

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET BIOLOGIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

**Mémoire de fin d'études En vue d'obtention du diplôme de Master
SNV**

Option :

Restauration des Écosystèmes Aquatiques Continentaux

Thème :

**Suivi de la qualité physicochimique et
bactériologique de l'eau distribuée dans la
commune de Soumaa depuis la source jusqu'aux
consommateurs**

Présenté par :

BOUAMAMA Chafia

Date de soutenance :

03/10/2013

Devant le jury :

M ^{me} BOUDJEMA.N	MAA	USDB	présidente
M ^{me} BENOAKLIL.F	MAA	USDB	promotrice
M ^{me} INAL.D	MAA	USDB	examinatrice
M ^{me} OUADAH.N	MAA	USDB	examinatrice

Promotion : 2012/2013

DEDICACE

Je dédie ce travail

A ma très chère mère

Pour sa tendresse, sa douceur, sa sagesse, son soutien, pour m'avoir encouragée sans relâche dans mes études.

A toute ma reconnaissance j'adresse les marques de mon affection.

Remerciement

Je tiens à exprimer mes remerciements

Au bon dieu de m'avoir donné la santé, la volonté et la patience de réaliser ce travail.

A ma promotrice M^{me} BENOUAKLIL.F pour ces conseils, son aide, sa gentillesse, sa patience et pour sa disponibilité de tous les instants.

A Mme BOUDJMAA.N pour avoir accepté de présider ce jury.

A M^{me} INAL.D et M^{me} OUADEH.N pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

Aux personnels du laboratoire de l'ADE : Mr YAHYAOUI .F chef de service, pour ses conseils et son aide, à M^{lle} BENCHOURI.M et M^{lle} BENZERKA.A et surtout à M^{me} TABLOUL.K pour sa grande patience, sa gentillesse et son aide.

Aux personnels du laboratoire de la station de traitement de MAZAFRAN et surtout à M^{me} BENEALLI.F pour son aide précieuse et sa gentillesse.

Aux personnels du bureau d'hygiène de la commune de Soumaa : Mr
TEBLAOUI.A , Meriem , Imane , Ibtisem .

A tout les résidents de la commune de Soumaa d'avoir accepté avec gentillesse de faire les prélèvements.

A tous ceux qui d'une façon ou d'autre ont participé à la réalisation de ce modeste travail.

Liste des abréviations

ASR : Anaérobie sulfito-réducteur.

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocréosol.

BEA : Bile –Esculin-Agar.

C/F: Coliforme Fécaux.

C/T: Coliformes Totaux.

D/C : Double Concentration.

EB : Eau brute.

ET : Eau traitée.

DPD : Diéthyle-P-Phénylène.

EDTA : Ethylène Diamine Tétracétique.

EPA : Bouillon Eau Peptone Alcaline.

HCl: Acide Chlorhydrique.

μS/cm : Micro Simens par centimètre.

NPP : Nombre le Plus Probable.

NTU : Nephelometric Turbidity Unit.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

TTC: Chlorure de 2, 3,5-triphényltétrazolium.

SF: Streptocoques Fécaux.

VF: Viande foie.

UFC: Unite Formant Colonie.

PVC :Polychlorure de vinyle.

°f: Degrée français.

SEAAL: Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

Liste des tableaux

Tableau I : Résultats des paramètres physiques.....	40
Tableau II : Résultats des paramètres de pollution.....	46
Tableau III : Résultats de la minéralisation globale.....	49
Tableau IV : Résultats des paramètres indésirables.....	55
Tableau V : Résultats des analyses bactériologiques des échantillons prélevés auprès du consommateur.....	57

Liste des figures

Figure01: Carte de la situation géographique de la commune Soumaa.....	17
Figure 02 : Schéma de station de traitement d'eau potable de SOUMAA	19
Figure 03 : Variation de chlore résiduel (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya.)	41
Figure 04 : Variation des teneurs en chlore de l'eau de robinet	42
Figure05 : Variation de la température (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	42
Figure 06 : Variation de pH (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	43
Figure 07 : Variation de la conductivité électrique (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	44
Figure 08: Variation de la turbidité (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	45
Figure 09: Variation de calcium (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	50
Figure 10 : Variation de magnésium (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya)	51
Figure 11 : Variation de chlorure (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	52
Figure 12 : Variation de bicarbonate (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).	53
Figure 13: Variation de sulfate (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....	54

Figure 14 : Variation des coliformes totaux (eau brute, eau traité, Feroukha, Chréfia, Halouiya).....

RESUME

Cette étude pour but d'évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux brutes d'Oued Bouchemla, des eaux traitées à la sortie de la station de traitement de Soumaa ainsi que les eaux distribuées dans les trois zones d'étude (Ferroukha, Chréfia, Halouiya).

Au total 35 prélèvements destinés aux analyses physicochimiques ont été réalisés du mois de Mars au mois de juin 2013 et 45 prélèvements destinés aux analyses bactériologiques ont été réalisés du mois de Janvier au mois de Juin 2013.

Les eaux brutes d'Oued Bouchemla répondent aux normes de qualité physicochimique, mais pas aux normes de qualité bactériologique des eaux de surface.

Les eaux traitées par la station de Soumaa sont de bonne qualité physicochimique et bactériologique.

Les eaux de robinet ne présentent pas des variations importantes dans les deux saisons sauf pour certains paramètres physicochimiques et bactériologiques tel que : La turbidité qui augmente de 20% chez certains localités, et le chlore résiduel qui disparaît totalement dans certains prélèvements de la région de Halouia et Chrefia. Concernant les paramètres bactériologiques nous avons enregistré la présence de coliformes totaux dans 30% et ce due a la diminution de chlore résiduel. Dans ce travail, nous avons réalisé également un sondage chez les consommateurs sur l'appréciation de la qualité des eaux distribuées dans la commune de Soumaa. Et la plupart de ces derniers trouvent que l'eau du robinet est de bonne qualité.

Mots clés : Eau brute, Oued Bouchemla, eau traitée, Soumaa, analyses physicochimiques, analyses bactériologiques, eau de robinet.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the physico-chemical and bacteriological quality of Bouchemle river raw water, treated water of Soumaa potabilisation station and tap water distributed in three regions (Ferroukha, Chréfia, Halouiya).

A total of 35 samples of physico-chemicals analysis have been done from March to Juin 2013 and 45 samples of bacteriologicals analysis from January to Juin 2013.

physicochemical quality of Bouchemla river raw water is in accordance with standards, but bacteriological quality is not in accordance with standards of surface waters.

Treated water of Soumaa potabilisation station has a good quality.

Water of taps don't present significant changes except for some parameters:

An increase in turbidity which can reach 2.11 NTU.

A even total disappearance of residual chlorine often related with presence of total coliformes in 30./ of samples making the water unfit for consumption.

In addition the consumers have been submitted to a survey on the assessment of the quality of water distributed in commune the Soumaa and most consumers find that tap water is of good quality.

Keywords: raw water, Bouchemla river, treated water, Soumaa , physic-chemical analysis, bacteriological analysis.

ملخص

هذه الدراسة تمكن من تقييم نوعية الفزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه الخام لواد بوشملة, المياه المعالجة على مستوى محطة التنقية للصومعة و المياه الموزعة في ثلاث مناطق (فروخة, شريفية, حلوية) .

في المجموع تم دراسة 35 عينة

للتحاليل الفزيوكيميائية من مارس إلى جوان 2013 و 45 للتحاليل البكتريولوجية من جانفي إلى جوان 2013 .

مياه الخام لواد بوشملة تتوافق مع معايير نوعية المياه الفزيوكيميائية و لكنها لا تتوافق مع معايير نوعية البكتريولوجية للمياه السطحية .

المياه المعالجة على مستوى محطة التنقية للصومعة من نوعية جيدة.

مياه الحنفيات لا تظهر أي تغيرات هامة باستثناء بعض المعايير و هي :

زيادة في التعكر تصل إلى 2.11 NTU.

اختفاء كامل للكlor في بعض العينات المأخوذة من منطقة شريفية و منطقة حلوية . هذه التغيرات تؤدي إلى وجود البكتيريا كوليفورم الإجمالية في 30٪ من العينات مما جعل هذه المياه غير صالحة للشرب .

في هذه الدراسة قدمنا أيضا دراسة إحصائية عن نوعية المياه الموزعة في بلدية الصومعة و معظم المستهلكين اجمعوا ان مياه الحنفية

ذات نوعية جيدة.

الكلمات الرئيسية: المياه الخام, واد بوشملة, المياه المعالجة, الصومعة, فروخة, شريفية, حلوية, تحاليل فزيوكيميائية, تحاليل بكتريولوجية

PLAN DU TRAVAIL

Dédicaces	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumés	

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Eaux naturelles de surface.....	3
I.1.1. Eaux naturelles lenticques.....	3
I.1.2. Eaux naturelles lotiques.....	3
I.1.3. Pollution des eaux naturelles.....	4
I.2. Traitement des eaux naturelles.....	5
I.2.1. Prétraitement	5
I.2.2. Clarification	5
I.2.3. Désinfection.....	7
I.3. Eau potable.....	7
I.3.1. Qualité de l'eau potable.....	7
I.3.2. Pollution de l'eau potable.....	13
I.3.3. Maladies à transmission hydrique.....	14
I.4. Description de la zone d'étude de SOUMAA.....	16
I.4.1. Situation géographique.....	16
I.5. Production de l'eau potable.....	18
I.5.1. Station de traitement de Soumaa.....	18
I.5.2. Processus de la potabilisation de la station.....	20

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel.....	22
II.2. Méthodes	22
II.2.1. Choix des lieux de prélèvement	22
II.2.2. Méthode de prélèvement.....	23
II.2.3. Analyses physicochimiques.....	24
II.2.4. Analyses bactériologiques.....	33

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats du sondage.....	39
III.2. Résultats et discussion des analyses physicochimiques.....	40
III.2.1. Paramètres physiques.....	40
III.2.2. Paramètres de pollution.....	46
III.2.3. Minéralisation globale.....	49
III.2.4. Paramètres indésirables.....	54
III.3. Résultats et discussion des analyses bactériologiques.....	56
CONCLUSION.....	61
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'eau est essentielle à l'Homme, aux animaux et aux plantes. Sans eau, il n'y aurait pas de vie sur terre car l'eau revêt de nombreux aspects importants dans la vie de l'être humain, telle que l'alimentation et l'hygiène.

L'alimentation en eau des agglomérations peut être réalisée à partir des eaux pluviales, des sources des nappes phréatiques ou des cours d'eau. Ces ressources hydrauliques dont l'Homme peut disposer doivent être en quantité et en qualité suffisante. En effet l'eau à l'état naturelle superficielle ou souterraine n'est jamais pure c'est un milieu vivant qui se charge très rapidement de divers éléments en contact des milieux qu'il traverse et sur lesquelles il ruisselle (Boeglin, 2008).

En Algérie la plupart des ressources en eau utilisées proviennent des eaux de surface. Ces eaux de surface demandent un traitement de potabilisation adapté dans les stations de production de l'eau de consommation humaine avant d'être distribuées sur les réseaux. (Bouziani ,2002).

Un des points qui caractérise une société avancée, est en fait la gestion des ressources en eau pouvant fournir de l'eau propre à la population dans les campagnes comme dans les villes , cependant l'eau destinée à la consommation humaine en plus de sa régularité et de sa fourniture en quantités suffisantes, doit répondre aux exigences de consommation par rapport à sa qualité physique, chimique et microbiologique , au niveau de la source , de la production, de la distribution sur le réseau d'alimentation jusqu'au robinet du consommateur(Bouziani ,2002).

C'est dans ce contexte, que nous avons réalisé ce travail sur le contrôle de la qualité de l'eau de consommation humaine de la commune de Soumaa depuis la source jusqu'aux consommateurs. En passant par les différents stades de son traitement.

Notre travail à pour objectifs :

- La détermination de la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau de consommation humaine dans la commune de Soumaa depuis la source jusqu'aux consommateurs.

CHAPITRE I
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Eaux naturelles de surface

Selon CHEVALIER(2007), les eaux de surface se répartissent en eaux océaniques et en eaux continentales. Les eaux douces de surface comprennent les eaux des lacs, des oueds, des étangs et des retenues d'eau de pluie (Villagines, 2003).

I.1.1. Eaux naturelles lenticques

Les eaux naturelles lenticques sont définies comme des étendues d'eau libres stagnantes, n'ayant pas de contact direct avec les océans.

Parmi les eaux naturelles lenticques, nous avons :

- Les lacs qui sont des nappes d'eau libres généralement permanentes. Plus ou moins étendus. Leur profondeur va de quelques mètres à plus de 1500 m (Meybeck, 1995).
- Les mares qui sont des nappes d'eau superficielles souvent temporaires, de surface et de profondeur réduites (Meybeck, 1995).

I.1.2. Eaux naturelles lotiques

Les eaux naturelles lotiques sont caractérisées par un écoulement apparent de l'eau, la plupart du temps permanent. Elles correspondent aux ruisselets, ruisseaux, torrents, rivières et fleuves. Les paramètres abiotiques structurant les communautés animales et végétales sont la vitesse du courant, le niveau d'oxygénation des eaux, l'apport d'énergie solaire et sa pénétration dans la colonne d'eau ainsi que la quantité de matière organique ou minérale en suspension (Raven et *al.*, 2008).

I.1.2.1. Rivières

L'eau dans une rivière est toujours en mouvement, elle commence sa course en son point le plus élevé en altitude et va descendre par gravité jusqu'à le point le plus bas (Michel, 1995).

L'amont d'une rivière est généralement situé dans une région montagneuse où la densité de la population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Il se caractérise par une turbidité élevée à cause de son régime torrentiel et les eaux transportent de grandes quantités de matières en suspension. La contamination bactérienne est faible et la température est faible (Desjardins, 1990).

L'aval d'une rivière est en général situé dans une région où la population est dense donc les eaux sont contaminées par des bactéries et des virus pathogènes, des matières toxiques, des matières organiques biodégradables et des matières en suspension responsables de leur turbidité et de leur couleur (Desjardins, 1990).

Grâce à certains microorganismes aérobies les eaux des rivières peuvent éliminer une certaine charge de pollution organique par le phénomène de l'autoépuration (Desjardins, 1990).

I.1.3. Pollution des eaux naturelles

Par définition il s'agit d'une altération ou dégradation de l'eau par l'intrusion des substances ou de molécules indésirables ou toxiques. Ces substances provoquent à partir de certaines concentrations ou intensités, une altération nuisible de la qualité de l'eau (Zilliox, 2002).

I.1.3.1. Origines de la pollution

Les principales origines de la pollution des eaux sont liées aux pollutions domestiques, industrielles et agricoles (Zerrouki et *al.*, 2006).

➤ Pollution domestique

Les eaux usées urbaines sont constituées de matières organiques biodégradables et de germes pathogènes et des produits chimiques (Degremont, 1989).

➤ Pollution industrielle

Les activités industrielles sont à l'origine du rejet d'un bon nombre de substances qui polluent les rivières et les nappes, parfois d'une manière intensive. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, parfois toxiques même à très faibles concentrations (Zerrouki et *al.*, 2006).

➤ Pollution agricole

Proviennent de l'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés et des produits phytosanitaires. Ces produits parfois toxiques, lorsqu'ils sont utilisés en excès

contaminent en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (Djabri, 1996).

I.2. Traitement des eaux naturelles

Les eaux de surface sont rarement potables. Elles doivent subir un traitement qui abouti à :

- les débarrasser des matières solides qu'elles peuvent contenir en suspension.
- les rendre potables, car elles peuvent être souillées par des rejets provenant des exploitations abusives des établissements industriels établis aux bordures des surfaces d'eau naturelles (Gomella et Guerre ,1974 ; Dupont, 1986).

Le principal objectif d'une station de production d'eau potable est de fournir un produit qui satisfait à un ensemble de normes de qualité. Pour atteindre l'objectif souhaité, l'exploitant devra d'une part respecter certains principes élémentaires pour assurer le contrôle du processus de traitement, le contrôle de l'eau traitée et d'autre part disposer d'un certain nombre de moyens techniques et humains (Hernandez De Leon, 2006).

I.2.1. Prétraitement

Il consiste à extraire à partir d'une eau brute la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituent un obstacle pour les traitements ultérieurs (Desjardins, 1990). Dans le cas d'une eau potable, les prétraitements sont principalement de deux types:

- Dégrillage : il permet d'éliminer les gros objets flottants susceptibles de boucher les canalisations (Valentin, 2000).
- Tamisage : C'est une filtration plus fine, à travers des tamis destinés à arrêter des débris plus petits (Kettab, 1992).

I.2.2. Clarification

Il s'agit d'éliminer des matières en suspension de très faible diamètre (les colloïdes) (Desjardins, 1990).

L'origine des colloïdes est très diverse. Nous pouvons citer la dissolution des substances minérales, la décomposition des matières organiques, le diversement des eaux

résiduaire urbaine et industrielle ainsi que les déchets agricoles (Hernandez De Leon, 2006).

- **Coagulation**

Elle consiste à la neutralisation des particules colloïdales, qui sont naturellement chargées négativement et tendent à se repousser mutuellement et restent donc en suspension entraînant une sorte de stabilisation des particules dans la solution (Tuan, 2008).

Selon DESJARDINS(1990), Le principal but de La coagulation est de déstabiliser ces particules pour les agglomérer permettant ensuite une clarification efficace de l'eau traitée. Elle consiste à l'addition d'une espèce chimique de charge opposée à la charge de surface des colloïdes à éliminer.

Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les colloïdes sont :le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$, l'aluminate de sodium $NaAlO_2$, le chlorure d'aluminium $AlCl_3$, le chlorure ferrique $FeCl_3$, le sulfate ferrique $Fe_2(SO_4)_3$ et les sulfates ferreux $FeSO_4$ (Desjardins, 1990).

- **Floculation**

Elle consiste à ajouter des flocculants, le plus souvent des poly- électrolytes pour favoriser les contacts entre les particules déstabilisées au cours d'une agitation lente. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration (Desjardins, 1990).

- **Décantation**

Ce procédé est une méthode de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc après l'étape de coagulation-floculation. Si la densité de ces floccs est supérieure à celle de l'eau il y a décantation. L'eau clarifiée située près de la surface est dirigée vers les filtres (Cardot, 1999).

- **Filtration**

La filtration est un procédé de séparation solide / liquide. C'est le passage de l'eau brute ou l'eau prétraité (floculée et décantée) à travers un milieu poreux (le plus courant est le sable) qui retient les particules en suspension. Lorsque les particules solides

atteignent la couche filtrante, elles se déposent. Et le milieu poreux absorbe les matières minérales ou organiques qui arrivent ultérieurement (Degrement, 1989). La filtration permet d'obtenir une bonne élimination de la couleur, de la turbidité, et de certains goûts et odeurs (Desjardins, 1990).

I.2.3. Désinfection

La désinfection est un traitement visant à éliminer les microorganismes pathogènes, les bactéries, les virus et les parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout en y maintenant un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes dans les réseaux de distribution (Cardot, 1999).

La désinfection des eaux comporte deux effets importants :

-Effet bactéricide : c'est la capacité du désinfectant à détruire des germes lors du traitement.

-Effet rémanent : c'est l'effet du désinfectant qui se maintient dans l'eau, en particulier dans les réseaux de distribution, et qui permet de garantir une bonne qualité bactériologique de l'eau jusqu'au robinet du consommateur ; c'est à la fois un effet bactériologique contre la reviviscence bactérienne et un effet bactéricide contre des pollutions faibles et ponctuelles survenant dans le réseau de distribution (Marchand et *al.*, 2005).

Les produits chimiques les plus utilisés dans la désinfection de l'eau sont : le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le brome, l'iode et le permanganate de potassium (Desjardins, 1990).

I.3. Eau potable

Une eau est considérée comme potable si elle est saine, d'un bon goût, incolore, inodore, insipide, dépourvue d'éléments minéraux et organiques en quantités excessives (Masschelein, 1996). Une eau ne renfermant en quantités dangereuses ni substances chimiques ni germes nocifs pour la santé (Loumi, 1988 et Ramade, 1998).

I.3.1. Qualité de l'eau potable

L'eau pour l'alimentation doit satisfaire des exigences de qualité en fonction de divers paramètres qui sont : organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques (Gazzaniga et *al.*, 1998).

I.3.1.1. Paramètres organoleptiques

➤ Couleur

Les eaux naturelles sont plus ou moins colorées. Leurs couleurs varient du jaune paille à peine perceptible au brun rougeâtre, selon la nature et la concentration des matières colorantes. Ces matières sont le plus souvent d'origine naturelle et proviennent de la dégradation des matières végétales (Henry et Beaudry, 1992).

➤ Odeur

L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles, une eau destinée à l'alimentation doit être inodore, et toute odeur est synonyme de pollution ou la présence d'une matière organique en décomposition (Rodier et *al.*, 2005).

➤ Gout

Le gout peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives perçues lorsque l'eau est dans la bouche (Rodier et al 2005). La modification des caractéristiques gustatives de l'eau constitue un bon indicateur de dégradation possible de sa qualité (Potelon et Zysman, 1998).

➤ Turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau. C'est la réduction de transparence de l'eau due à des matières en suspension, argile ou limons (Henry et Beaudry, 1992).

I.3.1.2. Paramètres physicochimiques

❖ Paramètres physiques

➤ Température

Elle est d'une grande importance dans l'étude et la surveillance de la qualité des eaux (Bordet 2005). En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz (Rodier *et al.*, 1984). La solubilité croît lorsque la température de l'eau s'élève. Elle est multipliée par deux lorsque la température passe de 12 à 25 °C (Miquel, 2003). Une température élevée peut favoriser des goûts et des odeurs désagréables. De plus, elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau, influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du désinfectant résiduel et accélère la corrosion (Celerier *et al.*, 2002).

➤ Conductivité

Elle permet d'avoir une idée sur la minéralisation (teneur globale en sels minéraux ionisés) et varie en fonction de la température (Ramade, 1998). Elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau, et est liée à la présence des ions. Elle augmente avec la température et la concentration en sels dissous (Defranceschi, 1996).

➤ pH (potentiel d'Hydrogène)

Le pH est une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une eau (Henry et Beaudry, 1992). Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Le pH de neutralité est 7 (Aminot et Chaussepied, 1983). Des variations trop élevées du pH par rapport à cette valeur moyenne de 7 indiquent une pollution. Le pH de l'eau distribuée doit être situé entre 6.5 et 9.5 (Seghirir, 1996).

❖ Paramètres chimiques de pollution

➤ Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une forme intermédiaire de l'azote. Ils résultent :
-soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal sous l'action des bactéries nitreuses du type *Nitrosomonas* ;
-soit de la réduction des nitrates par les bactéries dénitrifiantes (Henry et Beaudry, 1992).

Les nitrites sont considérés comme des sels fortement toxiques (Cheftel, 1977). Leur présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (Potelon et Zysman, 1998). Dans l'eau potable les nitrites ne doivent pas dépasser 0.1 mg/l (Idrissi, 2006).

➤ **Nitrates (NO_3^-)**

Les nitrates jouent un rôle très important dans le cycle d'azote. sous l'action des bactéries du type *Nitrobacter*, les nitrites sont rapidement oxydés en nitrates. Leur présence résulte des pollutions organiques. Les nitrates proviennent principalement des eaux usées domestiques et des engrais agricoles (Henry et Beaudry, 1992). Une eau potable chargée en nitrates avec une concentration supérieure à 50 mg/l provoque des troubles sanguins graves en particulier la dégradation de l'hémoglobine (OMS, 2004).

➤ **Ortho phosphates (PO_4^{3-})**

Dans les eaux superficielles ayant un pH compris entre 5 et 8, le phosphore se trouve pratiquement sous forme d'ortho phosphate. Sa présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique phosphatée, il favorise le développement et la multiplication des algues. Dans l'eau potable Des teneurs supérieures à 0,5 mg/L constituent des indices de pollution (Rodier, 1996).

➤ **Azote ammoniacal (NH_4^+)**

L'azote ammoniacal est le produit normal de la biodégradation de l'azote organique (d'origine végétale ou animale) dans l'eau (Henry et Beaudry, 1992). Il n'a pas d'effet important sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux avec des quantités supérieures à 0.5 mg/l est un indicateur de pollution (Bentouati et Bouzidi, 2011). Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau de distribution car il réagit avec le chlore pour former des chloramines, qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables. Certaines bactéries prolifèrent aussi en transformant l'ammonium en nitrites puis en nitrates (Celerier et al., 2002).

➤ **Matières organiques**

Les matières organiques dissoutes dans l'eau proviennent de la décomposition des êtres vivants animaux ou végétaux par des bactéries ou des champignons inférieurs (Levefre, 1993). Parmi les formes présentes, nous citerons les acides carboxyliques et les hydrates de carbone. Le contenu en éléments organiques carbonés est aujourd'hui considéré comme un facteur primordial dans la maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau dans le réseau car la consommation de la matière organique s'accompagne d'un accroissement de la densité bactérienne du biofilm (Celerier *et al.*, 2002) La concentration en matières organiques dans les eaux potables doit être inférieure à 5 mg/l (Berne et Cordonnier, 1991).

❖ **Minéralisation globale**

➤ **Sulfates (SO_4^{-2})**

Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours des sulfates, en proportions très variables. Leur présence résulte d'une solubilité légère du sulfate de calcium, des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les roches (Henry et Beaudry, 1992). Les sulfates donnent un goût amer à l'eau et possèdent un effet laxatif lors des premières consommations (Mabillot, 1980). L'OMS (2004) recommande comme valeur limite 250 mg/L

➤ **Calcium (Ca^{+2}) et Magnésium (Mg^{+2})**

La présence des ions de calcium dans l'eau est liée principalement soit à la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit à la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4). Les origines du magnésium sont semblables à celles du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (Rodier, 1975 ; Marchand *et al.*, 1989).

Le titre hydrotimétrique ou la dureté totale correspond essentiellement à la présence de sels de calcium et de magnésium (Henry et Beaudry, 1992).

D'après HENRY et BEAUDRY (1992), dans une eau naturelle nous pouvons distinguer différents types de dureté :

- Dureté totale : somme des concentrations en calcium et magnésium.
- Dureté calcique : concentration globale en calcium.
- Dureté magnésienne : concentration globale en magnésium.

➤ **Chlorure (Cl⁻)**

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables (Henry et Beaudry ,1992). La présence des chlorures dans l'eau potable à des quantités dépassant 250 mg/ indique une pollution (Maiga, 2005).

➤ **Bicarbonates (HCO₃⁻)**

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des carbonates (Henry et Beaudry ,1992).

➤ **Titre alcalimétrique complet (TAC)**

La plus part des eaux naturelles ont un pH compris entre 4.5 et 8.3 et leur alcalinité est attribuée essentiellement aux bicarbonates (HCO₃⁻), aux carbonates (CO₃⁻²) et même aux alcalis (Henry et Beaudry ,1992).

❖ **Métaux lourds**

➤ **Fer (Fe²⁺)**

Le fer est un élément essentiel à la santé de l'Homme ; le fer ferreux est soluble dans l'eau alors que le fer ferrique est très peu soluble et tend à se précipiter sous forme d'hydroxyde. Sous l'action de l'oxygène, le fer ferreux s'oxyde en fer ferrique et il est difficile de les doser séparément (Henry et Beaudry ,1992 ; Gaillard, 2001).

Dans l'eau potable, la teneur maximale acceptable est de 0.3mg/l, un excès de fer dans l'eau peut être responsable de mauvais gout et de coloration anormale (Lounnas, 2009).

➤ **Aluminium (Al³⁺)**

L'aluminium est le troisième élément le plus abondant de l'écorce terrestre et par conséquent il est présent dans les sols. L'acidification de ces derniers par les pluies acides augmente la quantité d'aluminium sous forme Al³⁺ libre dans l'environnement (Caudron, 2006).La présence d'aluminium dans l'eau de consommation est due à son traitement par des sels d'aluminium utilisés comme coagulants (Caudron, 2006). Selon l'OMS (2004) la teneur maximale est de 0.2mg/l, Un excès d'aluminium présente un danger d'encéphalopathie chronique (affection neurologique et physique).

I.3.1.3. Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature, mais dans une eau potable, il n'est pas nécessaire de faire l'inventaire de toutes les espèces bactériennes, mais de rechercher soit celles qui sont indicatrices d'une contamination fécale (Rodier et *al.*, 2005).

➤ Coliformes totaux

Ils appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ce sont des bacilles Gram négatif, non sporulés, anaérobies facultatifs, oxydase négative. Ils peuvent se développer en présence de sels biliaires (Haslay et Leclercq, 1993). Les coliformes totaux fermentent le lactose et produisent des gaz à 37°C (Guiraud, 1998). Ils sont largement répandus dans la nature et survivent plus longtemps dans l'eau. Ce sont des indicateurs de contamination de l'eau potable (Larpen, 2000). L'OMS (2004) exige l'absence de coliformes totaux dans l'eau de consommation.

Parmi les coliformes totaux, nous distinguons les coliformes fécaux :

○ Coliformes fécaux

Appelés encore « les coliformes thermo tolérants », ils possèdent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais seulement ils fermentent le lactose avec production de gaz à 44°C (Guiraud, 1998).

Escherichia coli représente la majeure partie des coliformes thermo tolérants. Elle se caractérise par la production de l'indole à la même température, (Joffin et Joffin, 1999). Les coliformes fécaux doivent être absents dans les eaux de robinet (OMS, 2004).

➤ Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des cocci à gram positive, de forme sphérique ou ovoïde, regroupées en chaînettes plus ou moins longues, non sporulés, aéro-anaérobies facultatives, catalase négative, oxydase négative (Bourgeois et Levan, 1980). L'OMS (2004) recommande que les streptocoques fécaux soit totalement absent dans 100 ml.

➤ Bactéries anaérobies sulfito-réducteurs :

Ce sont des bacilles Gram positif, souvent de grand taille, isolés ou en chainettes. Généralement mobiles, parfois capsulés, capable de sporuler réduisant les sulfites en sulfates. Ce sont des bactéries d'origine tellurique (Guiraud, 1998). Dans les eaux, les formes sporulées sont plus résistantes que les formes végétatives permettant ainsi de déceler une contamination fécale ancienne. L'eau potable ne doit contenir aucune spore d'anaérobie sulfite-réducteur dans 100 ml (Bonney et al., 2002).

I.3.2. Pollution de l'eau potable

Le réseau de distribution de l'eau potable est souvent décrit comme un véritable réacteur, où l'eau et son contenant (conduite, réservoirs) sont le siège d'interactions physicochimiques et biologiques. L'eau du robinet peut avoir une qualité différente de celle issue de la station de traitement. Les conditions qui contrôlent l'évolution de la qualité de l'eau dans le réseau sont complexes et ont fait l'objet de nombreuses recherches approfondies (Celerier et al., 2002).

L'eau traitée produite dans les stations de traitement d'eau potable n'est jamais stérile dans le réseau jusqu'aux usagers. C'est d'ailleurs pourquoi nous parlons de désinfection et non pas de stérilisation. La station de traitement d'eau potable doit éliminer la plus grande partie des germes présents dans l'eau brute et notamment tous ceux qui sont pathogènes. Lors de l'étape de la désinfection, le traitement d'eau s'appuie sur l'élimination des germes indicateurs de pollution fécale, et témoins de la présence possible de germes pathogènes (Celerier et al., 2002). A l'intérieur du réseau, ces bactéries blessées ou stressées, peuvent se réanimer, en fonction de certains paramètres tels que la température, les nutriments présents et bien sûr le temps (Celerier et al., 2002).

Dans la plupart des réseaux d'eau potable, le transport de l'eau s'accompagne d'une multiplication du nombre de microorganismes qui s'accrochent sur les parois des canalisations constituant ce qu'il est convenu d'appeler biofilm (Miquel, 2003). A l'interface solide-liquide, le biofilm représente une protection, à la fois hydraulique et chimique puisqu'il limite la diffusion des désinfectants tels que le chlore. Il protège aussi certains types de microorganismes du désinfectant résiduel ou même d'un nettoyage incomplet, notamment grâce aux effets d'agrégation, encapsulation et attachement. Dans ces zones de dépôts et de décantation de particules où les niches écologiques peuvent se développer plus particulièrement : des conditions d'anaérobiose se mettent en place et la

prolifération de coliformes y devient alors possible ainsi la prolifération de bactéries provoque la corrosion (Celier et *al.*, 2002).

I.3.3. Maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique recouvrent des pathologies d'origine bactérienne, parasitaire ou virale (Boukheris et Soukehel, 2001).

I.3.3.1. Maladies d'origine bactérienne

➤ Fièvre typhoïde

C'est une maladie causée par une Entérobactériaceae *salmonella typhi* qui est un bacille à Gram⁺, aéro-anaérobie facultatif, oxydase négatif, acidifie le glucose par voie fermentative et réduit les nitrites en nitrates (Miquel et Revol, 2003). Cette maladie est marquée par des céphalées, des vertiges. L'évolution de cette maladie provoque des troubles cardiaques et neurologiques (Lorax et Depontanel, 1991). Une eau souillée par des matières fécales peut être à l'origine de contaminations (Boukheris et Soukehel, 2001).

➤ Dysenterie bacillaire

La dysenterie bacillaire est une maladie infectieuse très contagieuse (Terret et *al.*, 1998), provoquée par l'espèce *Shigella dysenteriae* qui est une bactérie à Gram⁺, sous forme de bâtonnets courts, immobiles, aéro-anaérobies facultatives (Avril et *al.*, 1992). La dysenterie bacillaire se transmet par l'intermédiaire d'eau contaminée par les selles d'un malade, la maladie débute par des fièvres, de vives douleurs abdominales, des diarrhées, des muqueuses hémorragiques (Leminor et Veron, 1989).

➤ Choléra

Le choléra est une maladie infectieuse strictement humaine causée par la bactérie *Vibrio choléra*. Cette dernière se multiplie très rapidement dans le contenu intestinal des malades. Elle se trouve en nombre important dans les selles. Elle est ensuite disséminée dans le milieu extérieur contaminant ainsi les eaux. Cette maladie est

caractérisée par des diarrhées, des déshydratations aiguës et des vomissements (Avril et *al.*, 1992).

➤ **Gastro-entérite**

C'est une maladie toxico-infection intestinale causée par divers agents pathogènes tel que : *Shigella flexneri*, *Escherichia coli* (Axler, 1985). Cette maladie est marquée par des fièvres, des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales et gastriques, une émission brutale et abondante de selles liquides et une déshydratation dans le cas plus critiques (Avril et *al.*, 1992).

I.3.3.2. Maladies d'origine virale

➤ **Hépatite**

C'est une maladie virale causée par un entérovirus, le virus de l'hépatite. Ce virus peut survivre dans l'eau. La contamination humaine se fait par l'intermédiaire de cette eau ou des aliments souillés (Leclerc et *al.*, 1981).

➤ **Poliomyélite**

C'est une maladie infectieuse, épidémique due à des entérovirus de la famille des picornaviridae. Le réservoir de cette maladie est l'Homme malade et le porteur sain. La maladie débute par l'apparition des troubles digestifs, vomissements, diarrhées (Haslay et Leclerc, 1993).

I.3.3.3. Maladies d'origine parasitaire

➤ **Amibiase**

Considérée autre fois comme une maladie tropicale, elle prend actuellement une grande extension, il n'est pas rare en effet de la rencontrer dans des pays tempérés. C'est une maladie intestinale causée par un agent pathogène : *Entamoeba histolytica*. Elle est marquée par une dysenterie aiguë avec des douleurs coliques épreintes, des ténésmes, des selles liquides, glaireuses et parfois sanglantes (Perry et *al.*, 2004).

➤ **Cryptosporidie**

C'est une maladie causée par un protozoaire : *Cryptosporidium parvum*. Le symptôme le plus courant est une diarrhée semblable à celle du choléra. Les autres symptômes sont des douleurs abdominales, des nausées, la fièvre et la fatigue (Prescott et al., 2003).

I.4. Description de la zone d'étude de SOUMAA

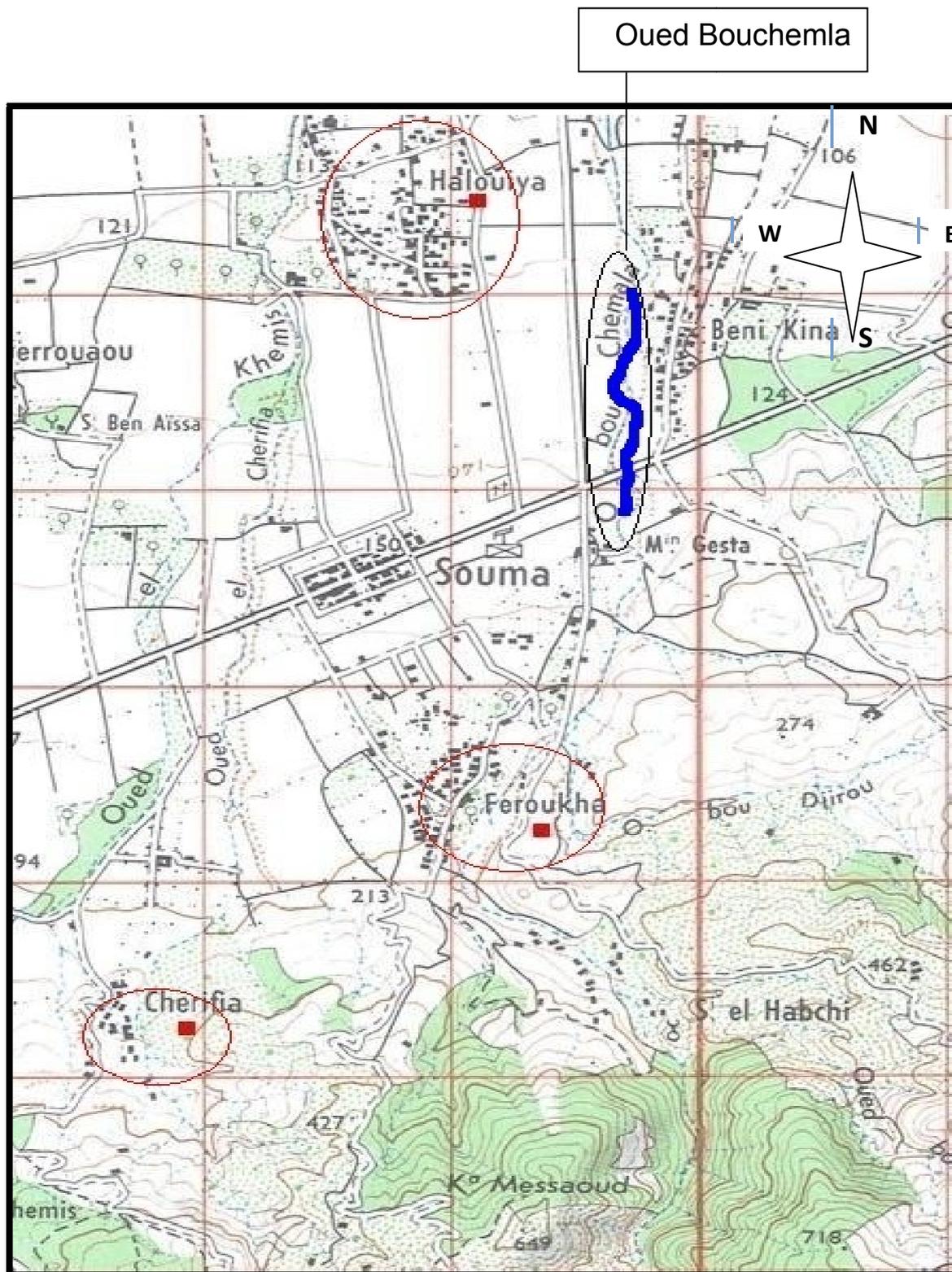
I.4.1. Situation géographique

La commune de Soumaa est située dans la partie sud de la Mitidja au pied de l'Atlas Blidéen. Limitée au nord par la commune de Boufarik et Guerouaou, à l'Est par Bouinan et à l'Ouest par d'Ouled Aich.

La superficie totale de la commune est de 27.76km² avec 37832 habitants.

La commune de Soumaa se compose du chef-lieu "SOUMAA" et de cinq agglomérations secondaires dites

- Soumaa chef lieu et Ferroukha (13839hb).
- Ghraba et Bahli (12236hb).
- Halouia (8461hb).
- Cherifia (1855hb).
- Saada (1441 hb) (bureau d'hygiène 2010).



Echelle : 1/10 000

Figure 01 : carte de la situation géographique de la commune de SOUMAA

I.5. Production de l'eau potable

L'eau de consommation de la ville de Soumaa et les autres agglomérations est d'origine superficielle et provient essentiellement de l'Oued Bouchemla.

L'eau brute est captée du milieu naturel puis acheminée par des conduites vers la station de traitement de l'eau potable de Soumaa.

I.5.1. Station de traitement de l'eau potable de Soumaa

Cette station est mise en service depuis l'année 2010. Elle est constituée de quatre unités. Sa capacité totale de traitement est de 100 litres par seconde.

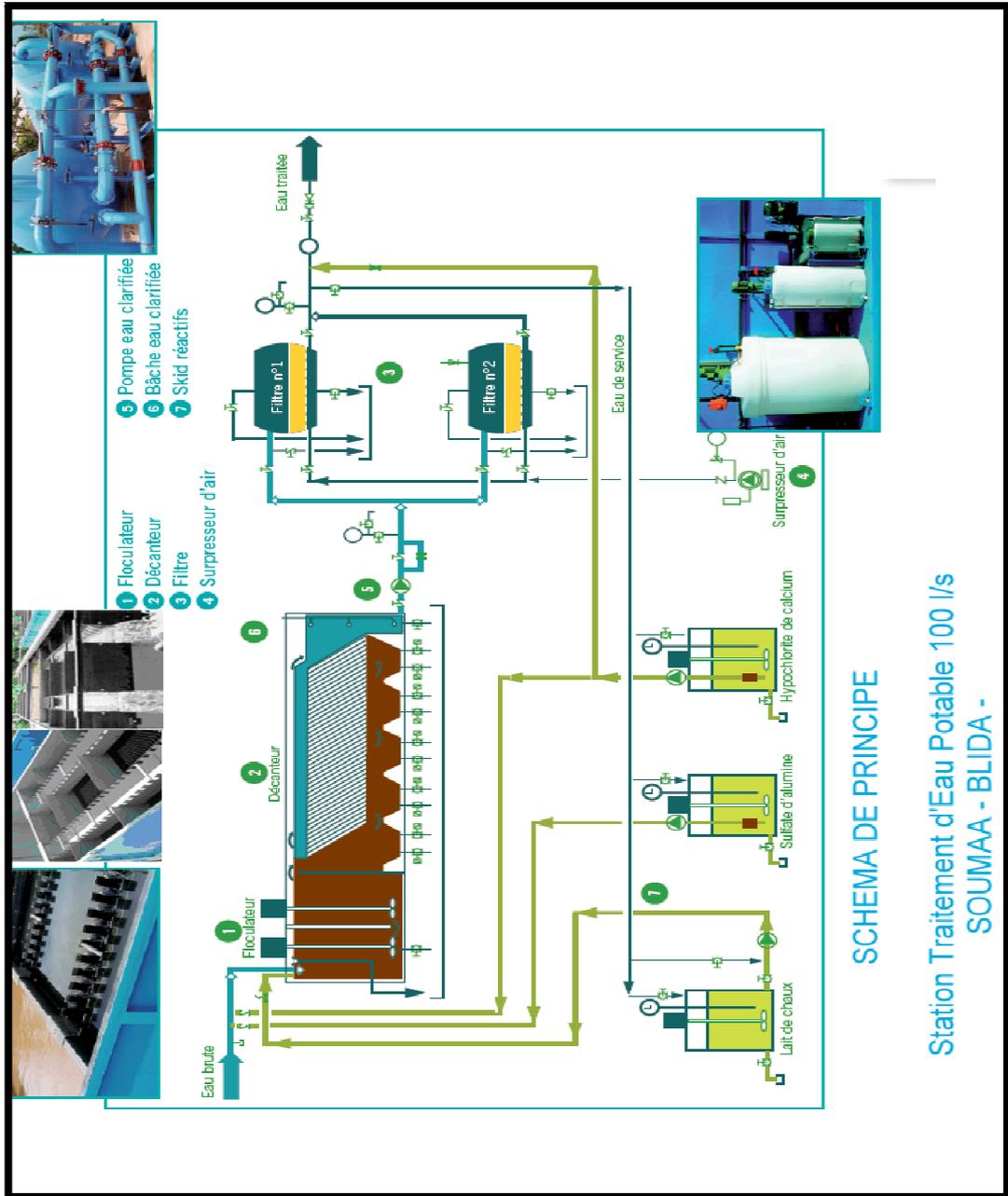


Figure 02 : Schéma de station de traitement d'eau potable de SOUMAA

I.5.2. Processus de la potabilisation de la station

Les principales étapes de traitement de l'eau de la station de Soumaa sont :

- Coagulation-floculation

Elle se fait dans des coagulateurs-floculateurs, cet ouvrage est équipé d'un agitateur lent à pales entraîné par un moteur qui donne une vitesse périphérique entre 15 et 25 cm/s.

Les dimensions de cet ouvrage sont :

Hauteur	2.4m
Largeur	2.4m
Longueur	4m
Volume	23m ³

- Décantation

Après la coagulation-floculation l'eau s'écoule vers le décanteur, la décantation de la station de Soumaa se fait dans 4 décanteurs lamellaires. Chaque un est divisé en trois compartiments :

- Premier compartiment

Le premier compartiment reçoit l'eau coagulée et floculée.

- Deuxième compartiment

Le deuxième compartiment est équipé de lamelles qui facilitent l'opération de décantation. Les lamelles sont en PVC (Poly Chlorure De Vinyle) fixées à 55° par rapport à l'horizontale. Ces lamelles ont les dimensions suivantes :

Nombre	300 lamelles
Hauteur	1.6 m
Largeur	2.2 m
Epaisseur	5 cm

- Troisième compartiment

Le dernier compartiment reçoit l'eau clarifiée.

Hauteur 2.4m

Largeur 2.4m

Longueur 10 m

- **Filtration**

La filtration est réalisée à travers les filtres à sable. Ils fonctionnent à une pression de 3.5 à 4 bars. Chaque filtre est équipé d'un plancher étanche formé par une plaque métallique supportée par des raidisseurs.

Les filtres ont les dimensions suivantes :

Nombre 4

Longueur d'un filtre 8 m

Vitesse filtrante 7.5 m/h

Couche de filtration sable de silice

- **Désinfection**

Le réservoir de l'eau traitée est installé à côté des filtres et a une capacité de 1500 m³. L'injection du chlore est sous forme d'hypochlorite de calcium .

CHAPITRE II
MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

- **Echantillon d'eau**

- Eaux brutes d'Oued Bouchemla et eaux traitées au niveau de station de traitement de Soumaa.

- Eau de robinet chez certains abonnés dans la commune de Soumaa.

- **Matériel de laboratoire**

Les solutions, les réactifs, les milieux de culture, l'appareillage et la verrerie sont détaillés dans l'annexe 01 et l'annexe 02.

II.2. Méthodes

Afin d'évaluer la variabilité des propriétés physico-chimiques et microbiologiques de la commune de Soumaa, notre travail s'est étalé du mois de Janvier au mois de Juin de l'année 2013.

Nous avons également questionné 100 consommateurs choisis au hasard en vue d'un sondage sur la qualité des eaux de robinet (Voire annexe 03) et nous avons calculé les pourcentages des familles qui utilisent cette eau comme boisson.

II.2.1. Choix des lieux de prélèvement

Trois régions ont été choisies pour effectuer nos prélèvements : Halouiya, Ferroukha, et Cherifia. Ces dernières sont alimentées par trois réservoirs différents.

Durant notre travail, nos prélèvements pour les analyses physiques et bactériologiques ont été effectués dans:

- Des points fixes :
 - Neuf prélèvements de l'eau brute provenant d'Oued Bouchemla (n'ayant subi aucun traitement).
 - Neuf prélèvements concernent l'eau après son traitement, en premier point de mise à disposition (en tête de réseau de la distribution).
- des points mobiles :

- 30 prélèvements mobiles à différents points d'usage sur le réseau de distribution, auprès du consommateur.

Au total nous avons effectué 48 prélèvements pour les analyses bactériologiques et physiques.

Concernant les analyses chimiques, les prélèvements ont été effectués dans:

- Des points fixes :
 - Six prélèvements de l'eau brute provenant d'Oued Bouchemla.
 - Six prélèvements concernent l'eau après son traitement, en premier point de mise à disposition.
- Des points mobiles ;
 - 21 prélèvements mobiles à différents points d'usage sur le réseau de distribution, auprès du consommateur.

Au total nous avons effectué 35 prélèvements pour les analyses chimiques.

II.2.2. Méthode de prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté (Ladel, 2007). Pour éviter la contamination du prélèvement lors de l'échantillonnage nous devons s'équiper d'un matériel propre et nettoyé (Lepot et *al.*, 2011).

Selon BIGONNESSE(2011), le prélèvement aseptique est obligatoire pour tous les échantillons qui seront soumis à des analyses microbiologiques. Pour les analyses chimiques, le maintien de l'asepsie n'est pas exigé. Cependant, certaines règles de base dont l'hygiène personnelle, la propreté du matériel et des surfaces de travail doivent être respectées.

Les étapes suivies pour les prélèvements des analyses physicochimiques sont :

- Utilisation des flacons de 1000ml
- Rinçage des flacons trois fois avec l'eau à analyser puis remplissage jusqu'au bord.
- Inscription des indications sur les flacons pour leur identification.

Le mode de prélèvement varie suivant l'origine de l'eau. Dans le cas de prélèvement à partir d'un robinet et si le but est le contrôle de l'eau distribuée, il est indispensable d'attendre que l'eau en stagnation dans les canalisations soit éliminée (Rodier *et al.*, 2009).

Les étapes suivies pour les prélèvements des analyses bactériologiques sont:

- Utilisation des flacons stériles en verre de 500ml.
- Flambage du robinet durant 2 à 3min.
- Ouverture du robinet et écoulement d'eau 3 à 5 mn.
- Remplissage du flacon en le maintenant près de la flamme, puis fermeture immédiat du flacon après prélèvement.
- Inscription des indications nécessaires à l'identification du flacon.

II.2.3. Analyses physicochimiques

Les analyses physicochimiques ont été effectuées selon les méthodes adoptées par le laboratoire de station de traitement de MAZAFRAN.

a) Paramètres physiques

➤ Chlore résiduel

• Principe

Le test de chlore est déterminé par la méthode du DPD (N, N-Diethyl-P-Phenylenediamine). En présence de chlore libre le DPD donne un complexe rougeâtre.

• Mode opératoire

- Agiter l'eau à analyser.
- Prendre un tube à essais, ajouter une quantité déterminée d'eau à analyser.
- Ajouter un comprimé de DPD.
- Comparer la couleur du tube avec celle du comparateur pour préciser le taux de chlore présent dans l'eau à analyser.

• Expression de résultat

La valeur correspondant en couleur exprimé par mg / l.

➤ **Potentiel d'hydrogène (pH)**

• **Principe**

La mesure du pH d'une solution s'appuie sur la mesure du potentiel d'une électrode à hydrogène plongée dans la solution.

• **Mode opératoire**

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

• **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur du pH.

➤ **Température**

• **Principe**

La température est mesurée par un thermomètre.

• **Mode opératoire**

- Plonger le thermomètre dans l'échantillon et laisser se stabiliser puis noter la valeur de la température.

• **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de la température en degré Celsius (C°).

➤ **Conductivité électrique**

• **Principe**

Détermination directe à l'aide d'un instrument approprié à la conductivité électrique des solutions aqueuses.

• **Mode opératoire**

- Tremper l'électrode du conductimètre dans l'eau à analyser et laisser l'appareil se stabiliser puis noter la valeur de la conductivité.

•

- **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de la conductivité électrique en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- **Turbidité**

- **Principe**

La mesure de la turbidité est effectuée à l'aide d'un turbidimètre optique, en utilisant l'effet Tyndall ou l'opacimétrie. L'effet Tyndall est utilisé plus précisément pour la mesure des faibles turbidités.

- **Mode opératoire**

- Remplir une cuvette de mesure et bien essuyer avec l'échantillon homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence des bulles d'air avant la mesure.

- **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en Néphlométric Turbidity Unit (NTU).

b) Paramètres de pollution

- **Matière organique (MO)**

- **principe**

Oxydation des matières organiques contenues dans l'échantillon par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition.

- **Mode opératoire**

- Prendre 100ml d'eau à analyser.
- Ajouter 20ml d'acide sulfurique, laisser bouillir 5 min.
- Ajouter 20ml de permanganate de potassium à 0.01N, laisser bouillir 10 min.
- Ajouter 20 ml de la solution d'acide oxalique à 0.01N de sodium.
- Titrer à chaud après décoloration de la solution avec la solution de permanganate de potassium 0.01N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante.
- Effectuer un essai à blanc (l'eau distillée).
- Réchauffer l'eau distillée pendant 2 min.
- Rajouter 20ml l'acide oxalique à 0.01N.

- Effectuer un deuxième titrage avec permanganate de sodium 0.01N jusqu'à l'apparition de coloration rose persistante.

- **Expression des résultats**

$$MO = \frac{V_1 - V_0}{V_2}$$

MO: Matière organique.

V_1 : Le volume $Kmno_4$ à 0.01 nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

V_0 : le volume de $Kmno_4$ à 0.01 nécessaire pour le dosage d'eau distillée.

V_2 : le volume de $Kmno_4$ à 0.01 nécessaire pour le dosage d'eau distillée après le deuxième titrage.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné en mg/l

➤ **Nitrate**

- **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune..

- **Mode opératoire**

- Prendre 10ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 2 ml de salicylate de sodium à 0.5%.
- Evaporer à sec à l'étuve à 150°C pendant 2h puis laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2ml d'acide sulfurique et laissez reposer 10min.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée, puis 15ml de tartrate double de sodium et de potassium.
- Apparition de la coloration jaune indique la présence des NO_3^- .
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV/visible à une longueur d'onde de 415nm.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

➤ **Nitrite**

• **Principe**

La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et sa copulation avec le N-1-naphtyl-éthylène diamine donne un complexe coloré rose et susceptible d'un dosage colorimétrique.

• **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de réactif mixte (Acide sulfanilique+ N-1-Naphtyl éthylène diamine).
- Laisser en repos 15 min à l'obscurité.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence de nitrite.
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre.

• **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

➤ **L'azote ammoniacal (NH_4^+)**

• **Principe**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

• **Mode opératoire**

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml du réactif I.
- Ajouter 2 ml du réactif II et laisser en repos pendant 1h : l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de l'ammonium.
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible à une longueur d'onde de 655 nm.

• **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg / l.

➤ **Ortho phosphate (PO_4^{3-})**

• **Principe**

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

• **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml acide ascorbique.
- Ajouter 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10min. l'apparition de la couleur bleu indique la présence de phosphate.
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible à une longueur d'onde de 880 nm.

• **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

c) minéralisation globale

➤ **Sulfate (SO_4^-)**

• **principe**

Les ions de sulfates se précipitent et passent à l'état de sulfate de baryum en présence de Ba Cl_2 .

• **Réactifs**

- Solution stabilisante.
- Solution de chlorure de baryum.

• **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.
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible à une longueur d'onde de 420 nm.

- **Expression des résultats**

La valeur lue sur le spectrophotomètre $\times 5$ en mg/l.

- **Chlorure (Cl⁻)**

- **Principe**

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble, qui se précipite quantitativement. Après l'ajout du chromate de potassium, la formation du complexe chromate d'argent donne une coloration brun-rouge.

Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

- **Mode opératoire**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de chromate de potassium K₂ Cr O₄ (coloration jaunâtre).
- Titrer avec le nitrate d'argent Ag NO₃ à 0.01N jusqu' à coloration brune rougeâtre.

- **Expression des résultats**

$$\text{Cl}^- = V \times 71$$

Cl⁻ : concentration en chlorure (mg/l).

V : volume d'Ag NO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon (ml).

- **Bicarbonates (HCO₃⁻)**

- **Principe**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3 le volume d'eau à analyser.

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres (bicarbonate).

- **Mode opératoire**
 - Prendre 100ml d'eau à analyser.
 - Noter son pH puis titrer avec HCl à 0.1 N jusqu'à l'obtention d'un pH de 4.3.
- **Expression des résultats**

$$\text{HCO}^{3-} = V \times 61$$

HCO^{3-} : concentration de bicarbonate (mg/l).

V : volume d'acide (HCl) utilisé pour le titrage de l'échantillon (ml)

Titre alcalimétrique complet :

$$\text{TAC} = V \times 5$$

➤ **Calcium (Ca^{2+}) et Magnésium (Mg^{2+})**

- **Principe**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène-diamine-tétra-acétique (EDTA) à pH=10. Le noir eriochrome et le murexide sont utilisés comme indicateurs.

Calcium (Ca^{2+})

- **Mode opératoire**
- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2N.
- Ajouter quelques mg de l'indicateur coloré Murexide, puis titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur (bleu).
- **Expression des résultats**

$$\text{Ca}^{2+} = V_1 \times 8.01$$

Ca^{2+} : concentration de calcium (mg/l).

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

Magnésium (Mg^{2+})

- **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH (pH=10.1).
- Ajouter quelques mg de l'indicateur coloré noir erichrome, puis titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de couleur (bleu).

- **Expression des résultats**

$$\text{Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) \times 4.8$$

Mg^{2+} : Concentration en magnésium (mg/l).

V_2 : Volume totale d'EDTA.

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

d) Les métaux lourds

➤ **Fer**

- **Principe**

Le complexe fer – phénanthroline est stable dans l'intervalle de pH [2.5 ; 9]. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de fer présent. La relation entre la concentration et l'absorbance est linéaire jusqu'à une concentration de 5 mg de fer par litre. Le maximum d'absorbance se situe à environ 510nm.

- **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de HCl dilué à 0.01N.
- Ajouter 5 ml de persulfate de potassium, puis chauffer jusqu'à ébullition pendant 20 minutes.
- Ajouter 2 ml de tampon acétate d'ammonium.
- Ajouter 2 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine.

- Ajouter 2 ml de la solution de phénanthroline et conserver à l'obscurité pendant 15 minutes.
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible à une longueur d'onde de 510 nm.
- **Expression des résultats**
Le résultat est donné en mg / l.

➤ **Aluminium**

- **Principe**
 - En présence d'aluminium, l'érocyanine vire au rouge violacé.
- **Mode opératoire**
 - Prendre 25 ml d'eau à analyser dans une fiole.
 - Ajouter 1 ml d'acide sulfurique .
 - Ajouter 1 ml de l'acide ascorbique à 1 ‰.
 - Ajouter 10 ml de la solution tampon.
 - Ajouter 5 ml de la solution d'ériocyanine, puis attendre 10 minutes : l'apparition de la couleur rose indique la présence d'aluminium.
 - Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible à une longueur d'onde de 560nm.
- **Expression des résultats**
Le résultat est donné en mg /l.

II.2.3. Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au laboratoire d'A.D.E (Algérienne Des Eaux) de la wilaya de BLIDA et au niveau du laboratoire de la station de traitement de MAZAFRAN.

a) Recherche et dénombrement des coliformes et des streptocoques en milieu solide (méthode de filtration)

Appelée Aussi méthode solide c'est la technique de dénombrement la plus utilisée au laboratoire et nécessite la disponibilité d'une rampe de filtration (Brion et Mao, 2000).

- **Principe**

Cette technique consiste à filtrer une quantité d'eau à analyser à travers des membranes montées dans un appareil à filtration, puis appliquer ces membranes sur des milieux sélectifs, coulés en boîtes de pétri de 55mm de diamètre.

Après incubation, les colonies développées seront dénombrées et éventuellement prélevées pour être confirmées ou étudiées.

- **Mode opératoire**

- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse et le réservoir.
- Laisser refroidir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince stérile et l'étaler sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser, et verser stérilement la quantité d'eau (100ml).
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler lentement sous l'action du vide.
- Enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif en prêtant attention à ne pas piéger de bulle d'air.

- ✓ **Pour les coliformes**

- Réaliser deux filtrations. Les filtres seront placées dans deux boîtes de pétri du milieu sélectif : gélose lactosée au tergitol et au TTC l'une pour la recherche des coliformes et l'autre pour la recherche des coliformes fécaux (Rodier et *al*, 2005).
- Incuber la première boîte à 37°C pendant 24h, et la deuxième à 44 °C pendant 24h (Rodier et *al* 2005).

- **Lecture**

- Coliformes totaux: les colonies sont jaunes, lisses et légèrement bombées.
- Coliformes fécaux : les colonies sont oranges.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germe par 100ml.

✓ **Pour les streptocoques**

- Réaliser une filtration et placer la membrane sur une boîte de pétri du milieu sélectif gélose de slanetz.
- Incuber à 37°C pendant 48heures.
- Cette opération nous permettra de rechercher et de dénombrer les streptocoques, plus particulièrement ceux du groupe D, après avoir transférer la membrane qui présente un résultat positif dans une boîte de pétri contenant le milieu BEA et incubation à 44 °C de 15 à 20 minutes.

• **Lecture**

- Streptocoques fécaux (gélose slanetz) : les colonies sont rouges.
- Pour les streptocoques fécaux (gélose BEA) : les colonies sont noires

• **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germe par 100 ml.

b) Recherche et dénombrement des coliformes et des streptocoques en milieu liquide (méthode NPP)

• **Principe**

Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes probablement présents dans l'eau d'une manière aléatoire. Dans ce type de méthode les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide. En cas de présence de ces derniers l'ensemble du milieu inoculé vire vers la positivité« présence d'un trouble » (Rodier et *al.*, 1996).

✓ **Colimétrie en milieu liquide**

• **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux et des *E. coli* dans les eaux, par la technique du NPP en milieu liquide, se fait en deux étapes consécutives :

- Test de présomption : pour la recherche des coliformes totaux.

- Test de confirmation : pour la recherche des coliformes fécaux.

- **Test de présomption**

A partir de l'eau à analyser :

- 50ml sont ajoutées dans un flacon qui contient 50 ml du milieu BCPL violet double concentration+ la cloche de Durham.
- 10ml sont ajoutées dans un tube contenant 10ml du milieu BCPL D/C +cloche de Durham (cette étape est répétée 5 fois).
- 1ml est ajouté dans un tube contenant 10ml du milieu BCPL S/C +cloche de Durham (cette étape est répétée 5 fois).
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

- **Lecture**

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

- Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10^{ème} 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 sont témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

- **Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la recherche des coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*E-coli* (Berche et *al.*, 1988).

-Le flacon et les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

-Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait à l'étuve à 44°C pendant 24h.

- **Lecture**

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

-Un dégagement de gaz.

-Un anneau rouge en surface, témoin de la production de l'indole par *E-coli* après ajout de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

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

✓ **Streptométrie en milieu liquide**

- **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe 'D' dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- Test de présomption : pour la recherche présomptive des streptocoques.
- Test de confirmation : pour la confirmation de la présence des streptocoques.

- **Test de présomption**

A partir de l'eau à analyser :

- 50ml sont ajoutées dans un flacon qui contient 50 ml du milieu ROTHE jaune à double concentration.
- 10ml sont ajoutées dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE jaune D/C (cette étape est répétée 5 fois).
- 1ml est ajouté dans un tube contenant 10ml du milieu ROTHE jaune S/C (cette étape est répétée 5 fois).
- Incubation à 37°C pendant 24h.
- **Lecture**

Seront considérés comme présomptifs les tubes présentant un trouble microbien.

- **Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques du groupe 'D' éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu Eva-Litsky.

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

- **Lecture**

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

-Un trouble microbien.

-Une pastille violette au fond du tube.

La lecture finale s'effectue également selon la prescription de la table du NPP (voire annexe 05).

c) Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (méthode de filtration sur membrane)

- **Principe :**

Cette technique consiste à filtrer une quantité d'eau à analyser à travers une membrane de porosité de $0.22\mu\text{m}$ montées dans un appareil à filtration, puis à appliquer cette membrane sur boîte de pétri de 55mm de diamètre, ensuite verser une couche épaisse du milieu gélose viande foie avec additifs (Alun de fer+sulfite de sodium).

Après incubation, les colonies développées seront dénombrées.

- **Mode opératoire**

- Au début, l'échantillon à analyser doit être chauffé dans un bain marie à 75°C pendant 15 mn
- Refroidir immédiatement sous l'eau du robinet jusqu'à température ambiante.
- Filtrer 100 ml de l'échantillon sur une membrane de $0.22\mu\text{m}$.
- Après filtration, enlever la membrane avec pince stérile et la placer (face supérieur tournée vers le bas) au fond d'une boîte de pétri en s'assurant qu'il ne reste pas de bulles d'air sous la membrane.
- Ensuite verser soigneusement le milieu de culture liquéfié avec additifs.
- Incuber à 37°C pendant 24 h.

- **Lecture**

- Les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices apparaissent sous forme de colonies noires.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germe par 100ml.

- **Normes utilisés :**

Les résultats obtenus ont été comparés à des normes Algériennes en vigueur relative aux eaux de surface et d'eau potable. Il s'agit précisément de :

- Décret exécutif N° 93-186 du 27 juillet 1993 pour les eaux de surface.
- Décret exécutif N° 93-164 du 10 juillet 1993 pour l'eau potable.

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats du sondage

Le sondage a été effectué auprès de 100 individus interrogés sur la qualité de l'eau distribuée dans la commune de Soumaa..

En terme d'utilisation de cette eau, 88°/ des familles utilisent cette eau comme boisson sachant que le nombre d'individus de ces familles varie entre 3et 13 et dont le nombre d'enfants ne dépassant pas l'âge de cinq ans est entre 1et 5.

Parmi les familles qui utilisent cette eau comme boisson, 77,27°/ donnent cette eau pour les enfants. 76.47°/ des utilisations de cet eau pour les enfants est sous forme non bouilli et 1°/ de ces enfants ont souffert de malaises après la consommation de cette eau.

Concernant la couleur de l'eau de robinet (la turbidité): 91°/ des consommateurs trouvent que l'eau est turbide durant l'hiver (les jours pluvieux).

III.2. Résultats et discussion des analyses physicochimiques

III.2.1. Paramètres physiques

Les résultats des paramètres physiques sont regroupés dans le tableau I

Date de prélèvement	Point d'eau paramètres	Chlore mg/l	T °C	pH	Conductivité µs/cm	Turbidité NTU
14/01/2013	Eau brute	0	15.3	8.3	419	6.61
	Eau traitée	0.6	15.3	8.24	420	1.85
	Ferroukha	0.6	14.4	8.27	422	1.16
	Chrefia	0.3	14.3	8.26	415	0.66
	Halouiya	0.2	14.3	8.29	404	1.69
21/02/2013	Eau brute	0	17.8	8.29	350	4.14
	Eau traitée	0.6	17.8	8.2	352	0.7
	Ferroukha	0.5	17.7	8.22	353	0.69
	Chrefia	0.2	17.6	8.20	351	0.73
	Halouiya	0	17.7	8.19	351	1.38
11/03/2013	Eau brute	0	14.9	8.17	338	3.9
	Eau traitée	0.5	14.4	8.07	340	1.9
	Ferroukha	0.5	15.2	8.06	341	1.8
	Chrefia	0.3	15.5	8.09	327	2.01
	Halouiya	0	15.8	8.07	335	2.11
25/03/2013	Eau brute	0	16.8	8.13	344	3.8
	Eau traitée	0.5	15.6	8.09	347	0.94
	Ferroukha	0.5	14.6	8.05	351	0.90
	Chrefia	0.3	14.8	8.06	347	1.05
	Halouiya	0.1	15.7	8.08	348	1.26
08/04/2013	Eau brute	0	15.9	8.3	372	3.38
	Eau traitée	0.6	16.4	8.27	354	0.71
	Ferroukha	0.5	15.8	8.19	349	0.67
	Chrefia	0.2	16.6	8.10	348	0.88
	Halouiya	0.1	16	8.16	350	1.29
22/04/2013	Eau brute	0	15.1	8.44	372	2.5
	Eau traitée	0.5	14.9	8.24	373	0.73
	Ferroukha	0.5	14.7	8.29	373	0.80
	Chrefia	0.2	15.4	8.28	383	0.73
	Halouiya	0.1	15.1	8.23	370	0.86
06/05/2013	Eau brute	0	20	8.3	326	1.61
	Eau traitée	0.6	20.2	8.22	334	0.46
	Ferroukha	0.5	19.7	8.29	335	0.45
	Chrefia	0.3	21.1	8.20	335	1.04
	Halouiya	0.1	20.1	8.20	334	2.01
20/05/2013	Eau brute	0	15.8	8.3	355	2.61
	Eau traitée	0.4	17.6	8.2	362	0.46
	Ferroukha	0.4	17.4	8.22	357	0.44
	Chrefia	0	18.3	8.22	361	1.24
	Halouiya	0	16.4	8.22	356	1.33
04/06/2013	Eau brute	0	17.6	8.3	335	1.6
	Eau traitée	0.5	17.4	8.28	335	0.54
	Ferroukha	0.4	18.3	8.25	333	0.96
	Chrefia	0.2	17.3	8.20	334	1.02
	Halouiya	0	16	8.24	330	1.3

Tableau I : Résultats des paramètres physiques

a. Chlore résiduel

Les valeurs du dosage du chlore résiduel varient entre 0.4 et 0.6 pour les eaux traitées à la sortie de la station (figure 03).

Selon SIBILLE (1997), le chlore ajouté en sortie de station de traitement est consommé dans le réseau. Le maintien d'un chlore résiduel permettant d'inhiber la croissance bactérienne en tout point du réseau nécessite de fortes concentrations en chlore à la sortie de la station.

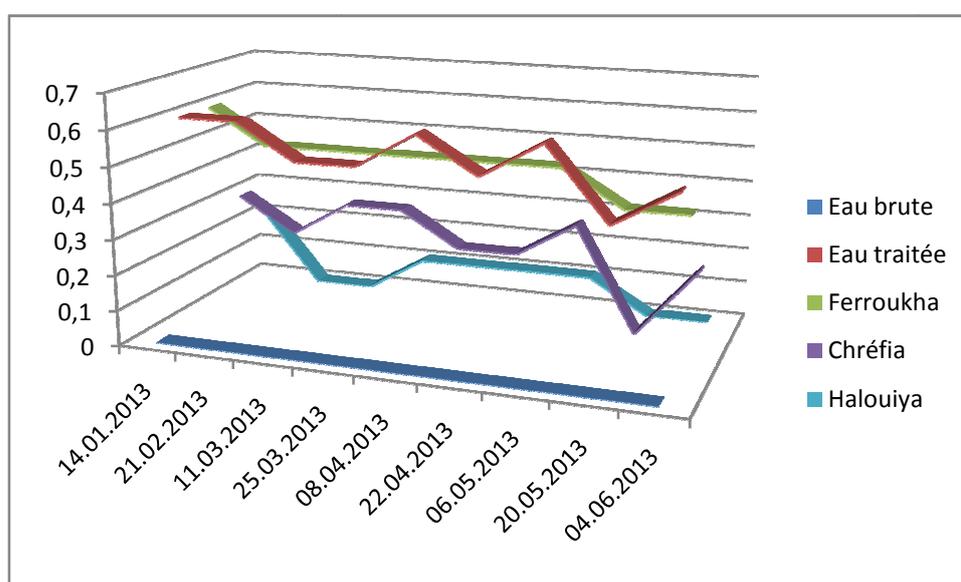


Figure 03 : variation de chlore résiduel (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

D'après la figure 03 et le tableau I, nous remarquons que le taux de chlore résiduel libre diminue le long du réseau de distribution. Et parfois, nous avons enregistré une absence totale du désinfectant d'hypochlorite de calcium chez certains abonnés situés soit au milieu (Chréfia) soit à la fin du réseau de distribution (Halouiya), alors que les normes Algériennes (1993) exigent un taux de chlore résiduel situé entre 0.2 mg/l et 0.6 mg/l dans le réseau de distribution. L'absence du désinfectant est due selon LECLERC et MOSSEL (1983), à la formation d'un biofilm sur les parois des conduites, la longueur des canalisations et la durée de stockage.

D'après les résultats des 30 prélèvements effectués, le test de chlore a révélé que 70% des échantillons prélevés sont positives (+) et 30% sont négatives (chlore < 0.2) (Figure 04).

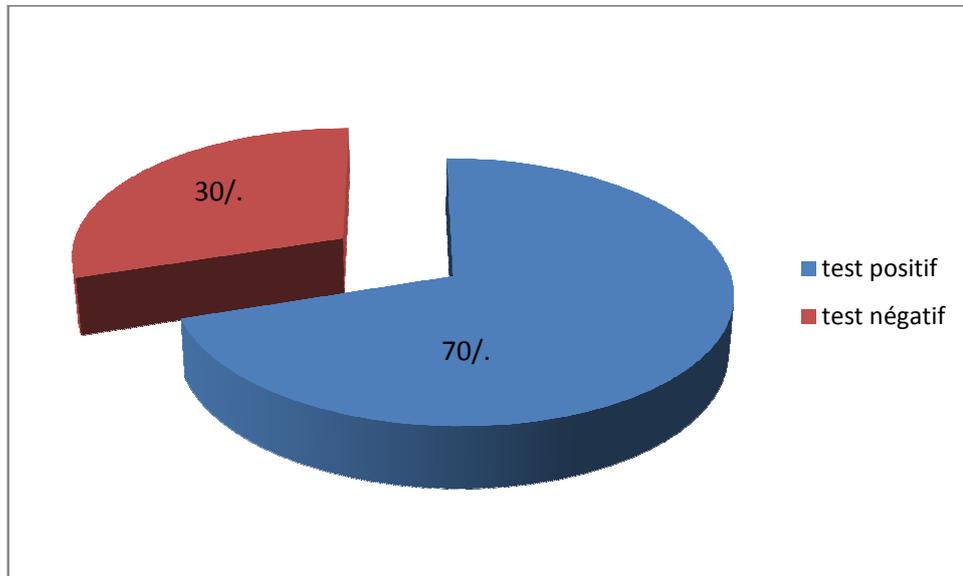


Figure 04 : Variation des teneurs en chlore de l'eau de robinet

Il est bien connu que la chloration a pour objectif l'élimination des germes pathogènes (Claude, 1996), mais l'ajout du chlore pose un certain nombre de problèmes notamment la formation de sous-produits d'oxydation comme les trihalométhanes (THM) dont certains sont cancérigènes chez l'animal (Sibille, 1997).

b. Température

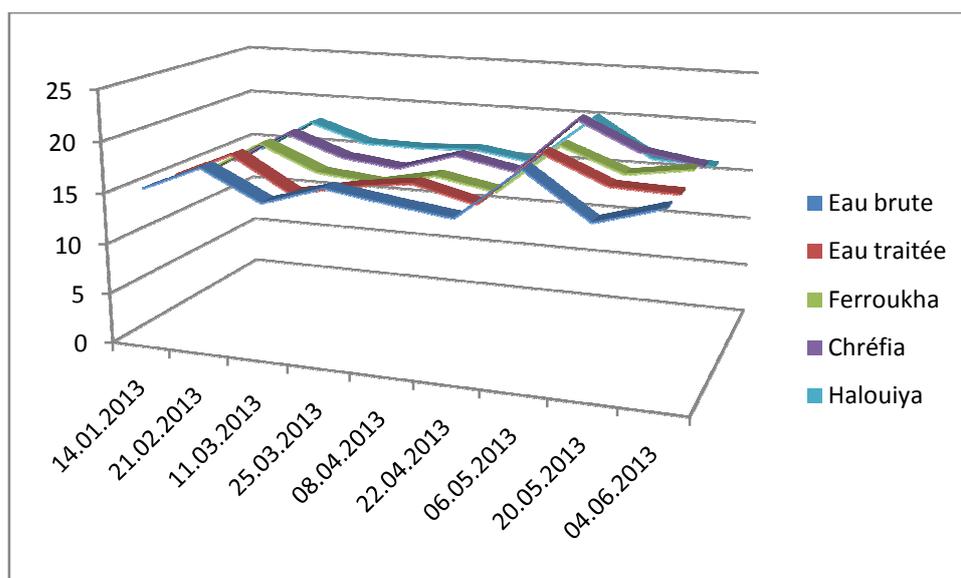


Figure 05: Variation de la température (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

D'après la figure 05, Nous avons remarqué que les valeurs de la température des eaux brutes varient selon les saisons car La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'aire (Laidani et *al.*, 2009), avec une valeur minimale de 14.9 °C au mois de Mars et une valeur maximale de 20°C en mois de Mai.

Pour les eaux traitées nous marquons une valeur minimale de 14.4 en mois de Mars et une valeur maximale de 20.2°C en mois de Mai.

Les valeurs de la température de l'eau enregistrées dans les différents échantillons provenant de la région de Soumaa varient entre 14.3°C en mois de Janvier et 21.1°C. Ce qui montre qu'elles sont conformes aux normes de potabilité car selon les normes Algériennes (1993), la température de l'eau potable ne doit pas dépasser 25°C.

Une température élevée peut favoriser des goûts ou des odeurs désagréables. De plus, elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau, influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du désinfectant résiduel en agissant sur les constantes d'équilibre et accélère la corrosion (Celier et *al.*, 2002).

Globalement, nous avons noté que les températures de l'eau à analyser sont élevées en mois de Mai (21.1°C). Ceci est en relation avec la saison.

c. pH (potentiel d'hydrogène)

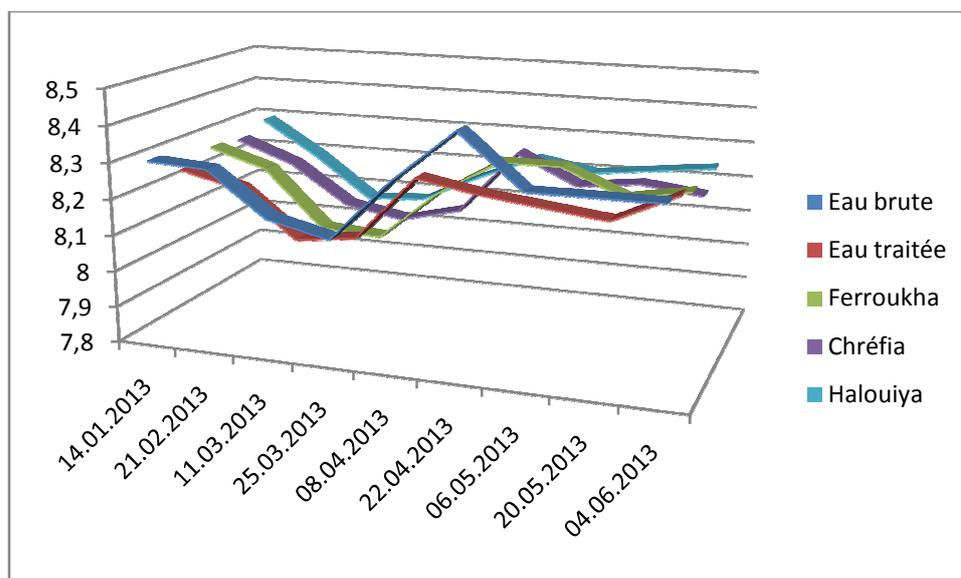


Figure 06 : Variation du pH (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

Le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH des eaux superficielles varie entre 7.11-8.50 et dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés (IBGE, 2005).

Nous avons remarqué de légères variations des valeurs de pH de l'eau brute, avec une valeur maximale de 8.44 au mois d'avril, et une valeur minimale de 8.17 au mois de mars (figure 06). Les valeurs du pH de l'eau traitée varie entre 8.07 et 8.28.

Nous avons noté aussi que le pH de l'eau brute diminue après son traitement. Selon POTELON et ZYSMAN (1998), ceci est lié au traitement de chloration qui élimine certaines charges.

Le pH des eaux de robinet est compris entre 8.06 et 8.29, le pH de l'eau de boisson doit être compris dans l'intervalle [6.5, 8.5]. Des pH inférieurs à 7 peuvent provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques. Ainsi à des pH supérieurs à 8 il ya une diminution progressive de l'efficacité du chlore sur la contamination microbienne (Letterman, 1999).

d. Conductivité électrique

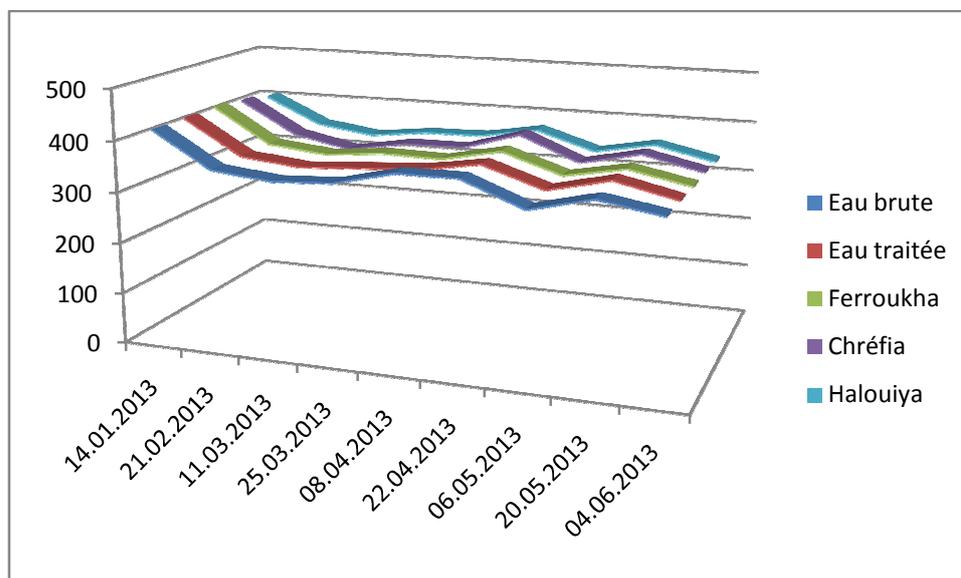


Figure 07: Variation de conductivité électrique (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle détermine la teneur globale des minéraux présents dans une solution (Bremaude et *al.*, 2006).

D'après la figure 07, nous constatons que les valeurs de la conductivité électrique des eaux brutes varient entre 326 et 419 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les modifications de paramètre de la conductivité dans les eaux de surface peuvent avoir lieu au cours de l'année et selon les saisons, ceci est en fonction de la température qui influe sur la solubilité des ions (Rodier et *al.*, 2005). Les valeurs de la conductivité augmentent parfois après le traitement des eaux.

Il n'existe pas une grande différence de la conductivité électrique entre les trois zones étudiées. Les valeurs enregistrées chez les abonnés varient entre 330 et 422 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Selon les normes Algériennes (1993) la conductivité électrique de l'eau potable ne doit pas dépasser 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et c'est le cas pour nos échantillons

e. Turbidité

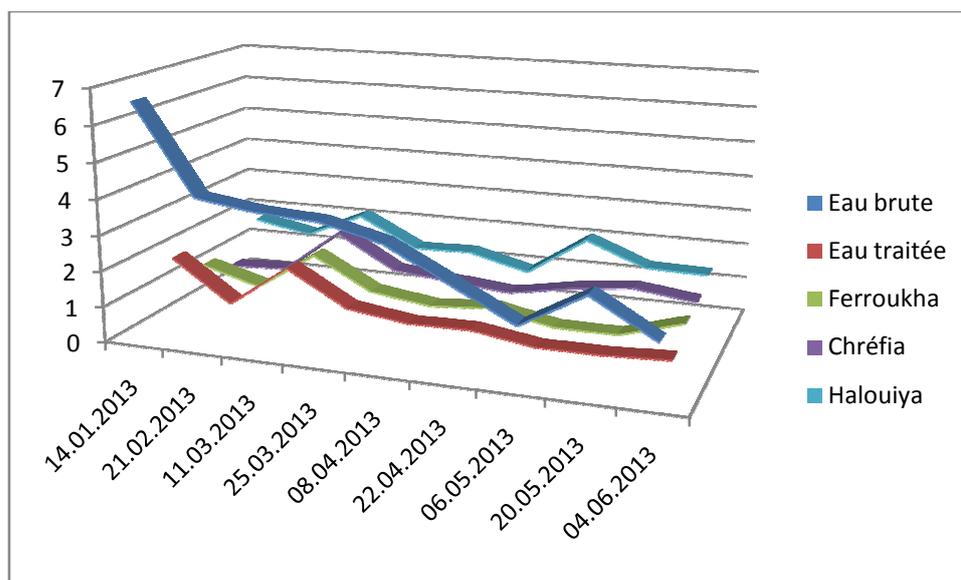


Figure 08: variation de la turbidité (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

La turbidité est une mesure qui permet d'identifier les particules en suspension dans l'eau et qui peuvent nuire à sa clarté. C'est un indicateur important d'érosion, en générale la turbidité augmente fortement pendant et après une pluie (Behar, 1997).

Dans la figure 08, nous remarquons une variation de la turbidité de l'eau brute, ce qui est probablement relative à la pluviométrie. Cette turbidité diminue fortement après traitement. Les valeurs trouvées pour l'eau traitée sont souvent inférieures à 2 NTU.

La plupart des eaux superficielles possèdent une turbidité importante et leur consommation directe est impossible. Il faut les clarifier, soit par décantation, soit par addition de coagulant, soit par filtration, ou encore par combinaison de ces différents procédés (Khan, 2005).

Nous avons enregistré également une augmentation de la turbidité dans les zones de Chréfia et Halouiya par rapport à l'eau prélevée à la sortie de la station de traitement, Selon KHAN (2005), une turbidité élevée rend l'eau impropre à la consommation ; Contribue à une perturbation de l'efficacité de désinfection en neutralisant l'action du désinfectant. Cette augmentation de la turbidité peut être due soit à la contamination de l'eau dans le réservoir de stockage soit à l'entraînement des suspensions fines dans les canalisations.

III.2.2. Paramètres de pollution

Les résultats des paramètres de pollution sont regroupés dans le tableau II

Date de prélèvement	Point d'eau paramètres	NH ₄ ⁺ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/l	PO ₄ ⁻ mg/l	M.O
11/03/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	0.75
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	0.15
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.12
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.16
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.18
25/03/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	1.3
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	0.4
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.42
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.60
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.5
08/04/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	0.50
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	0.24
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.14
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.12
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.15
22/04/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	1.25
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	0.63
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.54
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.60
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.58
06/05/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	2.80
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	1
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.95
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.93
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.90
20/05/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	1.45
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	0.72
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.72
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.72
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.72
04/06/2013	Eau brute	<0.02	<0.02	<0.09	1.50
	Eau traitée	<0.02	<0.02	<0.09	0.82
	Ferroukha	<0.02	<0.02	<0.09	0.84
	Chrefia	<0.02	<0.02	<0.09	0.81
	Halouiya	<0.02	<0.02	<0.09	0.82

Tableau II : Résultats des paramètres de pollution

a. Nitrites

Selon le tableau II, nous avons noté une absence de nitrites avant et après traitement. Les nitrites sont présents en faible quantité dans les eaux de surface (Cornaz, 2004).

Selon l'OMS (2004) et les normes Algériennes (1993), une eau potable ne doit pas contenir des teneurs en nitrites dépassent 0.1 mg/l.

D'après ces normes, nos échantillons d'eau de consommation sont conformes aux normes de potabilité.

b. Nitrates

D'après le tableau II, nous avons remarqué une faible concentration en nitrates dans l'eau brute et même dans l'eau traitée.

Selon IGBINOSA et OKOH(2009), les nitrates proviennent des rejets des collectivités et occasionnellement de certains industries, des élevages et des eaux de pluies.

Pour l'eau de robinet, les teneurs en nitrate ne dépassent pas 2 mg/l, selon les normes Algériennes (1993), la limite de nitrate dans l'eau potable est de 50mg/l, l'eau de robinet de la commune de Soumaa est donc conforme aux normes de potabilité.

c. Ammonium

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir comme origine la dégradation incomplète de la matière organique animale ou végétale (DDASSIF, 2000).

Le tableau II, montre qu'il ya une absence totale de l'azote ammoniacale dans les eaux brutes, les eaux traitées et les eaux de consommation.

La concentration maximale fixée par les normes Algériennes (1993) est de 0.5mg/l, donc les teneurs en azote ammoniacal dans nos échantillons sont conformes aux normes de potabilité.

d. Ortho phosphates

D'après le tableau II, nous avons remarqué une absence totale des ortho phosphates à l'entrée et à la sortie de la station de traitement. Selon les normes Algériennes (1993), le taux maximal des ortho phosphates dans les eaux de surface est de 0.5 mg /l. Les résultats obtenus sont conformes aux normes.

Les ortho phosphates proviennent des rejets industriels, et domestiques et favorisent les processus biologiques tel que le développement des algues (Niamien-Ebrottié et *al.*, 2008). D'après nos résultats, Nous déduisons qu'il n'existe pas des activités industrielles et agricoles en aval d'Oued Bouchemla.

L'eau de consommation ne renferme pas des ortho phosphates, elle est conforme à la valeur fixée par la norme Algériennes (1993) qui est de 0.5mg/l.

e. Matière organique

Selon NKAMBULE et *al.*, (2008), dans les eaux naturelles les matières organiques proviennent naturellement de la décomposition de la flore et de la faune aquatique.

Les valeurs enregistrées dans le tableau II montrent une faible teneur en matières organiques dans les eaux brutes allant de 0.50mg/l à 2.80mg/l. la concentration de la matière organique est inférieur à la valeur limite de la norme Algérienne (1993) qui est de 3 mg/l, ceci indique qu'elle est conforme aux normes.

Ces valeurs diminuent dans les eaux traitées par le procédé de coagulation-floculation au sulfate d'alumine (Franceschi et *al.*, 2002).

L'eau de robinet présente des valeurs qui varient entre 0 et 0.95 mg/l, ce qui est conforme aux normes.

D'après RODIER et *al.*, (2005), l'eau est de mauvaise qualité de point de vue matière organique si la concentration de cette dernière est supérieure à 5 mg/l. En contact du chlore, la matière organique induit à la formation des SPD (sous produit de désinfection) spécialement les THM (TriHaloMéthane). En plus la matière organique représente une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Le contenu en

éléments organiques carbonés est aujourd'hui considéré comme un facteur primordial dans la maîtrise de la qualité microbiologique d'eau dans le réseau.

III.2.3. Minéralisation globale

Les résultats de minéralisation globale sont regroupés dans le tableau III.

Date de prélèvement	Point d'eau paramètres	C _a ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	TH °	Hco ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l
11/03/2013	Eau brute	40.61	21.14	19.5	239.73	22.16	14.94
	Eau traitée	39.48	21.12	19.4	237.9	23.5	15.37
	Ferroukha	39.56	20.12	16.20	242.1	23.09	14.78
	Chrefia	39.68	20.60	15.36	236.07	23.22	15.15
	Halouiya	39.88	20.63	16.92	236.6	23.12	15.14
25/03/2013	Eau brute	57.67	17.56	21.7	252.54	23.16	24.7
	Eau traitée	55.6	17.54	21.2	240.95	24	25.62
	Ferroukha	54.77	17.56	21.5	248.88	23.09	25.14
	Chrefia	54.22	17.66	21.5	236.48	24.01	25.4
	Halouiya	53.17	17.65	21.7	249.49	24.07	25.11
08/04/2013	Eau brute	48.45	14.02	16.8	270.6	53	24.3
	Eau traitée	48.14	14.01	16.9	260.8	55	25.3
	Ferroukha	47.65	14.3	17.4	250.1	54	25.56
	Chrefia	48.50	14.1	18	256.8	53	25.27
	Halouiya	47.45	14.02	18	240.9	54.07	25.17
22/04/2013	Eau brute	48.5	15.17	19.1	265.96	43.67	31.24
	Eau traitée	45.61	15.14	19.3	258.38	45.15	32.53
	Ferroukha	46.74	15.15	20.24	256.2	44.26	32.81
	Chrefia	46.97	15.19	19.52	256.9	44.59	34.01
	Halouiya	46.97	15.16	19.04	257.03	45.79	33.82
06/05/2013	Eau brute	54.1	16.08	18.7	291.34	51.29	27.25
	Eau traitée	52.7	16.07	19.5	280.6	53.96	28.14
	Ferroukha	52.61	16.09	19.68	278.16	53.9	29.01
	Chrefia	51.19	16.08	20.1	280.62	53.85	28.59
	Halouiya	52.94	16.07	20.3	276.94	53.88	27.69
20/05/2013	Eau brute	46.05	23.09	18.4	244	55.39	14.91
	Eau traitée	45.17	23.07	18.5	237.4	57.8	15.65
	Ferroukha	44.62	23.04	19.16	233	56.9	15.62
	Chrefia	45.48	23.02	19.16	233	57.5	15.64
	Halouiya	45.17	23.07	20.7	233	56.5	15.61
04/06/2013	Eau brute	57.17	20.05	19.6	248	55.4	15.91
	Eau traitée	56.61	20.03	20.1	244	57.1	16.5
	Ferroukha	55.94	20.01	20.10	240	56.5	16.68
	Chrefia	56.05	20.06	20.16	240	57	16.55
	Halouiya	56.07	20.07	20.7	240	56.8	16.64

Tableau III : Résultats de la minéralisation globale

a. Calcium et Magnésium

Le calcium se trouve dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau, généralement dans les eaux naturelles, la teneur en calcium est plus importante que la teneur en magnésium (Queneu et Habert, 2009 ; Rodier et *al.*, 2005).

D'après la figure 09 et le tableau III, Les valeurs de calcium enregistrées pour l'eau brute varient entre 40.61 mg/l et 57.67 mg/l et cela due à la nature des terrains traversés. Ces valeurs diminuent après le traitement et cela est dû probablement au traitement par la coagulation et floculation. La teneur en calcium dans l'eau brute est conforme aux normes Algériennes des eaux de surface (2004) (200 mg/l).

Concernant l'eau de robinet, les valeurs obtenues varient légèrement selon les saisons. Elles sont comprises entre 39.56 et 55.34mg /l pour la zone de Ferroukha et entre 39.68 et 56.05 mg /l pour la zone de Chréfia et entre 39.88 et 56.07 mg /l pour la zone de Halouiya. Nous remarquons qu'il n'existe pas une grande différence dans la concentration du calcium dans l'eau potable des trois zones et l'eau traitée. Selon les normes Algériennes(1993), la teneur maximale en calcium dans l'eau potable est de 200 mg/l donc l'eau de la région de Soumaa est conforme aux normes de potabilité.

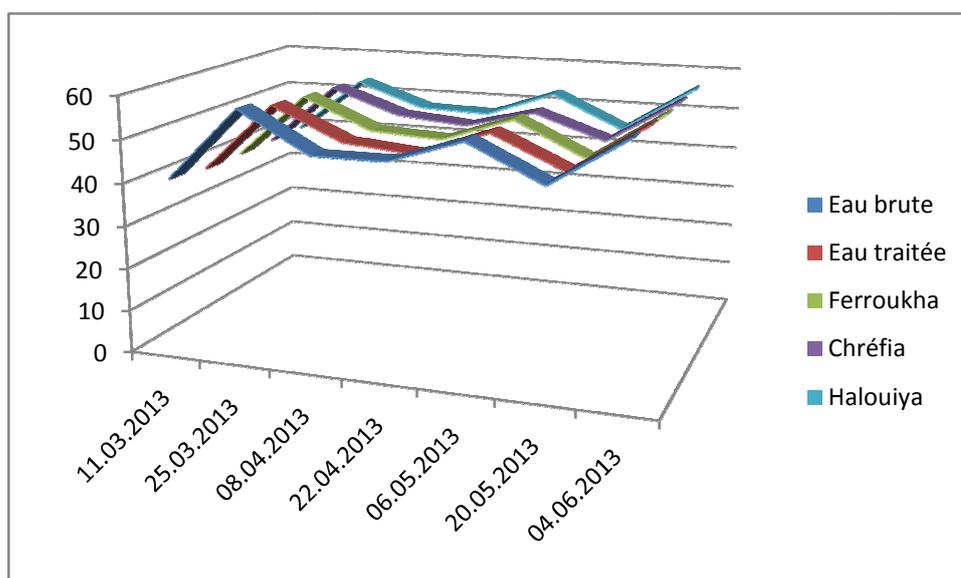


Figure 09: Variation de calcium (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

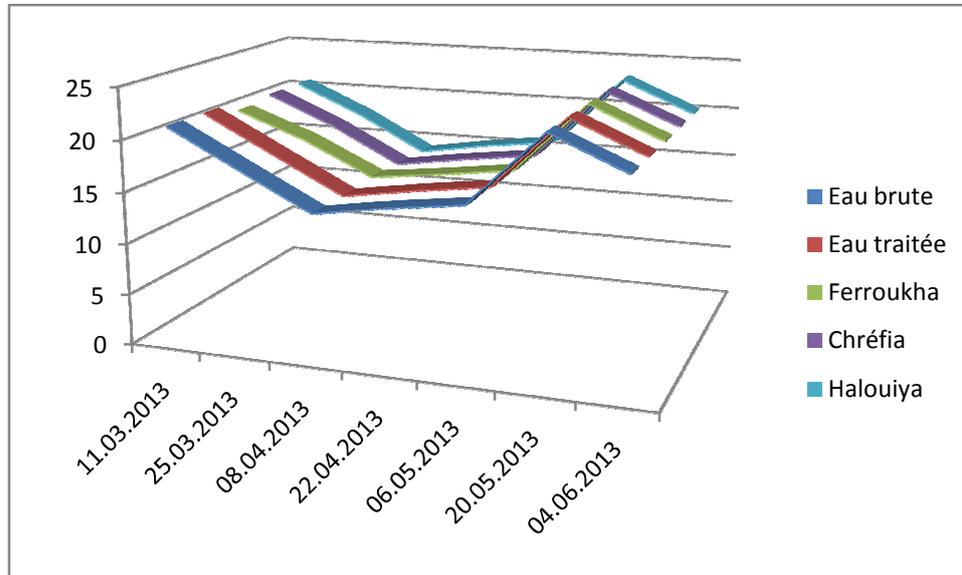


Figure 10 : Variation de magnésium (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

D'après la figure 10 et le tableau III, les valeurs de magnésium de l'eau brute varient entre 14.02 et 23.09 mg /l. Ces valeurs sont pratiquement identiques à celles des eaux traitées.

Généralement les résultats des échantillons prélevés auprès des consommateurs montrent que les teneurs du magnésium des trois zones sont conformes à la norme Algérienne (2004) de potabilité qui est de 150mg/l.

Nous avons constaté d'après le tableau III, que la dureté (TH) de l'eau varie entre 15.36 et 21.7 °f donc l'eau distribuée dans la commune de Soumaa est considérée comme dure car selon RODIER et *al.*, (2009), une eau ayant un TH supérieur à 7.5°f est une eau dure.

b. Chlorure

Selon MAKHOUKH(2011), dans les eaux de surface, les teneurs en chlorures sont liées à la nature géologique des terrains traversés.

La pollution apportée aux eaux de surface des quantités appréciables de chlorure, les excréments humains en particulier l'urine sont riches en chlorure. (Henry et Beaudry, 1992).

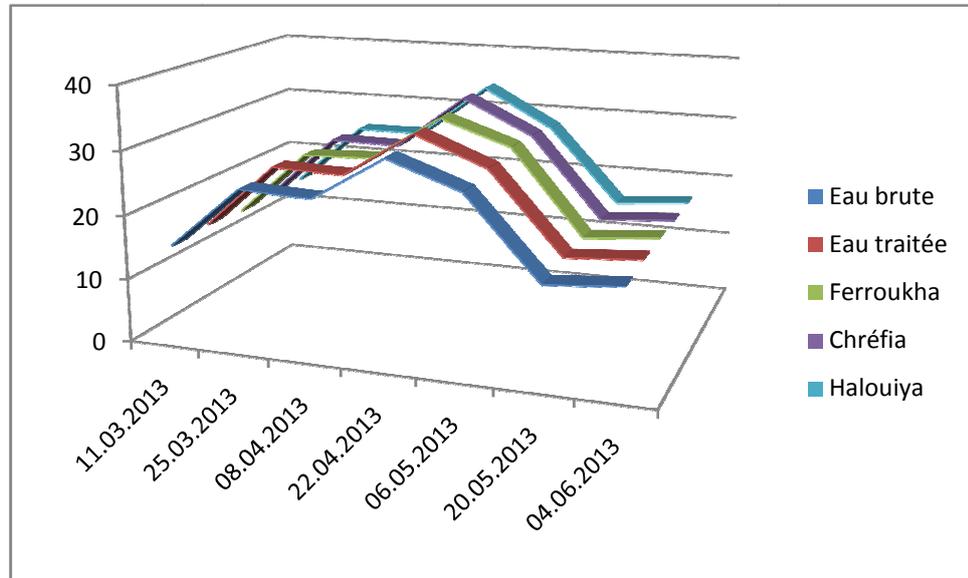


Figure 11: variation de chlorure (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chrédia, Halouiya)

La figure 11 montre que les teneurs en chlorure des eaux brutes varient entre 14.91 et 31.24 mg/l. Selon POTELON et ZYSMAN (1998), dans les eaux de surface, les teneurs en chlorure sont faibles, cela est lié à la nature des terrains traversés.

D'après la figure 11 et le tableau III, les teneurs de chlorure des eaux distribuées varient entre 14.78 et 33.82 mg /l et ce sont des valeurs très faibles et conformes aux normes Algériennes de la potabilité (1993) (500 mg/l). Mais selon RODIER et *al.*, (2009), des teneurs supérieures à 50mg /l peuvent provoquer des corrosions dans les canalisations et les réservoirs.

c. Bicarbonates

Le bicarbonate est le principal contributeur à l'alcalinité totale. Les ions bicarbonates sont produits par une forte photosynthèse des plantes (Berne et Levy, 2007 ; Self, 2010).

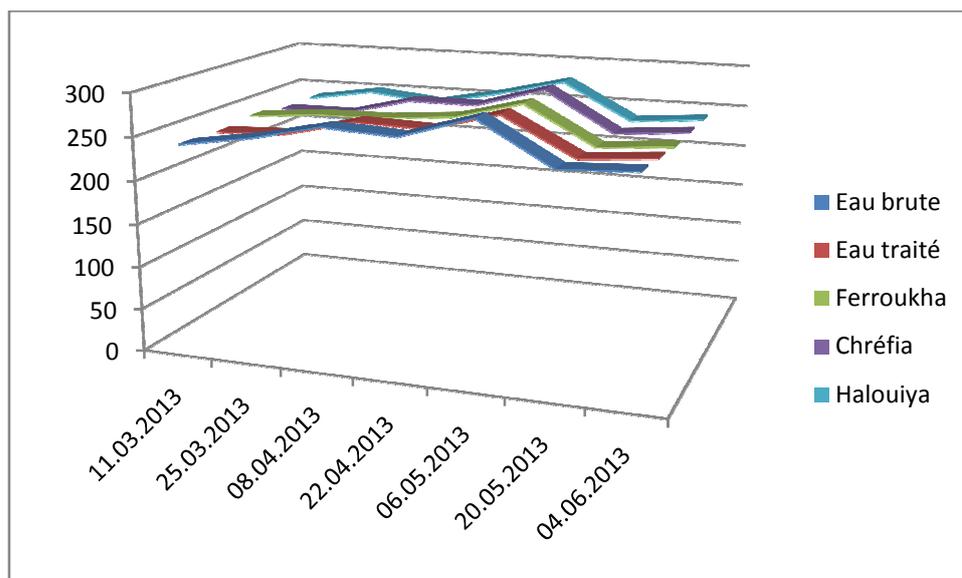


Figure 12 : Variation de bicarbonate (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

D'après la figure 12 et le tableau III, nous constatons que les valeurs de bicarbonate de l'eau brute varient entre 239.73 et 291.34 mg/l, Ces valeurs sont pratiquement identiques à celles des eaux traitées.

Concernant les eaux destinées à la consommation humaine, les valeurs varient entre 233 et 280,62 mg/l. Ces valeurs sont au-dessous des normes Algériennes de potabilité (1993) (500mg /l).

D'origine naturelle les niveaux d'alcalinité totale allant jusqu'à 400 mg/l ne sont pas un danger pour la santé, par contre une faible alcalinité peut entraîner des problèmes de corrosion (Self, 2010).

d. Sulfates

Selon FALL(2007), la concentration en sulfate dans les eaux naturelles est très variable, elle dépend du terrain traversé et peut être de 30 à 50mg/l.

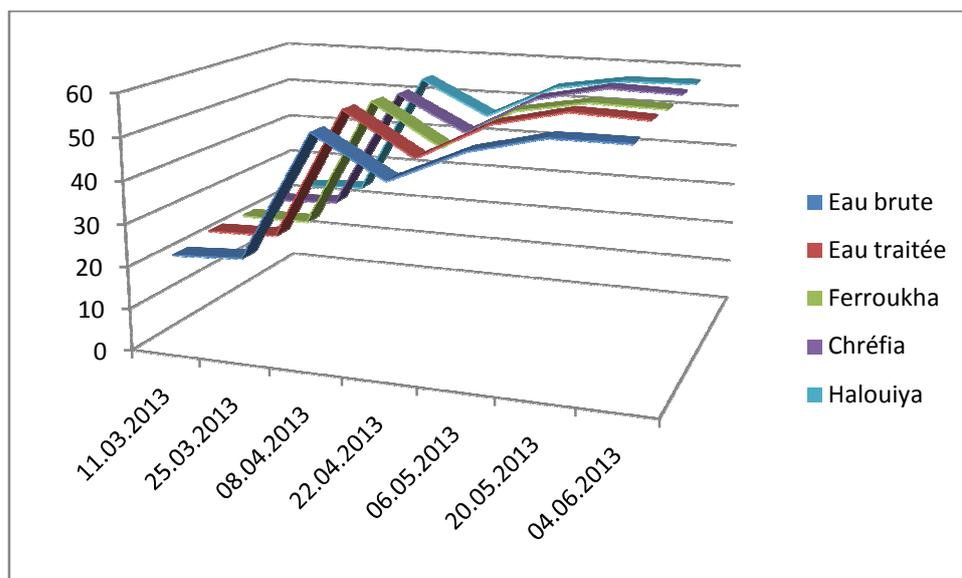


Figure 13: Variation de sulfate (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Chréfia, Halouiya)

D'après la figure 13, le taux de sulfate des eaux brutes varie entre 21.16 et 55.4 mg/l et les eaux traitées entre 23.5 et 57.8 mg/l. L'emploi de sulfate d'aluminium pour le traitement de coagulation des eaux peut contribuer à une élévation de la teneur en sulfates (Rodier et *al.*, 2009). Ce qui explique l'augmentation des sulfates dans les eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Mais ces valeurs sont inférieures à la norme Algériennes (1993) qui est de 250mg/l.

Les valeurs obtenues dans les trois zones varient entre 23.09 et 57.5 mg/l et elles sont inférieures à 250mg/l donc conformes aux normes de potabilité.

III.2.4. Paramètres indésirables

Les résultats des paramètres indésirables sont regroupés dans le tableau IV.

Date de prélèvement	Point d'eau / paramètres	Fe ²⁺ mg/l	Al ³⁺ mg/l
11/03/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01
25/03/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01
08/04/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01
22/04/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01
06/05/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01
20/05/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01
04/06/2013	Eau brute	0	0
	Eau traitée	0	0.01
	Ferroukha	0	0.01
	Chrefia	0	0.01
	Halouiya	0	0.01

Tableau IV : Résultats des paramètres indésirables

a. Aluminium

D'après le tableau IV, nous constatons l'absence d'aluminium dans les eaux brutes

Après le traitement il apparaît à des teneurs acceptables par les normes Algériennes (1993) (<0.2mg/l).

La présence d'aluminium dans les eaux de consommation est due à l'injection de sulfate d'alumine, qui est utilisé comme coagulant pour le traitement de l'eau (Srinivasan

et Viraraghavan, 2001).Ce qui explique l'augmentation d'aluminium dans les eaux traitées par rapport aux eaux brutes

b. Fer

D'après le tableau IV, on remarque une absence totale du fer dans les eaux brutes, les eaux traitées et les eaux distribuées à la consommation.

Pratiquement, les eaux superficielles n'en contiennent que très peu, rarement plus de 1 mg/L. En effet, sous l'action de l'air, ou par addition d'un oxydant, le fer est oxydé à l'état ferrique et peut être hydrolysé pour donner un hydroxyde de fer insoluble. C'est généralement sous cette forme qu'on le trouve dans les échantillons (Rodier et *al* , 2009).

III.3. Résultats et discussion des analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques sont regroupés dans le tableau V :

Date de prélèvement	Germes recherchés				
	Point d'eau	CT	CF	SF	ASR
14/01/2013	Eau brute	86	06	18	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	02	0	0	0
21/02/2013	Eau brute	08	04	36	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	01	0	0	0
11/03/2013	Eau brute	46	08	46	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Chrefia	02	0	0	0
	Halouiya	01	0	0	0
25/03/2013	Eau brute	10	06	17	01
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	0	0	0	0
08/04/2013	Eau brute	12	02	27	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	0	0	0	0
22/04/2013	Eau brute	20	09	38	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	0	0	0	0
06/05/2013	Eau brute	37	20	10	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	0	0	0	0
20/05/2013	Eau brute	42	42	48	0
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	05	0	0	0
	Halouiya	09	0	0	0
	Halouia	09	0	0	0
04/06/2013	Eau brute	45	44	50	02
	Eau traitée	0	0	0	0
	Ferroukha	0	0	0	0
	Chrefia	0	0	0	0
	Halouiya	06	0	0	0

Tableau V: Résultats des analyses bactériologiques des échantillons
prélevés auprès des consommateurs

(Heure des prélèvements 9 :00 jusqu'a 11 :00h)

a) Coliformes totaux

Ce sont des microorganismes présents en très grand nombre dans l'intestin et les selles de l'homme (Dellaras, 2007 ; Gaujour, 1995) pour cette raison on les utilise comme des indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau (Roberson, 1995).

Les coliformes totaux dans les eaux brutes de Oued Bouchemla varient entre 0 et 86 UFC/100ml (voir tableau V). Ces résultats sont conformes aux normes Algériennes de qualité des eaux de surface (5000 UFC/100ml). Ces germes sont absents dans les eaux traitées.

Concernant les eaux de robinet, nous remarquons :

- une absence totale des coliformes totaux avec des teneurs en chlore qui varient entre 0.4 et 0.6 mg/l dans la zone Ferroukha, la zone la plus proche de la station de traitement de Soumaa et qui est alimentée d'une façon quotidienne en eau (chaque jour).
- Dans la zone de Chréfia, nous enregistrons une présence de 2 coliformes totaux dans le mois de Mars et 5 coliformes totaux par 100 ml dans le mois de mai avec des faibles teneurs en chlore, cette zone située au milieu du réseau est alimentée en eau de façon irrégulière (une fois par deux jours).
- Concernant la zone qui est située à la fin du réseau, les coliformes totaux varient entre 0 et 9 C.T dans 100 ml avec des teneurs faibles et parfois l'absence totale du chlore.

Les normes Algériennes (1993) exigent l'absence de coliformes Totaux dans 100 ml d'eau prélevée.

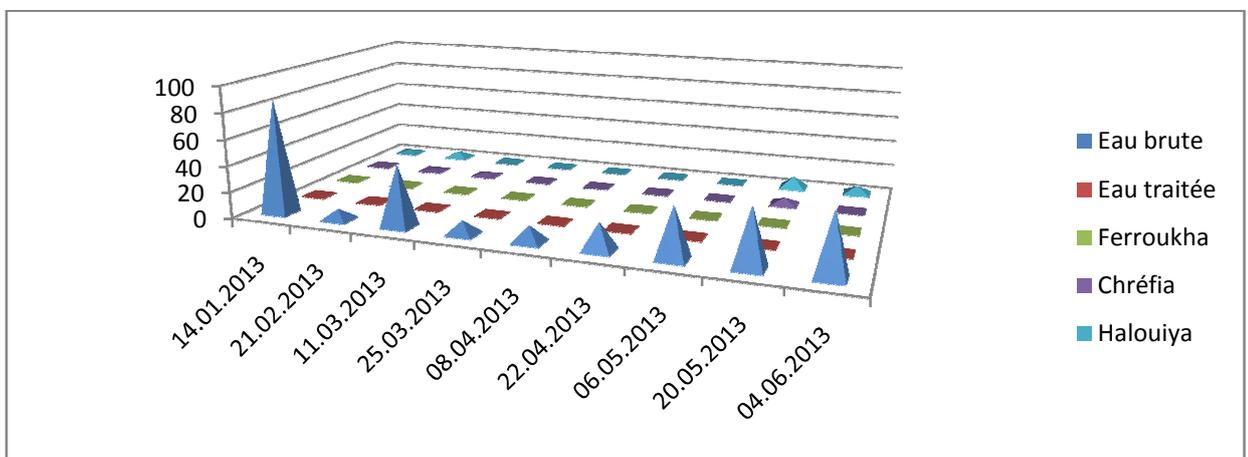


Figure 14 : Variation des coliformes totaux (eau brute, eau traitée, Ferroukha, Halouiya, Chréfia)

Globalement, sur les 30 échantillons prélevés auprès des consommateurs de la commune de Soumaa, 70 % étaient de bonne qualité bactériologique avec absence des coliformes totaux ce qui est probablement due à la présence de chlore résiduel suffisant pour la destruction de ces germes et pour la protection contre la reviviscence bactérienne.

Dans certains points de prélèvements où le taux de chlore résiduel est faible, nous avons enregistré la présence de coliformes totaux. Car selon CODONY *et al* (2005), l'appauvrissement de l'eau en chlore peut accélérer le développement des communautés microbiennes dans les réseaux d'eau potable donc la présence de chlore n'exclut pas complètement le développement de biofilm, en plus la longueur de réseau et l'état, matériaux et âge de réservoir et des conduites sans oublier le temps de séjour de l'eau dans les réservoirs et dans les réseaux.

b) Coliformes fécaux

Le nombre des coliformes fécaux retrouvés dans les eaux brutes est compris entre 2 et 42 UFC / 100 ml (voir tableau V). La présence de ces germes est expliquée selon RODIER *et al* (2005), par l'accessibilité des eaux de surface et leur contact direct avec le milieu extérieur donc elles ne sont pas protégées contre les excréments humains ou animales. Mais les valeurs obtenues restent toujours conformes aux normes Algériennes des eaux de surface (2000UFC/100ml).

Les résultats des analyses montrent une absence totale de coliformes fécaux dans les eaux traitées et dans les eaux distribuées de la commune de Soumaa (voir tableau V). Ce sont des bactéries qui sont sensibles à la désinfection et qui se développent difficilement à l'intérieur d'un réseau donc leur présence indique qu'une contamination fécale s'est introduite dans le réseau (Anonyme, 2006).

c) Streptocoques

Les streptocoques fécaux présents dans les eaux brutes de Oued Bouchemla sont compris entre 17 et 50 UFC/ 100 ml (voir tableau V). Ces résultats sont conformes aux normes des eaux de surface (voire annexe 04).

Nous avons noté une absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux traitées et les eaux distribuées. La présence de streptocoques fécaux est indicatrice d'une contamination fécale, leur persistance après traitement dans l'eau peut être supérieure aux autres microorganismes grâce à leur grande résistance à la chloration, ce qui les rend de bons indicateurs de reviviscence bactérienne (Ghizellaoui, 2008 ; payment et *al.*, 2003). La réglementation Algérienne impose l'absence de Streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau prélevée.

d) Spores d'anaérobies sulfito-réducteurs

Les résultats de recherche et de dénombrement des spores d'anaérobies sulfito réducteurs sont de 01 spores/100ml en mois de Mars et 02 spores /100 ml en mois de Juin(voir tableau V). Ces résultats dépassent les normes Algériennes de qualité des eaux de surface qui exigent l'absence totale de ces germes dans les eaux de surface. Cela explique l'interdiction de la consommation directe des eaux de surface et un traitement de potabilisation par filtration et chloration est nécessaire avant la mise en distribution pour la consommation.

Ces spores sont absentes dans les eaux traitées et les eaux de consommation de la commune de Soumaa.

Les spores sulfito-réducteurs sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale. La forme sporulée est beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, ce qui permet de déceler une pollution fécale ancienne. Sans débattre l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de la pollution, il faut noter que même si les spores sulfito-réducteurs peuvent être des germes fécaux, ce sont également des germes telluriques et de ce fait, aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence (Rodier et *al.*, 2009.)

CONCLUSION

CONCLUSION

Notre travail nous a permis d'effectuer un suivi de la qualité de l'eau de consommation publique de la commune de Soumaa, en évaluant certains paramètres physicochimiques et bactériologiques dans des prélèvements réalisés le long de la chaîne de production depuis la source : Oued Bouchemla jusqu'aux points d'usage dans trois zones d'étude : Ferroukha, Chrefia et Halouiya.

Les échantillons d'eau analysés d'Oued Bouchemla répondent aux normes de qualité physicochimique, mais pas aux normes de qualité bactériologique des eaux de surface. La présence des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices a été enregistrée au mois de Mars et au mois de Juin. Pour cela il faut préserver la source contre les rejets domestiques. L'eau analysée à la sortie de la station de Soumaa est de bonne qualité physicochimique et bactériologique, démontrant ainsi l'efficacité des différentes étapes de potabilisation appliquées au niveau de cette station.

Les analyses physicochimiques des eaux de robinet ont montré que pour la plupart des paramètres, il n'y a pas eu de modifications importantes le long du réseau de distribution, cependant nous avons noté :

Une augmentation de la turbidité dans certains points.

Un taux de chlore résiduel qui diminue le long du réseau de distribution jusqu'à sa disparition en particulier chez les abonnés situés en fin de réseau de la zone de Halouiya et Chrefia.

Les analyses bactériologiques des coliformes totaux des eaux de robinet ont montré que 70 % étaient de bonne qualité. Ces échantillons correspondent à des taux de chlore positifs, confirmant ainsi l'intérêt du maintien du désinfectant le long du réseau de distribution. Dans les 30 % des échantillons restants, nous avons enregistré la présence de coliformes totaux qui témoigne un phénomène de reviviscence bactérienne engendré par le taux faible ou l'absence du chlore et ca peut être due aux matériaux et âge des réservoirs et des conduites.

La diminution du taux de chlore résiduel dans certains points du réseau de distribution à cause de la longueur et des canalisations et pourrait être à l'origine de contaminations et donc de dégradation de la qualité bactériologique de l'eau de consommation. Pour cette raison, la création des stations de rechloration dans les longs réseaux est suggérée.

L'état et l'âge des réseaux d'approvisionnement et des réservoirs peuvent contribuer aussi à la diminution de chlore résiduelle et donc à la dégradation de la qualité de l'eau. Pour cette raison il faut prendre en considération le nettoyage régulier des ouvrages des stations de traitement et des réservoirs et des canalisations.

La surveillance de la qualité microbienne peut être réalisée par un programme de contrôle permanent de l'eau potable à tous les niveaux : des réservoirs jusqu'aux abonnés de la chaîne de consommation. Ce qui demande la disponibilité de ressources humaines et matérielles importantes.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aminot, A., Chaussepied, M., « Manuel des analyses chimiques en milieu marin », éditions Paris, (1983), p395.
- Anonyme : RQEP., « Règlement sur la qualité de l'eau potable », présentation de règlement, Quebec, (2006), p282.
- Avril, J.L ; Henry .D., Francois .D., Henry.M., « Bactériologie clinique », 2^{ème} édition, Paris, (1992), P800.
- Axler, O., « Microbiologie », édition Heure de France, Paris, (1985), p 533.
- Behar, S., «Definition of Water Quality Parameters. Testing the Water: Chemical and physical Vital Signs of a River», Montpelier. VT: River Watch Network, (1997), p1.
- Berche, P., Gailliad, J.L., Simonet, M., « Bactériologie: les bactéries des infections humaines », édition Flammarion, Paris, (1988), p31.
- Berne, F., Codonnier, J., « Traitement des eaux », édition Tech Nip. Paris, (1991), p505.
- Bigonnesse, F., « Techniques de prélèvement des échantillons pour l'analyse microbiologique des aliments et de l'eau », Québec, (2011), p 30.
- Bonnefoy, C., Guillet, F., Leyral, G., Verne-Bourdais, E., « Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire, science des aliments », édition Doin, Paris, (2002), p105.
- Bordet, J., « L'eau dans l'environnement rural : hydraulique et cycle de l'eau ; l'alimentation en eau potable, l'assainissement des agglomérations », édition Johanet, Paris, (2007), p370
- Boukhreris, G., Soukehel, H., « Butin international de l'eau et de l'environ de contrôle dans les industries agro-alimentaire », volume III, édition, Paris, (2001), p200.
- Bourgeois, C.M., Levan, J.Y., « Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires », volume III, (1980), p700.
- Bouziani, M., « L'eau dans tous ses états », édition Dar Elghrbam, (2002), p87.
- Bremaude, C., Ciaisse, J.R., Leulier.F., Tibault.J., Ulrich, E., « Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural », édition EDUC AGRIDIJON, Paris, (2006), p220
- Brion, G.M., Mao, H.M., «Use of total coliform test for water shed monitoring with respect of atypical », édition Lenvir, London, (2000), p110.

- Cardot, C., « Génie de l'environnement. les traitements de l'eau », édition Ellipses, Paris, (1999), p254.
- Caudron, A., « Etude par spectroscopies moléculaires de la complication de l'aluminium par l'acide caféique- compétition avec les substances humiques ». Thèse de doctorat en structure et dynamique des systèmes réactifs. université des sciences et technologie de LILLE. France, (2006), p116.
- Celerier, J.L., Faby, J.A., Loiseau, C., « La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux», ministère de l'agriculture, de l'alimentation de la pêche des affaires rurales, (2002), p98.
- Cheftel, J., « Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », édition Lavoisier-Tech, Paris, (1977), p365.
- Chevalier, H., « L'eau, un enjeu pour demain : état des lieux et perspective », édition Ellebore-sang de la terre, Paris, (2007), p352.
- Claud, C., « Les traitements de l'eau. Procédés physicochimiques et biologiques. Cours et problèmes résolus », édition Marketing S.A, Paris, (1996), p96.
- Codony, F., Marato, J., Mas, J., «Role of discontinuous chlorination of microbial production by drinking water biofilms », Elsevier Water Research, (2005), p 1896-1906.
- Cornaz, A., « Evaluation du statu trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origine diffuses et ponctuelles», (2004), p152.
- DDASSIF., Direction département des affaires sanitaires et sociales de l'ile de France. Ammonium. D.A.S.S – D.R.A.S.S. D4ILE DE France – service santé environnement. ministère de l'emploi et de la solidarité, France, (2000), p2.
- Defranceschi, M., « L'eau dans tous ses états», édition marketing ellipses, Paris,(1996), p38.
- Degrement, T., « Mémento technique de l'eau », 8^{eme} édition, édition Lavoisier, Paris, (1978), p634.
- Degremont, T., « Mémento technique de l'eau », édition Lavoisier, Paris,(1989), p25.
- Dellaras, C., « Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire », édition Lavoisier, Paris, (2007), p476.
- Desjardins, R., « Le traitement des eaux », édition de l'école Polytechnique-Montréal, (1990), p305.

- Djabri, I., « Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse , origine géologique industrielles , agricoles et urbaines » , thèse de doctorat d'état ,université d'Anaba, Algérie, (1996), p19
- Dupont, A., « Hydraulique urbaine. hydrologie et traitement de l'eau », édition E.Eyrolles, Paris, (1986), p661.
- Fall, C., « Etudes de la qualité de l'eau de robinet et de celle de la nappe phréatique dans les différentes communes d'arrondissement du département de Guédiaway », Dakar, Sénégal, (2007), p81.
- Franceschi, M., Girou, A., Puech-Costes, E., « Oiptimization of the coagulation flocculation process of raw water by optimal design method»,(2002), p3561.
- Gaillard, F., « Contrôle thermodynamique et cinétiques des états d'oxydation du fer dans les liquides silicatés magmatique : expérimentation ; modélisation, application et simulations ». thèse de doctorat en science de la terre. université d'Orléans, France, (2001), p273.
- Gaujous, D., «La pollution des milieux aquatiques ». édition Lavoisier, Paris, (1995), p516.
- Gazzaniga, J.L., Ourliac, J.P., Xavier, L.C., « L'eau : usage et gestion », édition Litec, Paris, (1998), p135
- Ghizellaoui, S., «Evaluation and evolution of the quality of the water resources in the distribution network». Elsevier. Desalination, (2008), p502-512.
- Gomella, C.,Guerree, H., « La distribution des eaux dans les agglomérations urbaines et rurales », édition Eryolles, Paris, (1974), p202.
- Guiraud, J.P., « Microbiologie alimentaire », (1998), p870.
- Hasley, C.C., Leclerc,H., «Microbiologie des eaux d'alimentation »,édition Lavoisier Tec et Doc, Paris, (1993), p908.
- Henry, T., Beaudry, J.P., « chimie des eaux», édition le griffon d'argile, Québec, (1992), p537.
- Hernandez De Leon, H.R., « Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable », thèse de doctorat en systèmes automatiques institut national des sciences appliquées de Toulouse, France, (2006), p132.
- IBGE., Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement. Observation des Données de l'Environnement, Bruxelles Environnement. Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, (2005), p16.
- Idrissi, L., « Etude et développement de nouvelles méthodes électrochimiques pour la détermination des ions Orthophosphates, nitrite, nitrate, ammonium ». Thèse de

doctorat d'état en chimie analytique. Université Mohammed V-AGDAL Faculté des Sciences Rabat, Maroc, (2006), p146.

- Igbinoso, E.O., Okoh, A.I., « Impact of discharge wastewater effluents on the physicochemical qualities of a receiving watershed in a typical rural community» , International Journal of Environment Science Technology, (2009), p175-182.
- Joffin, C., Joffin, J.N., « Microbiologie alimentaire», 5^{ème} édition. centre régional de documentation pédagogique d'AQUITAINE, (2000), p123
- Kettab, A., « Traitement des eaux potable », o.p.u. Alger, Algérie, (1992) p200.
- Khan, H., «Guidelines for the Design, Construction and Operation of Water and Sewerage Systems», Government of Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation Water Resources Management Division, (2005), p525.
- Ladel, M., « Contrôle des paramètres physicochimiques et bactériologiques d'une eau de consommation », centre de formation aux métiers de l'eau de TiziOuzou, Algérienne des eaux, Algérie, (2007), p102.
- Laidani, Y., Henini, G., Khatmi, B., Dellal, A., « Evaluation de la pollution des eaux du sous bassin versant de l'Oued Mina», (2009), p12.
- Larpent, J.P., « Mémento : microbiologie », édition Lavoisier TEC et DOC, Paris, (2002), p365.
- Leclerc, H., Mossel, D., « Microbiologie : le tube digestif, l'eau et les aliments », édition Doin, Parie, (1983), p263.
- Leclerc, H., Hoestland, H., Daget, J., Aubert, M., Vey, A., Brook, A.T., Westerlake, D., F., Macan, F. T., Telek, A., Vignon, S., Arfi, R., Leveau, M., Almaca, C., Monod, Th., «Dynamique des populations et qualité de l'eau», édition DOIN, Paris, (1981), p554.
- Leminor, H., Veron, M., « Bactériologie médicale », édition Flammaraison, Parie, (1989), P1107.
- Lepot, B., Houeix, N., Ghestem, J.P., Coquery, M., «Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physicochimique des milieux aquatiques échantillonnage et analyse des eaux et des sédiments en milieu continental», (2011), p116.
- Letterman, R.D., «Water Quality and Treatment», Fifth Edition. M c Graw- Hill, American Water Works Association Water, New York, (1999), p1248.
- Lefevre, J.C., « Les zones humides : espaces en voie de disparition. colloques sur les zones humides du littoral aquitain », édition drae d'aquitaine, Paris, (1993), p27.

- Loraux, N., Depontanel,H., Collection : les soins infirmiers «les maladies infectieuses», (1991) , p113.
- Loumi, N., « Les paramètres physicochimiques de l'eau potable désinfection de l'eau potable service santé et environnement », (1988), p250.
- Lounnas, A., « Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda ». Mémoire de Magister en Chimie. Option : pollution chimique et environnement. Université du 20 Aout 1955Skikda, Algérie, (2009), p120.
- Mabilot, A., « Le forage de l'eau, guide pratique », édition Johnson, Paris, (1980), p400.
- Maiga, A.S., « Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière ». Thèse de doctorat en pharmacie. Faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto-stomatologie. Université de Bamako, Mali, (2005), p177.
- Makhoukh, M., Sbaa, M., Berrahou, A., Clooster, A., «Contribution à l'étude physicochimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental) », (2011), p149.
- Marchand,D.,Lament,A.,Mouchet,P.,Lesoil,M.,Baig,S.,Rovel,J.M.,Mazounie,P., Bouredlet,J.C.,Bonneyley,V.,Hesse,C.,Hanbry,A.,Moles,J.,Nicol,R.,Angel,M., « Mémento : technique de l'eau »,10Mémento : technique de l'eau , 9^{eme} édition, édition Degremeont , Paris, (1989), p983.
- Marchand,D.,Lament,A.,Mouchet,P.,Lesoil,M.,Baig,S.,Rovel.,J.M.,Mazounie,P.,Bour edlet,J.C.,Bonneyley,V.,Hesse,C.,Hanbry,A.,Moles,J.,Nicol,R.,Ange,.M.,« Mémento : technique de l'eau .10Mémento : technique de l'eau » ,10^{eme} édition, degremeont , Paris . (2005), p1457
- Masschelein, W.J., « Processus unitaires du traitement de l'eau potable », édition Cebedoc Sprilliège, (1996), p112.
- Meybeck, M., « Les lacs et leur bassin in limnologie générale », édition Paris, (1995), p655.
- Michel, L., « l'eau dans la nature », presse universitaire de bordeaux, (1995), p105.
- Miquel, G., Revol, H., « La qualité de l'eau et de l'assainissement en France », éditions TOM I, Paris, (2003), P215.
- Miquel, M.G., Rapport sur « la qualité de l'eau et de l'assainissement France » office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, France, (2003), p195.

- Niamiene-Brottie, E.J., Gnagne, T., Ouattara, A., Gourene, G., « Etude diagnostique de l'état de pollution du système Fulvio-lagunaire Aby-Bia-Tanoé(Sud-est, Côte d'Ivoire) », Sud Science et Technologie, (2008), p13
- Nkambule, T.L., Krause, R.W.M., Mamba, B.B., Harhoff, J., Characterization of natural organic matter and its removal using cyclodextrin polyurethanes. Water South Africa, (2008), p200.
- OMS., world Health organisation. direction de qualité pour l'eau de boisson. 3eme édition. Genève, suisse, (2004), p110.
- Payment, P., Waite, M., Dufour, A., «Chapter 2: introducing parameters for the assessment of drinking water quality», (2003), p47-77.
- Perry, J., Staley, T.J., Lory, S., «Microbiologie : cours et questions», édition Dunod, Paris, (2004), p842.
- Potelon, J.L., Zysman, K., « Le guide des analyses de l'eau potable », édition de la lettre, Paris, (1998), p1025.
- Prescott, M., Harley, J.P., Klein, D., «Microbiologie», édition, DE BOECK, (2003), p1137.
- Queneau, P., Hubert, J., « Place des analyses de l'eau potable », édition du Lette, Paris, (2009), p1024.
- Ramade, P., « Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau », éditionedi-science international, Paris, (1998), p45.
- Raven, P.H., Bergl, R., Hassenzahi, D.M., « Environnement », édition de boeck, Belgique, (2008), p132.
- Robertson, W., « Unité et limites des indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable. dans : aire intérieur et eau potable », presses de l'université Laval, (1995), p179-193.
- Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L., « L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 5^{ème} édition, édition Dunod, Paris, (1976), p123.
- Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L., « L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 8^{ème} édition, édition Dunod, Paris, (2005), p809.
- Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L., « L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 2^{ème} édition, édition Dunod, Paris, (1975), p668.

- Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J.P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L., « L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 3^{ème} édition, édition Dunod, Paris, (1984), p23.
- Rodier, J., Legube, B., Merlet, N et Coll., « L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer », 9^{ème} édition, édition Dunod, Paris, (2009), p288.
- Seghirir, S., « Elimination des substances humiques extraies de l'eau de la retenue de hammam ghrouz par coagulation-floculation avec le fer ferrique et les sels d'aluminium », thèse magistère, université de Constantine, Algérie, (1996), p102.
- Self, J.R., « Domestic Water Quality Criteria. Manager, Soil, Water and Plant Testing Laboratory », Colorado State University Crop Series/Irrigation, Fact Sheet, (2010), p3.
- Sibille, I., « Stabilité biologique des réseaux de distribution d'eau potable », Elsevier, (1997), p117-161.
- Srinivasan, P.T., Viraraghavan, T., « Characterization and concentration profile of aluminum during dirking – water treatment, Water South Africa ». (2001), p 47-56.
- Terret, M., Figrella, J., Leyral, G., « Microbiologie appliquée », édition Jaque Lanore-Henri Laurens, (1998), p500.
- Tuan, A., « Treatment of Surface Water and Municipal Waste Water by Hybrid Ceramic Microfiltration Systems », degree of master of engineering in environmental engineering and management, school of environment. Resources and development Thailand, (2008), p118.
- Valentin, N., « Infectiologie Pharmacie-Biologie », 3eme édition, France, (2007), p1036.
- Villagines, R., « L'eau : environnement et santé publique », édition Lavoisier tec et doc, Paris, (2003), p97.
- Zerrouki, H., Selt, M.T., Ouadjina, N., Milliani, Z., Menoueri, K., Krider, C., Haddadi, N., Bouzertit, N., Boudjella, A., Benguerba, D., Azzouz, D., Ahmed Messoud, R., « La faim de l'eau », la magazine des journalistes scientifiques, université Saad Dahlab de Blida, (2006), p24.
- Zilliox, L., « pollution et épuration des eaux », édition Lavoisier, Paris, (2002), p213.

ANNEXES

Annexe 1 : Matériel et solutions utilisées pour les analyses physicochimiques

❖ Appareillage / verrerie

- Agitateur magnétique (fale).
- Balance analytique (AND GR200).
- Conductimètre (Hache Sension 3).
- Etuve (Binder Gmbh Bergstr).
- pH mètre (Hach Sension 3).
- Plaque chauffante (Fale).
- Spectrophotomètre UV-Visible (Hach Odyssey).
- Turbidimètre (Hach 2100 N).
- Béchers stériles.
- Burettes.
- Eprouvettes graduées.
- Erlen Meyer.
- Fioles jaugées (50ml, 100ml).
- Flacon en plastique de 500 et 1000ml.
- Gants.
- Pipette.
- Portoir.
- Spatule en inox.
- Tube à essai stérile.

❖ Aluminium

➤ Solution l'ériocyanine.

- Eriocyanine..... 750 mg.
- Eau distillée..... q.s.p 200 ml.
- NaCl..... 25 g.
- NH_4NO_3 25 g.
- HNO_3 concentré..... 2 ml.
- Eau distillée q.s.p 200 ml.

➤ Tampon acéto-acétique pH=6

- Acétate d'ammonium..... 520 g.
- Acide acétique..... 5 ml.
- Eau distillée..... q.s.p 1000ml

➤ Acide ascorbique 2%

- Acide ascorbique..... 2 g.
- Eau distillée q.s.p 100 ml.

➤ Solution mère d'alumine métal à 100 mg/l

Dissoudre à chaud 100 mg d'alumine métal en lame dans 10ml d'acide chlorhydrique concentré puis ajuster à 1000 ml H_2O distillée

➤ Solution fille à 1 mg/l Al^{3+}

- Solution mère d'alumine métal..... 10 ml.
- Eau distillée..... q.s.p 1000ml.

❖ Azote ammoniacal

➤ Réactif I :

- Acide dichloroisocyanurique..... 2 g.
- Hydroxyde de sodium (NaOH)..... 32 g.
- Eau distillée..... q.s.p 1000 ml.

➤ Réactif II (coloré)

- Tricrate de sodium..... 130 g.
- Salicylate de sodium..... 130 g.
- Nitropruciate de sodium..... 0.97 g.
- Eau distillée..... q.s.p 1000 ml.

❖ Bicarbonates

➤ Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N.

➤ Solution d'HCl à 0,1 N.

- Solution d'HCl à 1 N..... 100 ml.
- Eau distillée..... q.s.p 1000 ml.

❖ **Calcium et magnésium**

➤ **Solution d'E.D.T.A N/50 (C₁₀ H₁₄ N₂ Na₂ O₈ 2H₂O) (0,02N ou 0,01M)**

- EDTA.....3,725 g, après déshydratation à 80°C pendant 2 h.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml

➤ **Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 2 N**

- NaOH (pastilles).....80 g
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml

➤ **Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH₄OH) pH = 10,1**

- Chlorure d'ammonium.....67,5 g
- NH₄OH (25%).....570 ml
- E.D.T.A (C₁₀ H₁₄ N₂ Na₂ O₈ 2H₂O).....5 ml
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml
- Conserver la solution dans une bouteille en polyéthylène.

➤ **Indicateurs colorés**

- Noir eriochrome : 0,5 dans 25 ml d'éthanol.
- Murexide 0,2 g dans 100g de NaCl.

❖ **Chlorures**

➤ **Solution de nitrate d'argent à 0,01 N**

- Nitrate d'argent.....1,6987 g
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

➤ **Indicateur coloré Chromate de potassium K₂C₂O₄ à 10 %:**

- K₂C₂O₄.....10 g
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

❖ **Fer**

➤ **Tampon acétate d'ammonium**

- Dissoudre Acétate d'ammonium CH₃COONH₄.....40 g
- Acide acétique cristallisable (P=1,06 mg/ml).....50 ml
- Eau distillée.....q.s.p 100ml.

➤ **Chlorhydrate d'hydroxylamine (solution à 100 mg/l)**

- Dissoudre Chlorhydrate d'hydroxylamine NH₂ OH-HO).....10 g
- Eau distillée.....q.s.p 100ml.

❖ **Matières organiques**

➤ **Solution de permanganate de potassium (KMnO₄) 0,1 N**

- KMnO₄.....3,1608 g
- H₂O distillée bouillante.....q.s.p 1000 ml.

➤ **Solution de $KMnO_4$ à 0,01 N**

- Solution de $KMnO_4$ à 0,1 N.....100 ml.
- H_2O distillée.....q.s.p 1000 ml.

➤ **Solution acide oxalique ($C_2H_2O_4$) à 0,1 N:**

- $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$6,3033 g.
- H_2SO_4 (d=1,84).....50ml.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

➤ **Solution acide oxalique à 0,1 N:**

- $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$ à 0,1 N.....100ml
- H_2SO_4 concentré.....50ml.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

➤ **Solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) diluée à environ 2.2 M**

- H_2SO_4 (d=1,27).....1 volume.
- Eau distillée.....3 volumes.

❖ **Nitrate**

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

- Salicylate de sodium.....0,5 g.
- Eau distillée.....q.s.p 100 ml.

➤ **Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 30 %**

- NaOH.....30 g.
- Eau distillée.....q.s.p 100 ml.

➤ **Acide Sulfurique (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.....q.s.p 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter par de l'eau distillée à 100 ml. 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.....q.s.p 1000 ml.
- Chloroforme.....1 ml.

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

❖ Nitrite

➤ Acide sulfanilique

- Acide sulfanilique.....40 g.
- Hydrogénosulfate de potassium.....100 ml.
- Eau distillée.....q.s.p 100 ml.

➤ N-1- Naphtyl éthylène diamine

- N-1- Naphtyl éthylène diamine.....2 g.
- Eau distillée.....q.s.p 100 ml.

➤ Réactifs mixte

- Acide sulfanilique.....40 g.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine.....2 g.
- Acide phosphorique.....100 ml.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

❖ Orthophosphate

➤ Réactif Mixte

- A : 13 g d'heptamolybdate d'ammonium.....100 ml d'eau distillée.
- B : 0.35 g de tartrate d'antimoine et de potassium.....100 ml d'eau distillée.
- C : 150 ml d'acide sulfurique pur.....150 ml d'eau distillée.
- (A + B) + C.....500 ml d'eau distillée.

➤ Acide ascorbique à 10 %

- Acide ascorbique.....10g.
- Eau distillée.....100ml.

❖ Sulfates

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

- . Na_2SO_41,479 g.
- . Eau distillée.....1000 ml.

➤ Solution stabilisante

- Acide chlorhydrique.....60 ml.
- Ethanol.....200 ml.
- Chlorure de sodium.....150 g.
- Glycérol.....100 ml.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

➤ Solution de chlorure de baryum :

- Chlorure de baryum.....150 g.
- Acide chlorhydrique.....5 ml.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

Annexe 2 : Matériel et réactifs utilisés pour les analyses bactériologiques

❖ Appareillage / vererie

- Autoclave.
- Bec bunsen.
- Bain marie.
- Bopite de pétri.
- Comparimètre.
- Etuve.
- Flacon.
- Glacière.
- Pipette pasteur.
- Pincés.
- Pampe de filtration.
- Réfrigérateur.
- Thermomètre.
- Tubes stériles.

❖ Milieu de culture et réactifs et leurs compositions

- Bouillon lactosé au pourpre de Bromocrésol (BCPL) :

Composition type g/l	BCPL (S/C)	BCPL (D/C)
Extrait de viande	01	02
Peptone de Caséine	07	14
Lactose	05	10
Extrait de levure	0.03	0.06
Bile Salt	-	-
Agar	-	-
pH du milieu	6.7+0.2	0.6+0.2
Autoclave a 121°C pendant 15 min		

- Milieu indol + Mannitol (milieu de Schubert) muni d'une cloche de Durham :

Composition de milieu de Schubert en g/l	
Pepton	10
Tryptone	10
Acide glutamique	0.2
Tryptophane	0.2
Sulfate de magnésium	0.7
Sulfate d'ammonium	0.4
Sulfate de sodium	0.5
pH final=7	

- Bouillon a l'acide de sodium (milieu de Roth) :

Composition type g/l	Rothe S/C)	Rothe(D/C)
Peptone de caséine	20	40
Extrait de viande	1.5	3
Glucose	4	8
Chlorure de sodium	5	10
Phosphate dipotassique	2.7	5.4
Phosphate monopotassique	2.7	5.4
Azide de sodium	0.2	0.4
Autoclave a 121°C pendant 15 min		

- Bouillon a l'acide de sodium + éthyle violet (EVA-LITSKY) :

Composition type en g/l	
Tryptophane	20
Glucose	5
Phosphate dipotassique	207
Phosphate monopotassique	207
Chlorure de sodium	5
Azide de sodium	0.4
Ethyle violet	0.00083
pH final=6.8/autoclave a 121 °C	

➤ Gélose Viande-Foie (VF)

Compositions g	
Base viande foie	30
Glucose	2
Agar	6

➤ Gélose lactosée au TTC:

Composition g/l	
Extrait de viande	5
Peptone	10
Extrait de levure	6
Lactose	20
Bleu de bromothymol	0.5
Agar	20

➤ Milieu de Slanetz et Bartly:

Composition g/l	
Peptone de caséine	15
Peptone de farine de soja	5
Extrait de levure	5
Glucose	2
Azide de sodium	0.4
Phosphate dipotassique	4
pH final=7.2+0.1	
Stérilisé sous vapeur fluente(2min a 100°C), ne pas autoclaver	

Annexe 3 : Questionnaire sur la qualité de l'eau de consommation de la commune de Soumaa

- Nom et prénom :
- Région :
- Nombre d'individus de la famille :
- Nombre d'enfants dans l'âge est inférieur à 05 ans :

1- Vous utilisez l'eau de robinet ?

- Oui Non

2- Si oui pour quel usage ?

- Boisson Ménage Les Deux

3- L'eau de robinet présente-t-elle une coloration sombre et turbide ?

- Oui Non

4- Si oui pendant quelle saison ?

5- Traitez-vous l'eau de robinet avant de la consommer ?

- Oui Non

6- Si oui comment ?

- Javellisation Filtration Ébullition

7- Avez-vous souffert de malaises dus à la consommation de l'eau de robinet avec confirmation du médecin ?

- Oui Non

8- Si oui quelles sont les symptômes ?

- Fièvre Douleur Abdominale Vomissement
 Diarrhée

9- Donnez-vous cette eau pour vos enfants ?

Oui

Non

10-Si oui, comment ?

Naturelle

Bouillie

11- Est ce qu'ils ont souffert de malaises après sa consommation ?

Oui

Non

12-Pensez vous que l'eau de votre région est de bonne qualité ?

Oui

Non

Annexe 4 : Normes de qualité des eaux de surface et des eaux potables selon l’OMS et les normes Algériennes

Tableau a : Normes de qualité des eaux de surface et des eaux potables

Paramètres	unité	Eau de surface		Eau potable	
		OMS	Normes Algériennes	OMS	Normes Algériennes
Chlore résiduel	mg/l			0.2-0.6	0.2-0.6
Turbidité	UNT			5	5
pH		5.5-9	5.5-9	6.5-9.5	6.5-8.5
Conductivité	µs/cm	400-750	400-750	2100	2800
Température °c	°C	25	25	25	25
Paramètres de pollution	mg/l				
Nitrites	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
Orthophosphates	mg/l	0.2	0.5	0.2	0.5
Nitrates	mg/l	50	50	50	50
Azote ammoniacale	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5
Matières organiques	mg/l	5	3	5	3
Minéralisation globale					
Sulfates	mg/l	150	150	250	250
Calcium	mg/l	100	200	100	200
Magnesium	mg/l	50		50	150
Titre hydrotimétrique	°f			200	200
Chlorures	mg/l	250	500	250	500
Bicarbonates	mg/l			500	500
Titre alcalimétrique complet	°f			200	200
Paramètres indésirables					
Fer	mg/l	1	1	0.3	0.3
Aluminium	mg/l			0.2	0.2
Paramètres bactériologiques					
Coliformes totaux	UFC/100ml	50000	50000	10	0
Coliformes fécaux	UFC/100ml	20000	20000	00	00
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	10000	10000	00	00
Spore d’anaérobies sulfite-réducteurs	Spores/100ml	00	00	00	00

Anexxe 05 : Table NPP

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inferieure	Supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	1	0	1	<0,5	4
0	1	1	2	<0,5	6
0	1	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	11
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	1	5	<0,5	13
0	4	0	5	<0,5	13
1	0	0	1	<0,5	4
1	0	1	3	<0,5	8
1	0	2	4	<0,5	11
1	0	3	6	<0,5	15
1	1	0	3	<0,5	8
1	1	1	5	<0,5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0,5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
<u>1</u>	5	5	>240		