



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Chadli Bendjedid El-Tarf
Faculté sciences de la nature et de la vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude Master II
Présenté par: Melloukia Moukram

Intitulé du Master: Écotoxicologie, environnement et gestion des eaux

Titre:

**Analyses biologique et physico-chimique de l'eau du barrage de
Bouhamdan (wilaya de Guelma) jusqu'au consommateur**

Président : Mr Semar M.F. MAA Université Chadeli Bendjedid –El Tarf
Examineur : M^{me} Rizi H. MAA Université Chadeli Bendjedid –El Tarf
Directeur : Mr Bouchecker A. MCA Université Chadeli Bendjedid –El Tarf

Année 2016-2017

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu : DIEU puissant qui ma donné le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Mes vifs remerciements vont également à mon encadreur: Dr. BOUCHEKER Abdennour pour son aide précieux.

J'exprime ma reconnaissance à Mr SEMAR Med Faouzi, pour l'honneur qu'il m'a fait en présidant le jury de ce mémoire

Mes sincères remerciements vont à Madame RIZI Hadia, pour avoir bien accepté de faire partie du jury et pour l'effort qu'elle a déployée pour examiner ce mémoire.

Je remercie aussi toute l'équipe de l'ADE de Guelma pour leur soutien.

Sans oublier de remercier infiniment les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

Résumé

Les maladies transmissibles hydriques (MTH) constituent un risque sanitaire des plus hautes importances pour la santé humaine. L'absence d'eau potable est la première cause de mortalité au monde: 3 millions d'enfants meurent chaque année avant l'âge de cinq ans, du fait du manque d'accès à une eau potable. L'organisation mondiale de la santé estime que s'il y avait un approvisionnement satisfaisant, il serait possible de réduire ce taux de mortalité de 65%.

L'objectifs de notre travaille est de suivre la qualité d'eau au niveau de la station d'épuration du Hammam Dbegh-Guelma jusqu'au consommateur, d'apprécier les différent analyses bactériologiques et physicochimiques des eaux brute et traité et la qualité d'eau en générale dans la wilaya de Guelma. Aussi, nous avons effectué des comparaison de la composition en sels minéraux de plusieurs marque d'eaux minéral et un échantillon prélevé à Lyon (France) et l'eau prélevé directement du robinet du consommateur.

Nos résultats ont montré que l'eau traitée au niveau de la station de Hammam Debagh est propre à la consommation de la population locale. La qualité de l'eau potable sur le plan chimique a été conforme aux exigences légales. Cependant, les résultats de nos prélèvement montre aussi un disfonctionnement durant le mois d'aout au niveau de la station d'épuration (mécanisme de dégrillage) qui a été rapidement résolu.

Enfin, nos résultats de comparaison des valeurs des nitrates et nitrites entre l'eau issue du robinet de consommation et l'eau minérale de plusieurs marque (Mileza, Ifri, Ovitale, Saida) et un échantillon prélevé à Lyon (France), a montré que l'eau de robinet est meilleur pour la santé des consommateur car elle renferme de teneurs très faible de ces deux composantes réputées dangereuses pour la santé humaine.

Mots clés :

Eau - MTH – Brute – Traité - Station d'épuration – Physicochimique - Guelma

Liste des figures

- Figure 01: Localisation du barrage Hammam Debagh
- Figure02: Les trois (3) sites de prélèvement de l'étude
- Figure03: Les six (6) sites de prélèvement de l'étude
- Figure 04 : Diagramme pluvio-thermique de la station de Guelma (1895-2006)
- Figure 05: Précipitations annuelles médianes –normales- (1965-95)
- Figure 06: La chaîne de traitement
- Figure 07: Détermination de la dose de coagulant (sulfate d'alumine) Figure 08: Détermination de la dose de flocculant (poly-électrolytes ou polymère)
- Figure 09: Bassins de filtration
- Figure 10: Les trois grandes classes d'organismes pathogènes
- Figure 11: Prélèvement d'eau Brute
- Figure 12: Les différentes phases d'échantillonnage d'eau
- Figure 13: prélèvement d'eau traité
- Figure 14: Glacière pour le transport
- Figure 15: Technique d'obtention des germes Totaux à 22 et à 37°C
- Figure 16: Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes. Méthode par filtration
- Figure 17: Teste de confirmation
- Figure 18: dénombrement des Entérocoques intestinaux par filtration sur membrane
- Figure 19: Dosage de L'ammonium
- Figure 20: Dosage de nitrites
- Figure 21: Des Entérocoques intestinaux sur membrane
- Figure 22: Histogramme qui présente les résultats de la turbidité
- Figure 23: Histogramme qui présente les résultats de PH
- Figure 24: Histogramme qui présente les résultats de la température
- Figure 25: Histogramme qui présente les résultats de Conductivité
- Figure26: Analyse en composent principale
- Figure 27: Histogramme qui présente les résultats de Sulfate
- Figure 28: Histogramme qui présente les résultats de nitrate
- Figure 29: Histogramme qui présente les résultats de nitrite
- Figure 30: Histogramme qui présente les résultats de phosphate
- Figure 31: Histogramme qui présente les résultats d'aluminium
- Figure 32: Histogramme qui présente les résultats d'amoniume
- Figure 33: Histogramme qui présente les résultats de fer
- Figure 34: Histogramme qui présente les résultats du Bicarbonate

Figure 35: Histogramme qui présente les résultats du chlorure

Figure 36: Histogramme qui présente les résultats du Magnésium

Figure 37: Histogramme qui présente les résultats du Calcium

Figure 38: Histogramme qui présente les résultats des matières en suspension

Figure39 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Mileza

Figure40 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Ifri

Figure41 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau d'Ovitale

Figure42 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Saida

Figure43 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Lyon

Liste des tableaux

- Tableau 01: Exemple de résultats obtenu après un test de présomption
- Tableau 02: Exemple de résultats obtenu après un test de confirmation
- Tableau 03: Tableau représentant la courbe d'étalonnage de l'ammonium
- Tableau 04: Tableau représentant la courbe d'étalonnage des ions nitrites
- Tableau 05: Tableau représentant la courbe d'étalonnage du sulfate
- Tableau 06: Tableau de la gamme d'étalonnage des phosphates PO_4^{3-}
- Tableau 07: Tableau représentant la gamme d'étalonnage des nitrates NO_3^- .
- Tableau 08: Les résultats des analyses bactériologique du mois Juin
- Tableau 09: Les résultats des analyses bactériologique du mois Juillet
- Tableau 10: Les résultats des analyses bactériologique du mois Aout
- Tableau 11: Les résultats des analyses bactériologique du mois Septembre
- Tableau 12: Les résultats des analyses bactériologique du mois Octobre
- Tableau 13: Les résultats des analyses bactériologique du mois Novembre
- Tableau 14: Les résultats des analyses bactériologique du mois Décembre
- Tableau 15: Les résultats d'une analyse entre l'eau du robinet et l'eau Mileza
- Tableau 16: Les résultats d'une analyse entre l'eau du robinet et l'eau Ifri
- Tableau 17: Les résultats d'une analyse entre l'eau du robinet et l'eau Ovitale
- Tableau 18: Les résultats d'une analyse entre l'eau du robinet et l'eau Saida
- Tableau 19: Les résultats d'une analyse entre l'eau du robinet et l'eau Lyon

Sommaire

Remerciements	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Chapitre 1: Généralités sur la zone d'étude	
1.1 Situation géographique (36°27'41.78" N, 7°14'12.99" E).....	02
1.2 Étage climatique.....	03
1.2.1 Diagramme pluvio-thermique	03
1.2.2 Les précipitation.....	04
1.2.3 Situation géologique.....	04
Chapitre 2: Matériels et méthodes	
2.1 Matériels utilisés.....	06
2.2 Méthodes.....	07
2.2.1 Traitement de l'eau à la station de Hammam Debagh	07
2.2.1.1 Prétraitement.....	07
2.2.1.2 Pré-oxydation.....	08
2.2.1.3 Clarification.....	08
2.2.1.3 a) La coagulation- Flocculation.....	09
2.2.1.3 b) Décantation.....	12
2.2.1.3 c) Filtration.....	12
2.2.1.3 d) Désinfection.....	13
2.2.1.4 Le stockage de l'eau.....	13
2.2.1.5 La distribution.....	14
2.2.2 Analyses bactériologique.....	14
2.2.2.1 Notions générales sur la qualité bactériologique de l'eau de surface.....	14
2.2.2.2 Les indicateurs bactériologiques.....	15
2.2.4 Prélèvement d'échantillons d'eau pour les examens bactériologiques.....	16
2.2.4 Conditionnement et transports des échantillons.....	19
2.2.5 Recherche et dénombrement des Microorganismes (22 et 37°C).....	19
2.2.5.1 Définition.....	19
2.2.5.2 Mode Opérateur.....	19
2.2.5.3 Lecture et interprétation.....	20
2.2.6 Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes.	
Méthode par filtration.....	22
2.2.6.1 Objet et domaine d'application.....	22
2.2.6.2 Définitions.....	22
2.2.6.3 Mode opératoire.....	22
2.2.7 Recherche et dénombrement des Coliformes, Coliformes thermo tolérants et Escherichia coli en milieu liquide.....	26

2.2.7.1	Objet et domaine d'application.....	26
2.2.7.2	Définitions.....	26
2.2.7.3	Mode opératoire.....	26
2.2.8	Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux. méthode par filtration sur membrane.....	31
2.2.8.1	Objet et domaine d'application.....	31
2.2.8.1.a)	Définition.....	31
2.2.8.1.b)	Mode opératoire.....	32
2.2.8.1.c)	Lecture et interprétation.....	32
2.2.9	Analyses physico-chimique.....	34
2.2.9.a)	Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre.....	34
2.2.9.a.1	Principe.....	34
2.2.9.a.2	Etalonnage de l'appareil.....	34
2.2.9.a.3	Dosage de l'échantillon.....	35
2.2.9.b	Mesure de la conductivité électrique.....	35
2.2.9.b.1	Définition.....	35
2.2.9.b.2	Principe.....	36
2.2.9.c	Turbidité.....	37
2.2.9.c.1	Définition.....	37
2.2.9.c.2	Principe.....	37
2.2.9.c.3	Mode opératoire.....	38
2.2.9.d	Dosage de l'ammonium.....	38
2.2.9.d.1	Principe.....	38
2.2.9.d.2	Réactifs.....	38
2.2.9.d.3	Etalonnage.....	39
2.2.9.d.4	Préparation de l'échantillon.....	39
2.2.9.e	Dosage des ions nitrites.....	40
2.2.9.e.1	Principe.....	40
2.2.9.e.2	Réactif.....	40
2.2.9.e.3	Prélèvement et préparation des échantillons.....	41
2.2.9.e.4	Mode opératoire.....	41
2.2.8.1.a)	Définition.....	41
2.2.8.1.b)	Mode opératoire.....	41
2.2.9.f	Dosage des sulfate.....	42
2.2.9.f.1	Principe.....	42
2.2.9.f.2	Réactifs.....	42
2.2.9.f.3	Gamme d'étalonnage.....	42
2.2.9.f.4	Mode opératoire.....	43
2.2.9.g	Détermination des phosphates PO_4^{3-}	43
2.2.9.g.1	Principe.....	43
2.2.9.g.2	Réactifs.....	44
2.2.9.g.3	Mode opératoire.....	45
2.2.9.h	Dosage des nitrates NO_3^-	46
2.2.9.h.1	Principe.....	46
2.2.9.h.2	Réactifs.....	46

2.2.9.h.3 Courbe d'étalonnage:.....	46
2.2.9.h.4 Mode opératoire.....	47
Chapitre 3: Résultats et discussions	
3.1 Résultats des analyses bactériologiques de l'eau.....	49
3.2 Résultats des analyses physicochimiques de l'eau.....	51
3.2.1 Turbidité.....	51
3.2.2 pH	52
3.2.3 Conductivité.....	53
3.3 Analyses des éléments chimiques.....	54
Conclusion et recommandation.....	55
Références bibliographique	

Introduction

Les maladies transmissibles par l'eau constituent un risque sanitaire des plus hautes importance pour la santé humaine. L'absence d'eau potable est la première cause de mortalité au monde: 3 millions d'enfants meurent chaque année avant l'âge de cinq ans, du fait du manque d'accès à une eau potable. L'organisation mondiale de la santé estime que s'il y avait un approvisionnement satisfaisant, il serait possible de réduire ce taux de mortalité de 65% (OMS, 2015).

En Algérie, des textes réglementaire ont été promulgués afin de préserver la santé de la population. La loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et la promotion de la santé, en particulier les articles 32, 33 et 34 du chapitre II qui insistent sur les mesures de protection de l'environnement et en particulier de l'eau.

Une eau liquide est dite potable lorsqu'elle présente certaines caractéristiques (concentration en chlorures, pH, température,...etc.) la rendant propre à la consommation humaine.

Cependant l'eau brute captée en milieu naturel n'est pas toujours potable. Elle doit alors être acheminée par des canalisations jusqu'à une station d'épuration (où une usine spécialisée dans le traitement de l'eau), qui la rend potable.

L'eau à traiter doit donc être en permanence analysée car il est primordial d'ajuster le traitement d'une eau à sa composition et si nécessaire de le moduler dans le temps en fonction de la variation observée de ses divers composants.

L'objectif de notre travail est de suivre la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de l'amont (barrage de hammam Dbagh) jusqu'à l'aval (le consommateur). Nous avons également effectué des comparaisons entre plusieurs marques d'eaux minérale du commerce et l'eau du robinet du consommateur.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres :

- Chapitre 1: Généralités sur la zone d'étude
- Chapitre 2: Matériels et méthodes
- Chapitre 3: Résultats et discussions
- Conclusion

Chapitre 1: Généralités sur la zone d'étude

1.1 Situation géographique (36°27'41.78" N, 7°14'12.99" E):

Le barrage de Hammam Debagh (autre noms: Hammam Meskhoutine) sur l'Oued Bouhamdane est situé dans la wilaya de Guelma à 20 km à l'ouest de la ville. Il est implanté à 3 km à l'amont de la localité de Hammam Debagh. Il dépend administrativement de la daïra de Hammam Debagh et de la commune de Bouhamdane, le barrage a été réalisé par le groupe C.I.R.S.P.A.(Italie), sous la direction de l'Agence Nationale des Barrages.

La mise en eau du Barrage s'est fait à la fin de 1987 Benchaïba, 2006) Le barrage est destiné principalement à l'irrigation du périmètre de la wilaya de Guelma.



Figure 01: Localisation du barrage Debagh.

Année de construction	2005	Hauteur	95,00 m
Année de Mise en eau	2010	Longueur	430,00m
Capacité dernier levé (2004)	65,20 hm ³	Déversoir à seuil libre	2 240 m ³ /s
Apport moyen annuel	69,00hm ³ /an	Vidange de Fond	218,00m ³ /s
Surface du bassin versant	1070,00 km ²	Capacité	200,00hm ³
Côte retenue Normale (R.N)	360,00m	Envasement annuel	0,53 hm ³ /an
Côte Plus Hautes Eaux (P.H.E)	370,24m		



Figure02: Situation géographique des points de prélèvement dans le barrage de Hammam Debagh

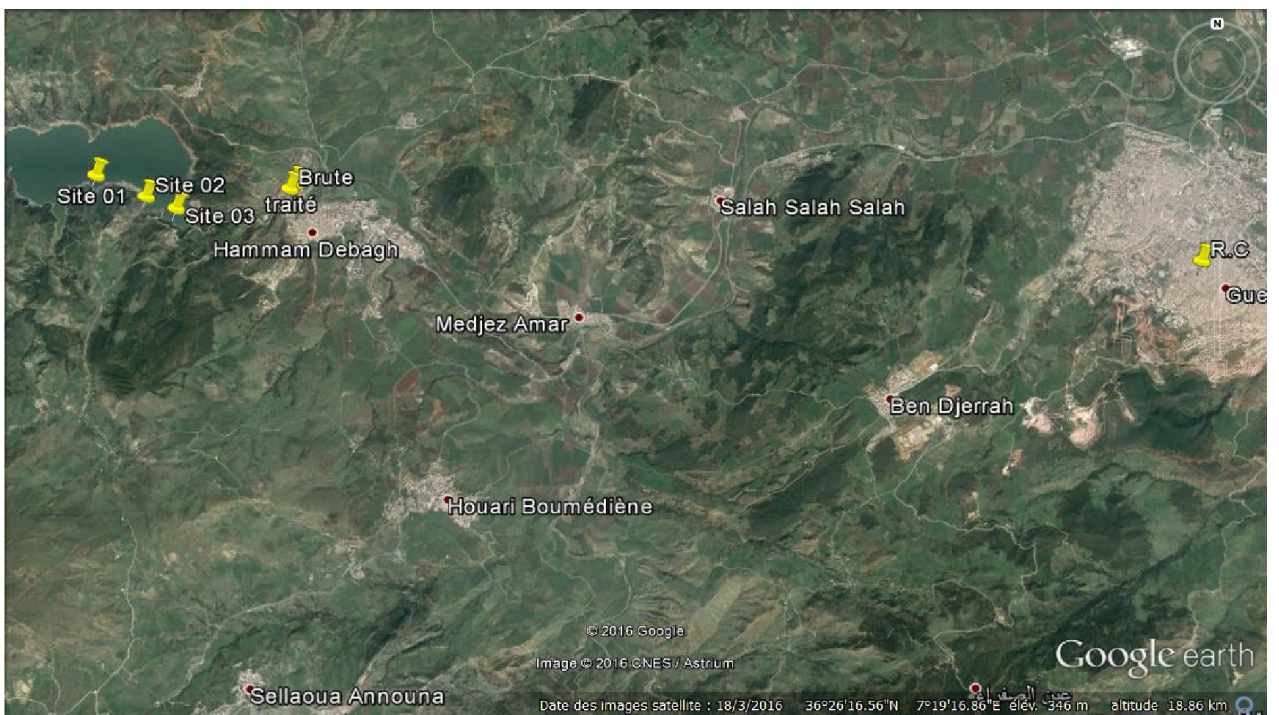


Figure03: Situation géographique de tous les points de prélèvement de notre l'étude

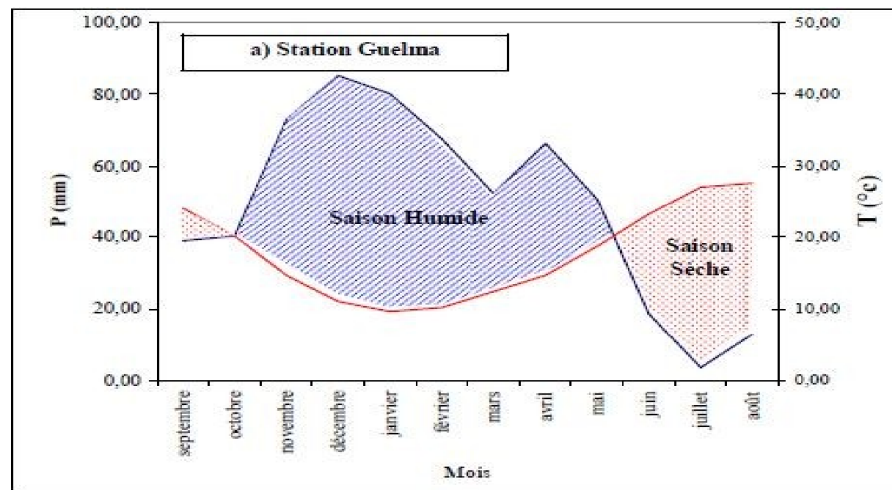
1.2 Étage climatique:

Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4° C en hiver à 35.4°C en été, est en moyenne de 17,3° C. Quant à la pluviométrie, on enregistre: 654 mm/an à la station de Guelma, 627 mm/an à la station d'Ain Larbi et 526 mm/an à la station de Medjez Amar.

1.2.1 Diagramme pluviothermique:

Le diagramme pluvio-thermique établi, montre l'existence deux saisons bien distinctes :

- Une saison sèche et chaude qui s'étale du mois de Mai (19.5 c à Guelma), jusqu'au moi de septembre (22.8 c à Guelma). Cette saison n'excède pas cinq mois.
- Une saison humide plus longue qui dure environ sept mois et s'étale du mois de septembre jusqu'au moi de Mai.



Légende :

- Température (°C).
- Précipitation (mm).
- Saison sèche.
- Saison humide.

Figure 04: Diagramme pluviothermique de la station de Guelma (1895-2006)

1.2.2 Les précipitation:

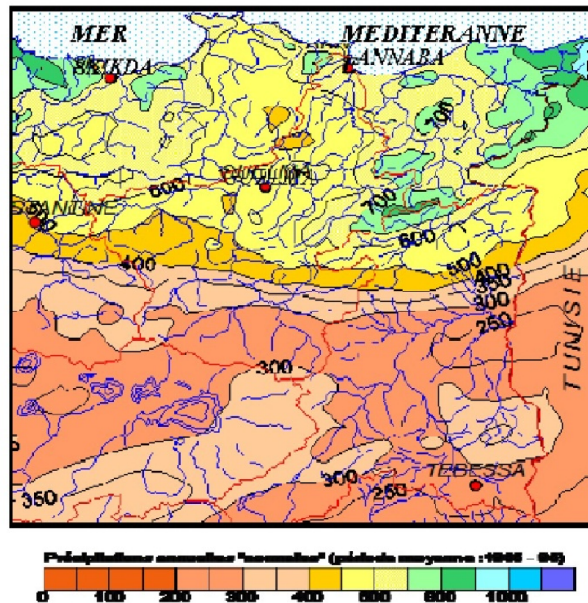


Figure 05: Précipitations annuelles médianes –normales- (1965-95) (d'après ANRH-GTZ, 2003 modifiée)

Les valeurs des précipitations moyennes annuelles enregistrées des stations sont les suivantes:

- Barrage H. Debagh : 624.81mm de 1990 à 2006
- Guelma : 589.33mm de 1985 à 2006
- Boucheouf : 574.85mm de 1985 à 2006

1.2.3 Situation géologique :

Le massif du djebel Debagh a fait l'objet de plusieurs études géologiques (Chavanne, 1910; Balayac, 1992; Deleau, 1938; et Lahondereet al., 1983). Pour les deux premiers auteurs les formations marneuses constituent une couverture plus ou moins tectonisé, les calcaires néritiques considérés donc comme les formations les plus anciennes. Deleau (1938) a dressé la carte au 1/50.000 de la région de Hammam Debagh sur laquelle apparaît presque totalité de l'axe Hahouner-Debagh.

Une révision cartographique de Vila (1969) jointe à de nombreuses études de microfaunes a permis de constater que les séries marno-calcaires sont des nappes appartenant à l'unité tellienne. IL a étudié avec beaucoup de détail les nappes qui recouvrent la moitié orientale du Djebel Debagh. Il réalise une carte complète de Dj. Debagh au 1/30.000 avec des coupes litho

stratigraphiques relatives aux chaînons oriental et occidental de ce massif. Les travaux de Lahondere et al. (1983), a motré l'existence d'une sédimentation bathyale au Paléocène et à l'Eocène inférieure et moyenne en couverture du domaine néritique constantinois dans la région de Guelma. Enfin, en 1980 il donne dans sa thèse une carte complète du Djebel Debbagh au 1/30.000.

Chapitre 2: Matériels et méthodes

2.1 Matériels utilisés:

Lors de notre travail nous avons utilisé le matériels ci-dessous:

- a) Autoclave.
- b) Incubateur biologique.
- c) Incubateur de stérilisation et de séchage.
- d) Balance.
- e) Distillateur.
- f) Bain-marie.
- g) Compteur de colonies.
- h) Anse de platine avec câble.
- i) Tube Durhan.
- j) Tube à essai.
- k) Milieux de culture.
- l) Coton.
- m) Flacons de collecte.
- n) Pipettes graduées.
- o) Minuteur;.
- p) Papier aluminium.
- q) Lampe à alcool ou bec Bunsen.
- r) Boîtes de Pétri.
- s) pincettes en acier inoxydable.
- t) filtres à membrane.
- u) porte-filtres en verre ou en acier inoxydable.
- v) lampe à ultra-violet.
- W) pour les traitements statistique nous avons utilisé le logiciel « R »

2.2 Méthodes

2.2.1 Traitement de l'eau à la station de Hammam Debagh :

Le traitement à effectuer sur l'eau brute aura pour but :

- De la clarifier.
- De la rendre bactériologiquement pure et exempte de micropolluants.

La station fait le traitement des eaux superficielles, l'origine de ces eaux et le barrage de Hammam Debagh assimilé à un lac artificiel qui est alimenté à son tour par les ruissèlements, les eaux de pluies, et l'affluent principal: de l'oued Bouhamdane.

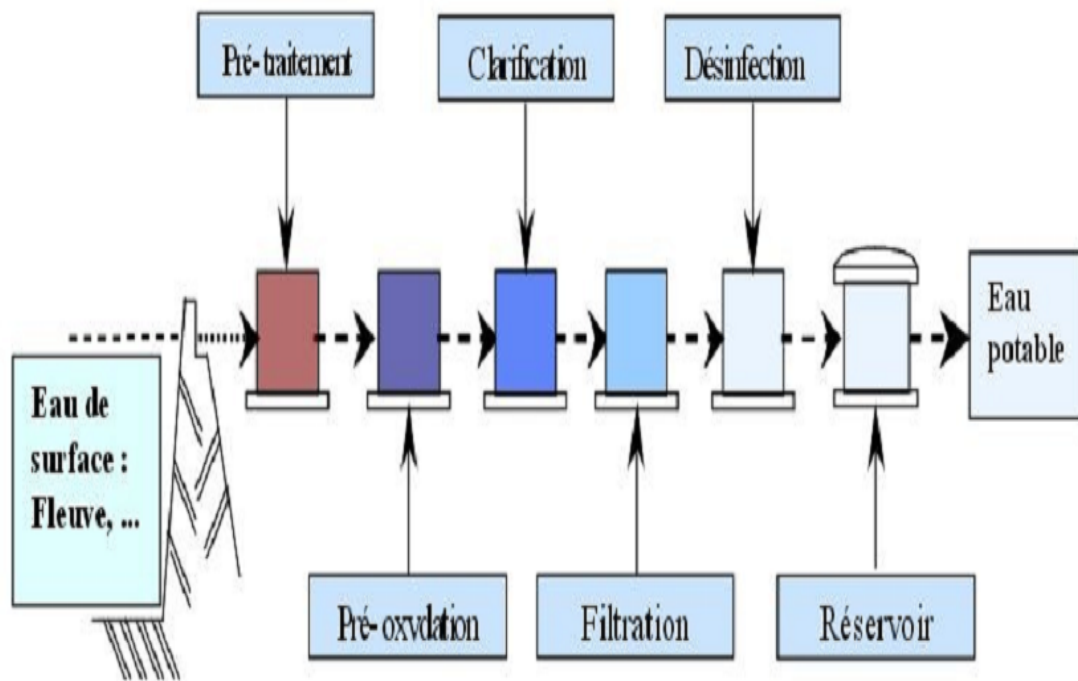


Figure 06: La chaîne de traitement

2.2.1.1 Prétraitement:

Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface. Ils sont principalement de deux types: le dégrillage et le tamisage. Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface. Ils sont principalement de deux types : le dégrillage et le tamisage. Le tamisage permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage. Il s'agit de feuilles ou de morceaux de plastique par exemple (Valentin, 2000).

2.2.1.2 Pré-oxydation :

A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension, et des matières organiques en solution. Celles-ci n'ont en elles-mêmes rien de dangereux, car il nous arrive souvent de consommer de l'eau en contenant tels que: le thé, le café ou le lait. Ces produits sont des eaux chargées en matières organiques, mais on sait qu'elles s'oxydent spontanément en contact avec l'air. On va donc les détruire par une peroxydation qui peut être faite par trois méthodes

différentes: l'ajout de chlore (pré-chloration), l'ajout de dioxyde de chlore ou ajout d'ozone (pré-ozonation).

2.2.1.3 Clarification:

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension (MES) d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. La clarification comprend les opérations suivantes: la coagulation, la floculation, la décantation et la filtration.

L'objectif consiste à agréger sous forme de floes, les matières en suspension organiques et minérales et les substances colloïdales. Elles se décantent au fond du bassin de décantation ou elles sont régulièrement extraites. Par contre, l'eau surnageant est filtrée soit sur sable (éliminer les fins particules en suspension qui restent) soit sur charbon actif (afin d'éliminer en plus les couleurs et odeurs dues à la matière organique). Nous noterons qu'il existe d'autres procédés de décantation tels que la flottation, le lit de boue...etc. (Kettab, 1992 ; Valentin, 2000).

2.2.1.3 a) La coagulation- Floculation:

La coagulation-floculation est un procédé de traitement physico-chimique, utilisé pour le traitement de potabilisation et qui se fait dans le bassin de Clarifloculateur, son principe repose sur la difficulté qu'ont certaines particules (les colloïdes) à se décanter naturellement.

- Le coagulant (sulfate d'alumine) et le floculant (polymère) sont ajoutés dans le bassin de mélange des réactifs.

Particules colloïdales :

Les particules colloïdales sont caractérisées par deux points essentiels, d'une part, elles ont un diamètre très faible (de 1 nm à 1 µm) ; d'autre part, elles ont la particularité d'être chargées électronégativement, engendrant des forces de répulsions intercolloïdales. Ces deux points confèrent aux colloïdes une vitesse de sédimentation extrêmement faible (que l'on peut même considérer comme nulle dans le cadre du traitement de l'eau).

Pour éliminer ces particules, on procède à:

Dans un premier temps, la coagulation, par un ajout de sels métalliques (sulfate d'aluminium), permet de supprimer les répulsions intercolloïdales : les cations métalliques (Al^{3+}) se lient aux colloïdes et les neutralisent. Les particules colloïdales peuvent désormais se rencontrer.

Dans un second temps, la floculation, par un ajout d'un polymère, qui joue le rôle de colle entre les colloïdes qui provoque une agglomération des particules colloïdales. Par la suite, cet agglomérat de colloïdes appelé floe dispose d'une masse suffisante pour pouvoir se décanter.

-Les produits chimiques sont ajoutés dans le bassin de mélange des réactifs selon des doses déterminées en amont par le Jar test.

- Objectif du Jar test:

Utilisé pour déterminer au laboratoire les taux de traitement à appliquer à l'eau brute pour obtenir le meilleur fonctionnement de la station.

- Principe du Jar test:

La détermination de taux de produits en laboratoire est réalisée par ce qu'on appelle le Jar test. Il consiste en une rangée de béchers alignés sous un appareillage flocculateur permettant de les agiter tous à la même vitesse. Les différents béchers ont reçu une dose différente de réactifs et à la fin de l'expérimentation, on détermine quels sont les couples quantités de réactifs / vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floccs les plus gros et les mieux décantés.

- Méthode utilisée:

Détermination de la dose de coagulant (sulfate d'alumine) :

-Prélever de l'eau brute dans un seau ou dans une cuve ayant une capacité de 15 à 20 litres.

-On prend 6 béchers : On introduire 1 L d'eau brute dans chaque bécher.

-Dans le bécher 01, on dose 10ml de solution de sulfate d'aluminium et chaque fois on double la dose pour les autres béchers

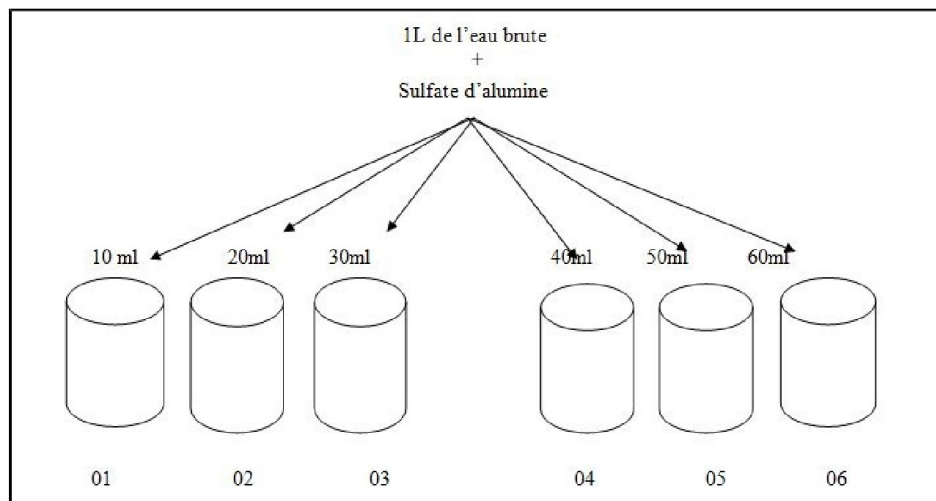


Figure 07: Détermination de la dose de coagulant (sulfate d'alumine)

- Placer les béchers sur le flocculateur et descendre les hélices d'agitation au fond des béchers. Pendant une heure à une même vitesse d'agitation qui est rapide voisine de 40 tr/min.
 - Après une 1heure de temps, on écrit sur la feuille « essais de floculation » :
 - Ph et la turbidité.
 - Une note de floculation :
- 0 pas de flocon ; 2 opalescent ; 4 petits points ; 6 moyens ; 8 bons ; 10 très bon.
- On choisit le meilleur échantillon qui permet d'obtenir l'eau la plus limpide, les flocons les plus gros et les mieux décantés, et on prend en considération le pH le plus neutre et moins turbide et l'aspect économique pour déterminer la dose de sulfate d'alumine.

Détermination de la dose de flocculant (polyélectrolytes ou polymère) :Le but du flocculant est d'augmenter la grosseur du floc ainsi que sa vitesse de décantation.

Avec la quantité de sulfate d'aluminium choisi dans les essais précédents il faut recommencer une série d'essai de floculation, en suivant la méthode précédente, au lieu d'ajouter 10g/l de sulfate alumine, on dose 0.1 g/l de polymère.

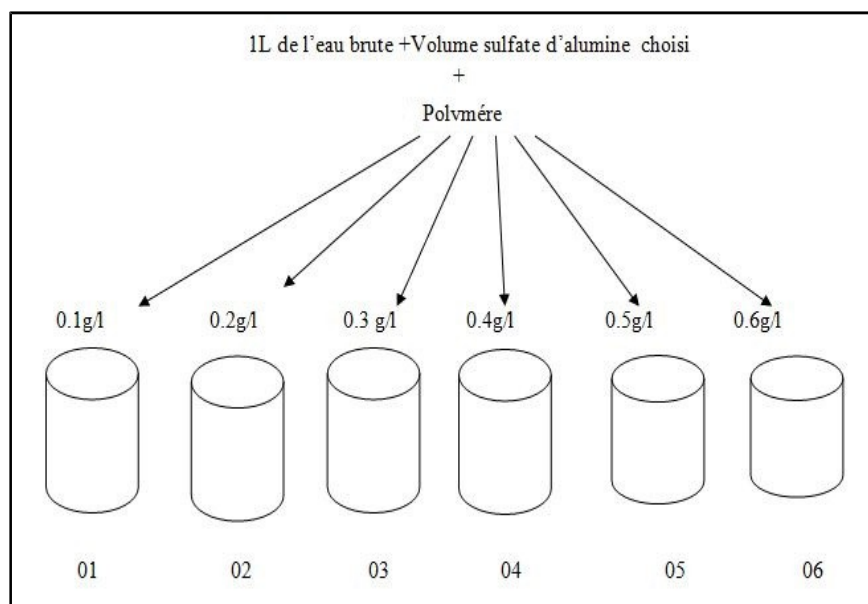


Figure 08: Détermination de la dose de flocculant (poly-électrolytes ou polymère)

Pour déterminer la dose de polymère, on s'appuie sur les critères précédents pour choisir le meilleur échantillon.

2.2.1.3 b) Décantation:

Après la coagulation et la floculation, l'eau passe dans un bassin de décantation caractérisé par une agitation lente où se fait la séparation liquide - solide. Elle a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules sont en général des particules de floc ou des particules résultant de la précipitation qui a lieu lors du traitement de coagulation et floculation. Ces particules s'accumulent dans une bêche à boues.

2.2.1.3 c) Filtration:

La filtration est effectuée sur batterie de filtres ouverts composée de 4 cellules de filtration. La charge filtrante est composée de 2 couches de sable de quartz de granulométrie différente et conçue de la manière suivante.

0.20 m couche support de sable de quartz grossier ayant une granulométrie de 3-5 mm.

1.00 m couche de filtration constituée par du sable de quartz fin ayant une granulométrie de 0.9-1.2mm

-La filtration de l'eau est un procédé permettant la séparation solide -liquide à travers un support poreux (le sable). L'objectif est d'améliorer la qualité de l'eau décantée, essentiellement du point de vue de la turbidité. Le filtre peut aussi servir de support biologique aux bactéries nitrifiantes. Il contribue alors à l'élimination d'une fraction de l'azote ammoniacal.

La conception de l'installation de filtration permet de laver chaque cellule indépendamment si nécessaire une fois par jour durant le temps de fonctionnement de la station.

L'eau de lavage est récoltée par les goulottes longitudinales disposées sur les faces latérales des filtres, l'évacuation de ces eaux se fait par la partie basse de la goulotte d'entrée des eaux prétraitées sur les filtres vers le bassin de récupération de l'eau de lavage, située à côté des filtres.



Figure 09: Bassins de filtration

2.2.1.3 d) Désinfection:

- L'oxydation est un procédé utilisable en fin de traitement, elle assure la désinfection de l'eau avant sa distribution. Consiste à ajouter le chlore ou ses dérivés dans l'eau filtrée qui est accumulée dans la bache d'eau traitée.

Bâche d'eau traitée :

La bache d'eau traitée, située sous les filtres, à une capacité compatible avec les besoins en eau de lavage pour deux filtres, soit de l'ordre de 250m^3 . Ce volume tient compte également d'une capacité tampon de sécurité

2.2.1.4 Le stockage de l'eau:

L'eau est stockée dans un réservoir d'eau pour des raisons économiques. Les réservoirs d'eau permettent également à la station de fonctionner à un débit constant. Il joue le rôle de réserve d'eau et constitue une sécurité en cas de surconsommation assurant un débit et une pression régulière. Le passage direct de la station de traitement de l'eau potable au réseau de distribution nécessite des stations de pompage et des groupes électrogènes.

2.2.1.5 La distribution:

La distribution de l'eau se fait à partir d'un réseau de canalisation en acier, PVC

ou PEHD. Ce réseau souterrain est cesse contrôlée et entretenu par les fonteniers. Ils ont la charge des fuites (détection et réparation), de l'entretien et des canalisations des réservoirs, de la surveillance du rendement.

2.2.2 Analyses bactériologique:

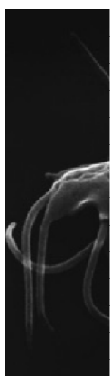
2.2.2.1 Notions générales sur la qualité bactériologique de l'eau de surface:

On trouve naturellement dans les eaux de surface une grande variété de microorganismes, dont certains peuvent notamment favoriser la décomposition de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien des organismes aquatiques et de la chaîne trophique, Par contre, d'autres microorganismes proviennent des déjections d'origine animale et humaine et peuvent causer des maladies importantes chez les humains, dont des gastro-entérites et des infections cutanées. Des bactéries indicatrices présentes en grand nombre dans le tube digestif des animaux à sang chaud, comme les coliformes fécaux. (Coliformes thermo tolérants) et les *Escherichia coli* (*E.coli*), sont utilisées pour évaluer le niveau de contamination bactériologique des eaux.

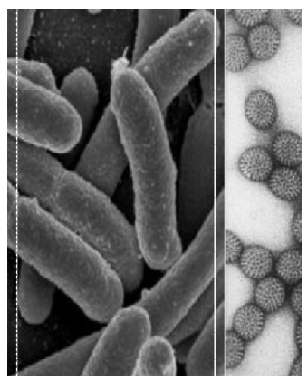
2.2.2.2 Les indicateurs bactériologiques: comment s'y retrouver?

Les eaux de surface sont susceptibles d'être contaminées par des microorganismes pathogènes qui peuvent causer une maladie. Il existe trois grandes classes d'organismes pathogènes, soit :

- >les bactéries (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*,...etc.);
- >les virus (hépatite A, norovirus, rotavirus, ...etc.);
- >les parasites (*Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*,...etc.).



Giardia lamblia



Escherichia coli



Rotavirus

Figure 10: Les trois grandes classes d'organismes pathogènes

Comme en font état de nombreuses études épidémiologiques, les usagers de l'eau exposés à des eaux contaminées par des matières fécales, en particulier les baigneurs, peuvent contracter des maladies gastro-intestinales (Santé Canada, 2009).

Des maladies des voies respiratoires et certaines infections cutanées (dermatite du baigneur) peuvent aussi affliger les baigneurs. Considérant que le dépistage systématique de tous ces microorganismes serait difficilement réalisable, voire impraticable (coûts et délais importants, méthodes analytiques spécialisées, etc.), la surveillance porte plutôt sur des bactéries fécales indicatrices qui ne sont pas pathogènes, mais qui sont présentes en grand nombre dans les excréments des animaux à sang chaud et des humains.

les indicateurs bactériologiques les plus couramment utilisés sont les coliformes fécaux, *Escherichia coli* et les entérocoques. De façon générale, plus les concentrations de ces bactéries indicatrices sont élevées, plus la probabilité qu'il y ait des microorganismes pathogènes est élevée.

Autrefois, les coliformes totaux, dont les coliformes fécaux ne représentent qu'une partie, étaient largement employés comme indicateurs de qualité des eaux utilisées à des fins récréatives (Santé Canada, 1992). Mais, depuis plusieurs décennies, ils ne sont pas considérés comme les meilleurs indicateurs, notamment parce qu'ils ne sont pas invariablement associés à une pollution fécale, qu'ils peuvent se multiplier abondamment dans le milieu et qu'il n'existe pas de corrélation constante entre leur présence et l'incidence de maladies (Santé Canada, 1983; Santé Canada, 1992).

2.2.3 Prélèvement d'échantillons d'eau pour les examens bactériologiques :

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec prudence afin d'éviter toute contamination possible.

Les échantillons doivent être prélevés dans des flacons en verre blanc, à haut évasé, avec un bouchon en verre rodé, d'une capacité de 125 ml, stérilisés au préalable ou dans des sacs plastiques stériles, jetables; contenant une pastille de thiosulfate de sodium. Les flacons pour la collecte d'eaux chlorées doivent recevoir, avant d'être stérilisés, 0,1 ml (2 gouttes) de thiosulfate de sodium à 10%.



Figure 11: Prélèvement d'eau Brute

étapes pour le prélèvement d'un échantillon d'eau:

- a) se laver les mains avec de l'eau et du savon;
- b) nettoyer le robinet avec un morceau de coton imbibé d'alcool à 70% et /ou avec de l'hypochlorite de sodium à 100 mg/L;
- c) ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 1 ou 2 minutes;
- d) collecter l'échantillon d'eau;
- e) emplir environ au $\frac{3}{4}$ du volume;
- f) fermer le flacon et l'identifier en marquant l'adresse, l'heure, le nom du collecteur, etc.;
- g) marquer le flacon avec le numéro d'échantillon correspondant au point de collecte;
- h) remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau;
- i) mettre le flacon contenant l'échantillon dans une caisse de transport avec de la glace;
- j) sceller, identifier et envoyer la caisse au laboratoire. Le temps entre la collecte et l'examen de l'échantillon ne doit pas excéder 24 heures.



Figure 12: Les différentes phases d'échantillonnage d'eau (OMS, 1998)



Figure 13: prélèvement d'eau traité

2.2.4 Conditionnement et transports des échantillons:

Les prélèvements sont stockés et transportés en milieu réfrigéré ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) dans un délai maximum de 1h et 30min au laboratoire chargé de l'analyse. Toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible et les échantillons qui ne sont pas analysés sont aussitôt placés au réfrigérateur à $+4^{\circ}\text{C}$



Figure 14: Glacière pour le transport

2.2. Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22°C et à 37°C (germes totaux)

2.2.5.1 Définition:

Il s'agit de l'ensemble des micro-organismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance (à 37°C pendant 24h et à 22°C pendant 72h).

Bien que la présence en grande quantité de bactéries revivifiables ou la microflore totale aérobique mésophile n'est, a priori, aucune valeur indicative, leur dénombrement dans les conditions doit être régulièrement effectué car une évolution importante, peut être représentative d'un apport contaminant (matières organiques par exemple). (Bouchaala., 2010)

2.2.5.2 Mode Opérateur:

A partir de l'eau à analyser ($\text{SM} = 1$) et/ou des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique le schéma n°2 ci-après.

Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 2°C. Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder 15 minutes.

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, sur une surface fraîche et horizontale.

Laisser solidifier les boîtes sur paille, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche, a un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses.

Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures,
- La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant $44 \pm 4^\circ\text{C}$ heures.

2.2.5.3 Lecture et interprétation:

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

Calculer ensuite la valeur du nombre N, de microorganismes revivifiables à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part et celle du nombre N de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1.1 \times d}$$

ou: $\sum c$: est la somme des colonies dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives retenues.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule.

Le résultat final de microorganismes revivifiables dénombrés à 22°C et à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée de 10.

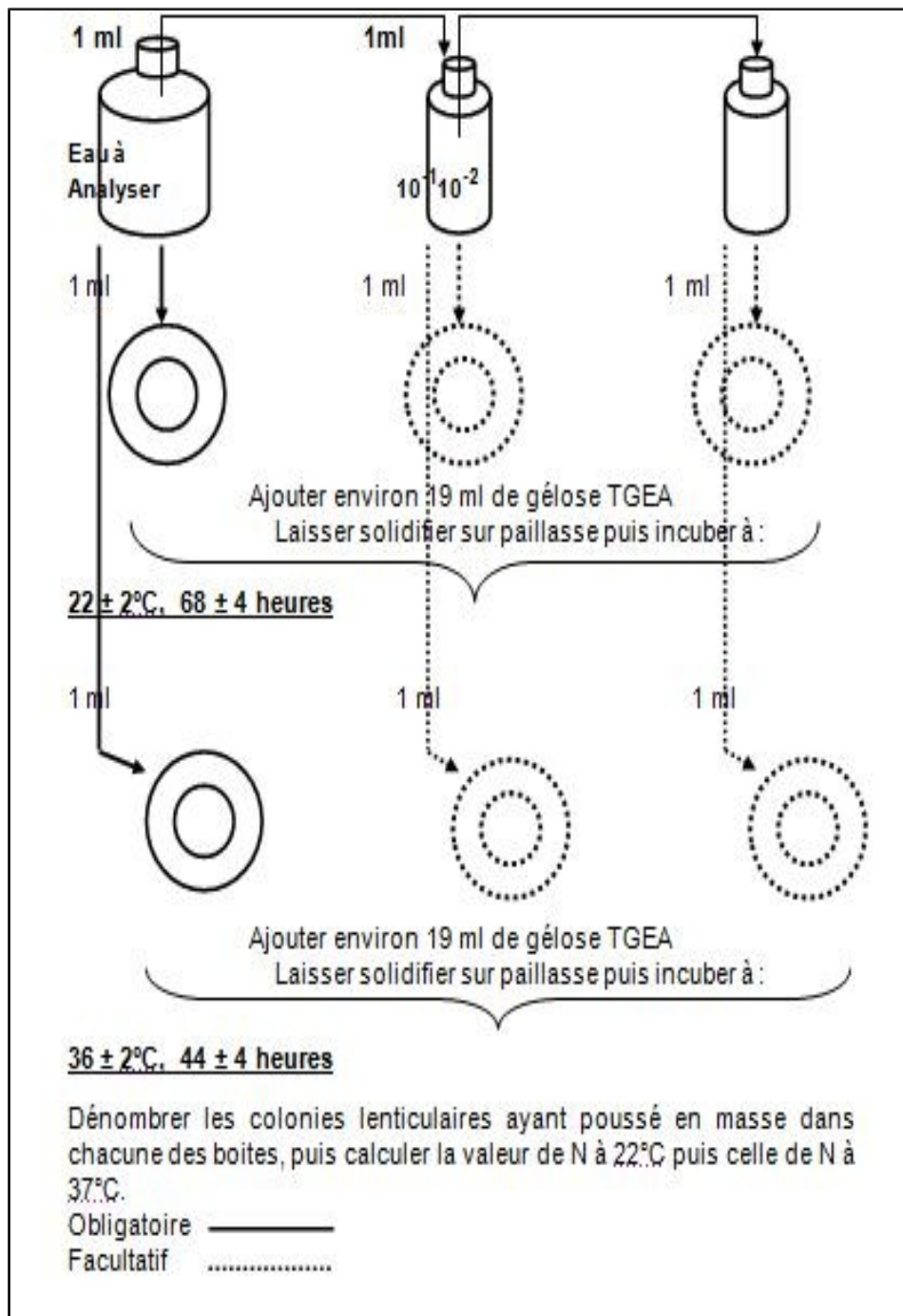


Figure 15: Technique d'obtention des germes Totaux à 22 et à 37°C

2.2.6 Recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries

Coliformes. Méthode par filtration :

2.2.6.1 Objet et domaine d'application:

Il s'agit là d'une méthode de référence qui consiste en la recherche et le dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries Coliformes éventuellement présents dans les eaux destinées à la consommation humaine, par comptage des colonies obtenues en milieu solide après 24 à 48 heures d'incubation en aérobiose à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ puis à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

La présente méthode est recommandée pour les eaux peu contaminées.

2.2.6.2 Définitions:

Au sens de cette méthode, on entend par Coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C .

Les Coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.2.6.3 Mode opératoire:

La recherche des bactéries coliformes par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes:

a) Essai standard:

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de $0,45 \mu$ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ou 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose TTC préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 3 heures voire 44 ± 4 heures et servira à la recherche des bactéries coliformes, suivie de l'identification biochimique des *Escherichia coli*.

b) Lecture et interprétation essai standard:

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives). Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies à des fins de confirmation basée sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.

c) Test à l'oxydase:

Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 5 à 10 colonies, à incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 2 heures, puis effectuer le test de l'une des façons suivantes :

Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile puis déposer une colonie caractéristique.

Verser 2 à 3 gouttes du réactif à l'oxydase préparé extemporanément (Tétraméthyl-p-phénylènediamine) sur un papier filtre puis étaler dessus une partie de la culture.

Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

d) Test à l'indole:

Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane. Bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber ce dernier à $44 \pm 0,5^\circ\text{C}$ pendant 21 ± 3 heures puis rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs. La présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.

e) En conclusion:

- Est considérée comme bactérie coliforme, toute colonie caractéristique (jaune), dépourvue de l'enzyme oxydase et non productrice d'indole.
- Est considéré comme bactérie *Escherichia coli*, toute colonie caractéristique (rouge), dépourvue de l'enzyme oxydase, mais productrice d'indole à 44°C . Calculer ensuite la valeur (a) du nombre de bactéries coliformes lactose positives à part celle des *Escherichia coli* à part ; le résultat final sera exprimé selon l'équation mathématique suivante :

$$a = \frac{b}{A}c$$

où :

b : nombre de colonies caractéristiques présumées dans la boîte.

A : nombre de colonies repiquées.

C : nombre total de colonies trouvées dans la boîte.

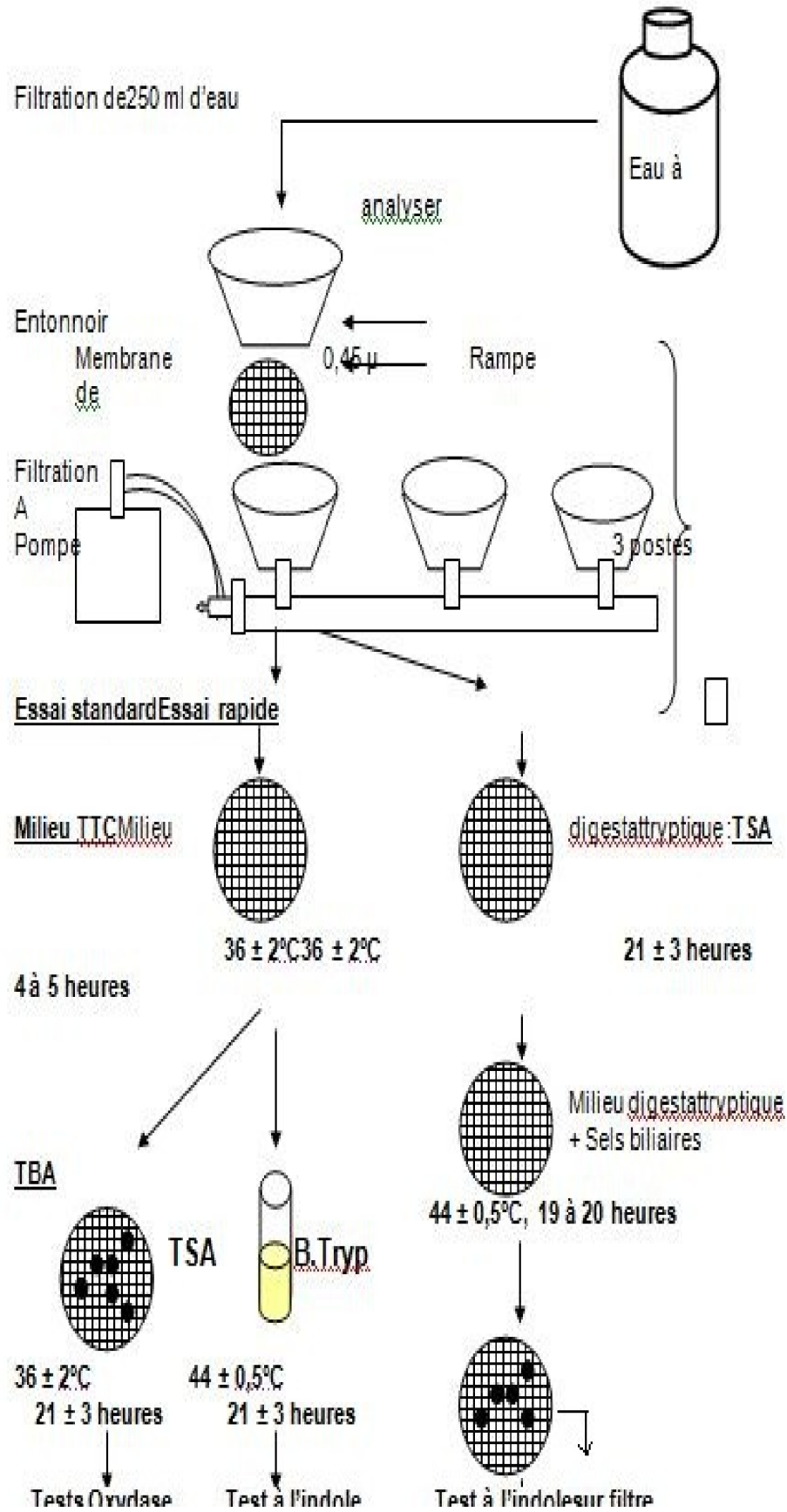


Figure 16: Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes. Méthode par filtration

2.2.7 Recherche et dénombrement des Coliformes, Coliformes thermo tolérants et Escherichia coli en milieu liquide.

2.2.7.1 Objet et domaine d'application:

Cette méthode de routine, consiste en la recherche et le dénombrement des bactéries coliformes thermo tolérantes et des Escherichia coli dans les eaux destinées à la consommation humaine, en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP).

2.2.7.2 Définitions:

Au sens de cette méthode, on entend par coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C.

Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

Les Escherichia coli sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.2.7.3 Mode opératoire:

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes thermo tolérants et des Escherichia coli dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

le test de présomption: réservé à la recherche des coliformes,

le test de confirmation : réservé à la recherche des coliformes thermo tolérants et Escherichia coli.

a)Test de présomption.

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

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham, comme l'indique le schéma n° 2.

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

a.1) Lecture:

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

un dégagement de gaz (supérieur au 1/10^e 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.

a.2) Illustration:

Tableau 01: Exemple de résultats obtenu après un test de présomption

Inoculum	Test de présomption	Nombre Caractéristique
1 X 50 ml	+	1
5 X 10 ml	+++--	3
5 X 1 ml	++---	2

Le nombre caractéristique est donc « 132 » ; ce qui correspond sur la table NPP au nombre 14. On considère alors qu'il y a 14 Coliformes par 100 ml d'eau à analyser.

b) Test de confirmation:

Le test de confirmation est basé sur la recherche de Coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

Escherichia coli est un coliforme thermo tolérant qui entre autre :

- produit de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C,
- donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl,
- ne produit pas de l'acétyl méthyl carbinol,
- n'utilise pas le citrate comme source unique de carbone.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham, comme l'indique le schéma n°3.

Chasser l'air éventuellement présent dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

b.1) Lecture:

Seront 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 les prescriptions 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.

b.2) Illustration:

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

- le flacon de BCPL D/C,
- 3 tubes sur 5 de BCPL D/C, et
- 2 tubes sur 5 de BCPL S/C.

Tableau 02: Exemple de résultats obtenu après un test de confirmation

Inoculum	Test de présomption	Nombre Caractéristique	Test de confirmation		Nombre Caractéristique
			Gaz	Indole	
1 X 50 ml	+	1	+	+	1
5 X 10 ml	++ +--	3	++-	- +	1
5 X 1 ml	+ +-	2	-+	+ +	1

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 100 ml 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 fécaux que de Coliformes totaux.

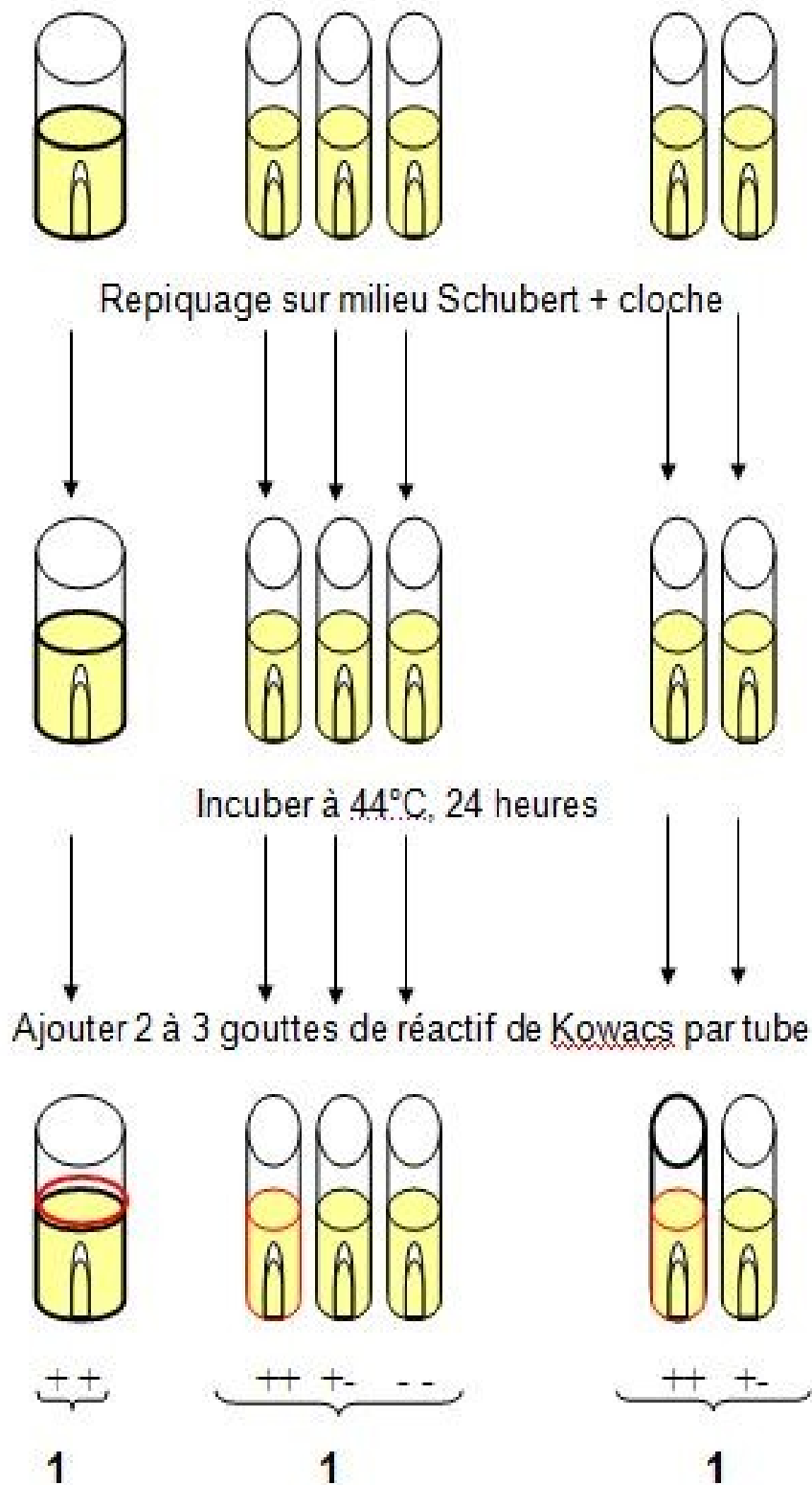


Figure 15: Teste de confirmation

2.2.8 Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux. méthode par filtration sur membrane:

2.2.8.1 Objet et domaine d'application:

Cette méthode de référence, consiste en la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » de la classification de Lance Field, ou encore Streptocoques fécaux dans les eaux destinées à la consommation humaine, par filtration sur membrane.

2.2.8.1.a) Définition:

Au sens de cette méthode, on entend par entérocoques intestinaux des bactéries qui se présentent sous forme de cocci à Gram positive, sphériques ou ovoïdes formant des chaînettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine et à l'azoture.

2.2.8.1.b) Mode opératoire:

La recherche des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ou 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen.

- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et BARTLEY préalablement préparée.
- Cette dernière sera incubée couvercle en bas à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures.

2.2.8.1.c) Lecture et interprétation:

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

Transférer aseptiquement la membrane du milieu de Slanetz et Bartley sur une plaque de gélose Bile esculine azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C . Cette dernière sera incubée à son tour à $44 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pendant 2 heures.

Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu.

Compter le nombre de colonies et le rapporter à 100 ou 250 ml d'eau à analyser.

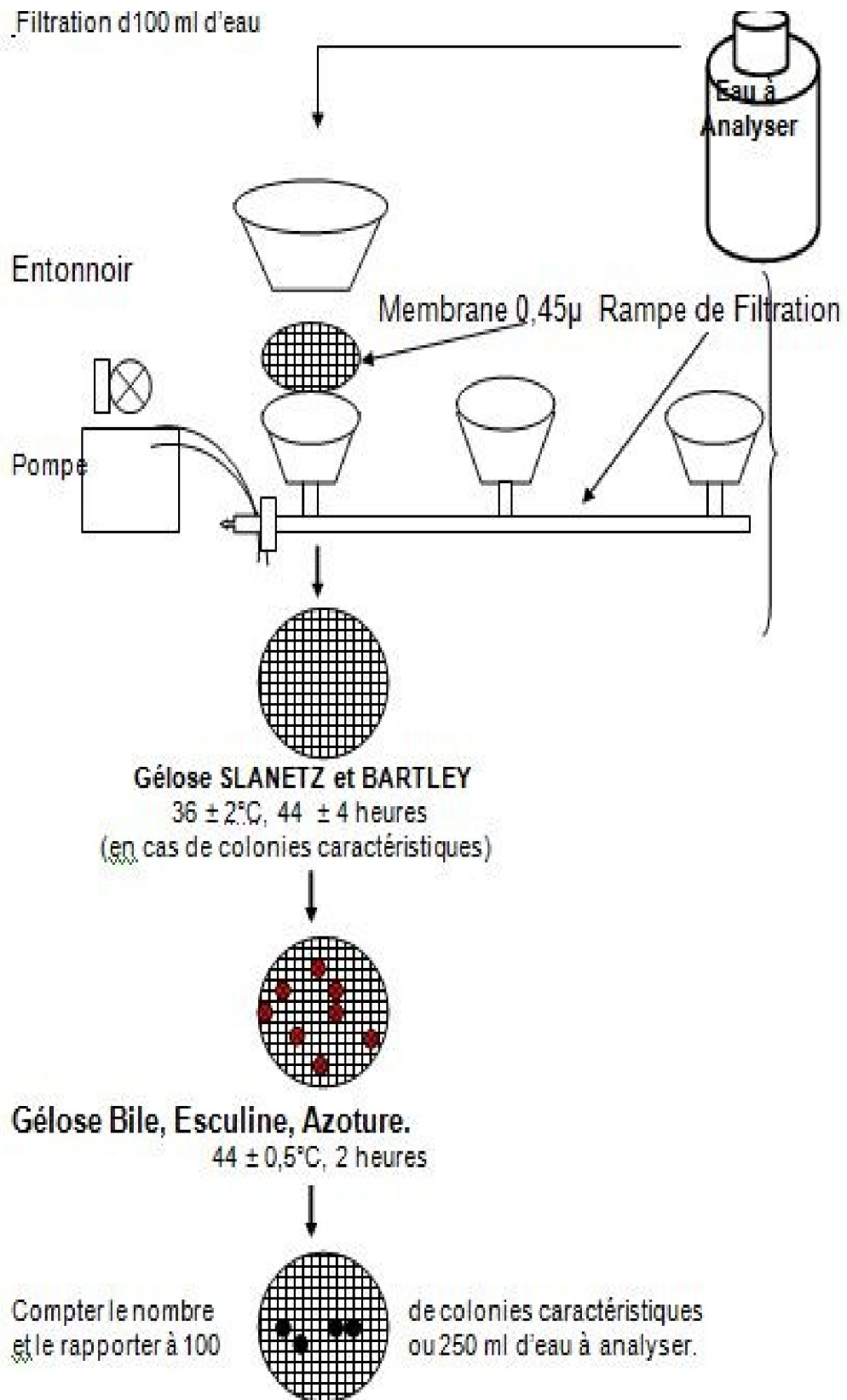


Figure 18: dénombrement des Entérocoques intestinaux par filtration sur membrane

2.2.9.b Mesure de la conductivité électrique:

2.2.9.b.1 Définition:

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.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre (μS/cm). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante:

$$\text{Résistivité}(\Omega.cm) = \frac{1000000}{\text{conductivité}(\mu S / cm)}$$

2.2.9.b.2 Principe:

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms. S sa section en cm² et l sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms-cm est

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en S / cm est :

$$V = \frac{1}{P} = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}$$

$\frac{l}{S}$ est appelé constante de l'élément de mesure

2.2.9.b.3 Matériel : Conductimètre.

2.2.9.b.3.1 Mode opératoire:

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) 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.

2.2.9.b.3.2 Expression des résultats:

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.2.9.c Turbidité:

2.2.9.c.1 Définition:

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

2.2.9.c.2 Principe:

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

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

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

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

Appareillage: HACH 2100N

- Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm. de diamètre.

2.2.9.c.3 Mode opératoire:

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

2.2.9.c.4 Expression des résultats:

La mesure est obtenue directement en NTU.

2.2.9.d Dosage de l'ammonium:

2.2.9.d.1 Principe:

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium) .

2.2.9.d.2 Réactifs:

1- Eau exempte d'ammonium.

2- Réactif coloré (Réactif I): Peser 13g + ou- 1g de salicylate de sodium, 13g

+ou- 1g de citrate trisadique dihydraté et 0,097g de sodium nitropentacyanoferrate (III) dihydraté à dissoudre dans 100 ml d'eau distillée . Conserver dans un récipient en verre brun .

Cette solution est stable pendant 2 semaines.

3- Dichloroisocyanurate de sodium (Réactif II): prendre 3,2g d'hydroxyde de sodium dans 50 ml d'eau distillée , + 0,2g +ou- 0,002g de dichloroisocyanurate déshydraté . Dissoudre dans 100 ml d'eau distillée. Conserver dans un récipient en verre brun.

4- Solutions étalons: chlorures d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ou le sulfate d'ammonium

2.2.9.d.3 Etalonnage:**Tableau 03: Tableau représentant la courbe d'étalonnage de l'ammonium**

S fille 1 mg/l	0	1	2,5	5	25	40
E.D (ml)	50	49	47,5	45	25	10
Réactif I (ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif II (Coloré) (ml)	4	4	4	4	4	4
Attendre 1h 30min						
[NH ₄]en mg/l	0	0,02	0,05	0,1	0,5	0,8

2.2.9.d.4 Préparation de l'échantillon:

Prendre 40 ml d'échantillon dans une fiole de 50 ml , ajouter 4 ml(réactif I) . ;
puis ajouter,4 ml de la solution de réactif II , compléter la fiole jusqu'à la jauge

Attendre 1h30min,

L'apparition de la couleur vert indique la présence de l'ammonium effectuer

la lecture à 655 nm.

Expression des résultats:

Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure 19: Dosage de L'ammonium

2.2.9.e Dosage des ions nitrites:

2.2.9.e.1 Principe:

Les ions nitrites réagissent en milieu acide (PH=1,9) avec la sulfamide en formant sel de diazonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge.

2.2.9.e.2 Réactif:

-Solution du réactif:

20g de Sulfamide, ($C_6H_8N_2O_2S$) a dissoudre dans un mélange de 50ml d'acide phosphorique ($d=1,71g/ml=85\%$ de masse) et 250 ml d'eau distillée.

Dans cette solution dissoudre 1g de N-(1-naphtyl)-éthylènediamine-dichlorohydraté ($C_{12}H_{16}Cl_2N_2$)

Compléter avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée à un volume de 500ml, cette solution est stable pendant un mois si elle est gardée à l'obscurité (bouteille en verre marron bien fermée) et 4^0 C au frigo.

-Solution d'acide phosphorique:

Dans une fiole jaugée de 250 ml, dissoudre 25 ml d'acide phosphorique ($d=1,71g/ml=85\%$ en masse) dans 150ml d'eau distillée. Après refroidissement à la température ambiante, on complète à l'eau distillée à 250ml.

-Solution standard de 100 mg/l

Dissoudre $0,4926g \pm 0,0002$ de Nitrites de Sodium ($NaNO_2$), sécher pendant 2 heures à

105⁰C dans 750 ml d'eau distillée compléter à 1L.

1ml=100gr= 0,1mg de NO₂-N. Cette solution est stable pendant 1 mois à l'obscurité et à 4⁰c.

2.2.9.e.3 Prélèvement et préparation des échantillons:

Conserver l'échantillon à 4⁰C et effectuer le dosage dans les six heures qui suivent le prélèvement. En cas d'impossibilité, ajouter une goutte de chloroforme à l'échantillon.

Pour le prélèvement il faut utiliser des bouteilles en verre.

Tableau 04: Tableau représentant la courbe d'étalonnage des ions nitrites

\$ fille 1 mg/l	0	1	2,5	5	7,5	10
Eau distillée (ml)	50	49	47,5	45	42,5	40
Réactif Mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
[NO ₂ ⁻] en mg/l	0	0.02	0.05	0.1	0.15	0.2

2.2.9.e.4 Mode opératoire:

Prendre 50 ml d'eau à analyser

- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻. 2

Effectuer la lecture à 543 nm.

2.2.9.e.5 Expression des résultats:

Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure 20: Dosage de nitrites

2.2.9.f Dosage des sulfate:

2.2.9.f.1 Principe: Les ions sulfates sont précipités et pesés à l'état de sulfate de baryum.

2.2.9.f.2 Réactifs:

1. Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de Na_2SO_4

-Peser 4.43g de Na_2SO_4 1 000 ml d'eau distillée.

2. Solution stabilisante :

-Acide chlorhydrique 60 ml

-Ethanol 200 ml

-Chlorure de sodium 150 ml

-Eau distillée 600 ml

3. Solution de chlorure de baryum:

-Chlorure de baryum 150 g

-Acide chlorhydrique 5 ml

-Eau distillée 1 000 ml.

2.2.9.f.3. Gamme d'étalonnage:

-Prendre 8 béchers de 250 ml.

-Laver très bien avec du savon et une lavette.

-Rincer abondamment avec l'eau de robinet.

-Rincer avec une solution d'acide chlorhydrique.

-Rincer avec l'eau de robinet puis avec de l'eau distillée.

Tableau 05: Tableau représentant la courbe d'étalonnage des sulfate

N	0	1	2	3	4	5	6	7
° Becher								
S.-mère à 1 g/l	0	1 ml	2ml	3ml	4ml	5ml	6ml	7ml
Qsp	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
S. stabilisante	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml	5ml
S. chlorure de baryum	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml
Agitation 1 mn								
Concentration	0	10	20	30	40	50	60	70
Finale mg/l SO_4^{2-}								

Enregistrer la gamme dans le spectro- à la longueur d'onde $\square \square 420$ nm

2.2.9.f.4 Mode opératoire:

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée

Ajouter 5 ml de la solution stabilisante

Ajouter 2 ml de chlorure de baryum Agiter

énergiquement pendant 1 mn

Passer au spectrophotomètre à 420 nm

2.2.9.f.5 Expression des résultats:

Mg/l SO_4^{2-} \square La valeur lue sur le spectro- \square la dilution.

2.2.9.g Détermination des phosphates PO_4^{3-}

2.2.9.g.1 Principe:

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium.

Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption (l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm).

2.2.9.g.2 Réactifs:

1. Réactif- mélange:

A- 13 g d'heptamolybdate d'ammonium qsp 100 ml H₂O distillée. B- 0.35 g de tartrate d'antimoine qsp 100 ml H₂O distillée.

C- 150 ml d'acide sulfurique concentré.....qsp 300 ml H₂O distillée.

- Mélanger (A + C) + B □ 500 ml (Stable pendant deux mois).

2. Acide ascorbique: - 10 g Acide ascorbique..... qsp 100 ml H₂O distillée. .

3. Solution mère d'orthophosphate à 50 mg/l PO³⁻ : 4

A partir de K₂HPO₄ dipotassium hydrogène phosphate préalablement séché pendant 2 heures A 105⁰c

- K₂HPO₄.....0,281g

- Eau Distillée.....1000 ml

- H₂SO₄ 4,5 N10 ml

A partir de solution d'acide sulfurique 9mol/l (50% eau + 50% H₂SO₄) Prélever un volume de cette solution et diluer à 50%

Solution fille à 2 mg/l PO₄³⁻ 20 ml de la solution à 50mg/l dans une fiole de 500 ml et compléter au volume, par l'eau distillée

Tableau 06: Tableau de la gamme d'étalonnage des phosphates PO_4^{3-}

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
S.fille à 2.0 mg/l P	0 ml	0,3	0,6	1,2	2,4	4,8
Qsp 40 ml eau distillée	40 ml	40	40	40	40	40
Mg/l de P	0.0	0,0015	0,03	0,06	0,120	0,240
Mg/l de PO_4^{3-}	0.0	0,0459	0,0918	0,1836	0,3672	0,7340
Formule : $\text{P} \square 3.06 \square \text{PO}_4^{3-}$						
Acide ascorbique	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Réactif – mélange	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml
Attendre 10 min						

2.2.9.g.3 Mode opératoire:

Prendre 40 ml d'eau à analyser

1 ml d'acide ascorbique

Ajouter 2 ml du réactif-mélange

- attendre 10 mn.

L'apparition de la coloration bleue indique la présence des PO_4^{3-}

4.

Longueur d'onde λ à 700 ou 880 nm

2.2.9.g.4 Expression des résultat:

Le résultat est donné directement en mg/l.

2.2.9.h Dosage des nitrates NO_3^-

2.2.9.h.1 Principe:

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

2.2.9.h.2 Réactifs:

- * Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.).

0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

- * Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

- * H_2SO_4 concentré.

- * Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH 400 g. Tartrate de sodium et de potassium 60 g. Eau distillée qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène. Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

- * Nitrate de potassium anhydre 0.722 g.

Eau distillée 1000 ml.

Chloroforme 1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l..

2.2.9.h.3 Courbe d'étalonnage:

Tableau 07: Tableau représentant la gamme d'étalonnage des nitrates NO_3^- .

N° de capsule	B	I	II	III	IV
\$ étalon 5 mg/l.	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
\$ de salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/l de N nitrique	0	0.5	1	2.5	5

2.2.9.h.4 Mode opératoire:

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
(ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium

2.2.9.h.5 Expression des résultats:

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

Chapitre3: Résultats et Discussions

3.1 Résultats des analyses bactériologiques de l'eau:

L'objectif des analyses bactériologiques d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de tout les espèces présente, mais de recherché soit celles qui sont susceptible d'être pathogène soit, ce qui est souvent plus aisé, celle qui est accompagnent et qui sont en plus un grand nombre souvent présentes dans l'intestins des mammifères et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale et donc les maladies associées à la contamination fécale. On peut noter que l'absence de contamination fécale ne laisse en rien présager l'absence d'espèce potentiellement pathogène (exemple: pseudomonas)

Les résultats des paramètres microbiologiques sur notre prélèvement montrent que l'eau est exemptes de toute formes de germes susceptible d'alerter la qualité bactériologique de l'eau.

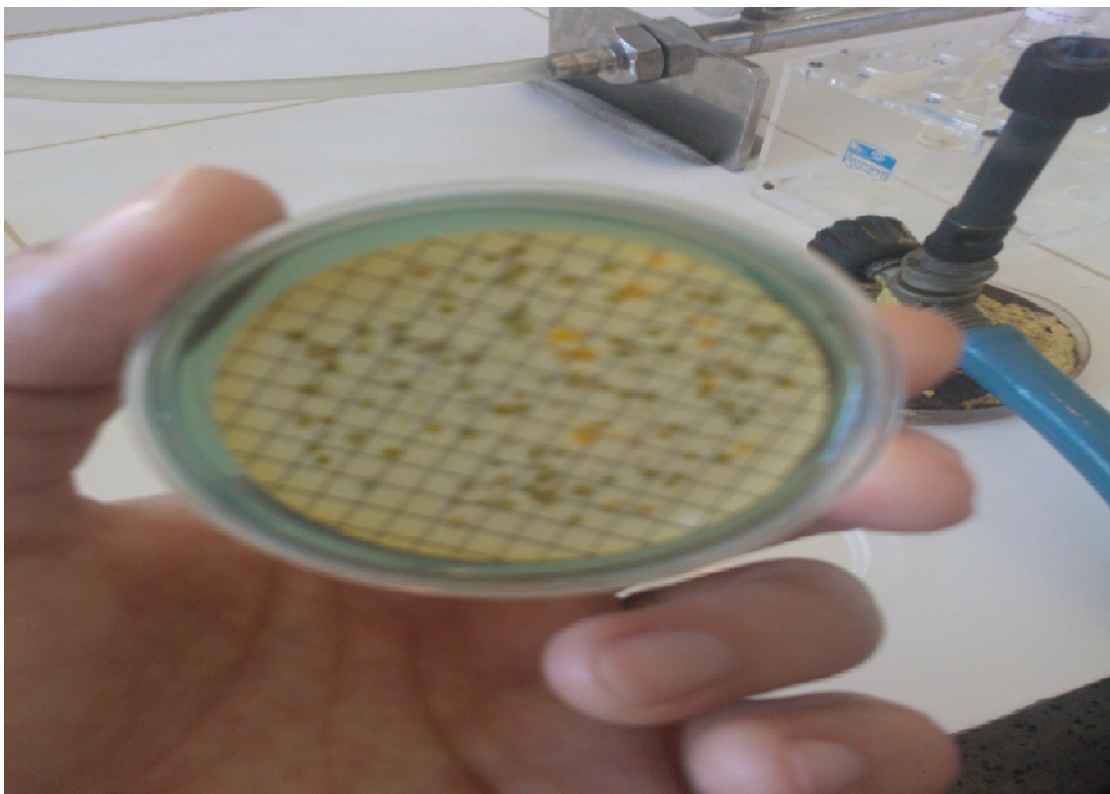


Figure 21: Des entérocoques intestinaux sur membrane

Tableau 08: Les résultats des analyses bactériologique du mois Juin

Eau – Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	165	>100	>100	13	1
Site 02	123	>100	>100	6	14
Site 03	82	>100	>100	6	2
Brute	22	15	0	0	8
Traité	13	0	0	0	0
RC	0	0	0	0	0

Tableau 09: Les résultats des analyses bactériologique du mois Juillet

Bactériologie

Eau – Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	197	>100	>100	10	0
Site 02	108	>100	>100	5	21
Site 03	66	>100	>100	6	0
Brute	90	16	15	0	0
Traité	0	0	0	0	0
RC	0	0	0	0	0

Tableau 10: Les résultats des analyses bactériologique du mois Aout

Bactériologie					
Eau – Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	120	12	12	2	2
Site 02	77	>100	>100	1	19
Site 03	34	>100	>100	6	2
Brute	184	36	36	0	0
Traité	0	0	0	0	0
RC	0	0	0	0	0

Tableau 11: Les résultats des analyses bactériologique du mois Septembre

Bactériologie					
Eau – Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	72	7	7	2	0
Site 02	67	>100	>100	0	0
Site 03	54	>100	>100	4	0
Brute	102	19	19	0	0
Traité	0	0	0	0	0
RC	0	0	0	0	0

Tableau 12: Les résultats des analyses bactériologique du mois Octobre

Bactériologie					
Eau – Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	45	0	0	3	0
Site 02	196	>100	>100	0	0
Site 03	84	>100	>100	3	0
Brute	90	16	16	0	0
Traité	0	0	0	0	0
RC	0	0	0	0	0

Tableau 13: Les résultats des analyses bactériologique du mois Novembre

Bactériologie					
Eau – Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	53	0	0	6	8
Site 02	95	>100	0	0	32
Site 03	76	>100	>100	1	9
Brute	22	9	9	0	0
Traité	0	0	0	0	0
RC	0	0	0	0	0

Tableau 14: Les résultats des analyses bactériologique du mois Décembre

Bactériologie					
Eau - Genre	GT	CT	CTT	SF	ASR
Site 01	82	8	8	8	3
Site 02	80	2	2	4	15
Site 03	153	5	5	2	2
Brute	108	2	0	0	0
Traité	0	0	2	0	0
RC	0	0	0	0	0

Eléctro-chimie:

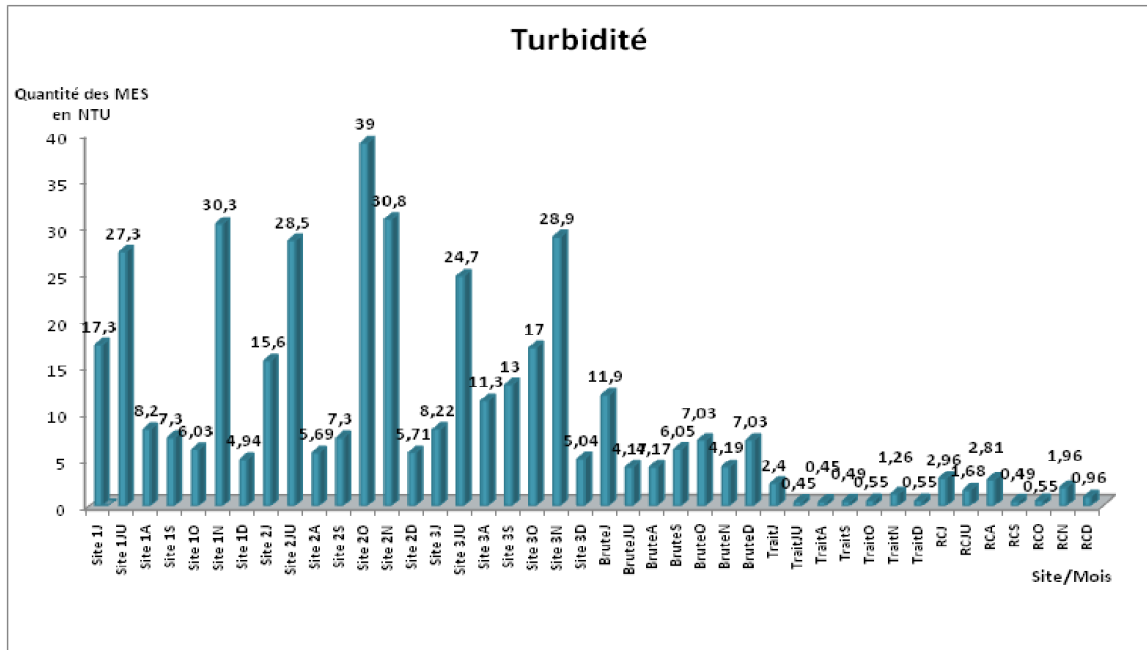


Figure 22: Histogramme qui présente les résultats de la turbidité

Discutions : En remarque que la turbidité durant le mois de **Novembre** est la plus élever malgré le traitement mais elle a touché aussi le robinet consommateur

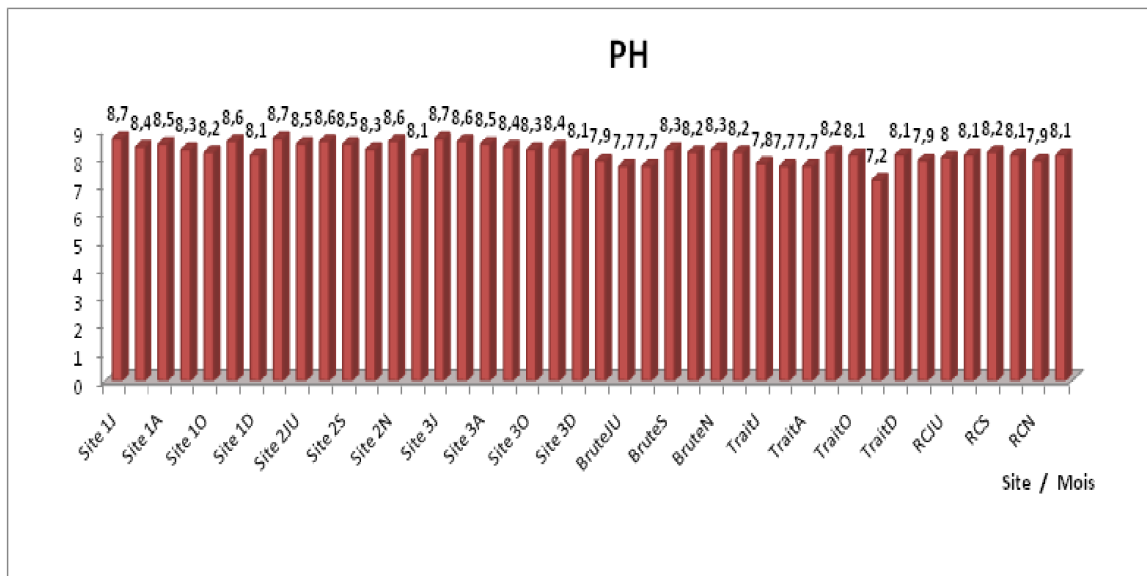


Figure 23: Histogramme qui présente les résultats de PH

Discutions : Les valeurs du pH enregistré sont plus proche les unes des autres et fluctuent dans la plage des données correspondant aux normes relatives à des eaux douces naturelles soit 7,2 à 8,3.

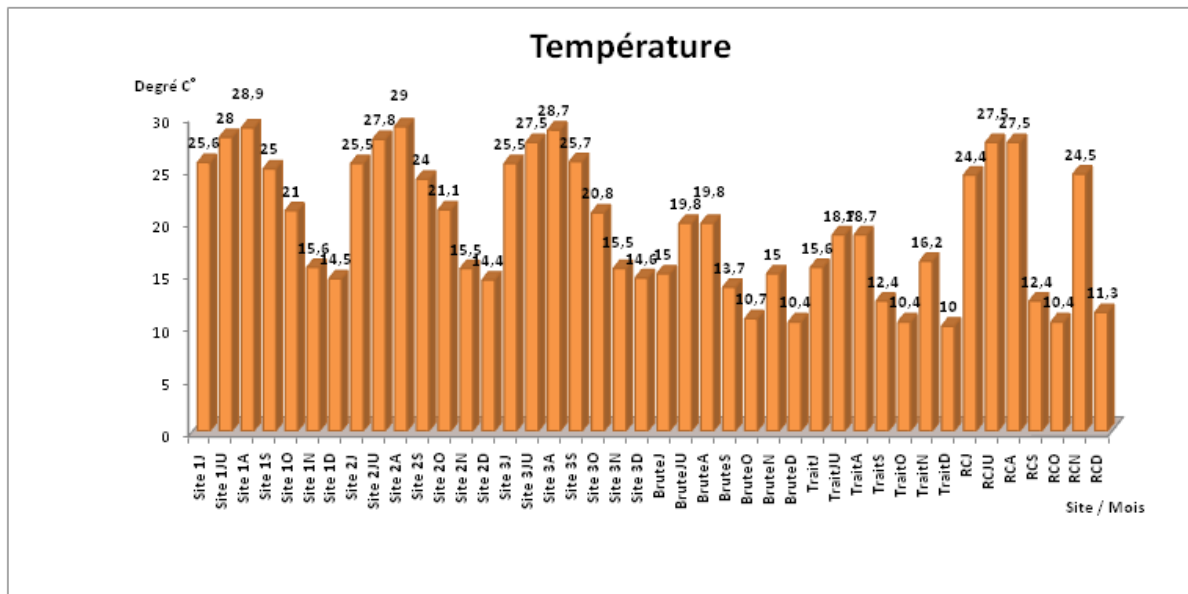


Figure 24: Histogramme qui présente les résultats de la température

Discutions: Les valeurs des température augmente durant la période estivale (Juin à Aout).

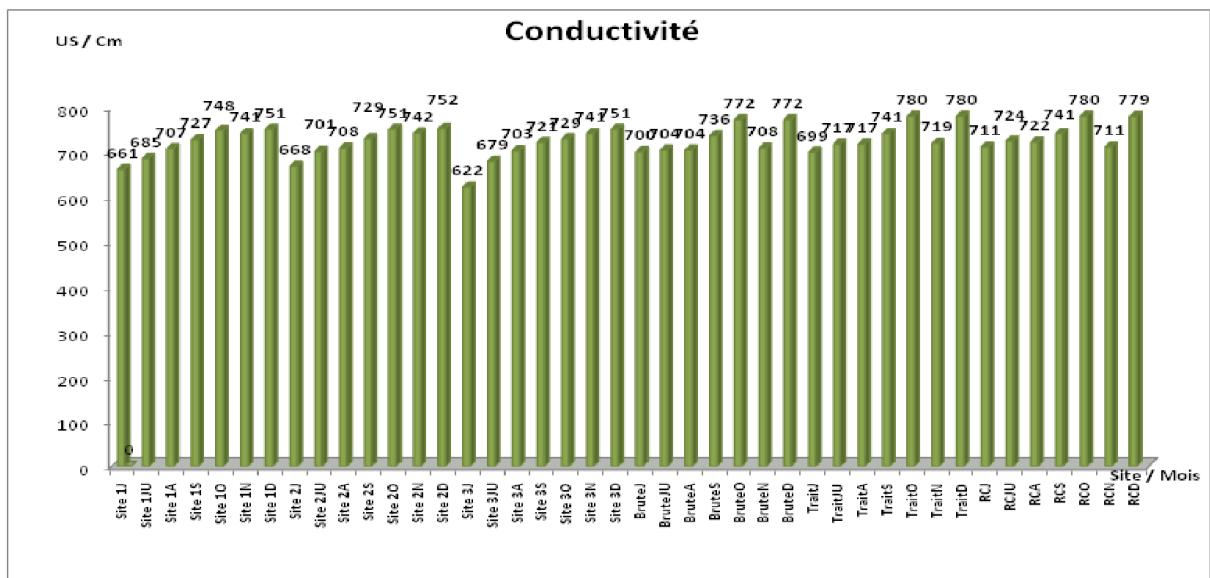


Figure 25: Histogramme qui présente les résultats de Conductivité

Discutions : Les résultats enregistrés lors de notre étude ont montré une faible variation des valeurs de relatifs à la Conductivité électrique.

Physico –chimie:

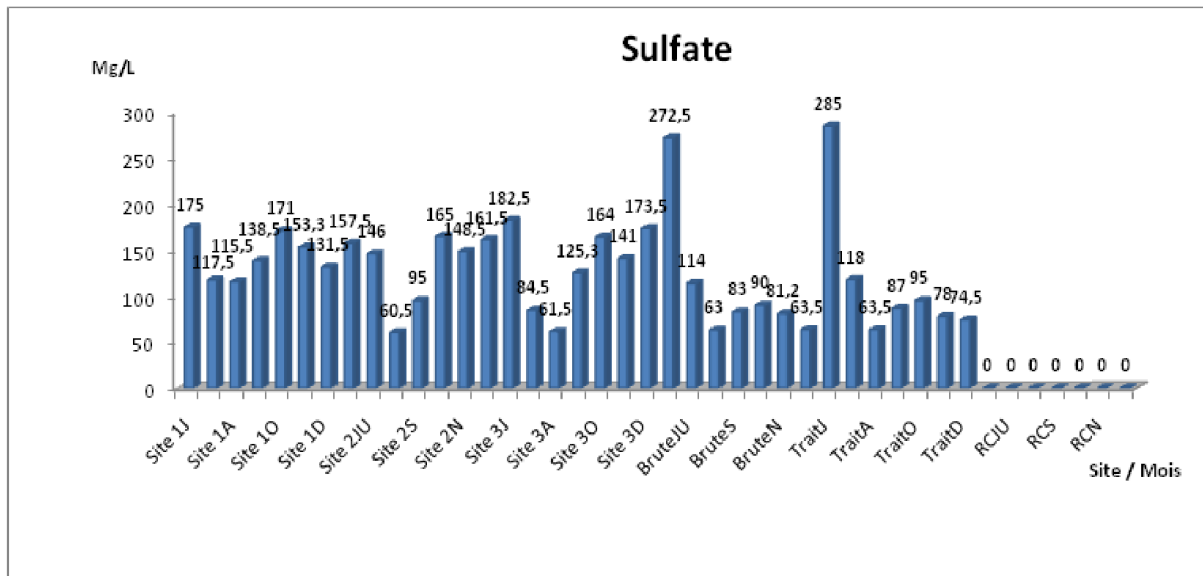


Figure 27: Histogramme qui présente les résultats de Sulfate

Discutions : En remarque que le taux de sulfate le plus élevé est noté durant le mois de juillet et avec des valeurs nul dans le robinet consommateur.

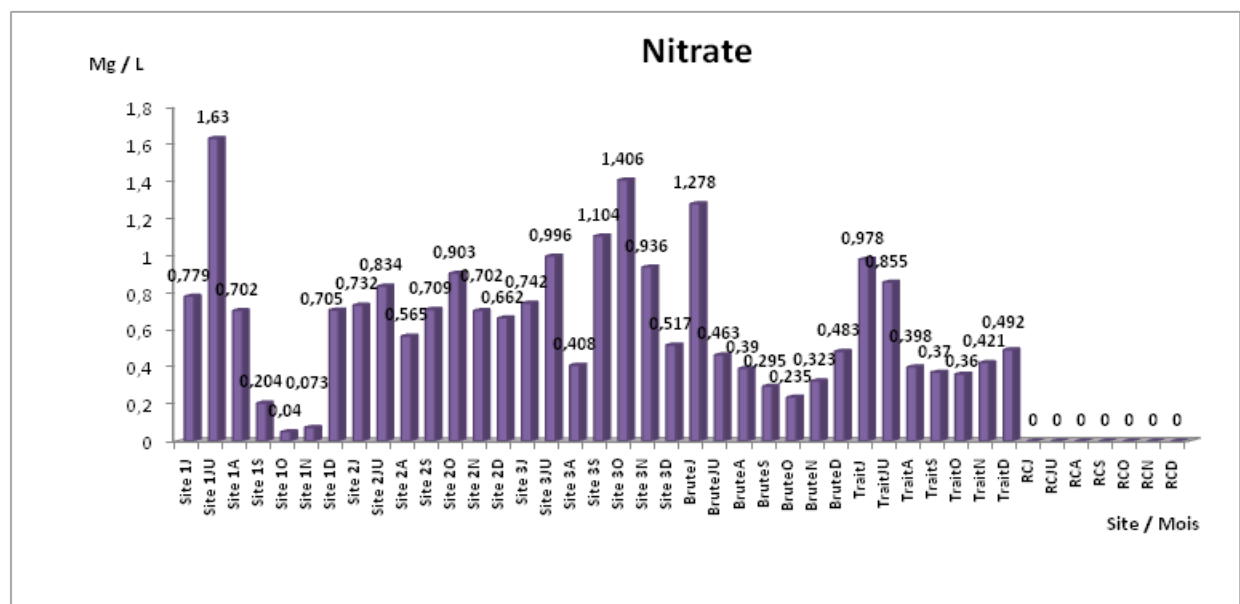


Figure 28: Histogramme qui présente les résultats de nitrate

Discutions : En remarque que la valeurs la plus élevé des nitrate a est de 1.63 mg/l noté durant le mois de juillet dans le premier site.

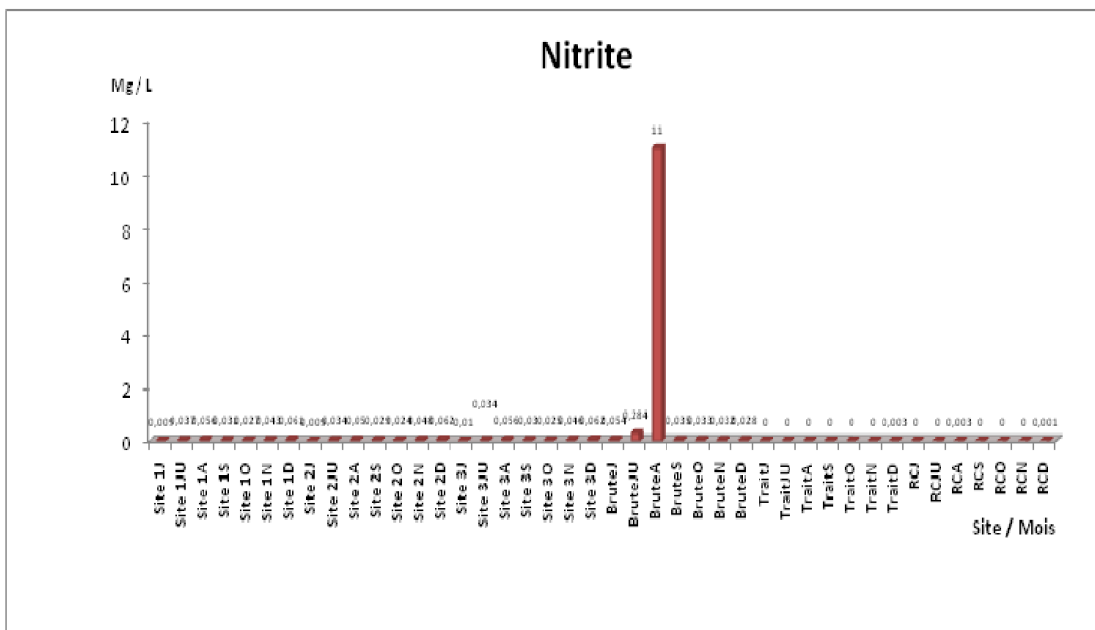


Figure 29: Histogramme qui présente les résultats de nitrite

Discutions : En remarque que dans la valeur la plus élevé est pour l'eau brute dans le mois de septembre à cause d'un problème mécanique qui a touché une étape importante dans le fonctionnement du traitement des eaux (Le dégrillage)

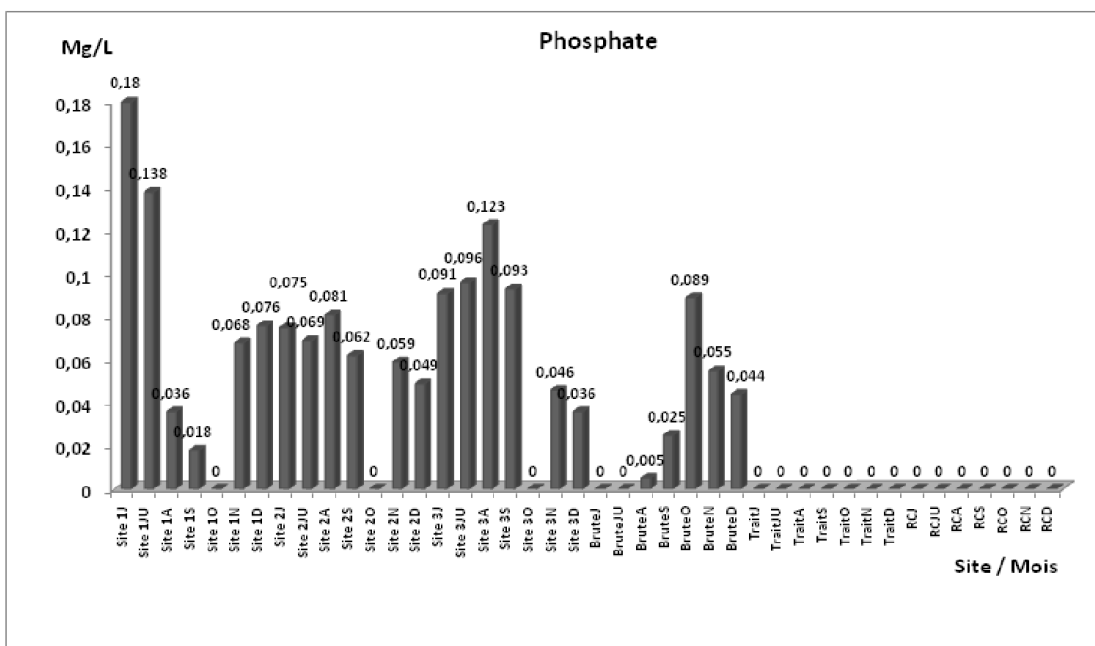


Figure 30: Histogramme qui présente les résultats de phosphate

Discutions : En remarque le sulfate à donné un pic de 0.18 mg/l dans le premier site du mois juin.

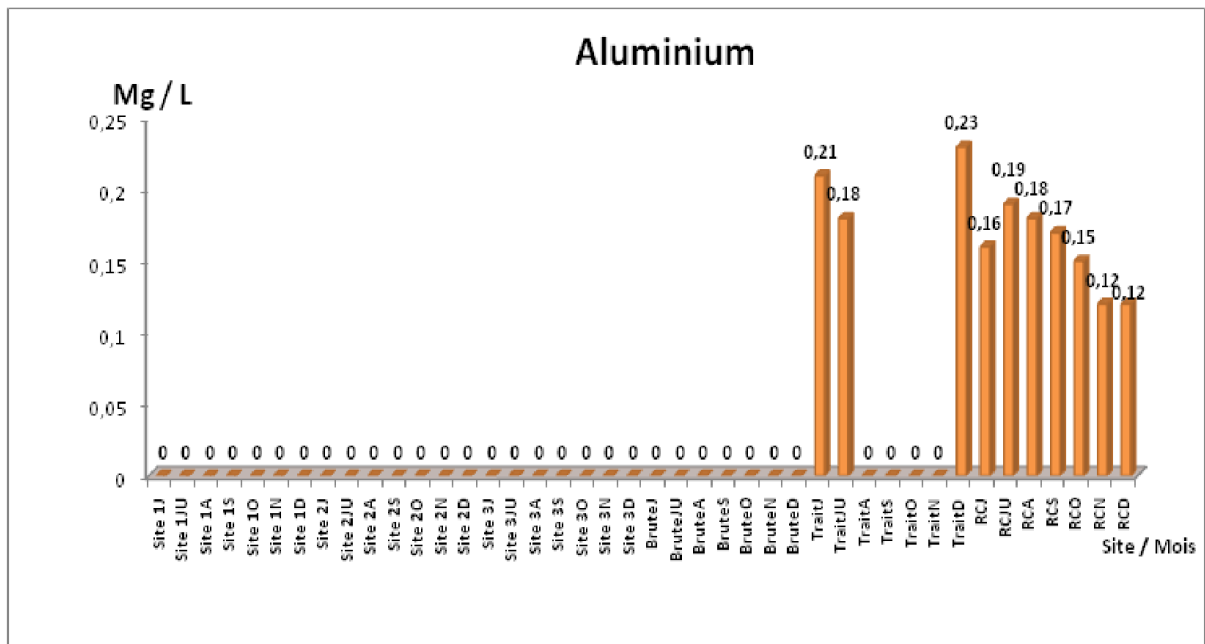


Figure 31: Histogramme qui présente les résultats d'aluminium

Discutions : En remarque que ce paramètre est très élevé dans le mois de décembre pour l'eau traitée et il est nulle pour tout les sites du barrage puisque les eaux douce ne contiennent pas ce paramètre.

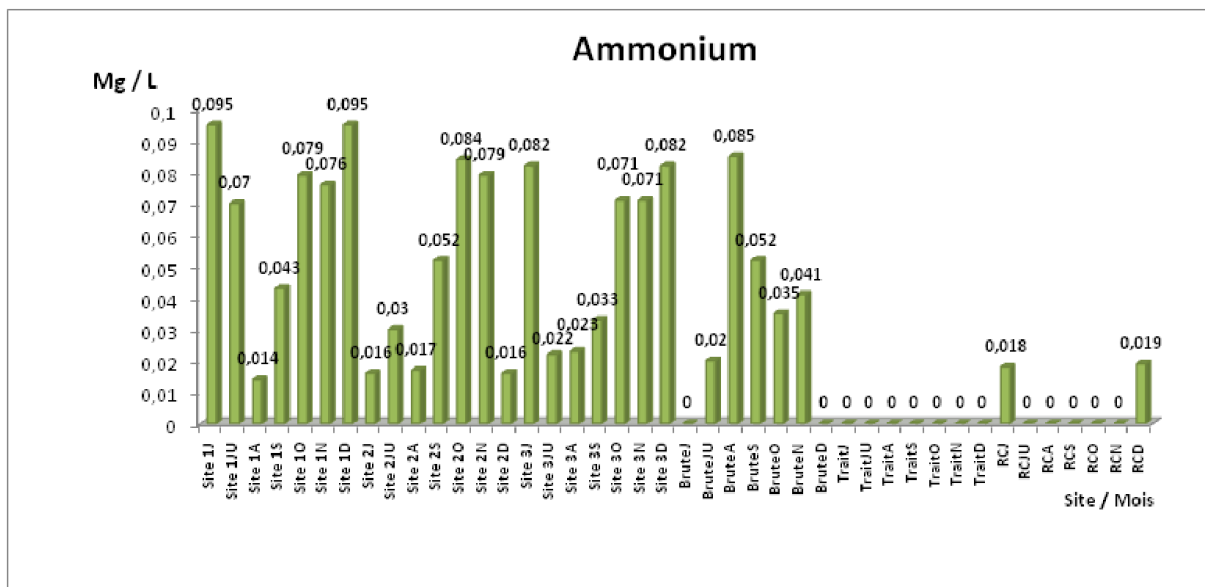


Figure 32: Histogramme qui présente les résultats d'ammonium

Discutions : En remarque que ce paramètre est un indice de pollution, il a touché même le robinet consommateur du mois juin et décembre avec qu'elle que trace (0.018 et 0.019)mg/l

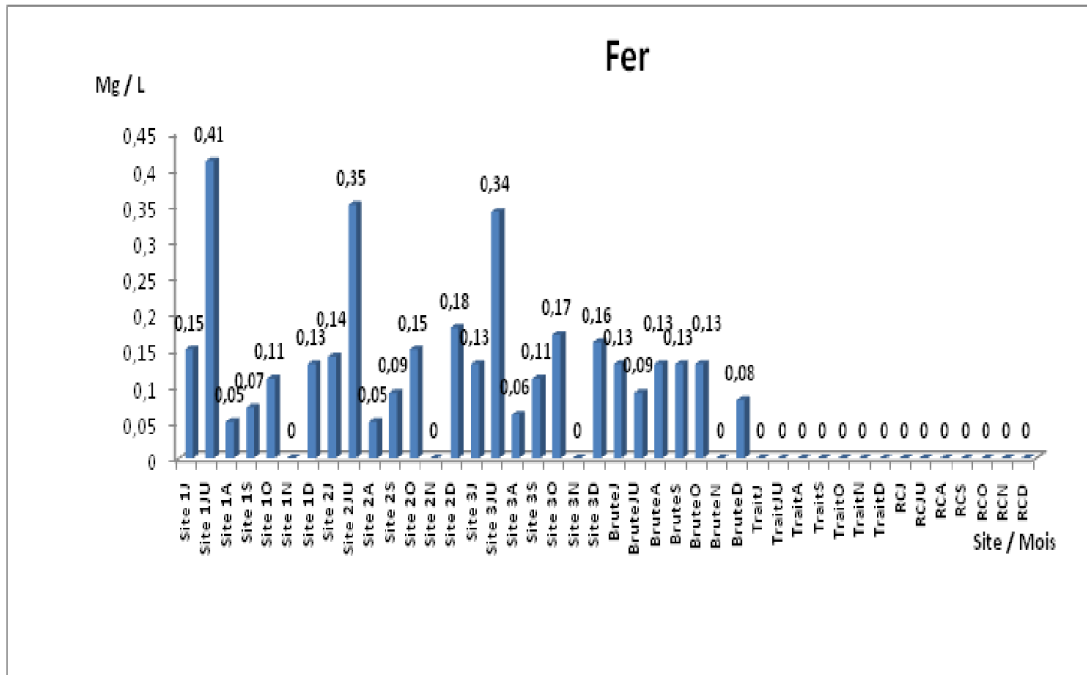


Figure 33: Histogramme qui présente les résultats de fer

Discutions : En remarque que le taux du Fer à des valeurs élevées durant le mois du juillet et des valeurs nul durant toute la période d'étude dans le robinet du consommateur.

Volumétrie :

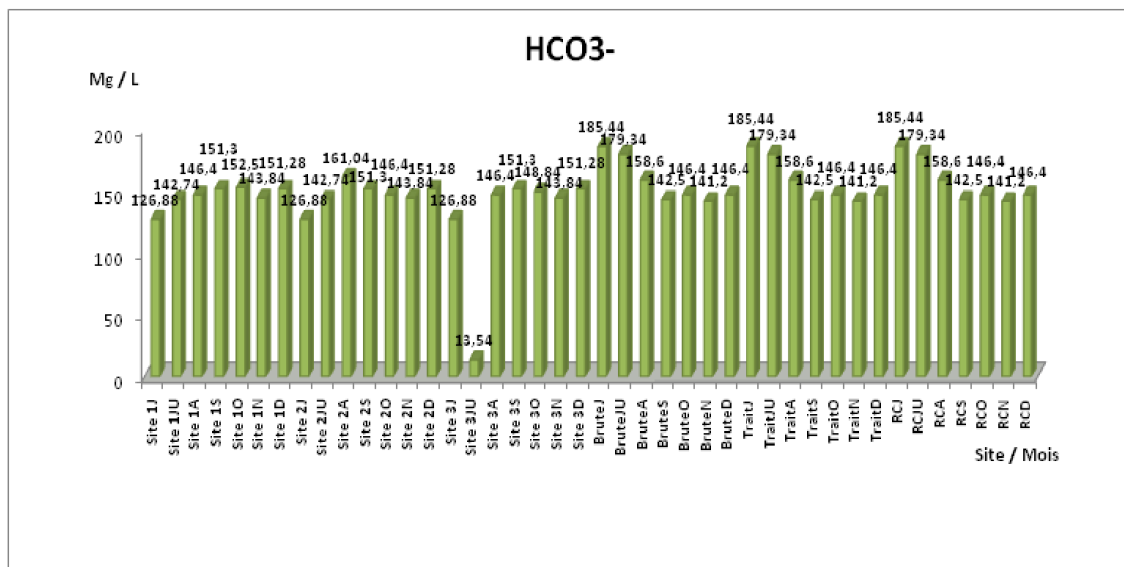


Figure 34: Histogramme qui présente les résultats du Bicarbonate

Discutions : En remarque que le taux du Bicarbonate est très élevé durant le mois de juin.

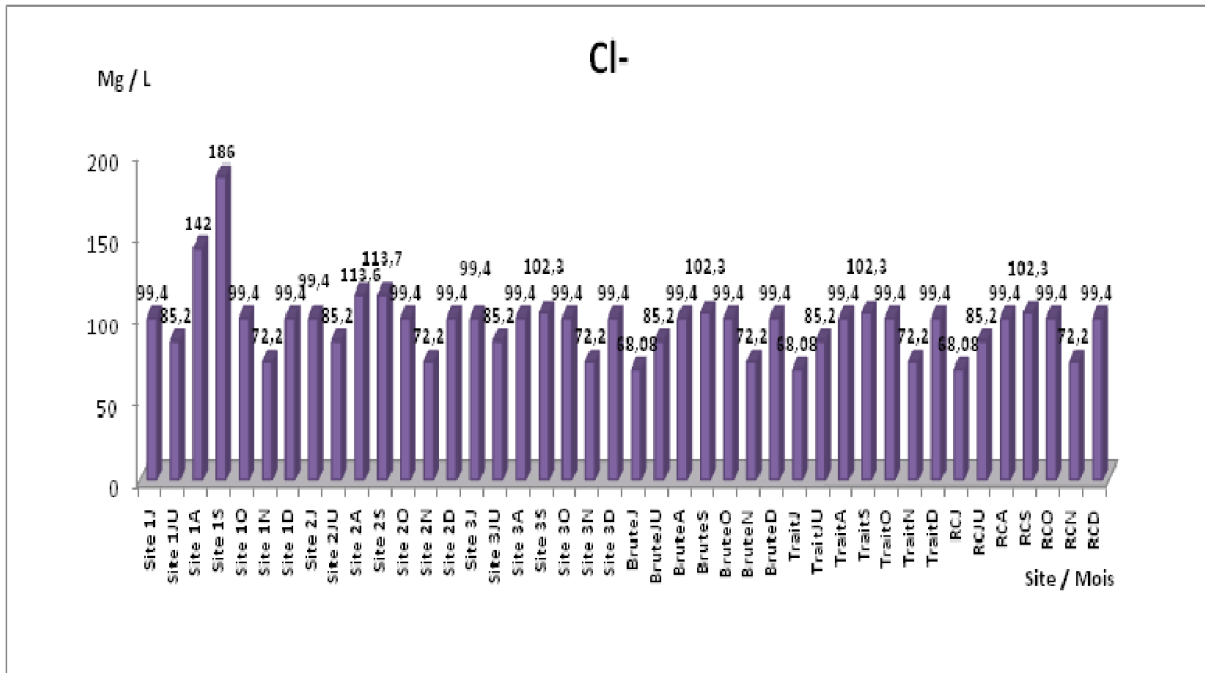


Figure 35: Histogramme qui présente les résultats du chlorure

Discutions : En remarque que le taux du chlorure est très élever dans le Site 1 du mois Septembre

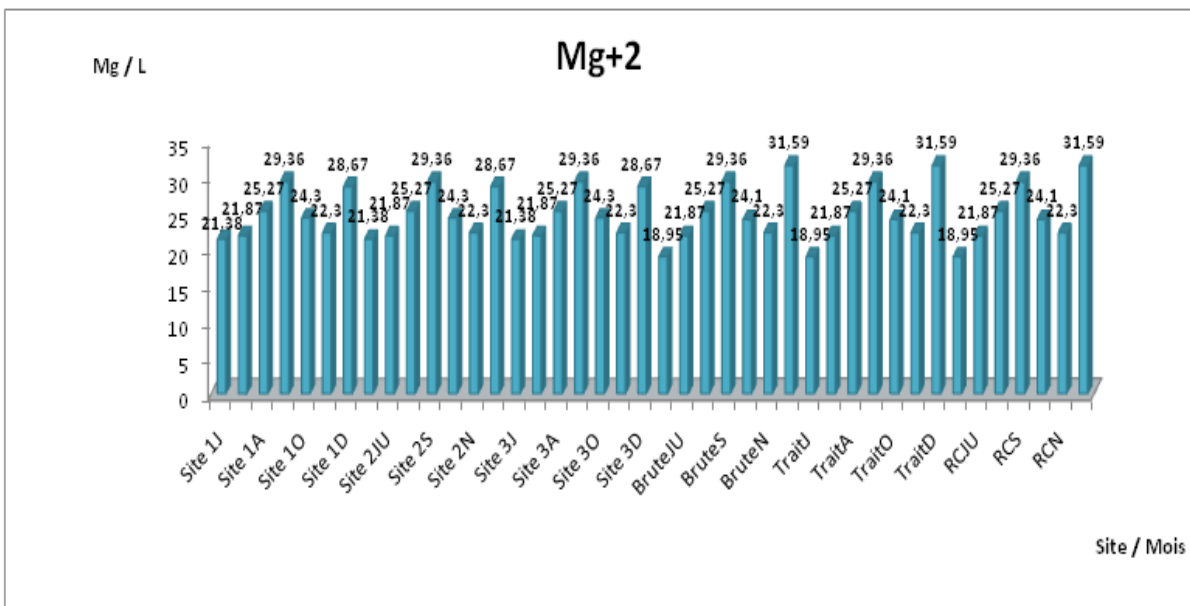


Figure 36: Histogramme qui présente les résultats du Magnésium

Discutions : En remarque une faible variation des valeurs du magnésium durant notre période d'étude

Tableau 15: Comparaison entre les moyenne des teneur en sels minéraux de l'eau du robinet et l'eau Mileza

Test de student	IC	Mileza	Eau RC	Constituent	Interprétation
t = -11.997, df = 6, p = 0,0001	[56,41 - 74,90]	111	65,66	CA	Le teneur en CA est statistiquement significativement inférieure (65,66) à la moyenne de l'eau Mileza (111).
t = -5.5338, df = 6, p-value = 0.001468	[20.70 - 28.86]	34	24.78	MG	Le teneur en MG est statistiquement significativement inférieure (24.78) à la moyenne de l'eau Mileza (34).
t = -22.327, df = 6, p-value = 5.281e-07	[140.27-173.99]	311	157.13	HCO ₃ ⁻	Le teneur en HCO ₃ ⁻ est statistiquement significativement inférieure (157.13) à la moyenne de l'eau Mileza (311).
t = -2.5902, df = 6, p-value = 0.041	[43.04 - 185.82]	190	114.43	SUL	Le teneur en SUL est statistiquement significativement inférieure (114.43) à la moyenne de l'eau Mileza (190).
t = 14.651, df = 6, p-value = 6.35e-06	[76.17 - 102.70]	10	89.43	CL	Le teneur en CL est statistiquement significativement supérieure (89.43) à la moyenne de l'eau Mileza (10).
t = -27.545, df = 6, p-value = 1.514e-07	[0.32 - 0.79]	3.2	0.56	NITRA	Le teneur en NITRA est statistiquement significativement inférieure (0.56) à la moyenne de l'eau Mileza (3.2).
t = -22, df = 6, p-value = 5.764e-07	[-0.0005 - 0.002]	0.01	0.0006	NITRI	Le teneur en NITRI est statistiquement significativement inférieure (0.0006) à la moyenne de l'eau Mileza (0.01).
t = -5.668, df = 6, p-value = 0.001297	[498.89-608.12]	680	553.5	RS	Le teneur en RS est statistiquement significativement inférieure (553.5) à la moyenne de l'eau Mileza (680).

t = 16.633, df = 6, p-value = 3.013e-06	[7.938 - 8.15]	7.33	8.05	PH	Le teneur en PH est statistiquement significativement inférieure (8.05) à la moyenne de l'eau Mileza (7.33).
---	----------------	------	------	----	--

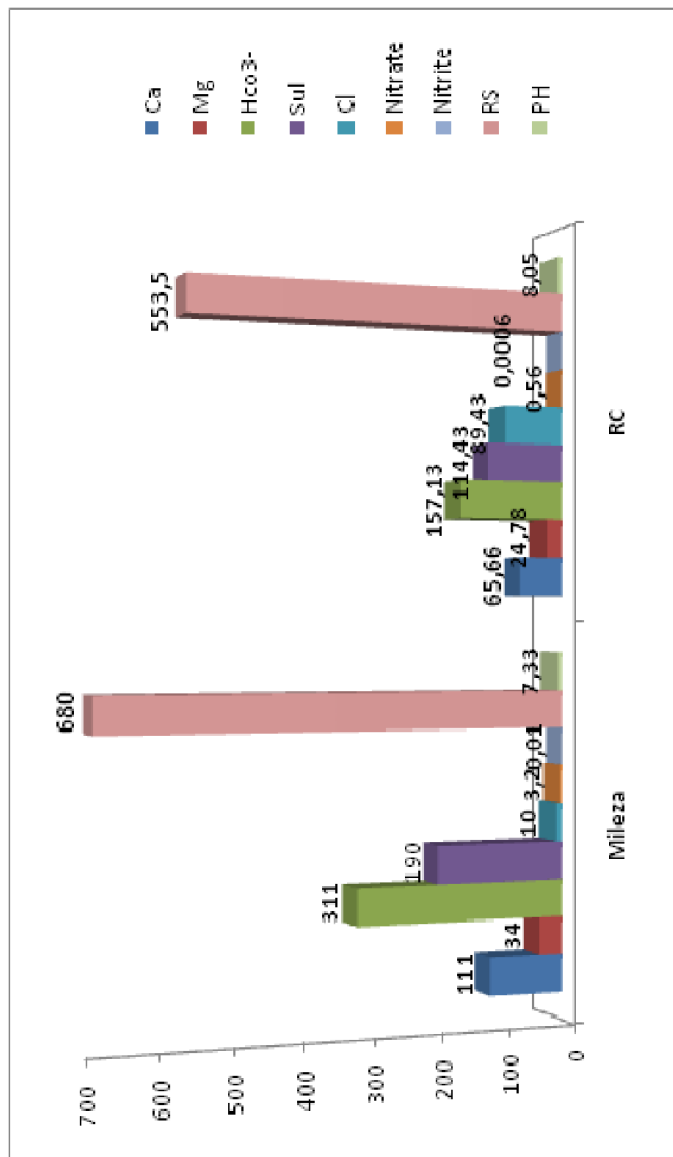


Figure39 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Mileza

Tableau 16: Comparaison entre la moyenne des teneurs en sels minéraux de l'eau du robinet et l'eau Ifri

Test de student	IC	Eau Ifri Moyenne	Eau RC moyenne	Constitu ent	Interprétation
t = -8.822, df = 6, p-value = 0.0001178	[56,41 - 74,91]	99	65,66	CA	Le teneur en CA est statistiquement significativement inférieure (65,66) à la moyenne de l'eau Ifri (99).
t = 0.46629, df = 6, p-value = 0.6575	[20.70 - 28.86]	24	24.78	MG	La moyenne en teneur en MG est égale
t = -15.652, df = 6, p-value = 4.308e-06	[140.27- 173.99]	265	157.13	HCO ₃ ⁻	Le teneur en HCO ₃ ⁻ est statistiquement significativement inférieure (157.13) à la moyenne de l'eau Ifri (265).
t = 1.5913, df = 6, p-value = 0.1626	[43.04 - 185.82]	68	114.43	SUL	Le teneur en SUL est statistiquement significativement supérieur (114.43) à la moyenne de l'eau Ifri (68).
t = 3.2143, df = 6, p-value = 0.01827	[76.17 - 102.70]	72	89.43	CL	Le teneur en CL est statistiquement significativement supérieurs (89.43) à la moyenne de l'eau Ifri (72).
t = -150.36, df = 6, p-value = 5.838e-12	[0.32 - 0.79]	15	0.56	NITRA	Le teneur en NITRA est statistiquement significativement inférieure (0.56) à la moyenne de l'eau Ifri (15).
t = -45.333, df = 6, p-value = 7.717e-09	[-0.0005 - 0.002]	0.02	0.0006	NITRI	Le teneur en NITRA est statistiquement significativement inférieure (0.0006) à la moyenne de l'eau Ifri (0.02).
t = 7.7739, df = 6, p-value = 0.0002385	[498.89- 608.12]	380	553.5	RS	Le teneur en RS est statistiquement significativement supérieur (553.5) à la moyenne de l'eau Ifri (380).
t = 19.667, df = 6, p-value = 1.12e-06	[7.938 - 8.15]	7.2	8.05	PH	Le teneur en PH est statistiquement significativement inférieure (8.05) à la

					moyenne de l'eau Ifri (7.2).
--	--	--	--	--	------------------------------

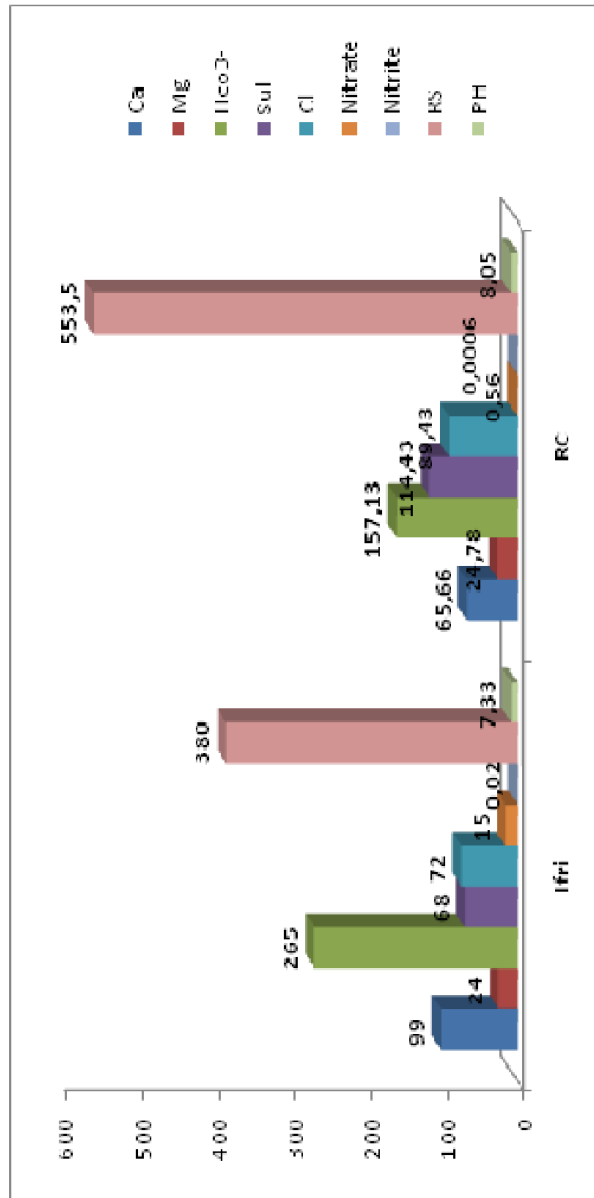


Figure40 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Ifri

Tableau 16: Comparaison entre les moyenne des teneur en sels minéraux de l'eau du robinet et l'eau Ovitale

Test de student	IC	Eau Ovitale Moyenne	Eau RC moyenn e	Constitu ent	Interprétation
t = -6.7054, df = 6, p-value = 0.0005343	[56,41 - 74,91]	91	65,66	CA	Le teneur en CA est statistiquement significativement inférieure (65,66) à la moyenne de l'eau Ovitale (91).
t = 6.4664, df = 6, p-value = 0.0006489	[20.70 - 28.86]	14	24.78	MG	Le teneur en MG est statistiquement significativement supérieure (24.78) à la moyenne de l'eau Ovitale (14).
t = -8.2523, df = 6, p-value = 0.0001712	[140.27- 173.99]	214	157.13	HCO ₃ ⁻	Le teneur en HCO ₃ ⁻ est statistiquement significativement inférieure (157.13) à la moyenne de l'eau Ovitale (214).
t = 0.97438, df = 6, p-value = 0.3675	[43.04 - 185.82]	86	114.43	SUL	Le teneur en SUL est statistiquement significativement supérieure (114.43) à la moyenne de l'eau Ovitale (86).
t = 7.2723, df = 6, p-value = 0.000344	[76.17 - 102.70]	50	89.43	CL	Le teneur en CL est statistiquement significativement supérieure (89.43) à la moyenne de l'eau Ovitale (50).
t = -139.95, df = 6, p-value = 8.977e-12	[0.32 - 0.79]	14	0.56	NITRA	Le teneur en NITRA est statistiquement significativement inférieure (0.56) à la moyenne de l'eau Ovitale (14).
t = 1.3333, df = 6, p-value = 0.2308	[-0.0005 – 0.002]	0	0.0006	NITRI	Pas de différence entre Le teneur en NITRA
t = 5.9816, df = 6, p-value = 0.0009802	[498.89- 608.12]	420	553.5	RS	Le teneur en RS est statistiquement significativement supérieure (553.5) à la moyenne de l'eau Ovitale (420).

t = 26.2, df = 6, p-value = 2.04e-07	[7.938 - 8.15]	6.92	8.05	PH	Le teneur en PH est statistiquement significativement supérieure (8.05) à la moyenne de l'eau Ovitale (6.92).
--------------------------------------	----------------	------	------	----	---

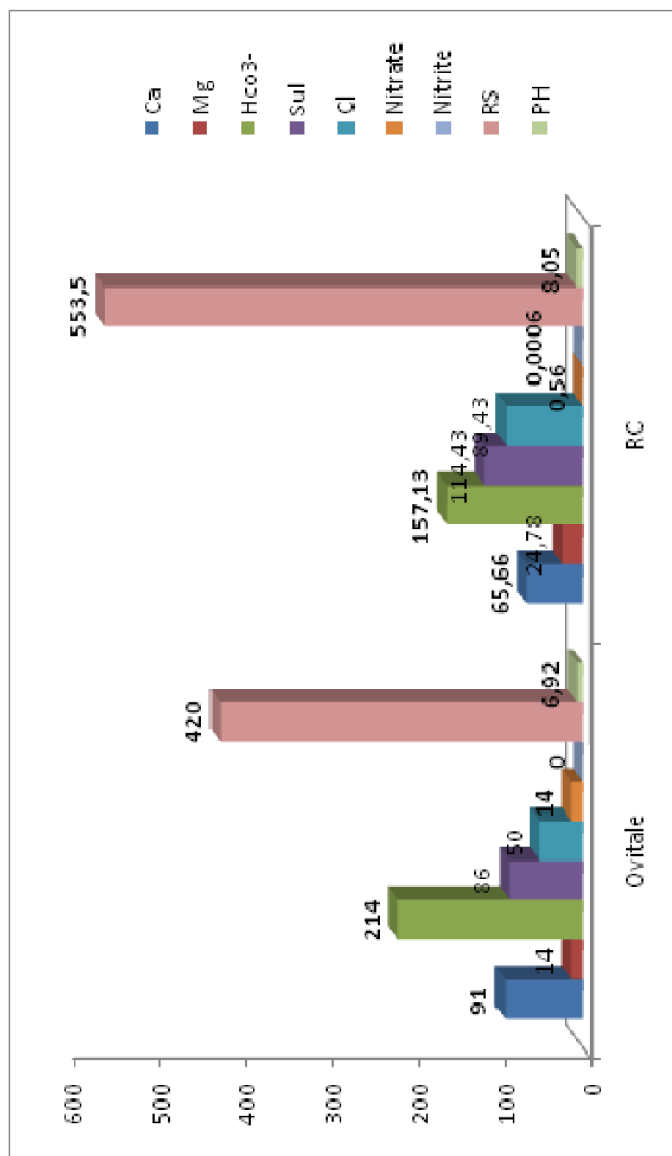


Figure41 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau d'Ovitale

Tableau 18: Comparaison entre les moyenne des teneur en sels minéraux de l'eau du robinet et l'eau Saïda

Test de student	IC	Eau Saïda Moyenne	Eau RC moyenn e	Constitu ent	Interprétation
t = -0.61989, df = 6, p-value = 0.5581	[56,41 - 74,91]	68	65,66	CA	Le teneur en CA est semblable
t = -15.134, df = 6, p-value = 5.249e-06	[20.70 - 28.86]	50	24.78	MG	Le teneur en MG est statistiquement significativement inférieure (24.78) à la moyenne de l'eau Saïda (50).
t = -31.758, df = 6, p-value = 6.478e-08	[140.27- 173.99]	376	157.13	HCO ₃ ⁻	Le teneur en HCO ₃ ⁻ est statistiquement significativement inférieure (157.13) à la moyenne de l'eau Saïda (376).
t = 1.6941, df = 6, p-value = 0.1412	[43.04 - 185.82]	65	114.43	SUL	Le teneur en SUL est semblable
t = 1.5542, df = 6, p-value = 0.1711	[76.17 - 102.70]	81	89.43	CL	Le teneur en CL est semblable
t = -150.36, df = 6, p-value = 5.838e-12	[0.32 - 0.79]	15	0.56	NITRA	Le teneur en NITRA est statistiquement significativement inférieure (0.56) à la moyenne de l'eau Saïda (15).
t = 1.3333, df = 6, p-value = 0.2308	[-0.0005 – 0.002]	0	0.0006	NITRI	Le teneur en NITRA est semblable
t = 3.3829, df = 6, p-value = 0.01481	[498.89- 608.12]	478	553.5	RS	Le teneur en RS est statistiquement significativement supérieure (553.5) à la moyenne de l'eau Saïda (478).
t = 12.667, df = 6, p-value = 1.484e-05	[7.938 - 8.15]	7.5	8.05	PH	Le teneur en PH est statistiquement significativement supérieure (8.05) à la moyenne de l'eau Saïda (7.5).

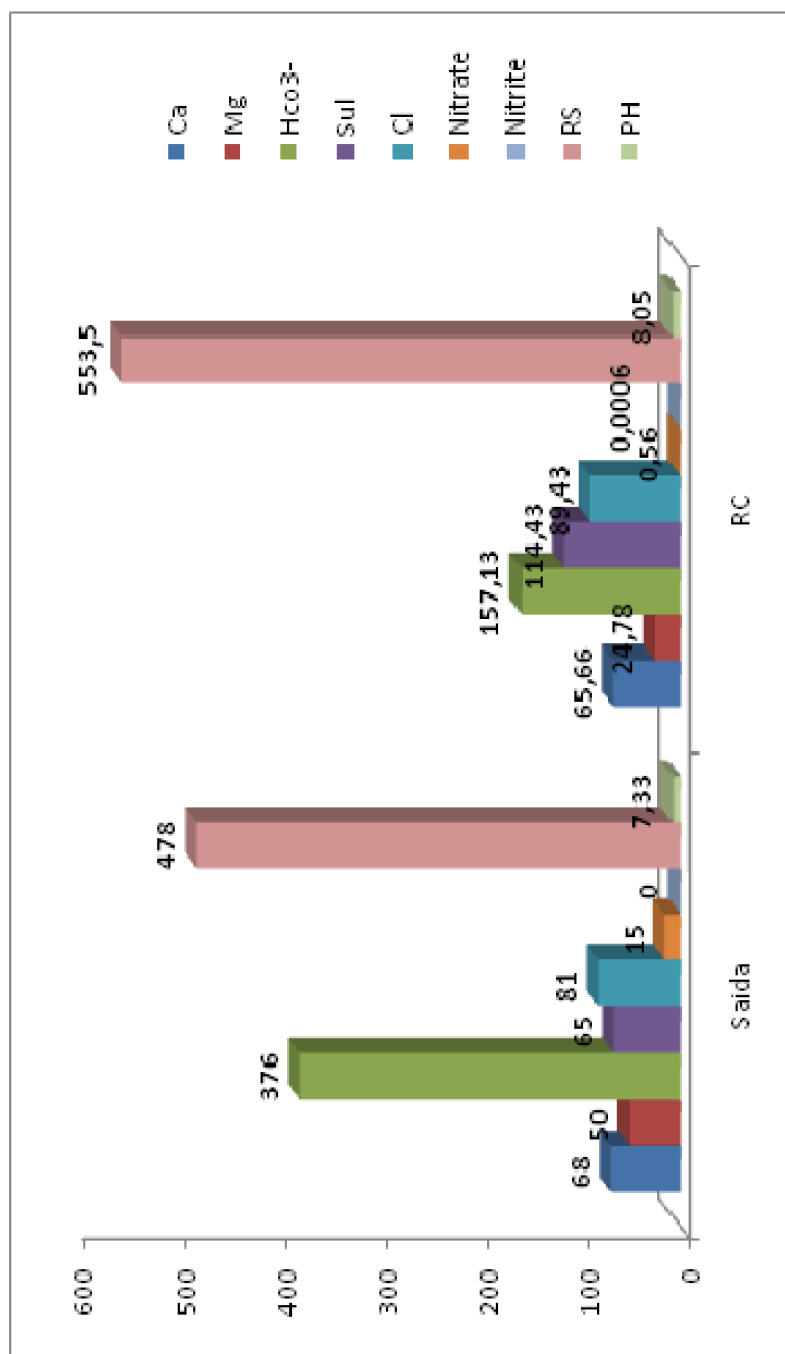


Figure42 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Saida

Tableau 19: Les résultats d'une analyse entre l'eau du robinet et l'eau Lyon

Test de student	IC	Eau Lyon Moyenne	Eau RC moyenn e	Constitu ent	Interprétation
t = -3.2657, df = 6, p-value = 0.01713	[56,41 - 74,91]	78	65,66	CA	Le teneur en CA est statistiquement significativement inférieure (65,66) à la moyenne de l'eau Lyon (78).
t = 0.46629, df = 6, p-value = 0.6575	[20.70 - 28.86]	24	24.78	MG	Le teneur en MG est semblable
t = 3.5793, df = 6, p-value = 0.01165	[43.04 - 185.82]	10	114.43	SUL	Le teneur en SUL est statistiquement significativement supérieure (114.43) à la moyenne de l'eau Lyon (10).
t = 16.089, df = 6, p-value = 3.664e-06	[76.17 - 102.70]	2.2	89.43	CL	Le teneur en CL est statistiquement significativement supérieure (89.43) à la moyenne de l'eau Lyon (2.2).
t = -33.789, df = 6, p-value = 4.473e-08	[0.32 - 0.79]	3.8	0.56	NITRA	Le teneur en NITRA est statistiquement significativement inférieure (0.56) à la moyenne de l'eau Lyon (3.8).
t = 1.3333, df = 6, p-value = 0.2308	[-0.0005 - 0.002]	0	0.0006	NITRI	Le teneur en NITRI est semblable
t = 11.403, df = 6, p-value = 2.727e-05	[498.89- 608.12]	299	553.5	RS	Le teneur en RS est statistiquement significativement supérieure (553.5) à la moyenne de l'eau Lyon (299).
t = 19.667, df = 6, p-value = 1.12e-06	[7.938 - 8.15]	7.2	8.05	PH	Le teneur en PH est statistiquement significativement supérieure (8.05) à la moyenne de l'eau Lyon (7.2).

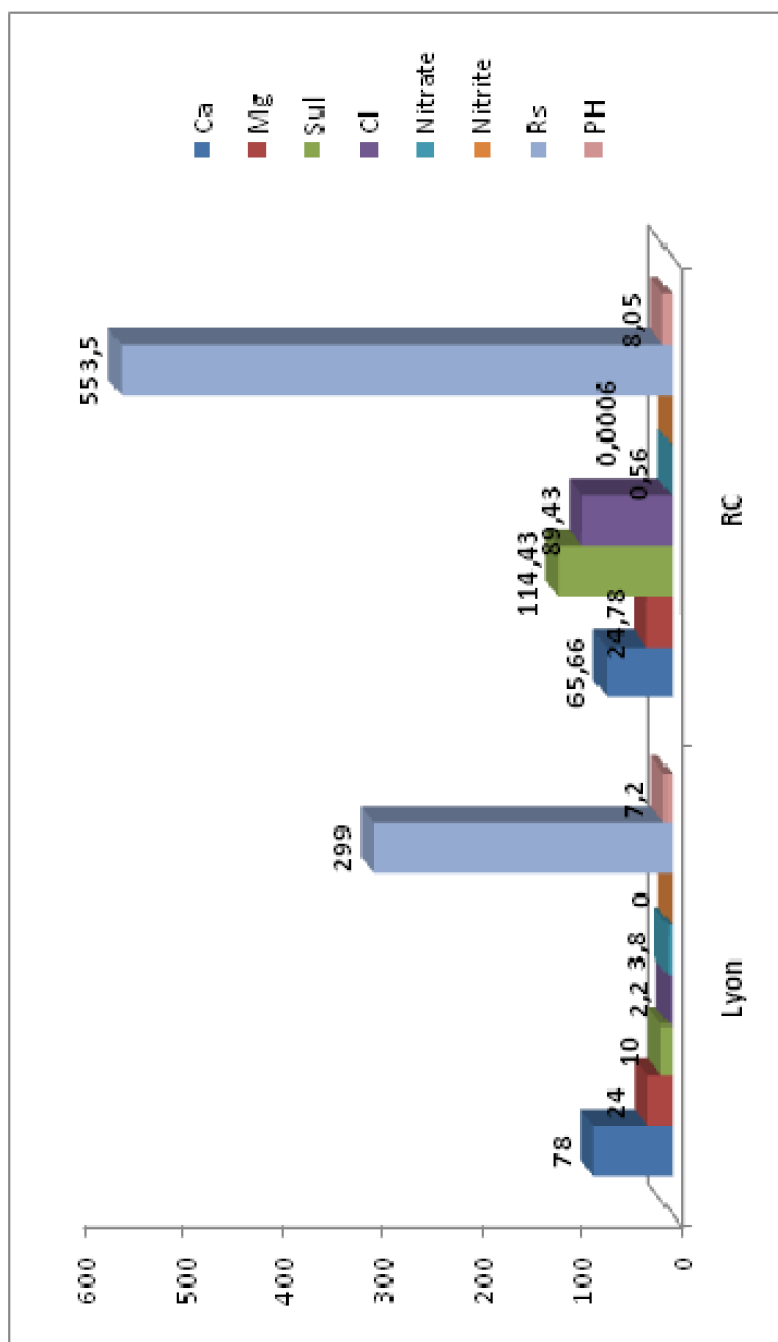


Figure43 : Comparaison entre l'eau du robinet et l'eau de Lyon

Conclusion:

Aux termes de notre travail, nous pouvons conclure que l'eau traitée au niveau de la station de Hammam Debagh est propre à la consommation de la population locale est cela malgré les moyens limités qu'elle dispose. En effet les eaux analysées après traitement ont les propriétés physico-chimiques recommandées pour la consommation humaine. De plus, la pollution bactériologique était nulle et négligeable.

Rappelons que notre travail s'est déroulé durant sept mois (de juin à décembre 2016), les résultats démontrent cependant un décroissement remarquable de la teneur des différents paramètres après traitement. Cela s'explique par le bon déroulement du processus du traitement à partir du bassin de mélange passant par la décantation et la filtration jusqu'au stockage de l'eau au niveau du réservoir avant d'être pompé dans les canaux, à cela s'ajoute la quantité des réactifs utilisés dont les doses sont bien respectées. La qualité de l'eau potable sur le plan chimique a été conforme aux exigences légales. Cependant, les résultats de nos prélèvements montrent aussi un dysfonctionnement durant le mois d'août au niveau de la station d'épuration (mécanisme de dégrillage) qui a été rapidement résolu.

Ingérer des quantités constantes de certains composants peut nuire à la santé humaine. Ainsi, les nitrites réduisent l'activité de la glande thyroïde. Si cette activité est insuffisante, le carotène ne peut être converti en vitamine A. Dans ces conditions, non seulement l'organisme est carencé en vitamine A, mais il est incapable d'utiliser le carotène qui peut lui-même devenir dangereux, puisqu'il favoriserait le cancer alors que la vitamine A l'inhiberait. De plus, la combinaison de nitrites ou de nitrates avec des protéines de la viande forme ce que l'on appelle les nitrosamines. Ces composants problématiques, qui ont été mis en lien avec des tumeurs dans le foie et les reins. Les nitrosamines sont classées substances cancérigènes par l'OMS. Le comité scientifique de l'alimentation humaine de la commission européenne a établi une dose journalière admissible (DJA) en nitrites et nitrates, mais il n'existe pas de DJA pour les nitrosamines. Aussi, les nitrosamines sont suspectées d'endommager l'ADN, de provoquer la mort de cellules, voire le cancer. Nos résultats de comparaison des valeurs des nitrates et nitrites entre l'eau issue du robinet de consommation et l'eau minérale de plusieurs marques (Mileza, Ifri, Ovitale, Saida) et un échantillon prélevé à Lyon (France). A montré que l'eau de robinet est meilleure en terme de qualité (teneurs très faibles).

Quelque recommandation :

Vue nos résultats obtenu nous recommandons fortement d'utiliser des eaux minérale avec de très faible concentration en nitrates et nitrites.

Une eau potable saine est la responsabilité de chacun. La gestion appropriée des approvisionnements en eau potable, de la source d'eau au robinet du consommateur, exige beaucoup de connaissances et de coordination de la part des divers intervenants qu'il s'agisse des gouvernements, des entreprises et des personnes comme vous et moi.

Collaborer avec les services de la santé après contrôle des procédés de traitement comme la chloration.

L'eau également est une ressource naturelle autour de la quelle se maintien et se développe la vie doit faire l'objet d'une surveillance attentive et d'un contrôle rigoureux (effectuer des traitements aux points de distribution par exemple.

Références bibliographiques

Anonyme (1996) Manuel de qualité des eaux traitées Edition : ADE

Anonyme (2002) Traitement des eaux de surface. Edition ADE.

Anonyme (2006) Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada : Les coliformes totaux

Benchaiba L. (2006) Condition d'écoulement et impact sur la mobilisation des ressources en eau bassin versant de l'oued Bouhamdene (W. de Guelma, Est Algérien).

Mémoire de Magister en Hydraulique, Univ. Batna, 213p

Bouchaala L., 2010. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued-Zénati Guelma. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 de Guelma.135.

Cardot C. (1996) Le traitement de l'eau Edition: Technosup

Jean R et all. (2009) L'analyse de l'eau, Edition: 09

Kettab A. (1992) Traitement de l'eau (eau potable) Edition: Office des publications universitaires

Lambert M.C (1998) Cours pratique sur la désinfection et le contrôle de qualité de l'eau potable 73p

Mouchara N. (2009) Impacts Des Lâchées De Barrage Hammam Debagh Sur La Qualité Des Eaux De La Vallée De La Seybouse Dans Sa Partie Amont (Nord-Est Algérien).

Mémoire de Magister en Hydrogéologie, Unive. Annaba, 22p

Mouchara N. (2009) Impacts Des Lâchées De Barrage Hammam Debagh Sur La Qualité Des Eaux De La Vallée De La Seybouse Dans Sa Partie Amont (Nord-Est Algérien).

Mémoire de Magister en Hydrogéologie, Unive. Annaba, 55p

Satha W. (2015) Contribution a l'étude bactériologique et phytolantologique de l'eau du lac oubeira (PNEK – El - TARF), Unive. Guelma, 22p, 31p, 33p

Sites Web:

http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/Journal07/R%C3%A9sum%C3%A9_Abstract%204.pdf (consultation 09/04/2016)

<http://docplayer.fr/13339159-Manuel-pratique-d-analyse-de-l-eau.html>
(consultation 15/04/2016)

http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/fr_water_quality/protocols_document_f_final_1.0.pdf (consultation 12/05/2016)

<http://dreams-ally.emonsite.com/rubrique,clima,1143698.html> (consultation 20/04/2016)

<http://purco.qc.ca/technic-eau/zanalyse.htm> (consultation 26/04/2016)

Abstract

Waterborne diseases represent a high risk to human health. The lack of potable water is the number one cause of death in the world: 3 million children die every year before the age of five due to lack of access to potable water. The World Health Organization estimates that if there is a satisfactory supply, it would be possible to reduce this mortality by 65%.

The objectives of our work are to monitor the quality of water at the Hammam Dbegh-Guelma wastewater treatment plant to the consumer, to appreciate the different bacteriological and physicochemical analyzes of raw and treated water and the quality of Water in general in the wilaya of Guelma. We have also made comparisons between salt mineral composition on several mineral water marks and a sample taken in Lyon (France) and the water taken directly from the consumer's tap.

Our results showed that water treated at Hammam Debagh station is suitable for the consumption of the local population. The chemically quality of the drinking water complied with legal requirements. However, the results of our sampling also showed a dysfunction during the month of August at the level of the treatment station (screening mechanism) which was quickly solved.

Finally, our results for the comparison of nitrate and nitrite values between tap water and mineral water taken from several brands (Mileza, Ifri, Ovitale, Saida) and a sample from Lyon (France) showed that tap water is better for the health of the consumer because it contains very low levels of these two components deemed dangerous for human health.

Keywords :

Water - Brute - Treated - Wastewater treatment - Physicochemical - Guelma

ملخص

تشكل الأمراض التي تنقلها المياه خطرا كبيرا على صحة الإنسان. نقص المياه الصالحة للشرب هو السبب الأول للوفاة في العالم: يموت 3 ملايين طفل كل عام قبل سن الخامسة بسبب عدم الحصول على مياه الشرب. وتقدر منظمة الصحة العالمية أنه إذا كان هناك تزويد كافي للمياه الصالحة للشرب، فسيكون من الممكن تخفيض معدل الوفيات هذا بنسبة 65 في المائة.

تتمثل أهداف عملنا في مراقبة نوعية المياه من محطة معالجة المياه المسماة حمام الدباغ – قالمة الى المستهلك، وذلك عبر القيام بالتحاليل البكتريولوجية والكيميائية المختلفة للمياه الخام والمعالجة ومتابعة نوعية المياه بشكل عام في ولاية قالمة . كما أجرينا مقارنات بين التركيب المعدني للملح على عدة علامات للمياه المعدنية وعينة أخذت من ليون (فرنسا) والمياه المأخوذة مباشرة من حنفية المستهلك.

أظهرت نتائجنا أن المياه المعالجة في محطة حمام الدباغ مناسبة لاستهلاك السكان المحليين. إن الجودة الكيميائية لمياه الشرب تتماشى مع المتطلبات القانونية. ومع ذلك، أظهرت نتائج بعض العينات لدينا أيضا خلل خلال شهر أوت على مستوى محطة العلاج (آلية الفرز) التي تم حلها بسرعة.

وأخيرا، أظهرت نتائج المقارنة بين قيم النترات والنترت بين مياه الحنفية والمياه المعدنية المأخوذة من عدة علامات تجارية (ميلبزا، إفري، أوفيتال، صيدا) وعينة من ليون (فرنسا) أن مياه الحنفية أفضل لصحة المستهلك لأنه يحتوي على مستويات منخفضة جدا من هذين العنصرين التي تعتبر خطرة على صحة الإنسان.