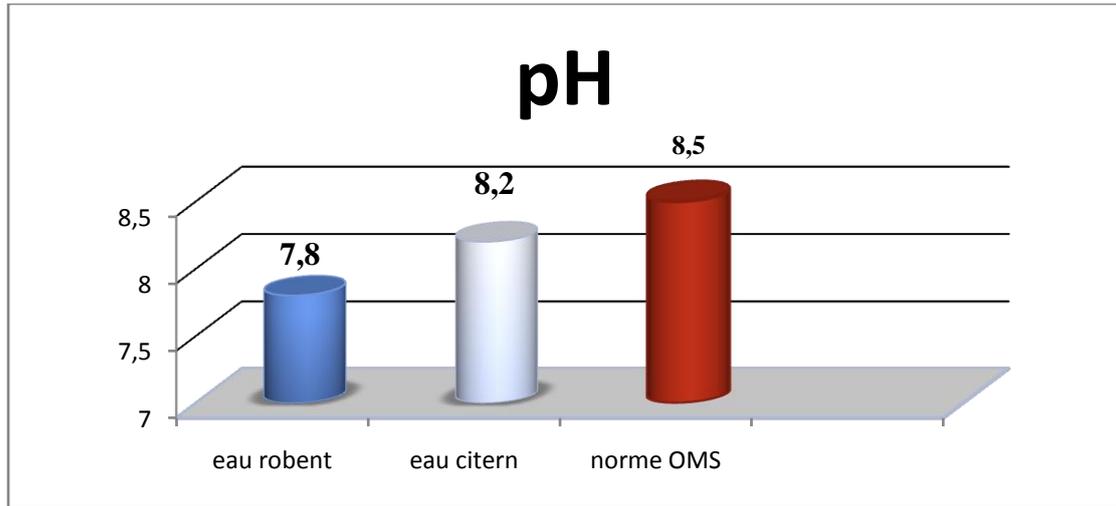


Figure 9 : Résultats mesurés du pH.

❖ **Conductivité :**

L'eau distribuent par les robinets de la ville d'Ourlet est présentée une conductivité électrique très élevée (2660 μ S/cm) supérieure aux normes de l'OMS (1000 μ S/cm) mais l'eau distribuent par les camions citernes (630 μ S/cm) est conforme aux normes.

Donc la conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation.

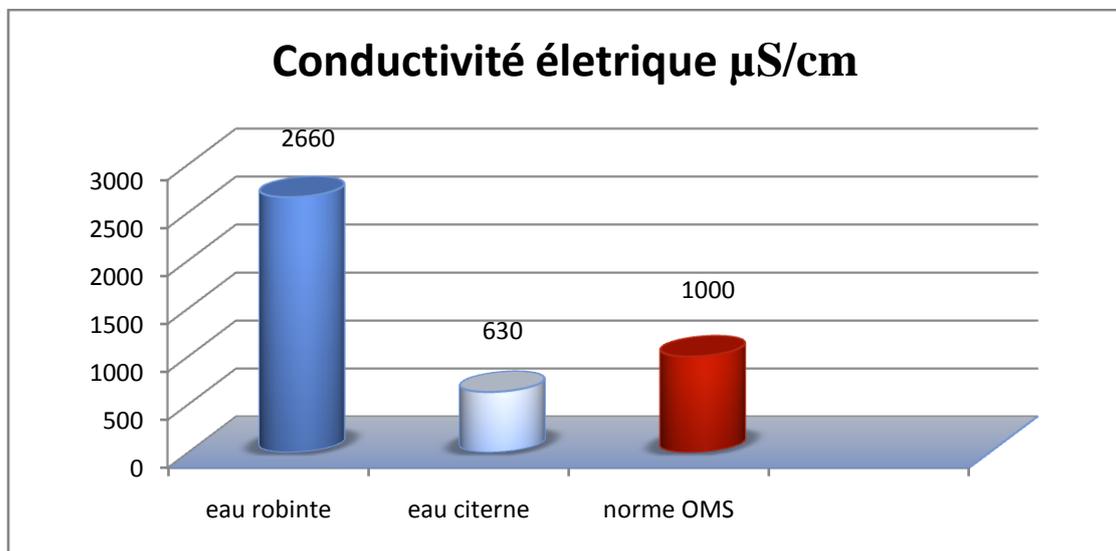


Figure 10 : Résultats mesurés de conductivité électrique.

❖ Alcalinité total TAC :

Comme le pH est inférieur à 8,3, le titre alcalimétrique (TA) reste nul alors que le titre alcalimétrique complet TAC se situe entre (62 et 75F°).

Selon Rodier 1996 ces valeurs sont inconvénient pour la potabilité de l'eau.

❖ Chlorure Cl⁻ :

La teneur en chlorure dans l'eau distribuée par les robinets de la daïra et l'eau distribuée par les camions citernes sont conformées aux normes OMS (200 mg/l).

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes qui suivent un régime hyposodé (Rodier, 1996).

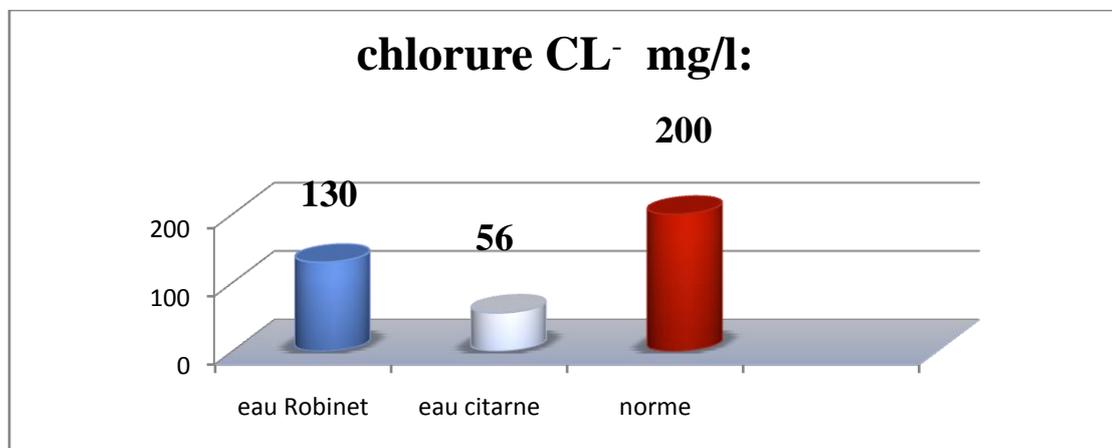


Figure 11 : Résultats mesurés de Chlorure .

❖ Dureté total TH :

Les résultats de la dureté l'eau distribuée par les robinets de la daïra (107,40 F°) dépassent largement les normes OMS (50F°) mais l'eau distribuée par les camions citernes (29,45 F°) sont conformées aux normes OMS.

La dureté représente le calcium et le magnésium présents naturellement dans l'eau. On peut considérer qu'une eau douce ayant une teneur inférieure à 75 mg/l de CaCO₃ ou 30 mg/l de calcium, et qu'au dessus, il s'agit d'une eau dure (Rodier, 2005).

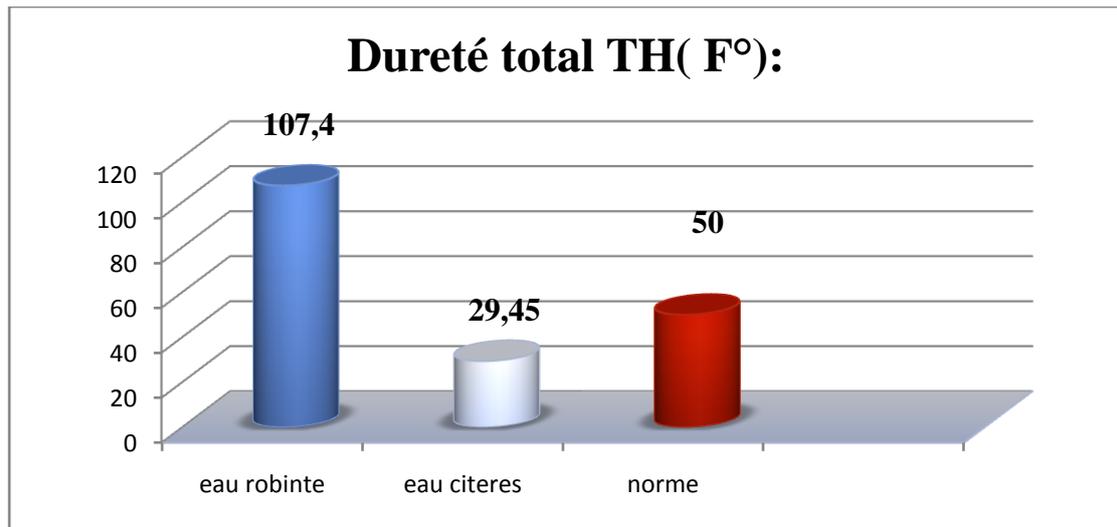


Figure 12 : Résultats mesurés de dureté.

❖ **Calcium :**

Les valeurs enregistrées en calcium se situent entre 28,6 et 64,4 mg /l de Mg^{++} . Ces valeurs clairement inférieures aux normes OMS 200 mg/l.

Il faut noter que le calcium ne représente pas de danger pour la santé, mais des fortes doses (>200mg/l) peuvent présenter de sérieux inconvénients pour les usages domestiques (Rodier, 2005)

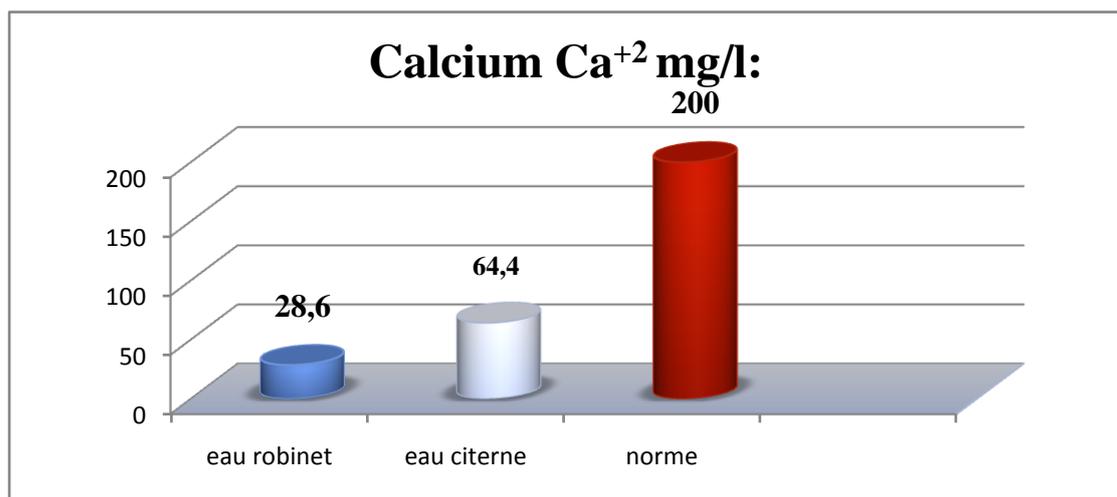


Figure 13 : Résultats mesurés de calcium.

❖ Magnésium ;

les résultats de la magnésium l'eau distribuée par AEP (240,5mg/l) dépassent largement les norme OMS(150 mg/l) mais l'eau distribuée par les camions citernes(32,4 mg /l) sont conformées aux normes OMS .

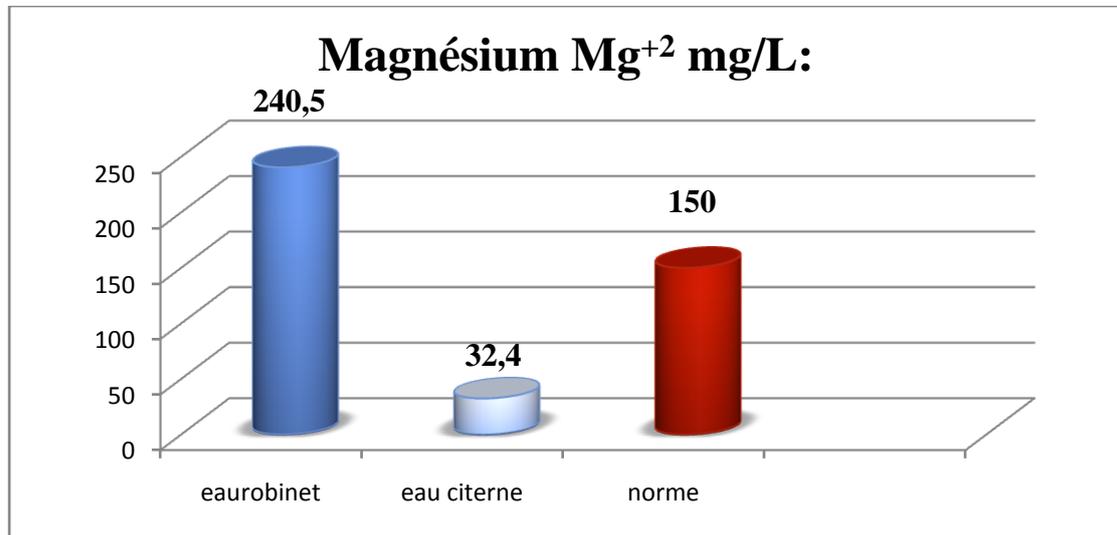


Figure 14:Résultats mesurés de Magnésium.

❖ Sulfate SO₂⁻⁴ :

Les teneurs en sulfate dans l'eau distribuée par les robinets AEP (864,15mg/l) et l'eau distribuée par les camions citernes (452,65mg/l) sont ne pas conformées aux normes OMS (200 mg /l).

Leur résultat de la dissolution des sulfates de calcium de proches gypseuses (Rodoir 2005)

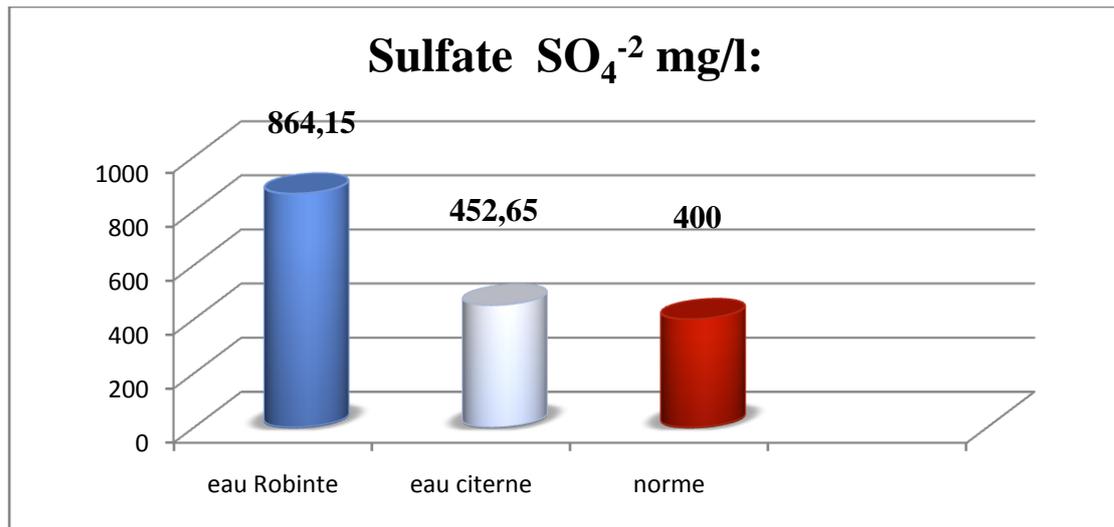


Figure 15: Résultats mesurés de Sulfate.

❖ Fer :

D'après les résultats d'analyse observe une faible quantité de Fer dans l'eau distribuée par les robinets de la daïra sont conformés aux normes OMS (0,3mg/l) et absence dans l'eau distribuée par les camions citernes.

Parce que les sources principales de fer dans les eaux sont l'activité microbienne dans les sols (Rodier 1996).

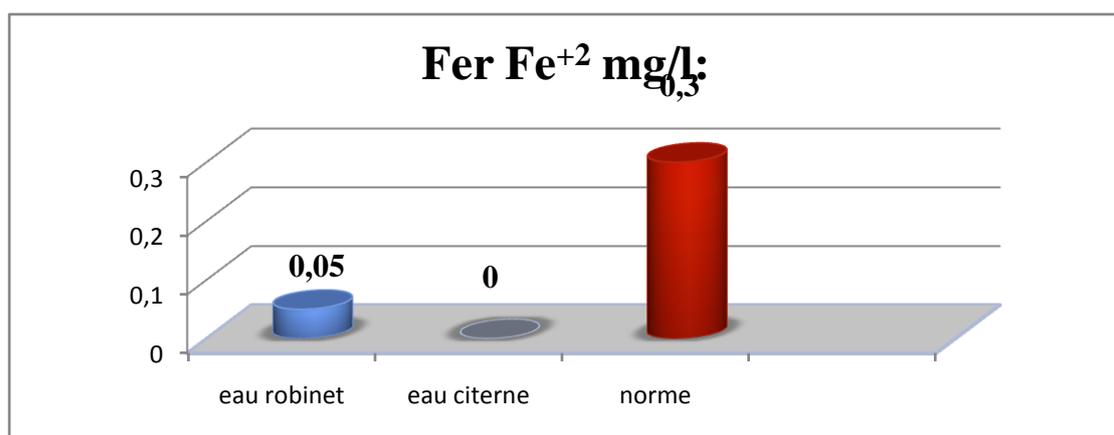


Figure 16 : Résultats mesurés de Fer.

❖ **Phosphate mg/L :**

les résultats de la Phosphate l'eau distribuée par AEP et l'eau distribuée par les camions citernes (0,96 et 1,12 mg/l) respectivement dépassent largement les norme OMS (0,3mg/l).

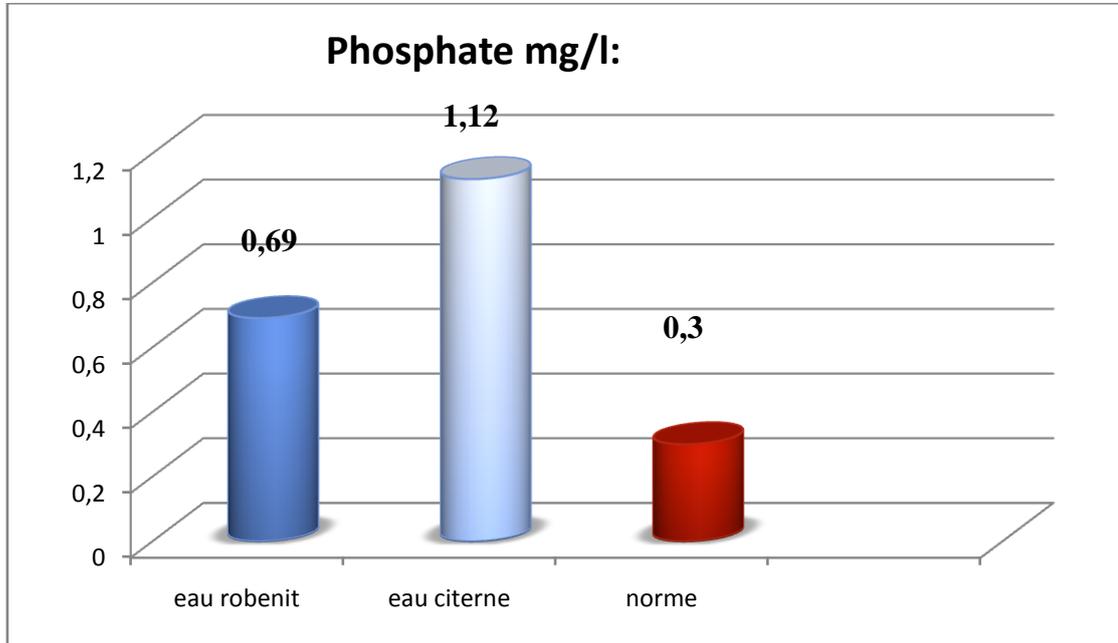


Figure 17 : Résultats mesurés de Phosphate

CONCLUSION GENERALE :

La présente étude a permis de rassembler les données bibliographiques disponibles à notre université, sur les caractéristiques qualitatives et le traitement des eaux naturelles afin de soulever le problème des maladies et les risque des éléments toxiques que peuvent engendrer l'utilisation d'une eau de mauvaise qualité physico-chimique et microbiologique.

Nous avons examiné dans la partie expérimentale la qualité des eaux destinées à la consommation publique dans la ville d'Ourlal : eau du réseau public d'AEP et celle distribué par les camions-citernes et qui proviennent, entre autre, de la source de Sidi Khaled.

Nous avons constaté à travers nos différents résultats physico-chimiques obtenus, que la qualité organoleptique de l'eau de robinet est un peu acceptable mais avec un gout salé. Cependant cette eau garde un aspect très dure et possède une forte minéralisation, ce qui nécessite des traitements préalables d'adoucissement et décarbonatation car l'alcalinité TAC est très élevée.

Les analyses bactériologiques du même échantillon ont révélé l'absence totale des germes pathogènes tel que: *Esherichia coli* et streptocoques fécaux.

Au terme de cette étude, nous recommandons à la puissance publique les actions suivantes :

- ❖ Contrôle de l'eau à la source ;
- ❖ Traitement périodique de l'eau de robinet (AEP) ;
- ❖ Le choix des matériaux adéquats pour les réservoirs (château d'eau, citerne...) et ceux des réseaux ;
- ❖ Entretien et nettoyage périodique des réservoirs de stockage ;
- ❖ Renforcement de la surveillance de la qualité de l'eau auprès des camions-citernes ;
- ❖ Et le recrutement des cadres spécialisés en la matière.

Références bibliographiques
Références bibliographiques

- ADE., 2005. Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre les pollutions accidentelles, formation continue en entreprise, les cahiers techniques du stage T2. Centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi-Ouzou, Algérie.
- Alder., 2001. Boues d'épuration et métaux lourds. Ed. Hexagone environnement, N°35. France.
- Anonyme., 2006. Journal Officiel de la République Algérienne n° 27.
- Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G., Verne-Bourdais E., 2002. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Edition. Doin, Paris.
- Desjardins R., 1997. Le traitement des eaux. Edition, l'école polytechnique de Montrial, Canada, 304p.
- El Yamani M. 2006. Qualité des eaux: environnement et milieux. Edition Afsset. Paris.
- Gaide A., 1984. Epuration biologique des eaux usées urbaines. Ed., O.P.U. Tome 1 et 2 Alger.
- Gillis A., 2001. livre bleu. Fédération Belge du secteur de l'eau, Belgaqua.
- Guelil A., Madoui F., Herizi L., 2010. étude comparative de la qualité de l'eau potable des trois wilayas: M'sila, Bouira et Bordj Bou Arreridj. mémoire d'ingénieur d'état en science de la nature et de la vie. Université de Biskra.
- Guergazi S., Achour S., 2005. Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra: pratique de la chloration. Larhyss Journal, n°4, juin 2005.
- Guriaud J, P., 1998 : « Microbiologie alimentaire ». Ed. Dunod, Paris.
- Haslay C. et Leclerc H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Ed. technique et documentation, Paris.
- JORA., 2011. Décret exécutif n°11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. Imprimerie Officielle. Alger.

- Kettab A., 1992. Traitement des eaux: les eaux potables. Ed. OPU, Alger.
- Kozilowski R., Kozilowska J., Grabowska L., Kozilowski J., et Szpakoawska B. 2002. Métaux lourds dans l'environnement : menace et possibilité de riposte. Centre de recherche pour agriculture et les forêts. Académie des sciences Polonaise, Pozan, Pologne.
- Letournraui G., 1989. Le plomb : un métal très lourd. Revue santé, mon environnement.
- Maiga A-S., 2005. Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM dans la ville de Bamako: évaluation saisonnière. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Bamako. Mali.
- Mebarki, 2010. La région du Maghreb face à la rareté de l'eau, l'exemple du défi algérien: mobilisation et gestion durable des ressources. Université Mentouri de Constantine faculté des sciences de la terre, de géographie et d'aménagement du territoire, Constantine.
- Miloudi A., 2009. Inventaire des espèces macrophytes épuratrices dans la cuvette d'Ouargla. Mémoire d'ingénieur en Agronomie Saharienne. Université d'Ouargla.
- Moletta R., (document non daté). L'eau, sa pollution et son traitement. France
- Musy A. et Higy C., 2004. Hydrologie. Ed Presses polytechniques et universitaires, Romandes, Lausanne.
- O.I.D.E. 1989. Le rôle épurateur du sol. Tome I: le sol, l'eau et les pollutions .Ed. Technique et documentation, Lavoisier. Paris.
- Office Fédéral de la Santé Publique OFSP., 2010. Procédés reconnus destinés au traitement de l'eau potable.
- Potelom J-L. et Zysman K., 1998. Le guide des analyses de l'eau potable. Edition de la Lettre du cadre territorial, Paris.
- Reland, 2003. Eau, environnement et santé publique. Londres, Paris, New York

- Remini B., 2010. La problématique de l'eau en Algérie du nord. Département des Sciences de l'eau et de l'environnement, Faculté des sciences de l'ingénieur, université Saad Dahlab. Blida, 31P.
- Rodier J. 2009. L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition, Dunod. Paris.
- Rodier J et Coll., 2005. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer : chimie, physicochimie, microbiologie, interprétation des résultats. 8^{ème} Ed., Dunod Paris. 1383p.
- Rodier J. 1996. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod, Paris. 1434p.
- Rodier J. 1984. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7^{ème} Ed., Dunod. Paris.
- Santé Canada, 1995. La turbidité. Document de support aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario).
- Sylvie L., 1993. Identification des causes des nuisances organoleptiques d'une eau lacustre à potabiliser et proposition d'un procédé de traitement. Mémoire présenté à l'institut National de la Recherche scientifique, université du Québec.
- Tardat H et Beaudry., 1984. Chimie des eaux. Ed. Le Griffon d'argile, Québec.
- Touchart L., 2003. Hydrologie : mers, fleuves et lacs. Ed, Armand colin. Paris.
- Tworat et al., 1994. Water supply. Ed. Edward Arnold, Great Britain. 128P.
- Verbanck M., 2002. Elimination et récupération des métaux lourds dans les eaux usées des ateliers de galvanoplastie et de finition métallique de la région de Hanoi: mise au points de techniques membranaire et comparaison avec l'absorption sur métaux naturels préparés au Vietnam. Ed. Elsevier, 315p.
- Vierling E., 2008. Aliment et boissons: filière et produit. 3^{ème} édition. Doin éditeur. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. France. 230p.

- Vilagines, 2003. Eau, environnement et santé. Ed, TEC & DOC. France. 167p.

Support électronique:

- 1) <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/proprie/2laMol.html>.
- 2) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ourlal>

ANNEXES I :

1-Recherche et dénombrement des germes totaux :

• **TGEA (Gélose tryptone glucose agar) :**

- Tryptone.....	5g
- Extrait de viande.....	3g
- Glucose.....	1g
- Gélose.....	15g

2-Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux:

• **BCPL (Bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre)**

➤ **A double concentration :**

- Peptone.....	10g
- Extrait de Viande de bœuf.....	6g
- Lactose.....	10g
- Pourpre de bromocrésol.....	0,06g
-Eau distillée.....	1000ml

➤ **Simple concentration :**

- Peptone.....	5g
- Extrait de Viande de bœuf.....	3g
- Lactose.....	5g
- Pourpre de bromocrésol.....	0,03g
-Eau distillée.....	1000ml

• **Schubert (milieu indole manitol pour *Escherichia coli*) :**

- Tryptophane.....	0,2g
- Acide glutamique.....	0,2g
- Sulfate de magnésium.....	0,7g
- Citrate de sodium.....	0,5g
- Sulfate d'ammonium.....	0,4g
- Chlorure de Sodium.....	2g
-Tryptone oxyde.....	10g
- Mannitol.....	7,5g
- Eau distillée.....	500ml
- Tampon Phosphate	500ml

- **Kovacs (Réactif pour indole de) :**

- P. diméthylaminobenzaldehyde.....10 g
- Alcool isoamylique.....150 ml
- Acide chlorhydrique concentré.....50ml

3- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

- **Bouillon glucosé à l'azide de sodium (milieu de Rothe) :**

- **A double concentrations :**

- Tryptone.....40g
- Glucose.....10g
- Chlorure de sodium.....10g
- Phosphate bipotassique.....5,4g
- Phosphate mon potassique.....5,4g
- Azide de sodium.....0,4g
- Eau distillée.....1000ml

- **A Simple concentrations :**

- Tryptone.....20g
- Glucose.....5g
- Chlorure de sodium.....5g
- Phosphate bipotassique.....2,7g
- Phosphate mon potassique.....2,7g
- Azide de sodium.....0,2g
- Eau distillée.....1000ml

- **EVA (Bouillon glucosé à l'éthyle violet et l'azide de sodium) :**

- Tryptone20g
- Glucose.....5g
- Chlorure de sodium.....5g
- Phosphate bipotassique.....2,7g
- Phosphate mono potassique.....2,7g
- Azide de sodium.....0,3g
- Ethyle.....0,0005g
- Eau distillée.....1000ml

ANNEXES II :

Les normes potabilité d'une eau :

A- Norme de paramètres organoleptiques :

Les normes de différentes caractéristiques, rapportées sur le tableau ci-dessous, sont des valeurs maximales admissibles pour une eau potable (ADE, 2005)

Tableau 1 : Norme des paramètres organoleptiques d'une eau potable (ADE, 2005)

Paramètres organoleptiques	Unité	Norme OMS	Norme CEE
Turbidité	NTU	5	2
Couleur	mg/échelle Pt/CO	25	1 5
Odeur	Seuil de précipitations à 25°C	4	2
Saveur	Seuil de perception à 25°C	4	2

B- norme des paramètres physico-chimiques :

Tableau 2 : Norme physico-chimiques d'une l'eau potable (ADE, 2005)

Les paramètres physico-chimiques	Unité	Norme OMS	Norme CEE
Température	°C	≤25	≤25
pH	-	6,5 - 8,5	6,5- 9
Conductivité	μS/cm	2800	1000
TH	°F	≤15	≤15
Résidus secs	Mg /l après séchage	Max 2000	Max 1500
Sodium	mg /l	200	150
Potassium	mg /l	20	12
Sulfates	mg /l	200	200
Chlorures	mg /l	200	200
Oxygène dissous	mg /l	5	5

Tableau 3 : Norme des substances indésirables dans une eau potable (ADE, 2005) :

Paramètres indésirables	Unité	Norme OMS	Norme CEE
Fer total	µg/l	300	200
Manganèse	µg/l	500	50

Tableau 4 : Norme des paramètres de pollution d'une eau potable (ADE, 2005)

paramètres de pollution	Unité	Norme OMS	Norme CEE
Nitrates NO₃⁻	mg /l	50	max 50
Nitrites NO₂⁻	mg /l	0,1	max 0,1
Ammonium NH₄⁺	mg /l	0,5	max 0,5
Phosphate PO₄³⁻	mg /l	0,5	max 0,5

Tableau5 : les critères microbiologiques des eaux de disruption (Bacha et Cherroum, 2008).

Paramètres	Limite de la qualité
Germes aérobies à 37°C/ml	20
Germes aérobies à 22°C/ml	<10 ²
Coliformes aérobies à 37°C/ml	<10
Coliformes fécaux/100	Absence
<i>Streptocoques D</i> /50ml	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à 46°C/ml	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à 46°C/20ml	Absence