République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université de Médéa

Faculté des Sciences et de la Technologie

Mémoire

Présenté en vue de l' obtenir le diplôme de Master

En chimie

Spécialité : Normes et contrôle de qualité

Par :

ALI ABDESSAMED Zineb
DAAS Hadjer

Thème :

Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de robinet de la ville de Médéa

Soutenue publiquement le 27 /06 /2015., Devant le jury composé de :

BEN KORTBI Othman	*Dr Maitre M.C.A*	*Président*
ACHEK Rachid	*Maitre Assistant*	*Examinateur*
BELHADJ Hichem	*Maitre Assistant*	*Encadreur*
AINAS Mahfoud	*Maitre Assistant*	*Co-Encadreur*

Année universitaire 2014/2015

قال تعالى:

{ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ } صلى



Remerciements

On remercie notre dieu miséricorde de nous avoir amené à réaliser ce projet et de nous avoir donné la possibilité de poursuivre nos études supérieures et de les réussir et d'avoir la chance d'atteindre le niveau MASTER II.

On tient à exprimer nos vifs remerciements :
A notre encadreur Mr BELHADJ.H pour sa prise en charge et pour avoir diriger notre travail durant l'élaboration de ce mémoire.

A Mr AINAS.M pour leur aide bénéfique et leur Conseils.

A Mm DJEZAR d'avoir nous accueillir dans le laboratoire ADE-Médéa ainsi a tout l'équipe de Laboratoire

Nos remerciements vont également à tous les enseignants du département science de la matière

Nos remerciements vont aussi à messieurs les membres du jury pour avoir accepter de juger notre travail.

Enfin, A tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Merci

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mon père qui ma encourager durant mes études, et son affection qui ma amener à finir mon projet.

A ma mère pour ses sacrifices en témoignage de tout mon affection au long de mes études.

A mes chers frère et sœur RIADH et IMANE

A mon marie qui ma encourager pour finir mon projet.

A ma belle mère

Et a toute ma famille et ma belle famille.

A mon binôme DAAS Hadjer pour sa compagnie durant la période de la préparation de ce mémoire.

A mes chères amies (HADJER, SOUMIA et NADJET)

ALI ABDESSAMED Zineb.



Dédicace

Je dédie ce travail

A mes parents et mes chers frères SOHEIB, YASSER, NOSSYR et ma sœur HASSIBA et sa famille vous êtes dépensés pour moi sans compter. En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie. Avec toute ma tendresse.

A tous mes tantes, et mes oncles.

A mes cousins est cousines.

A mon amie d'enfance et mon binôme AMIRA et à leurs familles.

A mes chères amies SOUMIA, NADJET et HADJER que nous avons adoptées un bon moment avec certains événements pleins de bonheur et joie et les bons souvenirs dans les 5 années que je n'oublierai pas.

DAAS Hadjer



ملخص

يهدف بحثنا أولا إلى تحديد نوعية مياه الحنفية في مدينة المدية من خلال إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية بالاضافة الى لستعمل المعلمات الحسية لكل من 28 عينة تم آخذها من 7 محطات خلال 4 أسابيع.

وقد قمنا بدرلسة التغييرات لبعض العوامل الفيزيائية و الكيميائية التي هي في المقام الأول: درجة الحرارة، درجة الحموضة، الناقلية الكهربائية، الصلابة النترات والنتريت، الأمونيوم، الكبريتات والفوسفات، الكلوريدات، والمواد العضوية. وكذلك العوامل البكتريولوجية التي تستند على كشف وتعداد إجمالي الجراثيم (بكتيريا البراز القولونية، المكورات العقدية البرازية وكلوستريديوم المرجعة للسلفيت).ومن خلال الدرلسة الحسية تم فحص لون، رائحة وطعم هذه العينات.

وفقا للنتائج المحصل عليها فإن نوعية مياه الحنفية في مدينة المدية هي ذات جودة فيزيائية تتوافق مع المعايير الجزائرية ما عدا الكلوريدات والصلابة فهي غير متوافقة.

وفيما يتعلق بالنوعية البكتريولوجية التي تم تسجيلها كان إجمالي بكتيريا البراز و القولونية خارج المعايير الجزائرية على عكس العقديات البرازية وكلوستريديوم المرجعة للسلفيت التي كانت منعدمة في كل العينات.

الكلمات المفتاحية:النوعية البكتريولوجية,النوعية الفيزيائية و الكيميائية,المعلمات الحسية, مياه الحنفية,مدينة المدية

Résumé

Notre travail de recherche consiste tout d'abord à déterminer la qualité de l'eau de robinet de la ville de Médéa par la réalisation de certains analyses physico-chimiques et bactériologiques ainsi qu'un examen des paramètres organoleptiques de 28 échantillons correspondant à 7 stations de prélèvements durant 4 semaines.

Nous avons étudié les variations de quelques paramètres physico-chimiques qui sont principalement: la température, le pH, la conductivité électrique, la dureté, les nitrates et les nitrites, l'ammonium, les sulfates, les phosphates, les chlorureset la matière organique. Ainsi que les paramètres bactériologiques, ceux-ci sont basés sur la recherche et le dénombrement des *coliformes totaux et fécaux, E. Coli, Streptocoques fécaux* et *Clostridium sulfitoréducteurs*. Et par une étude sensorielleon a examiné la couleur, l'odeur et la saveur de ces échantillons.

D'après les résultats obtenus, la qualité de l'eau de robinet de la ville de Médéa est de qualité physico-chimique conformes à la norme algérienne sauf pour les chlorures et la dureté qui sont non conformes.

Par ailleurs, pour la qualité bactériologique on a enregistré que les *coliformes totaux* et *fécaux et E.Coli* dépassent largement la norme algérienne contrairement aux (*Streptocoques fécaux* et *Clostridium sulfitoréducteurs*) qui sont nuls dans tous les échantillons.

Les mots clés: Qualité bactériologique, qualité physicochimique, qualité organoleptique, l'eau de robinet, la ville de Médéa.

Summary

Our research work is first to determine the quality of tap water in the city of Médéa by achieving the physical, chemical and bacteriological analysis and organoleptica examinations of 28 samples corresponds to 7 sampling stations during 4 weeks.

We studied the changes of some physicochemical parameters that areprimarily: the temperature, pH, electrical conductivity, hardness, nitrates and nitrites, ammonium, sulfates, phosphates, chlorides, and organic matter. And bacteriological parameters, these are based on the detection and enumeration of total germs (total and fecal coli forms, fecal streptococci and Clostridium sulphite).And by sensorial study weexamine the smell the color and taste of these samples.

According to the results, the quality of tap water in the city of Médéa the physicochemical qualityaccording to the Algerian standards wasacceptable, the chlorides and hardness were not acceptable.

Regarding the bacteriological quality, the total and fecal coli forms and E.Coli were outside of the Algerian standards unlike fecal streptococci and Clostridium sulphite) that are void in all samples.

Key words: Bacteriological quality, physicochemical quality, organoleptic quality, water tap, Médéa city.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
pH	potentiel d'Hydrogène
°C	Degré Celsius
µS/cm	Micro Siemens par centimètre
NTU	Nephlo Turbidité Unité.
TH	Titre Hydrotimétrique
°F	Degrés Français
ADE	Algérienne Des Eaux
AEP	Adduction d'Eau Potable
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
EDTA	Éthylène Diamine Tétra-Acétique
CMA	La Concentration Maximal Admissible
S1-S2-S3-S4	Semaines de prélèvements
C-P-U-Di-E-A-D	Stations de prélèvements
Moy	Moyenne
MO	Matière organique
E. Coli	Escherichia Coli
NA	La Norme Algérienne

Liste des tableaux

Chapitre	tableau	Titre du tableau	page
I	I-1	Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité.	06
	I-2	Normes physicochimiques de potabilité des eaux de consommation	09
	I-3	HYPERLINK \l "_Toc421565956" Normes et Recommandation Pour La qualité Bactériologique de L'eau potable.	10
II	II-4	Les fonctions d'un réservoir.	26
	II-5	La capacité de stockage par réservoir.	26
III	III-6	Lecture des résultats du test de chlore	29
IV	IV -7	teneurs maximales, moyennes et minimales et écarts types des différents paramètres physico-chimiques dans nos stations durant la période d'analyse (Avril - Mai 20015).	71
	IV -8	teneurs maximales, moyennes et minimales et écarts types des différents paramètres bactériologiques dans nos stations durant la période d'analyse (Avril - Mai 20015)	79

Liste des figures

chapitre	figure	titre de figure	Page
I	I-1	Cycle de l'eau.	04
II	II-2	Carte de différentes communes de la Wilaya de Médéa.	15
	II-3	Carte de réseau hydrographique et ouvrage hydraulique de la wilaya de Médéa.	20
	II-4	Carte du réseau routier de la wilaya de Médéa.	21
	II-5	Le réseau de distribution de l'eau potable de la wilaya de Médéa.	27
III	III-6	Glacière pour le transport des échantillons	29
	III-7	pH-mètre/thermomètre OAKTON (à gauche), Conductimètre HANNA (à droite).	30
	III-8	Observation des résultats du test de chlore.	30
	III-9	Turbidimètre de marque HACH modèle 2100N.	31
	III-10	béchers avec les bouchons utilisés pour la détermination des sulfates.	33
	III-11	le spectrophotomètre UV-Visible de marque HACH (DR4000/U).	33
	III-12	Détermination des chlorures.	35
	III-13	virage vers une couleur rougeâtre.	35
	III-14	Burette de 50ml pour le titrage avec l'EDTA.	36
	III-15	l'apparition de la couleur bleu après l'ajout de l'EDTA (volume de titrage).	36

III	**III-16**	chauffage jusqu'à l'ébullition à l'aide d'une plaque chauffante.	**38**
	III-17	la disparation de la couleur violet après l'ajout de l'acide sulfurique.	**38**
	III-18	l'apparition de couleur rose claire après l'ajout de $KMnO_4$ (volume de titrage)	**38**
	III-19	Détermination de l'ammonium avec un virage de couleur du jaune au vers (existence de l'ammonium).	**40**
	III-20	détermination de nitrites avec un virage de couleur vers le rose (existence de nitrites).	**40**
	III-21	Capsules de 100 ml pour la détermination des nitrates.	**41**
	III-22	L'apparition de couleur jaune après l'ajout de tartrate double de sodium et de potassium.	**41**
	III-23	Compteur de colonie.	**44**
	III-24	Rampes de filtration avec pompe à vide.	**44**
	III-25	Milieu de confirmation TSA.	**44**
	III-26	Test d'oxydase.	**45**
	III-27	Repiquage des colonies caractéristique dans le milieu urée indole.	**46**
	III-28	Incubation dans l'étuve.	**46**
	III-29	Réactif de Kovacs.	**46**
	III-30	Traitement à la chaleur dans le bain marie.	**49**
	III-31	jarre anaérobie.	**49**
IV	**IV-32**	Distribution spatiale des températures moyennes en (° C).	**50**
	IV-33	Variations temporelles des températures en ° C.	**51**
	IV-34	Distribution spatiale de pH moyenne.	**52**
	IV-35	Variations temporelles de pH.	**53**
	IV-36	Distribution spatiale des conductivités moyennes en µS/cm.	**54**
	IV-37	variations temporelles des conductivités en µS/cm.	**55**
	IV-38	Distribution spatiale des turbidités moyennes en (NTU).	**56**

IV	**IV-39**	variations temporelles des turbidités en (NTU)	**57**
	IV-40	Distribution spatiale des TH moyennes en (°F)	**58**
	IV-41	Variations temporelles de (TH) moyennes en °F	**59**
	IV-42	distribution spatiale des nitrates moyens en mg/l.	**60**
	IV-43	Variations temporelles des nitrates mg/l.	**61**
	IV-44	Distribution spatiale des nitrites moyens en mg/l.	**62**
	IV-45	Variations temporelles des nitrites en mg/l	**62**
	IV-46	Distributions spatiale des concentrations d'ammonium moyennes en mg/l	**63**
	IV-47	Variations temporelles d'ammonium en mg/l	**64**
	IV-48	Distributions spatiale des sulfates moyennes en mg/l.	**65**
	IV-49	Variations temporelles de concentrations des sulfates en mg/l.	**66**
	IV-50	Distribution spatiale des chlorures moyens en mg/l.	**67**
	IV-51	Variations temporelles des chlorures en mg/l.	**68**
	IV-52	Distributions spatiale du MO moyennes en mg/l.	**69**
	IV-53	Variations temporelles du MO en mg/l.	**70**
	IV-54	Distribution spatiale des coliformes totaux.	**72**
	IV-55	variations temporelles de coliformes totaux.	**73**
	IV-56	distribution spatiale des moyennes des coliformes fécaux.	**74**
	IV-57	variations temporelle des coliformes fécaux	**75**
	IV-58	distributions spatiale d'E. Coli	**76**
	IV-59	variations temporelle d'E. Coli	**77**

Sommaire

INTRODUCTION.....1

CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1-Définition de l'eau..... 3

2-Ressources en eaux..... 3

2-1 Eaux de surface 3

2-2 Les eaux souterraines……..…..3

3-Le cycle de l'eau 4

4-Définitions des eaux 5

4-1Eau minérale naturelle.....5

4-2 Eau de source.....5

4-3 Eau du robinet.....5

5-Définition de l'eau potable 6

6-La qualité de l'eau potable 6

6-1 La qualité organoleptique 6

6-1-1 La couleur ……..…6

6-1-2-L'odeur……..6

6-1-3-Saveur et Goût……...6

6-2-La qualité physicochimique 6

6-2-1 La température 6

6-2-2 Le pH …….…..7

6-2-3 La conductivité électrique……..…….....7

6-2-4La turbidité… …….……..…..…8

6-2-5 La dureté…….....8

6-2-6 Les nitrates et les nitrites ……...……..…8

6-2-7 Les sulfates…….....9

6-2-8 Les phosphates…….....9

6-2-9 Ion ammonium…….…9

6-2-10 Les chlorures……....9

6-2-11 Matière organique……..10

6-3-La qualité microbiologique…….….11

6-3-1 Les coliformes totaux et fécaux 11

6-3-2 Les streptocoques fécaux …… ……..……11

6-3-3 Les *Clostridium* sulfitoréducteurs ……..…….....11

7- Définition de La pollution de l'eau 12

7-1 Les types de pollution 12

7-2 L'homme et la pollution …….....13

8-Procédés de traitement des eaux brutes 13

8-1 Le traitement primaire 13

8-2 Le traitement secondaire anaérobie ……13

8-3 Le traitement secondaire aérobie…….....14

8-4 Le traitement tertiaire ……..….....15

8-5 La purification de l'eau potable …….....15

8-6 Purification physique et chimique …….....15

8-7 La désinfection….....15

CHAPITRE Ⅱ : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1- localisation 17

2- Le cadre physique..... 18

3-Reliefs naturels..... 18

4- Géologie et lithologie 18

5- Le climat..... 19

6- Les ressources en eaux superficielles:.....19

6.1. Le contexte hydrologique de la wilaya de Médéa..... 19

6.2. Mobilisation des ressources en eaux superficielles..... 21

7- Infrastructure de base……....23

8- Présentation de l'Algérienne des Eaux (ADE-Médéa) 24

8.1 . Organisation de l'ADE unité de Médéa 24

8.2 . Infrastructures d'accueil des clients……...…24

11.3. Les taches de l'unité ADE de Médéa …….....…....24

11.4. La situation du réseau d'AEP…….....26

- Les ouvrages d'adduction…….....26

Réseau de distribution 27

Situation de réseau 27

L'état de réseau 28

CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

1-l'échantillonage 29

2-méthodes de prélévment et d'analyse 29

2.1- Prélèvements 29

2.1.1. Paramètres et mesures in-situ…….….29

3 -Méthodes d'analyses physicochimiques:.....31

3.1-Prélèvement et conservation des échantillons..... 31

3.2-Procédure pour les prélèvements……..…31

3.3- Détermination de turbidité……...31

3.4-Détermination des sulfates …….....32

3.5-Détermination des phosphates …….....32

3.6- Détermination des chlorures .....….....34

3.7- détermination de la somme de calcium et magnésium (TH)……...35

3.8-Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium 37

3.9- Détermination de l'ammonium …… 39

3.10- Détermination des nitrites……...39

3.11- Détermination des Nitrates …….....41

4-Méthodes de prélévement microbiologique.....42

4.1-Période des prélèvements et zone d'étude:….....42

4.2-prélévement et concervation des échantillons…….....42

4.3- Procédure pour les prélèvements…….....42

- 5-Méthodes d'analyses microbiologiques …….....42

5.1 -Recherche et dénombrement des bactéries coliformes et d'Escherichia-coli (méthode par filtration sur membrane) 42

5.2- Recherche et dénombrement des streptocoques sur milieu solide sélectif 47

5.3-Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs ……..……...….....48

CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATION

1-Résultats des paramètres organoleptiques 50

1-La couleur 50

2-L'odeur ……...……..50

3-La saveur ……...….50

2-Résutats des paramètres physicochimiques …….....50

1-La température de l'eau..... 50

2- Potentiel d'hydrogène (pH)…….... ….51

3- la conductivité électrique…….....54

4-La turbidité ……...56

5-la dureté totale……...….58

6-Les nitrates……..……..60

7- les nitrites……...….62

8- l'ammonium ……...……...….....63

9-Les sulfates …….…..65

10-Les phosphates ……67

11- les chlorures ……...67

12- La matière organique …….69

3-Résultats des paramètres bactériologiques ……..……...71

1-Coliforme totaux……...72

2-coliforme fécaux ……..……....73

3- E.Coli……..77

4- streptocoques fécaux et Clostridium sulfito-réducteurs……..78

Disscusion……....79

Conclusion…….83

Bibliographie

Annexes

INTRODUCTION

Depuis le premier jour l'homme a été contrait à utiliser l'eau, on ne peut se passer de l'eau. A peine sortie de terre, elle choisit sa route, elle crée le paysage. Les hommes ont toujours été fascinés par l'eau miroir de ciel, l'eau frappe tous les imaginaires, c'est une banalité de parler de l'eau de dire que l'eau est la source de vie tout le monde le sait qui n'a pas eu soif .En quantité suffisante l'eau fait vivre, elle est indispensable pour faire pousser les plantes, faire agrandir, faire vivre les hommes et les animaux. [1]

La molécule d'eau est formée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène sous le symbole H_2O, elle est dite polaire. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0°C, elle peut devenir vapeur à 100C° qui est sa température d'ébullition, mais ses principales caractéristiques sont qu'elle est inodore, incolore et sans goût [2].

Sans cette matière simple et complexe en même temps la vie sur terre n'aurait jamais existée donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures, et pour cela la technologie moderne nous a permis la conception des stations de traitement et des laboratoires d'analyse qui doit confirmer la potabilité de l'eau [3].
Accessible à tous, l'eau du robinet doit satisfaire l'ensemble des exigences sanitaires. Depuis la ressource naturelle en passant par l'usine de potabilisation et le réseau de distribution jusqu'au robinet, traitements et contrôles en garantissent la qualité. L'eau du robinet est un produit vivant, issu d'une eau brute, elle-même surveillée, protégée. Mais, celle-ci n'est qu'une matière première qui va encore être élaborée, transformée pour devenir conforme aux normes définies par la réglementation.

Plusieurs études ont été menées sur différentes régions d'Algérie (Hamel, 2013)(Kahoul et Touhami, 2014) ont déjà vérifiées que la qualité de l'eau de consommation répond aux exigences de qualité ou non avec en comparant leurs résultats avec les normes algériennes et internationales.

De nos jours, les conditions socio-économiques et les habitudes culinaires du citoyen algérien ont énormément changées. Dans la ville de Médéa, et selon les constatations auprès des consommateurs, la majorité des habitants de la ville ne boivent plus l'eau de robinet, ils favorisent soit les eaux minérales embouteillées ou bien les eaux des puits.

Dans ce contexte la problématique suivante se pose :

-Quelles sont les causes et les raisons possibles qui incitent les habitants à ne plus faire confiance aux eaux de distribution à usage domestique?

-Les citoyens ont suffisamment des connaissances sur les exigences de potabilité de l'eau de consommation (paramètres physicochimique et bactériologiques)?

-La consommation des eaux minérales embouteillées au détriment de l'eau de robinet est motivée par des constatations sur la qualité organoleptique de l'eau de robinet ou seulement un changement des habitudes des consommateurs?

Afin de réponde à ces questions et remédier la situation nous avons mené cette étude. Cependant, le but de notre contribution est d'acquérir le maximum d'informations sur l'état actuel de la qualité de l'eau de robinet et d'apprécier éventuellement son évolution spatio-temporelle dans certains échantillons de la ville

de Médéa. Les expérimentations mises en œuvre ont permis l'analyse physicochimiques et bactériologique ainsi que l'examinations organoleptique pour déterminer la qualité de l'eau de consommation (pH, température, conductivité, turbidité, nitrates, nitrites, ammonium, sulfates, phosphates, chlorures, matière organique, dureté totale, coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux, clostridium sulfitoréducteurs, saveur, odeur, couleur) durant la période de suivie (avril et mai 2015).

Le présent document est structuré en quatre chapitres :

- Le premier chapitre : est une synthèse bibliographique qui présente des données sur l'eau.
- Le deuxième chapitre : fait une présentation de la zone d'étude, les choix des sites de prélèvement.
- Le Troisième chapitre : note la méthodologie de travail, à savoir l'échantillonnage, qui reste une opération délicate, nécessitant, un matériel spécifique à chaque type d'analyse, tout en respectant les conditions de transport et de conservation au laboratoire et les protocoles des différentes analyses physicochimiques et microbiologiques.
- Le dernier chapitre : est réservé à l'interprétation et la discussion des résultats d'analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau robinet des sites retenus pour cette étude.

Enfin une conclusion et des perspectives achèvent la présente étude.

Chapitre 01

Synthèse bibliographique

1- l'eau

L'eau H_2O est un des composés chimiques les plus remarquables, elle possède des propriétés physicochimique inhabituelles, elle existe dans les trois états, liquide, solide et gazeux sur la terre.

L'eau revêt de nombreux aspects importants dans la vie des hommes, elle est nécessaire à la vie et constitue un moyen de nettoyage. Elle est utilisée aussi dans l'industrie, l'agriculture est surtout pour l'alimentation. [4]

2- Ressources en eaux :

2-1Eaux de surface :

Ce sont des eaux circulantes (courantes), ou des eaux stagnantes (dormeuses).Il s'agit des cours d'eau, rivières ou fleuves, du bien des lacs ou retenues de barrages.
Dans les pays bien pourvus en lacs et rivières, la plupart des municipalités recourentaux eaux de surface pour leur approvisionnement en eau. [5]
La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants ou hydrologiques. Au cours de son cheminement, l'eau dissout et se charge des différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, gaz carbonique, azote). [6]

2-2Les eaux souterraines

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique .Elles restent jusqu'à présent les meilleurs ressources en eau potable [7]
*Les nappes d'eau souterraine : ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains : c'est de l'eau contenue dans les roches poreuses saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées.
* Les nappes libres : communiquent avec la surface car une couche perméable les recouvre; les pores de la roche sont partiellement remplis d'eau, le sol n'est pas saturé et les eaux de pluies peuvent imprégner la nappe par toute la surface. Son niveau monte ou baisse en fonction des précipitations. Elle se renouvelle rapidement. Les nappes phréatiques appartiennent à cette catégorie.

* Les nappes captives : sont recouvertes par au moins une couche géologique imperméable qui confine l'eau. Sous pression, celle-ci peut jaillir dans des forages dits artésiens. Les nappes captives sont souvent profondes. Elles se renouvellent plus lentement. Leur alimentation provient pour partie de zones affleurâtes. Lorsque moins de 5 % de ces eaux sont renouvelés à l'année, ces nappes sont dites fossiles. [8]

3- Le cycle de l’eau

L’eau est une ressource renouvelable. Si les eaux de surface de renouvellent très vite, les eaux souterraines ne se renouvellent que très lentement, voire plus du tout. Il existe sous le Sahara des nappes fossiles datant de l’époque ou il pleuvait sur ce désert, et que les pompages épuisent peu à peu. En fait la quantité d’eau n’a pas changé sur la terre depuis sa création.[9]

Les océans représentent le réservoir principal d’eau. A leur surface, surtout dans les régions tropicales, soleil et vent provoquent son évaporation et les molécules d’eau se mêlent à l’atmosphère. Cette eau atmosphérique provient pour une petite part des êtres vivants, par transpiration et évaporation (évapotranspiration). La température de l’air baissent avec l’altitude, l’eau de condense en nuages. E vent les pousse et le fait se déverser sous forme de pluie. Quant le pluie et la neige tombent sur les continents, elles alimentent les lacs, les rivières et les fleures, c'est-à-dire les eaux superficielles, ainsi que les nappes phréatiques, c'est-à-dire les eaux souterraines, l’eau descend par gravité et finit par retourner plus ou moins vite aux océans, et le cycle est bouclé. [9]

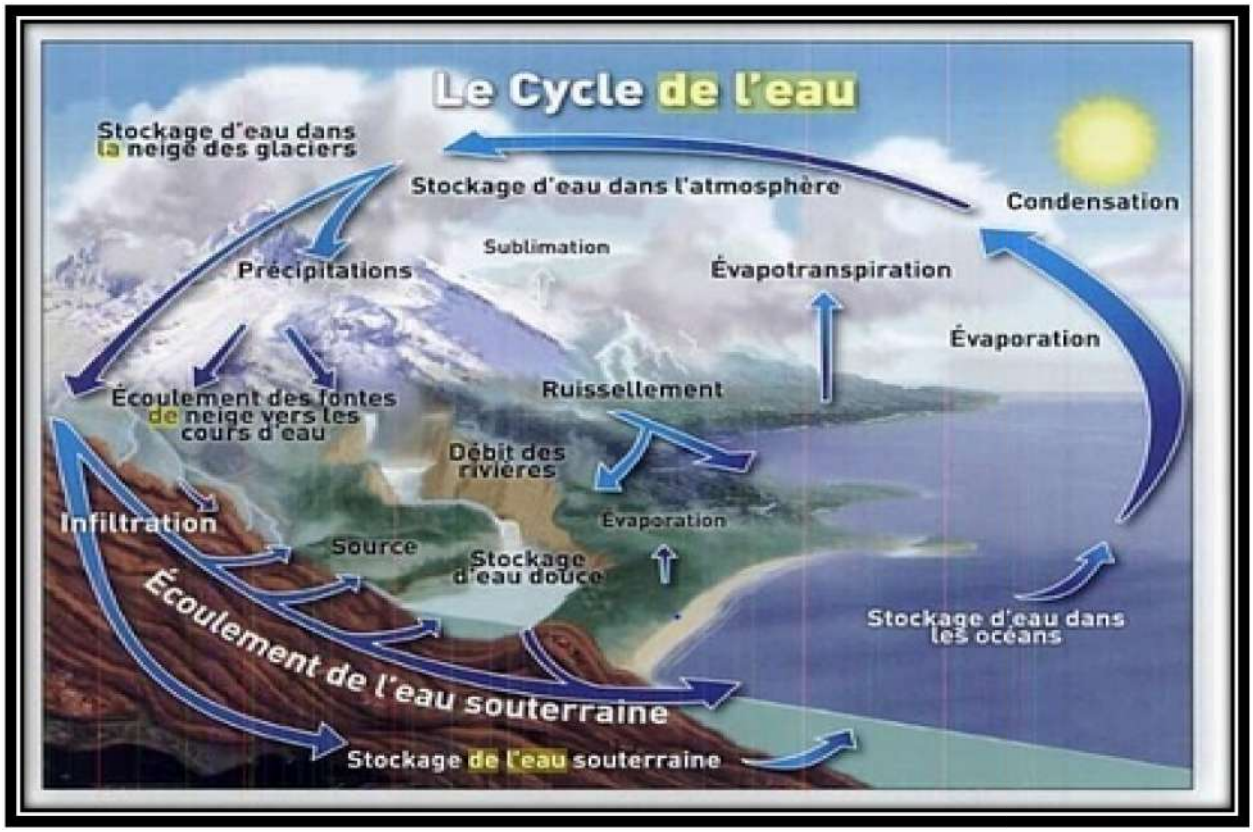


Figure01 : Cycle de l’eau [9].

4- Définition des eaux

4- 1Eau minérale naturelle

Une eau minérale naturelle ne peut être que d'origine souterraine, et s'être constituée à l'abri de tout risque de pollution. Microbiologiquement saine dès l'origine, elle n'est perturbée par aucune contamination d'origine humaine. La principale caractéristique de l'eau minérale naturelle réside dans sa pureté originelle qui est une exigence de la réglementation. Les eaux minérales naturelles ont une composition physicochimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés favorables à la santé humaine.

En résumé, l'eau minérale naturelle est définie règlementairement par trois critères majeurs : absence de tout traitement ou d'addition de produits chimiques, sa pureté originelle à la source et donc l'absence de tout polluant d'origine humaine et enfin une composition minérale définie, parfaitement stable et garantie. [17]

4-2 Eau de source

Les eaux de source sont comme les eaux minérales naturelles, exclusivement d'origine souterraine, microbiologiquement saines, préservées de la pollution d'origine humaine, et aptes à la consommation humaine sans traitement ni adjonction. Contrairement aux eaux minérales naturelles, leur composition n'est pas systématiquement stable. Les eaux de sources répondent aux mêmes critères de potabilité que l'eau du robinet.

Par ailleurs, leur nom commercial n'est souvent pas spécifique à une source. Tout en restant conforme aux règles de l'étiquetage, une même marque peut parfois recouvrir plusieurs sources et donc avoir des compositions minérales différentes. [17]

4-3 Eau du robinet

Les eaux du robinet sont souvent constituées d'eaux souterraines puisées dans des nappes phréatiques et même dans certains cas dans des sources, ou d'eaux de surface prélevées dans les lacs, rivières, fleuves, retenues, etc. Mais elles peuvent aussi être ou constituées d'un mélange des deux origines selon les disponibilités saisonnières et la situation géographique. [17]

5-Définition de l’eau potable :

Selon l’organisation mondiale de santé(OMS), l’eau potable définit comme étant celle dont la consommation est sans danger pour la santé. Pour que l’eau soit qualifiée de potable, elle doit satisfaire à des normes relatives aux paramètres organoleptiques, physicochimiques, microbiologiques, et à des substances indésirables et toxiques. [10]

6-La qualité de l’eau potable :

6-1 La qualité organoleptique :

6-1-1 La couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. [11]

6-1-2 L’odeur :

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L’odeur peut être définie comme : L’ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances. [12]

6-1-3Goût et saveur :

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs. [13]

6-2 La qualité physicochimique :

6-2-1 La température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pH …..Etc.

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. [14]

6-2-2 Le pH :

Le pH caractérise la concentration d'une eau ou d'une solution aqueuse en ions hydronium (H30+). Plus simplement, il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature géologique des terrains traversés. En régions granitiques (comme c'est le cas en Auvergne) ouschisteuses, en zones de tourbières ou forestières, les eaux ont un pH acide (< 7).

En régions calcaires, les eaux ont un pH basique (> 7). Le pH n'a pas d'effet direct sur la santé mais il présente certains inconvénients.

Une eau acide et agressive : (0 < pH < 7) corrode les parties métalliques descanalisations de distribution. Le risque sanitaire est alors fonction des métaux qui passent en solution dans l'eau (comme le plomb par exemple : risque de saturnisme hydrique).

De plus la pérennité des installations est en jeu, surtout sur les circuits d'eau chaude, où la température accentue la corrosion.

-Une eau basique ou alcaline : (7 < pH < 14) diminue l'efficacité de la désinfection au chlore. Au-dessus de 9 unités pH, il est conseillé de ne pas utiliser cette eau pour la toilette. En effet cette eau peut provoquer des irritations oculaires et une aggravation des affections cutanées. [15]

6-2-3La conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm [12].

Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation.

La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre (µS/cm). [16]

Tableau 01 : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité [16].

Type d'eaux	Conductivité (µS/Cm)
Eau pure	< 23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Eau très minéralisée	1000 à 2500

6-2-4 La turbidité :

La turbidité est un paramètre important pour apprécier la qualité d'une eau potable tant du point de vue bactériologique que chimique .elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau est donc une mesure de trouble de l'eau.une eau claire à une turbidité inférieur à 5 NTU, au-delà de 5 NTU l'eau est trouble.[17]

6-2-5 La dureté :

La dureté de l'eau est définit par le titre hydrotimétrique qui correspond a la présence de sels de calcium, magnésium .plus une eau est riche en calcium et en magnésium plus elle est dite dure. Inversement une eau pauvre en calcaire est dite douce.
La dureté de l'eau s'exprime par un indice, ou titre hydrotimétrique, TH, exprimé en degrés français (°F)

Une eau dure présente des avantages nutritionnels, mais des inconvénients domestiques et industriels, il n'y a aucun danger à boire une eau dure lorsqu'on est en bonne santé, contrairement a ce qui est souvent affirmé.
La présence d'ion de calcium dans l'eau aurait même tendance à diminuer le risque de formation des calculs rénaux .une eau dure couvre un tiers des besoins en calcium et magnésium. Cependant une eau trop dure peut présenter des inconvénients d'utilisation.
Une eau dure diminue en effet les propriétés détergents des lessives et savon qu'il faut utiliser en plus grande quantité, le calcaire peut se déposer sous une forme solide appelé tartre, sur les parois de canalisation, des ballons d'eau chaude ou des chaudières, mais aussi sur les appareils électroménagers. Plus L'eau est chauffé plus les dépôts est importants.
A l'inverse une eau très douce est une eau corrosive qui ronge les parois de canalisation favorisant la formation des fuites. [18]

6-2-7 Les nitrates et les nitrites :

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) Ils sont extrêmement solubles; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.
Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène). [19]

6-2-8 Les sulfates :

Les sulfates sont un composé naturel des eaux, présents en concentration très variable, surtout importants en présence de terrain gypseux ou près des mines de fer.
Ils sont parfois le témoin d'une pollution industrielle (textile, papeterie...).
Les sulfates sont peu toxiques. Cependant ils sont laxatifs et diurétiques lorsque leur concentration est supérieure à 300 mg/l. Ces eaux doivent donc être utilisées avec précaution chez les sujets fragiles et chez les nourrissons. Leur présence entraîne une saveur particulière de l'eau. [20]

6-2-9 Les phosphates :

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels *(agroalimentaire…etc.)*, domestiques *(poly-phosphate des détergents)*, engrais *(pesticides…etc.)***.**
En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante. [21]

6-2-10 Ions Ammonium :

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH4+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH3).
En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température.[22]

6-2-11 les Chlorures :

Les eaux chlorurées ont un effet stimulant sur la croissance et sont indiquées dans le traitement des troubles du développement. La concentration maximale admise des chlorures dans les eaux destinées à la consommation humaine est de 500 mg/l. les réglementations européenne et canadienne fixent le seuil à 250 mg/l. C'est d'ailleurs à partir de ce niveau de concentration que l'on commence à ressentir le goût de chlore (Javel).
Le chlore est naturellement éliminé par l'urine, mais une surdose peut provoquer des vomissements.
L'eau à faible teneur en chlorures stimule la sécrétion gastrique. Elle peut avoir une action de protection du foie des composants toxiques. Les vomissements et les diarrhées répétées font perdre à l'organisme son chlore et provoquent ainsi des crampes musculaires et une grande fatigue. [23]

6-2-12 Matières organiques :

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total .On distingue deux origines de ces matières : les matières organiques acides d'origines animales et les matières organiques basiques d'origines végétales.
Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur.
Selon la classification de *« Rodier2005 »*

-Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
-Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
-Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
-Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l. [24]

Tableau 02: Normes physicochimiques de potabilité des eaux de consommation (ADE- Médéa). [25]

Facteurs physicochimiques	**Concentration maximale admissible**
Température	25 °C
pH	6.5 à 8.5
conductivité	2800 µS/cm
turbidité	5 NTU
Dureté	500 mg/l
Oxydabilité ($KMnO_4$)	3 mg/l
Sulfates	400 mg/l
chlorures	500 mg/l
Nitrates	50 mg/l
Nitrites	0.1 mg/l
Ammonium	0.5mg/l

6-3 La qualité microbiologique :

6-3-1-*Les coliformes totaux et fécaux* :

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux.
Le groupe des coliformes comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme ce bâtonnet, qui fait fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48h à 35 °C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24h à 44,5.[26]
On retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. Etant donné que cette particularité, est associée à la contamination fécale, on utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source.[26]

Les coliformes totaux étant largement répartis dans la nature. Ils n'indiquent pas nécessairement qu'il y a contamination. Par ailleurs. Ces organismes survivent plus longtemps dans l'eau et résistent mieux à la chloration que les coliformes fécaux ou les bactéries pathogènes communes. On utilise donc de préférence les coliformes totaux comme indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau potable.la présence d'un organisme coliforme quelconque dans l'eau traitée révèlent en effet que le traitement a été inefficace ou qu'il y a eu contamination après traitement. [26]

6-3-2 *Les streptocoques fécaux* :

Les streptocoques fécaux (ou streptocoques de groupe D ou entérocoques) sont des témoins de contamination fécale sensible, spécifiques et assez résistants (y compris en milieu salé).
Ils n'ont pas généralement de pouvoir pathogène important. *Streptococcus faecalis* est omni présent (ubiquitaire) dans le gros intestin des hommes et des animaux, les égouts, le fumier [27].

6-3-3 *Les Clostridium sulfitoréducteurs :*

Les clostridium sulfitoréducteurs sont des bacilles gram positif anaérobies stricts capables de sporuler, réduisant les sulfates en sulfure, hôtes normaux de l'intestin, ils peuvent également être d'origine tellurique.
Leurs spores sont recherchées dans l'eau comme indice de contamination fécale ancienne. [28].

Tableau 03 : Normes et recommandation pour la qualité bactériologique de l'eau potable. [25]

Microorganismes	**m**
Coliformes totaux	20
Coliformes fécaux	absence
streptocoques	absence
Clostridium sulfitoréducteurs	absence

Dans un plan à 2 classes, « **m** » sert à distinguer les unités de qualité satisfaisante de celles qui sont de qualité inacceptable.

ADE Médéa utilise le plan à 3 classes pour distinguer les unités de qualité non satisfaisante, la qualité acceptable ainsi que la qualité satisfaisante.

7- Définition de la pollution de l'eau :

Par pollution de l'eau ; on entend un état qualitatif d'impureté ou de manque de propreté des eaux hydrologiques d'une certaine région cette état résulte d'un événement ou processus qui réduit l'utilité des eaux du globe, spécialement a ce qui concerne la santé de l'être humain et les effets sur l'environnement. Le processus de pollution signifie une perte de pureté par contamination qui implique en outre l'intrusion d'une source extérieure, en tant que cause, ou le contact avec cette source. Par altération, on entend des niveaux extrêmement faibles de pollution des eaux comme au moment ou elles commencent à devenir moins propres. Le mot souillure désigne le résultat de pollution et indique la violation ou une dégradation. [29]

7-1 Les types de pollution :

On identifie différents types de pollutions :

Pollution chimique : les polluants sont de nature minérale ou organique.

Pollution biologique : les polluants sont des microorganismes.

Pollution radio active : les polluants sont des noyaux radio actifs émettant des rayonnements dangereux.

-thermique : la température de l'eau est trop élevée pour permettre une vie aquatique normale. [30]

7-2 L'homme et la pollution :

Les effets de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement peuvent être très graves : maladies, disparition de la vie dans certain écosystème, perturbation de l'équilibre naturel du cycle de l'eau.

En agriculture, pour lutter contre les organismes nuisibles aux cultures on utilise des produits phytosanitaires (fongicides, herbicides…).

On épand aussi des engrais pour améliorer les rendements et la qualité des cultures.il faut que tous ces produits soient utilisés d'une manière raisonnée, avec rigueur, précaution et en les dosant convenablement.

Les polluants sont toujours néfastes pour l'homme et l'environnement.

On peut souligner en particulier les dangers des ions nitrate quand ils sont en excès, ceux des pesticides, ceux des métaux lourds toxiques (plomb, mercure, cadmium).

Il existe de nombreux gestes dans la vie quotidienne pour ne pas polluer l'eau

- Ne pas utiliser trop de détergents.
- Ne pas jeter les médicaments non utilisés mais les ramener à la pharmacie.
- Ne pas répondre sur le sol les solvants, les huiles de vidange des voitures mais les disposer en déchèterie. [30]

8-Procédés de traitement des eaux brutes :

Les ressources en eau douce de surface comme les cours d'eau fournissent une eau brute qui contient énormément de pollutions qui la rendent non potable ; l'élimination de ces polluants est indispensable. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements nécessaires pour la rendent potable. [31]

8-1 Le traitement primaire :

Le traitement primaire utilise seulement des méthodes physiques de séparation pour retenir des matières solides ainsi que les particules organiques et inorganiques.les eaux usées entrant dans la station d'épuration passant au travers d'une série de grilles et de filtres retenant les objets les plus gros, l'effluent est ensuite laissé au repos plusieurs heurs pour permettre aux matériaux solides de sédimenter au fond de bassin de séparation. [32]

8-2 Le traitement secondaire anaérobie :

Le traitement secondaire anaérobie implique une série de réactions de digestion et de fermentation réalisées par de nombreuses espèces de Bacteria et d'Archaea en conditions anaérobies.

Le traitement anoxique est typiquement employé pour traiter des eaux usées contenant de grandes quantités de matières organiques insolubles (forte DBO), telle que les fibres, la cellulose ...etc. Le processus de dégradation anoxique proprement dit se déroule dans grands réservoirs clos appelés digesteurs ou bioréacteurs .le procédé nécessite les activités collectives de nombreux et différents types des microorganismes, grâce à l'actions des microorganismes anaérobies présents les macromolécules des eaux usées sont d'abord digérés par des poly saccharases, des protéases, des lipases pour donner des composés solubles. Ces composés solubles sont alors fermenter pour fournir un mélange d'acides gras d'H_2 et de CO_2 qui sont ensuite fermentés en acétate, CO_2 et H2.Ces produits sont alors utilisés comme substrats par les Archaea méthanogènes capables de réaliser les réactions suivantes $CH_3COOH \rightarrow CH_4+CO_2$ et $4H_2+CO_2 \rightarrow CH4+2H_2O$. Ainsi les produits principaux de traitement anaérobie des eaux usées sont le CH4 et le CO_2.le méthane peut être collecté puis brulé, ou utilisé comme combustible pour le chauffage et l'énergie de station d'épuration.[33]

8-3 Le traitement secondaire aérobie :

Le traitement secondaire aérobie utilise des réactions réalisées par des micro-organismes en condition aérobies, pour traiter les eaux usées contenant de faibles concentrations de matière organique. En général les eaux usées non industrielles peuvent être traitées par ces procédés de digestion aérobies sont utilisés, mais les principales méthodes sont la filtration est formé d'un lit de roches concassées, de deux mètres d'épaisseur, sur le dessus duquel les eaux usées sont pulvérisées. Le liquide passe lentement au traves du lit de roches, la matière organique s'adsorbe sur les roches et la croissance microbienne se met en place sur les surfaces des fragments rocheux exposés. La minéralisation complète de la matière organique s'absorbe sur les roches et en dioxyde de carbone, ammoniac, nitrate, sulfate et phosphate s'effectue dans le biofilm microbien fixé sur les roches.

Le traitement aérobie le plus courant est le procédé dit des boues activées. Les eaux usées sont mélangées et aérées dans de grands réservoirs.des bactéries produisant des substances muqueuses, comme zoogloearamigera, se développent et forment des floculats.ces floculats forment un substrat sur lequel des protozoaires, de petits animaux et parfois des bactéries filamenteuses et des champignons se fixent. Le principe de base de l'oxydation est identique à celui des filtrations sur roches .l'effluant aéré contenant les floculats est pompé dans un réservoir ou ces floculats sédimentent.une partie de ce matériau (nommé boues activées) est alors renvoyée vers le réservoir d'aération pour servir d'inoculum et le reste est transféré dans le digesteur anaérobie ou bien éliminé, séché, brulé, ou encore utilisé comme engrais.

Les eaux usées restent normalement de cinq à dix heures dans un réservoir de boues activées. Un temps trop court pour une oxydation complète de toute la matière organique. Cependant, durant cette période la plupart de la matière organique dissoute est adsorbée sur les floculats et incorporée dans les cellules microbiennes .la DBO de l'effluent liquide est considérablement réduite (95 %). Une réduction presque totale de la DBO peut être obtenue si les floculats sont transféré dans un digesteur anaérobie pour être convertis en CO_2 et CH_4.[33]

8-4 Le traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire est en fait identique aux procédés physico-chimiques ou biologiques mis en œuvre dans des bioréacteurs et/ou utilisant les précipitations, la filtration ou la chloration employés pour la purification de l'eau destinée à la consommation. L'objectif est simplement de réduire les niveaux de nutriments inorganiques, et particulièrement de phosphate, nitrate dans l'effluent terminal.
La plupart des installations de traitement chlorent désormais les effluents issus des installations de trainement secondaire, de nombreux traitement emploient les radiations ultraviolettes (UV) pour désinfecter les effluents l'ozone (O_3) un oxydant bactéricide et virocide.[33]

8-5 La purification de l'eau potable :

Les eaux usées soumises au traitement secondaire ont en générale une qualité telle qu'elles peuvent être directement déversées dans les rivières et les fleuves. Cependant, une telle eau n'est pas potable ou saine pour la consommation humaine. La production d'eau potable nécessite un traitement complémentaire pour éliminer les microorganismes potentiellement pathogènes, éliminer les mauvais gouts et odeurs, réduire les nuisances chimiques dues au fer et manganèse et diminuer la turbidité. [34]

8-6 Purification physique et chimique :

L'eau d'abord pompé de la source (rivière) vers un bassin de sédimentation ou des polymères anioniques, des sulfates d'aluminium (aluns) et du chlore sont ajoutés. Les sédiments, sols, sables, particules minérales et autres grosses particules se déposent. L'eau, débarrassée des particules est alors pompé dans un vaste bassin de coagulation. Les alunes et les polymères anioniques contribuent a agglomérer les petites particules en suspension.aprés mélange les particules poursuivent leurs interactions et forment de plus grandes agrégats en un processus nommé floculation.les grandes particules agrégées forment un floc, qui se dépose au fond par gravité, piégeant les microorganismes et absorbant les matières organiques en suspension et le sédiment.
Après coagulation et floculation les eaux clarifiées sont soumises à la filtration, l'eau passe au travers d'une série de filtres conçus pour éliminer les solutés organiques et inorganiques, mais aussi toutes les particules en suspension et les microorganismes.[35]

8-7 La désinfection

L'eau clarifiée, filtrée peut alors être désinfectée avant son admission dans le circuit de distribution comme eau pure et potable. La chloration constitue la méthode la plus commune de désinfection, le chlore tue tous les microorganismes en 30 min, il réagit aussi avec les composés organiques, les oxydes, et en fait les neutralise. Cependant de nombreux composés à l'origine de gout désagréable et de mauvais odeurs étant de nature organique, le traitement au chlore améliore aussi le gout et l'odeur de l'eau.

Il est ajouté à l'eau a partir d'une solution concentré d'hypochlorite de sodium ou de calcium, ou sous forme de gaz provenant de réservoirs pressurisés.
Cette dernière méthode est le plus souvent employée dans les grandes stations d'épuration car son automatisation est plus facile.

Le chlore est consommé par réaction avec matière organique ; aussi faut –il ajouter des quantités suffisantes de chlore aux eaux contenant de la matière organique, de telle sorte qu'une petite quantité le chlore résiduel soit disponible pour agir sur les microorganismes.
Après traitement au chlore l'eau désormais potable est pompé vers des réservoirs de stockage, d'où elle est acheminée par gravité ou pompage dans le circuit de distribution et chez les consommateurs. [35]

Chapitre 02

Présentation de la zone d'étude

1- localisation:

La wilaya de Médéa se situe à environ 88 km au sud d'Alger, sur la route nationale N°1, colonne vertébral du réseau routier national, reliant les régions du nord au sud du pays.Elle s'étend sur une superficie estimée à 8700 km^2 et partage des frontières communes avec plusieurs wilayas du centre:

- au nord, la wilaya de Blida.
- au sud, la wilaya de Djelfa.
- à l'Est, les wilayas de Bouira et M'sila.
- à l'Ouest, les wilayas de Ain Defla et de Tissemsilt.

Sur le plan administratif, le territoire de Médéa est organisé en 64 communes réparties à travers 19 Daïras. [37]

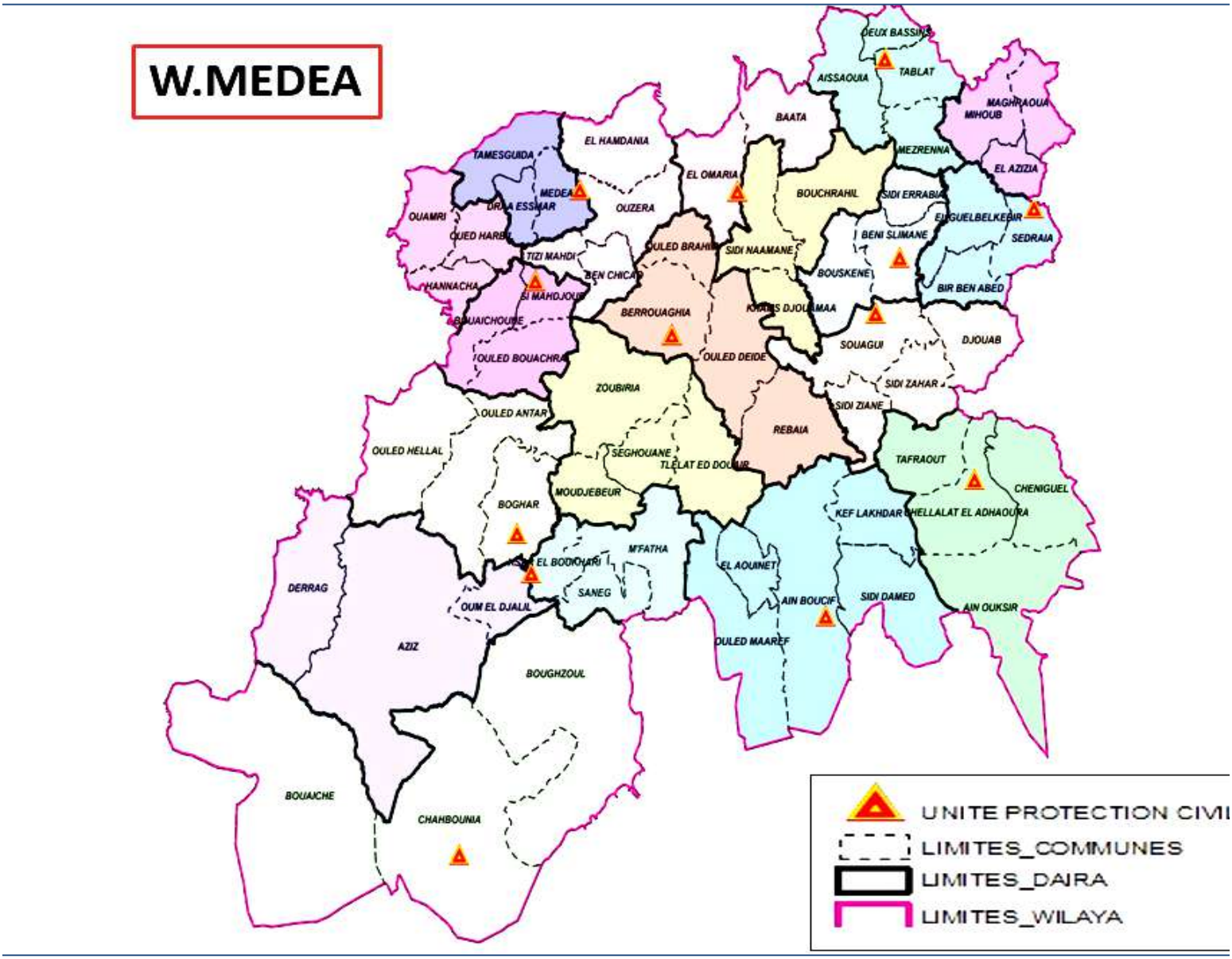


Figure 02:Carte de différentes communes de la Wilaya de Médéa. [36]

2- Le cadre physique:

Situé au cœur de l'atlas tellien, la wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée1813m et un relief mouvementé enserrant plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.[37]

3-Reliefs naturels: La wilaya de Médéa peut être découpée en quatre zones naturelles :

3.1. La zone montagneuse:

La zone montagneuse se compose d'une chaine de montagnes continue qui limite la partie Ouest et Nord de la wilaya, qui s'étend des monts de l'Ouarsenis jusqu'à Tablât. Elle se distingue par un faible taux de densité démographique et par une large couverture forestière, ce qui en fait une zone d'élevage par excellence.

3.2. La zone tellienne:

Se situant au milieu de la Wilaya, elle se distingue par son caractère agricole notamment la viticulture, avec une variété de cépages très renommés, dont les fameux raisins «Hmar Bouamar», l'arboriculture et ses riches pâturages au bord des oueds et des courants d'eau.

3.3. La zone des plaines:

Elle comprend les plaines de Beni Slimane et de M'Rachda qui se situent au milieu de la zone tellienne. La mise en valeur de ses plaines a permis le développement de la polyculture et de l'élevage

3.4. La zone du sud:

Elle se caractérise par l'irrégularité de la pluviométrie. La culture des céréales, l'élevage animalier et le pastoralisme prédominent dans cette zone. [36]

4- Géologie et lithologie:

Sur le plan géologique, la région de Médéa s'inscrit dans le cadre de formation de la chaine tellienne. Elle se compose d'unités structurales différents, de part leur faciès, leur contexte sédimentaire et leur évolution. Parmi les formations géologiques les plus importantes que l'on retrouve dans la wilaya on a:

4.1.Le trias:constitué de gypse et mêle le plus souvent à des dolomies et des cargneules. Les instructions les plus importantes sont:

- Le Djebel Zerga, près de Boughezoul.
- Le bled Harmela à TletatDouair.
- Le Mallegrassoumd'AinBoucif.
- Le Gisement d'El-Aziza.

Ces faciès très sensible à l'érosion, sont aussi sources de salinité pour les eaux et les sols de la région.

4.2 Le crétacé inferieur :

Cette unité constitue la partie nord de la wilaya, c'est-à-dire l'Atlas Blidéenet le prolongement de la chaine Bibans. Elle se présente principalement, sous trois faciès lithologique, qui sont les marnes, les argiles et localement dans des proportions moindres des calcaires, des schistes et des quartzites, les zones les plus vulnérables sont :

- Les monts de Tablat
- Les Djebels Haddadaprès de Souaghi.
- Le DjbelM'chelfak au sud de Guelb el Kebir.

4.3. L'unité Epi-tellienne :

Cette unité fait suite à l'unité précédente, elle va du crétacé jusqu'à l'éocène, elle présente un faciès essentiellement marneux et rarement des calcaires à silex. De cette prédominance de roches tendres.et facilement évocable, il en est issu un relief collinaire avec des sommets arrondis. Font partie de cette unité les collines de Berrouaghia et de Seghouane, ainsi que les monts d'OuledHella.

4.4. Les unités gréseuses:

Les formations gréseuses affleurent sur de grandes surfaces dans la wilaya de Médéa. Elles constituent l'ossature des chaines de montagnes orientales et méridionales, ainsi que le plateau de Médéa.Ces unités gréseuses présent plusieurs faciès :

- Les grés numidiens,
- Les grés du miocène de Médéa.

4.5.Les formation quaternaires:

Formation récents, détritiques composées essentiellement d'éléments fins remaniés, (argiles, limons, sables et graviers), ils constituent la couverture superficielle des plains, des glacis et des terrasses.[36]

5- Le climat:

Le climat de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à de nombreux facteurs qui sont entre autres:

- son altitude qui atteint 1240m au-dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao).
- Sa position sur les monts de l'Atlas tellien.
- Son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest.

Médéa dispose, aux égards de ces facteurs, d'un climat méditerranéen semi continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps et chaud et sec en été. La région reçoit une quantité considérable de pluie atteignant 500mm par an, avec une moyenne de pluviométrie élevée, particulièrement en décembre, janvier et février. La neige quant à elle, recouvre régulièrementla hauteur de Benchicao, située à une altitude de 1240 m.[36].

6- Les ressources en eaux superficielles:

6.1. Le contexte hydrologique de la wilaya de Médéa:

Du point de vue hydrologique, La wilaya de Médéa chevauche sur quatre grands bassins versants, à savoir:

6.1.1. Le bassin versant de l'Oued Chellif :

Le bassin versant de l'oued Chellifqui traverse la wilaya Médéa dans sa partie occidentale, de direction générale Nord Sud, Il s'écoule du Sud de Chahbounia, où il est dénommé Nahr el Ouassel, jusqu'au barrage de Boughezoul. En aval de ce barrage, Nahr Ouassel prend le nom de oued Chellif, et se dirige vers le nord, pour matérialiser

un peu plus au nord la limite ouest de wilaya avec celle Ain Defla. Juste en quittant le territoire de la wilaya de Médéa, il bute sur la digue du barrage Ghrib dont une partie du lac de ce barrage se trouve dans la wilaya de Médéa.Plus de la moitié, soit 451200hectares de la wilaya de Médéa, se situe dans ce grand bassin versant. On retrouve six sous bassins versant, qui touchent à des degrés différents la wilaya de Médéa. Ce sont :

1- sous bassin versant de Daïa el Firania,
2- sous bassin versant de Daïa Boughzoul,
3- sous bassin versant de oued Cheliff Djelil,
4- sous bassin versant de oued Cheliff Ghrib,
5- sous bassin versant de oued Cheliff Harbil,
6- sous bassin versant de ouedDerdeur,

6.1.2.Le bassin versant de l'Oued Isser :

Le bassin versant de l'Oued Isserqui couvre une superficie d'environ 266880 hectares de la wilaya de Médéa. Le cours amont et moyen de L'Isser porte le nom d'oued El Malah, c'est-à-dire dans toute sa partie située dans le territoire de la wilaya de Médéa. C'est un oued à écoulement pérenne, et qui prend naissance sur le versant nord des monts situé dans le sud-est de la wilaya, au nord d'Ain Boucif, à Kef Lakhdar, pour se diriger vers le nord, puis vers le nord-est. Il draine la vaste plaine de Beni Slimane.

1. sous bassin versant d'oued el MelahKerza.
2. sous bassin versant d'oued el MelahYagour.
3. sous bassin versant d'ouedZeroua.
4. sous bassin versant d'Isser Moyen.

6.1.3.Le bassin versant des CôtiersAlgérois :

Le bassin versant des Côtiers Algéroisrassemble plusieurs sous bassins. La partie de ce bassin, située dans la wilaya de Médéa, couvre une superficie de 60400hectares et est constituée d'Ouest en Est, des parties amonts des sous bassins de : l'oued DjerBouroumi, l'oued el Harrach, amont ; l'ouedChiffa, l'oued el Harrach maritimeet le côtier Cap Matifou.

Dans cette partie de la wilaya, l'oued Chiffa est le plus important cours d'eau, il traverse l'Atlas Blidéen par les gorges qui portent le même nom. C'est un affluent du Mazafran, qui se déverse en méditerranée. La lame d'eau écoulée dans cette zone de la wilaya varie de 150 à 200 mm par an

6.1.4. Le bassin versant de Chott el Hodna :

Dans ce bassin, la wilaya de Médéa,est concernée par deux sous bassins : Le sous bassin de l'oued El Ham ,et le sous bassin de l'oued Sbisseb. Ces deux sous bassins couvrent environ 99 115 hectares du territoire de la wilaya de Médéa.La lame d'eau écoulée moyenne du bassin, à Chellalat El Adhaoura est de 20 mm par an.

Le réseau hydrographique formant ces bassins est relativement dense. Les plus importants Oueds sont des cours d'eaux exoréiques, qui se jettent donc en mer méditerrané, tels que: le Chélif, la Chiffa, le Mazafran et l'Isser. Les oueds du Sud de la Wilaya sont de moindre importance, sont endoréiques et se jette dans le chott el

Hodna, situé plus au sud. Le plus important est l'oued Sbisseb, affluent de l'oued Laham.

Le régime d'écoulement des oueds de la wilaya de Médéa est caractérisé par une forte irrégularité tant à l'échelle interannuelle qu'interannuelle. Au cours de l'année, les oueds ruissellent lors de la saison pluvieuse et enregistrent des crues catastrophiques dans plusieurs régions de la Wilaya, alors que durant la saison sèche, ils se réduisent à de minces filets d'eau.[36]

6.2.Mobilisation des ressources en eaux superficielles:

Les potentialités en eaux de surface, de la Wilaya de Médéa sont estimées, pour une année de pluviosité moyenne, à 394 millions de m^3.

La ressource en eau superficielle mobilisée à la wilaya de Médéa est de 27millions de m^3, dont environ 07 millions de m^3 provient des transferts d'autres Wilayas.

Les ouvrages de mobilisation contribuant à l'approvisionnement en eau, de la wilaya, pour différents usages sont de deux types:

- Les barrages destinés à l'alimentation en eau potable et industrielle, ainsi qu'à l'irrigation.
- Les retenues collinaires destinées uniquement à l'irrigation et servant dans certaines régions du Sud de la Wilaya à l'abreuvement du cheptel et à la lutte contre les incendies.
- Les prises au fil d'eau, destinées uniquement, à l'irrigation.
- Les sources qui sont, utilisées dans la wilaya de Médéa pour l'irrigation (petite et moyenne hydraulique).

Remarque: Les sources sont regroupées dans les eaux de surface, en raison de leurs modes de captage qui est proche de celui des eaux superficielles que celui des eaux souterraines. [36]

A/Barrages et Prises:

- **Barrage de Ladrat** :

Ce barrage est situé à l'Est de Médéa, à environ 5 Km au Sud-Ouest d'El Omaria, sa capacité actuelle est de 8.47 hm^3,

- **Barrage de Boughezoul** :

C'est un barrage en terre ancien (mis en service en 1934), sur Oued Nahr Ouassel, Sa capacité actuelle est de 20.27 hm^3.

- **Barrage de Ghrib**:

Ce barrage est situé dans la wilaya de Ain Defla, sur l'oued Chlef, c'est un barrage en enrochement avec une capacité initiale de 280 hm^3, mais du fait du fort envasement qu'il a subi, sa capacité actuelle n'est que de 116 hm^3. Il est destiné actuellement, à l'alimentation en eau potable et industrielle des communes de la wilaya de Médéa (couloirs de Médéa et de Berrouaghia) et à l'irrigation du périmètre du haut Chellif, il est connecté au barrage de Bouroum.

- **Prises de la Chiffa et de Harbil** :

Ouvrages de dérivation vers le barrage deBouroumi ayant des capacités respectives de 10 et 1.8 m^3/s.Dans la Wilaya de Médéa, les prises au fil de l'eau permettent d'irriguer une surface de petite et moyenne hydraulique de 1253 Hectares.

B/Petits barrages et retenues collinaires :

La Wilaya de Médéa compte 20 petits barrages totalisant une capacité actuelle de 18 hm^3 et 50 retenues collinaires totalisant une capacité de : 3.8 hm^3, les tableaux suivants présentent un récapitulatif des barrages et des principales retenues collinaires, de la Wilaya de Médéa.[36]

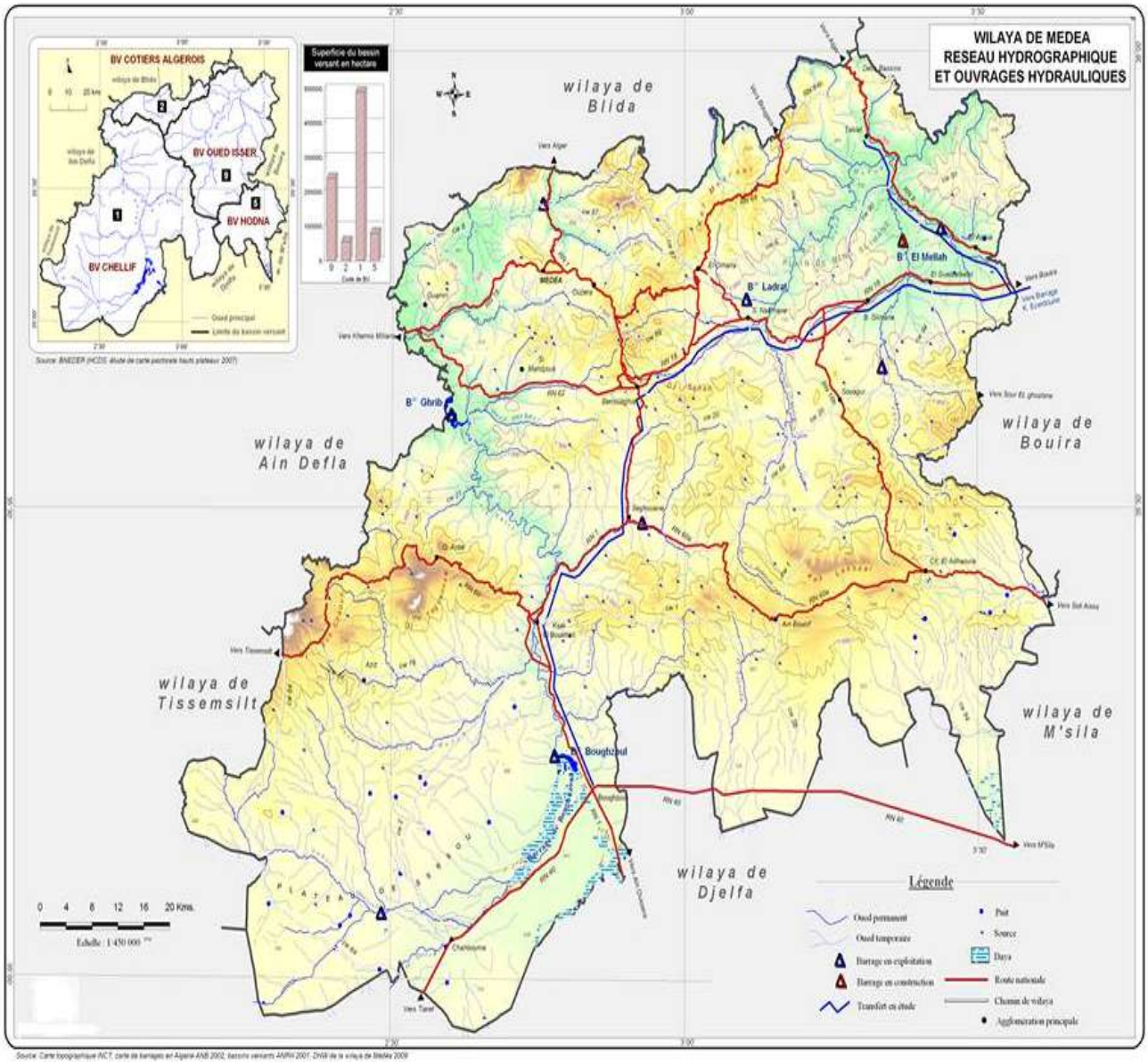


Figure 03: Carte de réseau hydrographique et ouvrage hydraulique de la wilaya de Médéa. [36]

7- Infrastructure de base

7.1. Le réseau routier:

La wilaya de Médéa dispose d'un vaste réseau routier qui comprend notamment les routes nationales N°1 et 8 qui relient le Nord au Sud du pays, les routes nationales N°18 et 40 qui relient l'Est à l'Ouest, ainsi qu'un réseau de routes de wilaya dont la longueur totale est de 976.70Km, quant aux chemins communaux ils comportent une longueur de 2357Km.[36]

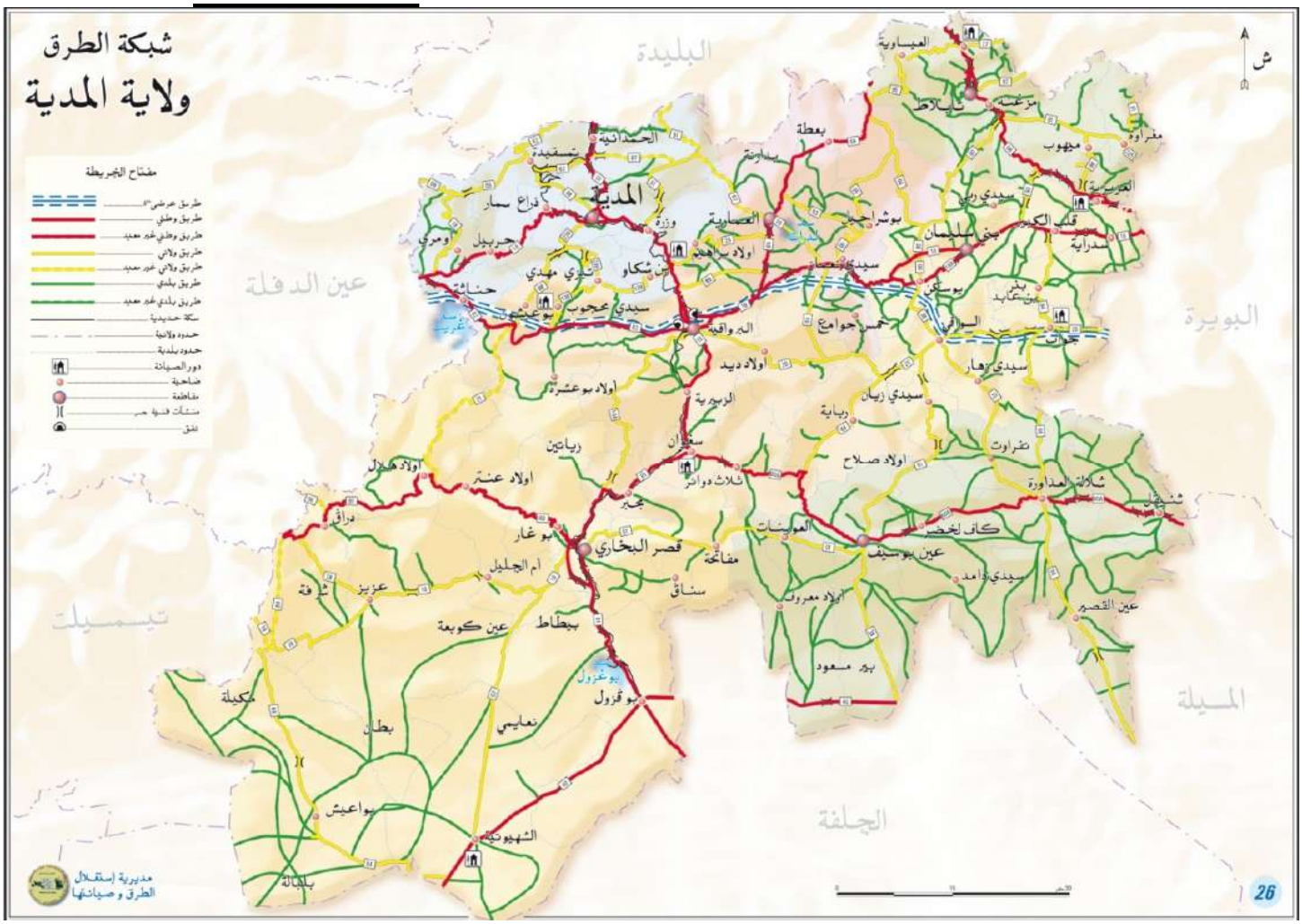


Figure 04:Carte du réseau routier de la wilaya de Médéa. [36]

7.2. Assainissement:

Le réseau d'assainissement de la wilaya de Médéa est long de 314Km. Le taux de raccordement au réseau est 95% en zone urbaine et 85% en zone rurale. Le volume des eaux usées rejetées est d'environ 13.6hm^3 par an. (Statistique en 2012)

En matière d'infrastructures d'épuration des eaux usées, la wilaya exploite une station d'épuration de type boues activées, de capacité globale 162 500 équivalents habitants, soit un débit de 26 00 m /j. A.E.P : Taux de raccordement : 94%. [36]

8- Présentation de l'Algérienne des Eaux (ADE-Médéa):

Issus de la restructuration des ex-entreprises pour l'environnement (EPE) et l'entreprise publique de distribution d'eau de ménagère industrielle et d'Assainissement (EDEMIA). L'ADE unité de Médéa (Zone d'Alger) gérait 10communes en 2003 et gère actuellement(2015): 24 communes au détail (population desservie: 450 381habitants). 12 communes en gros (population desservie : 58 077) Et deux communes desservies en gros hors Wilaya (Benhar Wilaya de Djelfa et Oued Chorfa Wilaya de Ain Defla). La population totale desservie 508458 habitants représente 62% de la principale et secondaire de la wilaya.[25]

8.1. Organisation de l'ADE unité de Médéa

Outre les structures centrales de l'unité (les départements: administration et moyens finances et comptabilité ressources humaines commercial exploitation qualité sécurité du patrimoine et CATO les communes gérées sont organisées en centres regroupant plusieurs communes selon le nombre d'abonnés et la proximité géographique. Ces centres comprennent une structure technique et une structure commerciale (agence commerciale), cette entité commerciale existe au niveau de chaque commune pour assurer la relation clientèle. Les communes importantes sont dotées d'une caisse pour le règlement des factures, le règlement via Algérie –poste est généralisé (tout abonné peut régler sa facture au niveau de n'importe quel bureau de poste de la wilaya de Médéa ou des wilayas ou ce système est opérationnel. [25]

8.2. Infrastructures d'accueil des clients

Les doléances des abonnés sont prises en charge au niveau des communes (antennes) des agences commerciales (centres) ou au niveau du département commercial (unité) par les services relation clientèle et par le centre d'accueil téléphonique opérationnels (CATO).Ce dernier en activité depuis le 01/09/2014 assure le trait d'union entre l'abonné et les structures concerné par la doléance.

- Services techniques en cas de fuite, de manque d'eau (distribution momentanée par camions citernes), etc.
- Services commerciaux en cas de problèmes de facturation.
- Services qualité(laboratoire centrale) en cas de contamination ou qualité douteuse de l'eau desservie. [25]

8.3. Les taches de l'unité ADE de Médéa:

Ils s'inscrivent dans une démarche globale qui a comme finalité:

- La modernisation des techniques de management.

- L'amélioration de la dotation d'eau au citoyen par une meilleure maîtrise de la gestion des réseaux et une lutte organisée contre le gaspillage de la ressource,
- La réhabilitation de la valeur économique de l'eau par une révision progressive et adaptée des tarifs.
- La mise en place d'une politique d'investissement et de formation audacieuse permettant une mise à niveau technique et humaine.
- L'organisation de normalisation des ouvrages et des techniques traitements.
    - Date de création : 21/04/2001
    - Nombre de communes desservies : 42
    - En détail : 30
    - En gros : 10+2 Hors Wilaya (Oued Chorfa (Ain Defla) et Benhar (Djelfa)
    - Nombre de communes non desservies : 24
    - Population total de la wilaya : 910.283 Hab.
    - Population total 764.932 Hab.
    - Population desservie : 562.369 Hab. dont :
        - En détail : 511.465 Hab.
        - En gros : 50.904 Hab.
        - Population non desservie : 347.914 Hab.
        - Effectif total : 871employésdont360 Agents.
        - Linéaire du réseau de d'adduction : 588 km.
        - Linéaire réseau de distribution : 454 km.
        - Nombre de station de traitement : 10.
        - Capacité de traitement : 723 L/s.
        - Nombre de forage : 64.
        - Nombre de station de pompage : 64.
        - Capacité de pompage : 3296 L/s.
        - Nombre de réservoirs et bâches : 211.
        - Capacité de stockage : 87366 m^3.
        - Production eau totale : 4.027 m^3/j.
        - Eaux souterraines : 28.790 m^3/j.
        - Eaux superficielles : 55.237 m^3/j
        - Volume distribue : 73.017 m^3/j.
        - Volume facteur : 45527 m^3/j.

8.4. La situation du réseau d'AEP:

Pour assurer en permanence la distribution en eau jusqu'au robinet de l'usager; un réseau d'alimentation en eau est constitué généralement de plusieurs niveaux qui se succèdent. [25]

- **Les ouvrages d'adduction**:

L'acheminement de l'eau à partir des nappes ou des ressources d'eau vers les réservoirs de stockage s'effectue à l'aide de plusieurs types d'ouvrage d'adduction d'eau, l'adduction s'effectue par simple gravité ou par l'intermédiaire de système de pompage a Médéa l'adduction d'eau par pompage se fait à partir du barrage de Ghrib, des prises d'eau dans l'oued de Chiffa (ressources superficielles) et des forages (ressources souterraines), en plus des captages d'eau des sources réparties dans le périmètre de la ville. Le réseau s'étend sur plus de 100.498 mètres linéaires, les conduites d'adduction sont constitués généralement de fonte. Les ouvrages de stockage (les réservoirs): les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature à la fois technique et économique. (tableau 04).

Tableau 04: Les fonctions d'un réservoir. [25]

fonctions techniques	***fonctions économique***
- Régulation de débit - Sécurité d'approvisionnement - Régulation de la pression - Simplification de l'exploitation - Réacteur participant au traitement	- Réductions des investissements sur les ouvrages de production. - Réductions des investissements sur le réseau de distribution. - Réduction des dépenses d'énergie.

La ville de Médéa enregistre 40 ouvrages de stockage. Ces réservoirs totalisent une capacité de 33.990 m^3.Le tableau ci-après donne le volume d'eau par ouvrage.

Tableau05: La capacité de stockage par réservoir. [25]

Réservoir (lieu)	Capacité (m^3)	Réservoir (lieu)	Capacité (m^3)	Réservoir (lieu)	Capacité (m^3)
Bardos	1500	**Dameitte**	200	**VSA Ouamri**	650
Draa Ben Ganif	200	**Ain ELArais**	200	**Sidi Othmane**	300
Ouzera	500	**Ain ELArais**	50	**CEM Ouamri**	50
VSA Ouzera	200	**Citadelle**	1400	**Polyclinique Ouamri**	100
R'mali	6000	**Tamezguida**	500	**Sidi Amer**	200
Sidi M'sellem	1000	**Tamezguida**	70	**Settara**	80
Draa S'maar	500	**Bazize**	90	**Semmana**	150
Theniet-El Hadjar	4500	**Merjechkir**	10000	**Takhabit**	50
M'sallah	3500	**Pôle urbain**	2000	**Nombre totale = 40**	**Capacité Total =33990m^3**

- **Réseau de distribution:**

1-Situation de réseau :

La wilaya de Médéa dispose d'un réseau de distribution d'eau potable de 300.000 mètres linéaires, les diamètres des conduites varient entre 400 et 600 mm.Le taux de branchement est estimé à 97 %.Le rendement de ces réseaux, se situe entre 40 et 50%. La distribution en eau se fait à partir des réservoirs et de quelques forages injectés directement dans le réseau (figure 05).

2-L'état de réseau :

L'état de réseau est vétuste à plus 60% les pertes d'eau sont importantes. La population totale desservie 508458 reprisent 62% de la population total de la wilaya (819934) et 88/100 de la population des agglomérations principales et secondaires de la wilaya (5776557 : zones éparses déduites).
Le plomb comme matériau utilisé pour les branchementsà l'époque est actuellement interdit et dois être remplacé par un nouveau matériau(Le polyéthylène haute densitéPEHD) vu qu'il peut pénétrer dans l'eau potable lors de la corrosion de tuyaux, ce phénomène et plus susceptible de se dérouler lorsque l'eau est acide. [25]

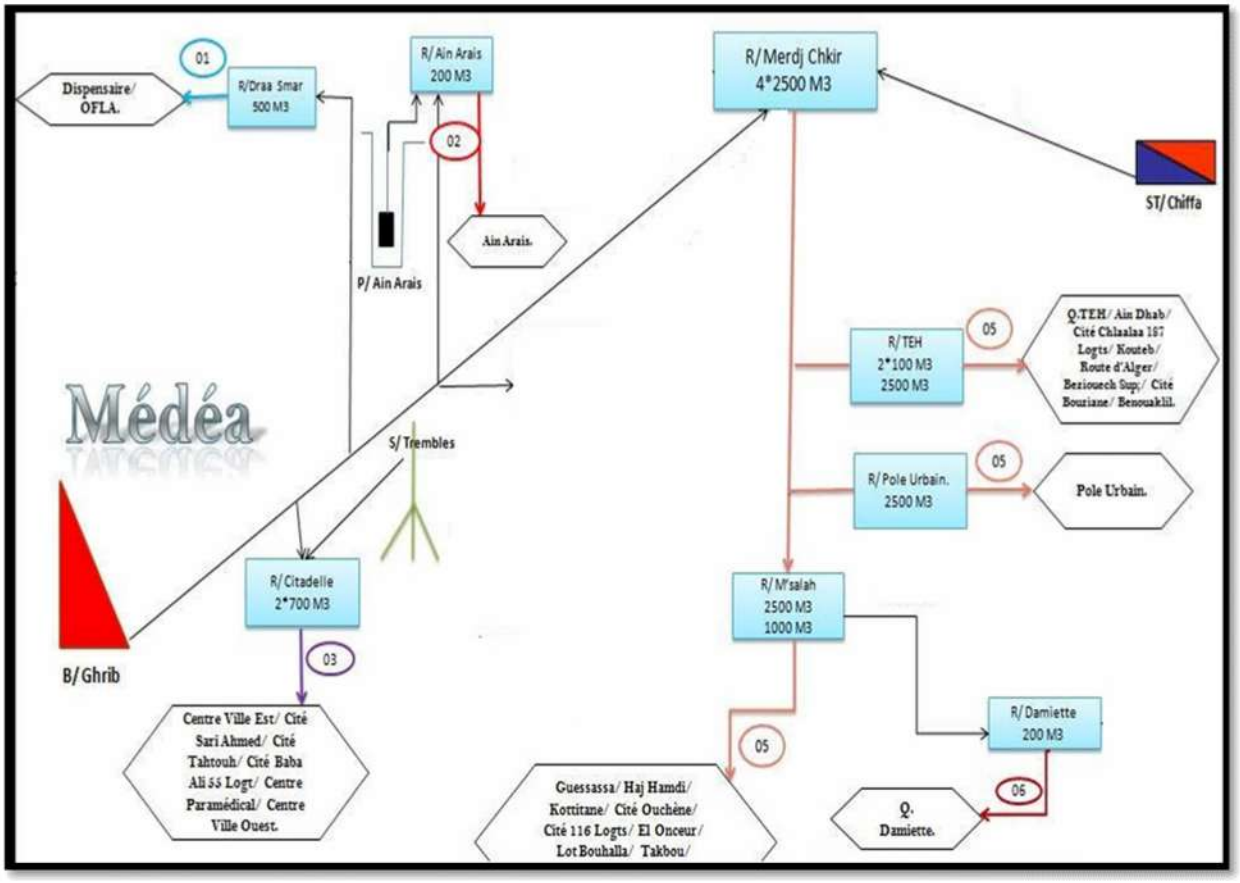


Figure 05:une partie de réseau de distribution de l'eau potable de la wilaya de Médéa. [25]

Chapitre 03

Matériel et méthodes

1-l'échantillonnage :

Sept stations de prélèvements ont été retenues au niveau de la ville de Médéa pour effectuer notre étude.

La zone d'étude s'étend entre l'est de Médéa à " ouest.

Les stations de prélèvement ont été choisies afin de couvrir le maximum de points de prélèvements dans le réseau d'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Médéa et connaitre la qualité physicochimique et bactériologique.

Les stations de prélèvements sont comme suit :
-La station 01 : C
-La station 02 : p
-La station 03 : U
-La station 04 : Di
-La station 05 : E
-La station 06 : A
-La station 07 : D

2- méthodes de prélèvement et d'analyse :

2-1- PRELEVEMENTS :

Les échantillons d'eau de robinet ont été prélevés chaque semaine pendant un mois du 19/04/2015 jusqu'au 12/05/2015 à partir de sept points de centre-ville de la wilaya de Médéa et part suit en aura 28 échantillons.

2.1.1. Paramètres et mesures in-situ:

Après chaque prélèvement on mesure les paramètres physicochimiques suivants:

La température de l'eau est mesurée à l'aide d'un thermomètre de marque OAKTON (**figure07**).

Le pH est pris à l'aide d'un pH- mètre de marque OAKTON (**figure07**).

La conductivité électrique est relevée à l'aide d'un conductimètre de marque HANNA (**figure07**).

Le test du chlore est opéré par la méthode suivante: [25]

- **Méthode:**

1-Rincer un tube à essai vide a l'eau de robinet.
2-Mettez un comprimé de DPD. (N, N diéthyl-P- phenylendiamine).
3-Verser l'eau de robinet dans le tube jusqu'à 3 quarts.
4-Mélanger et observer.

- **Expression des résultats** : (**figure09**)

Tableau 06: Lecture des résultats du test de chlore.

Couleurs	Valeurs du chlore (mg/l)
La couleur transparente	Traces de chlore.
La couleur rose claire	0.2- 0.4
La couleur rose foncé	0.5- 0.7
La couleur rose violacé	0.8- 1

Figure 06: Les différents points de prélèvement au niveau de la ville de Médéa.[47]



Figure 06: Glacière pour le transport des échantillons. [47]



Figure 07: pH-mètre/thermomètre OAKTON (à gauche), Conductimètre HANNA (à droite). [47]

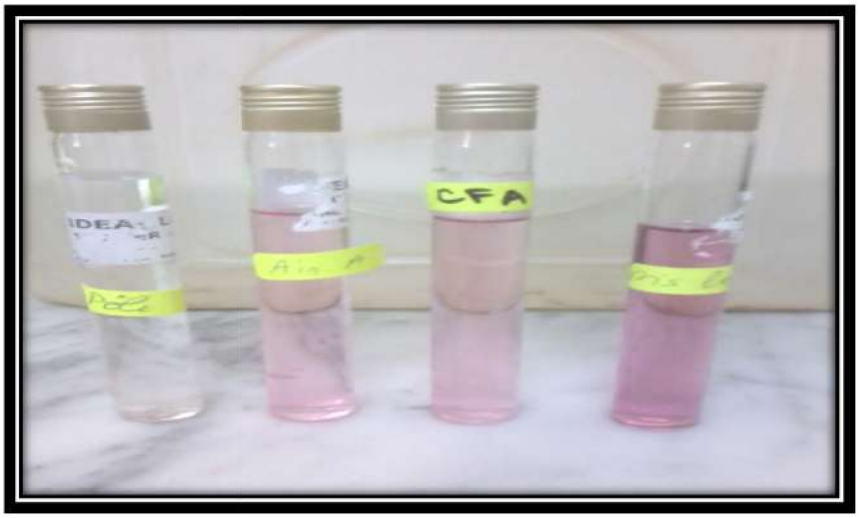


Figure 08: Observation des résultats du test de chlore. [47]

3-Méthodes d'analyses physicochimiques:

3.1-Prélèvement et conservation des échantillons :

Les échantillons prélevés pour les analyses physicochimiques sont mis dans des bouteilles en plastique, d'une capacité de 1000 ml pour une analyse physicochimique complète conservé les échantillons pendant une durée de 24h.

3.2-Procédure pour les prélèvements:

→ ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 1 ou 2 min.
→ rincer la bouteille 2 à 3 fois avec l'échantillon a analysé.
→ remplir la bouteille avec l' l'échantillon a analysé.
→ fermer la bouteille et l'identifier en marquant l'adresse et l'heure
→ remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau.
→ acheminer les prélèvements au laboratoire à température ambiante.

3.3- Détermination de turbidité:

- **Matériels:**

Turbidimètre optique et électronique de marque HACH modèle 2100N (**fig.8**).

- **Méthode**:

1-agiter bien l'échantillon à analyser, verser quelques millilitres dans la cuvette rincée à l'avance avec l'eau distillée jusqu'au la flèche indiquée dans cette dernière.

2-fermer la cuvette et bien la séchée et mettre dans leur place spécialisé, fermez le capot de turbidimètre et lisez la première valeur qui s'affiche dans l'écran. Les résultats sont exprimés en NTU (Nephlo Turbidité Unité). [25].

- **Lecture des résultats :** se fait à l'aide du turbidimètre (**figure09**).



Figure09: Turbidimètre de marque HACH modèle 2100N. [47]

3.5-Détermination des sulfates :

- **Réactifs**

  1- Solution stabilisante.

  2- Solution de chlorure de baryum (BaCl2) à 0.01N

  3- Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de sulfate de sodium (Na2SO4)

- **Matériel:**

- fioles
- Pipettes
- béchers avec bouchon. (**figure10**).
- Spectrophotomètre UV/Visible de marque HACHE (DR4000/U). (**figure11**).

- **Méthode :**

1. Introduire 20ml d'eau a analysée puis on complète jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée.
2. Ajouter 5ml de solution stabilisante **(a)** (voir annexe) et 2 ml de chlorure de baryum ($BaCl_2$).
3. Agiter énergétiquement, la couleur de solution devient blanche. [25].

- **Lecture:**

Les résultats sont réalisés à l'aide d'un spectrophotomètre. [25]

3.6-Détermination des phosphates :

- **Réactifs :**

- Acide sulfurique.
- Réactif mélange (solution molybdate acide).
- Acide ascorbique.

- **Matériel:**

- Balance analytique.
- Spectromètre UV-Visible de marque HACH (DR4000/U) (**figure11**).

- **Méthode:**

Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1ml d'acide ascorbique et 2ml de réactif mélange dans une fiole jaugée de 50 ml. Compléter le volume. Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai. [25].

- **Lecture:**

Les résultats se réalisent à l'aide d'un Spectrophotomètre UV/Visible de marque HACHE (**figure11**) [25].



Figure10: béchers avec les bouchons utilisés pour la détermination des sulfates. [47]



Figure11: le spectrophotomètre UV-Visible de marque HACH (DR4000/U). [47]

3.7- Détermination des chlorures :

- **Réactifs**

- Solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 0,02 mol/l.
- Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO_4) à 100 g/l.
- Solution étalon de chlorure de sodium (NaCl) à 0.02 mol/l.
- Solution d'acide nitrique (HNO_3) à 0.1 mol/l.
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.1 mol/l.
- Carbonate de calcium (CaCO3) ou mono hydrogénocarbonate de sodium ($NaHCO_3$) en poudre.

- **Matériel**

- Burette ;
- Pipettes ;
- Fioles ;
- Bécher.

- **Méthode:**

1- Introduire 100 ml de l'échantillon dans une capsule en porcelaine blanche ou dans une fiole ou dans un bécher conique, placé sur un fond blanc.
2- Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium. (**figure 12**).
3- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre (**figure13**).Après addition d'une goutte de solution de Chlorure de Sodium cette coloration doit disparaître. [25].

- **Expression des résultats :** [25].

La concentration en chlorure P_{Cl} exprimée en milligrammes par litre, est donnée par la formule suivante:

$$\mathbf{P_{Cl} = \frac{(V_S - V_b)}{Va}\ C\ f}$$

Où:

- $\mathbf{P_{Cl}}$: est la concentration en milligramme par litre de chlorure.
- $\mathbf{V_a}$ **:** est le volume, en millilitres de l'échantillon pour essai (maximum 100 ml; les dilutions doivent être prises en compte).
- $\mathbf{V_b}$**:** est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage du blanc.
- $\mathbf{V_s}$**:** est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.
- **C:** est la concentration réelle exprimée en moles d'$AgNO_3$ par litre, de la solution de Nitrate d'Argent.
- **f :** est le facteur de conversion *f* =35453 mg/mol.

3.8- détermination de la somme de calcium et magnésium (TH):

- **Réactifs et matériels**

- Solution titrée à 0,01 mol/l d'Éthylène Diamine Tétra-Acétique (EDTA).
- Solution chlorure d'ammonium (NH_4Cl).
- Mordant noir, (indicateur).

- **Matériels**

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA (**figure14**)
- Matériel courant de laboratoire: fioles, pipettes, béchers

- **Méthode:**

1. Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, ajouter 4 ml de la solution (NH_4Cl) et une pincée d'indicateur.
2. Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose (**figure1**4).
3. Titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu. (**figure15**).
4. La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA. [25].

- **Exploitation des résultats :**

Les résultats sont calculés en utilisant Excel 2007.



Figure 12 : Détermination des chlorures. [47]



Figure 13: le virage vers une couleur rougeâtre. [47]



Figure14: Burette de 50ml pour le titrage avec l'EDTA. [47]



Figure 15: l'apparition de la couleur bleu après l'ajout de l'EDTA (volume de titrage). [47]

3.9-Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium (la matière organique).

- **Réactifs :**

- Acide sulfurique.
- Permanganate de potassium
- Sulfates ferreux ammoniacal
- $KMnO_4$.

- **Matériels :**

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA.
- Matériel courant de laboratoire : fioles, pipettes, béchers.

- **Méthode :**

1. Dans un Erlenmeyer à col large introduire 100ml d'eau a analysée puis on rajoute 10ml d'acide sulfurique et quelques pierres pence et on porte à ébullition ($1^{ère}$ ébullition).
2. ajouter 10ml de permanganate de potassium et porter à ébullition pendant 10min ($2^{ème}$ ébullition) (**figure17**).
3. refroidir puis ajouter 10ml de sulfates ferreux ammoniacal la couleur devient transparente) (**figure18**).
4. titrer avec $KMnO_4$ jusqu'au virage de couleur de la solution en rose claire et noter le volume (**figure19**).
5. faire un témoin avec de l'eau distillée (V_0). [25].

- **Expression des résultats : [**25].
  Les résultats sont calculés avec la formule suivante :

$$\mathbf{(O_2)=V-V_0\ \ mg/l.}$$

Où:

- **V:** est le volume de KMnO4 consommé après le dosage des échantillons.
- **V_0:** est le volume de KMnO4 consommé après le dosage du témoin avec de l'eau distillé



Figure16 : chauffage jusqu'à l'ébullition à l'aide d'une plaque chauffante. [47]



Figure17 : la disparation de la couleur violet après l'ajout de l'acide sulfurique. [47]

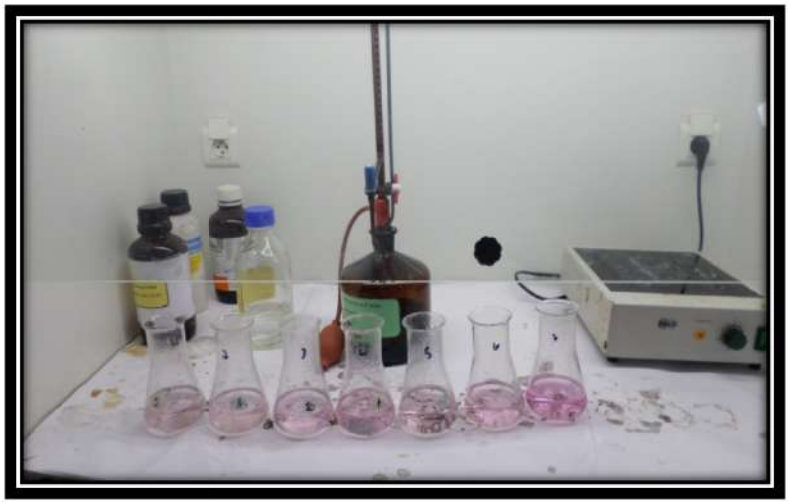


Figure 18:l'apparition de couleur rose claire après l'ajout de $KMnO_4$ (Volume de titrage). [47]

3.10- Détermination de l'ammonium :

- **Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes).
- Spectrophotomètre UV/VIS.

- **Méthode :**

1- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouté dans l'ordre: 4ml du réactif coloré **(b)** (voir annexe) puis homogénéisé.
2- ajouter 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate **(c)** (voir annexe) de sodium, et homogénéiser.
3- Après au moins 20 mn, attendre le développement de la couleur (**figure 19**). Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage. [25].

- **Expression des résultats :** [25].

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l d'ammonium. (**Figure 11**).

3.11- Détermination des nitrites :

- **Matériel :**

1. Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes…)
2. Spectrophotomètre UV -Visible permettant des mesures à une longueur d'onde de 540 nm, équipé de cuves de 10 mm d'épaisseurs.

- **Méthode:**

1- Introduire 50 ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif mixte **(d)** (voir annexe)
2- et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2. (**figure20**).
3- mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm). Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai. [25].

- **Expression des résultats:** [25].

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l des nitrites. (**figure11**).

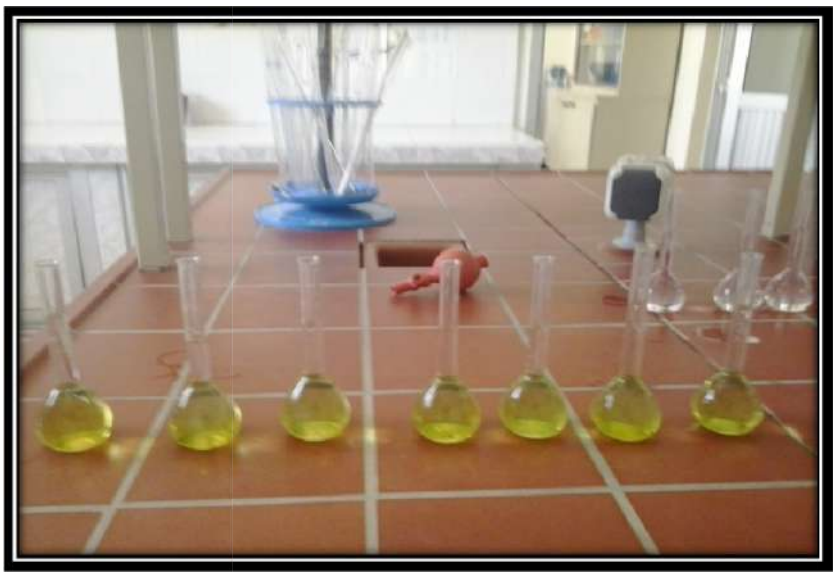


Figure19: Détermination de l'ammonium avec un virage de couleur du jaune au vers (existence de l'ammonium). [47]



Figure 20: détermination de nitrites avec un virage de couleur vers le rose (Existence de nitrites). [47]

3.12- Détermination des Nitrates :

- **Matériel :**

- Balance analytique.
- Capsules de 100 ml. (**figure21)**
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml
- Poires à pipeter.
- Etuve pour séchage.
- Spectrophotomètre UV-Visible.

- **Méthode :**

1- Introduire 10ml d'eau à analyser.
2- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30% **(b).**
3- Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 % **(a).**
4- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88°C.
5- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré **(d).**
6- Laisser reposer 10 minutes.
7- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
8- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium **(c)** (**figure22**). [25].

- **Exploitation des résultats :** [25].

Faire la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm (**figure 11**).



Figure21 : Capsules de 100 ml pour la détermination des nitrates. [47]



Figure22 : L'apparition de couleur jaune après l'ajout de tartrate double de sodium et de potassium. [47]

4-Méthodes de prélèvements bactériologiques :

4.1-Période des prélèvements et zone d'étude:

Les échantillons d'eau de robinet ont été prélevés chaque semaine pendant un moins de 19/04/2015 jusqu'à 07/05/2015 en sept points de centre-ville de la wilaya de Médéa (**figure06**) et part suit en aura 28 échantillons.

4.2-Prélèvement et conservation des échantillons:

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec prudence et de la technique afin d'éviter toutes les sources possibles de contamination. Les échantillons doivent être prélevés dans des flacons en verre blanc, à haut évasé, avec un bouchon en verre rodé, d'une capacité de 250 ml, stérilisés au préalable,

La norme NF T 90-420 de février 1987 indique que les échantillons doivent être maintenus dans une glaisière (**figure06)** à une température comprise entre 1et 4°C dés leur prélèvement. Ils doivent être analysés le jour même, il est donc admis que le délai maximum entre le prélèvement et le début de l'analyse ne doit pas excéder 24 h, aussi il est préférable de le raccourcir lorsque l'eau est présumée être très polluée.

4.3- Procédure pour les prélèvements :

- ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 1 ou 2 minutes;
- remplir environ au ¾ du volume;
- fermer le flacon et l'identifier en marquant le point et la date du prélèvement ;
- marquer le flacon avec le numéro d'échantillon correspondant au point de collecte
- remplir la fiche d'identification de l'échantillon d'eau;
- mettre le flacon contenant l'échantillon dans une glacière (figure06).
- acheminer les prélèvements au laboratoire.
- Le temps entre la collecte et l'examen de l'échantillon ne doit pas excéder 24 h.

5-Méthodes d'analyses microbiologiques :

5.1-Recherche et dénombrement des bactéries *coliformes* et *d'Escherichia-coli* (méthode par filtration) :

(voir annexe)

Selon le dérivé de l'ISO 9308-1: 2000 et ISO 9308 – 1 : 2000 / correctif 1 : 2007.

- **Milieu d'isolement:**
  - Milieu TERGITOLE-7. (voir annexe).
- **Milieu de confirmation et d'identification:**
  - Gélose trypticase soja agar .TSA (voir annexe).
- **Réactif de confirmation:**
  - disques d'oxydase.
  - Réactif à l'indole.
  - Réactif Kovacs.
- **Matériels :**
  - Bec bunsen
  - Boites de Pétri stérile
  - Incubateurs à 36 ± 2°C et 44± 0,5°C
  - Membranes filtrantes porosité 0,45µm, diamètre 47 mm

- Pinces.
- Produit désinfectant (eau de javel)
- Rampes de filtration avec pompe à vide. (**figure24**).

- **Méthode:**

1- Flamber la partie supérieure du support de la rampe de filtration et particulièrement le fritté métallique avec le robinet ouvert au début du flambage et fermé en fin de flambage.
2- Flamber les entonnoirs aussi.
3- Laisser refroidir jusqu'à ce que les entonnoirs soient manipulables à mains nues sans la moindre sensation de brûlure.
4- Passer la partie ouverte de la pince à la flamme 2 à 3 seconde.
5- Saisir une membrane stérile de porosité 0,45µm, ouvrir son emballage et extraire la membrane avec la pince stérilisée préalablement par flambage.
6- Déposer la membrane sur le support de filtration refroidi.
7- Fixer l'entonnoir sur le support.
8- Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille.
9- Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot.
10- Verser l'eau à analyser jusqu'au repère de l'entonnoir (minimum 100 ml).
11- Ouvrir le robinet du support, laisser aspirer entièrement et fermer ensuite le robinet.
12- Dès que la quantité d'eau est filtrée, prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son bord.
13- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose lactosée au Tergitol) en prêtant attention à ne pas piéger des bulles d'air.
14- Incubation dans l'étuve à 36 ± 2 °C pendant 22 ± 2 h, le couvercle vers le bas. (pour les coliformes totaux)
15- Dans les mêmes conditions en suivant la même procédure filtrer un deuxième volume d'eau à analyser et incuber les boites à 42 ± 2 °C pendant 22 ± 2 h (pour les coliformes fécaux)

- **Lecture**

Examiner les membranes avec le compteur de colonie (**figure 23**) et considérer comme positives toutes les colonies petites lisses à légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positive).

- **Confirmation**

Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies à des fins de confirmation (**figure 26**) basée sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.

- **Test à l'oxydase :**

1 - Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 5 à 10 colonies, à incuber à 36 ± 2°C pendant 21 ± 2 heures, puis effectuer le test de l'une des façons suivantes:

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

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

4 - Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé. (**figure25**).



Figure 23: Compteur de colonie. [47]



Figure 24 : Rampes de filtration avec pompe à vide. [47]



Figure 25: Milieu de confirmation TSA. [47]

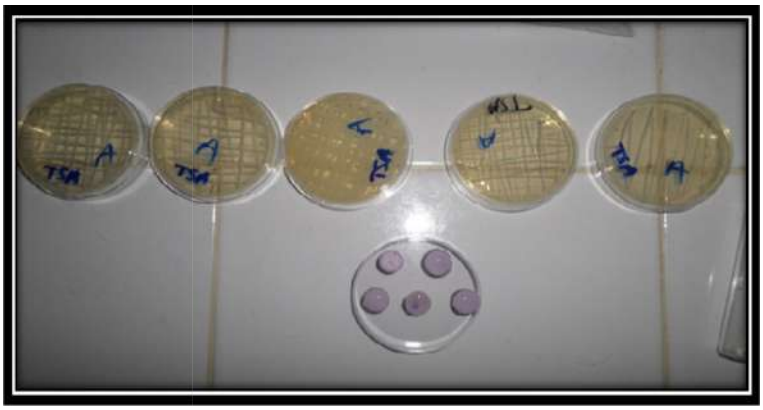


Figure 26: Test d'oxydase. [47]

- **Test à l'indole**

Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane (**figure27**).

Bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber ce dernier à 44 ± 0,5°C pendant 21 ± 3 h (**figure28**). Puis rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (**figure 29**).

La présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.

Identification

- Est considérée comme bactérie coliforme, toute colonie caractéristique (jaune), dépourvue de l'enzyme oxydase et non productrice d'indole.
- Est considéré comme bactérie *Escherichia coli*, toute colonie caractéristique (rouge), dépourvue de l'enzyme oxydase, mais productrice d'indole à 44°C.
- **Mesures et calcul du résultat :**

Calculer le nombre d'Escherichia coli selon d'équation suivante :

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

Ou :

a : Nombre d'Escherichia coli par millilitre.

b: Nombre de colonies caractéristiques présumées dans la boite.

A: Nombre de colonies repiquées.

c: Nombre total de colonies trouvées dans la boite.



Figure27: Repiquage des colonies caractéristique dans le milieu urée indole[47]



Figure 28: Incubation dans l'étuve**.** [47]



Figure 29: Réactif de Kovacs. [47]

5.2- Recherche et dénombrement des *streptocoques fécaux* sur milieu solide sélectif :

Selon la Norme NA 766 en ISO 7899-2

- **Milieu d'isolement :**

- Milieu SLANETZ. (voir annexe)

- **Matériels :**

- Bec bunsen.
- Boites de Pétri stérile.
- Incubateurs à 36 ± 2°C et 44± 0,5°C.
- Membranes filtrantes porosité 0,45µm, diamètre 47 mm.
- Pinces.
- Produit désinfectant (eau de javel).
- Rampes de filtration avec pompe à vide.

- **Méthode:**

1. Flamber la partie supérieure du support de la rampe de filtration et particulièrement le fritté métallique avec le robinet ouvert au début du flambage et fermé en fin de flambage.
2. Flamber les entonnoirs aussi.
3. Laisser refroidir jusqu'à ce que les entonnoirs soient manipulables à mains nues sans la moindre sensation de brûlure.
4. Passer la partie ouverte de la pince à la flamme 2 à 3 secondes.
5. Saisir une membrane stérile de porosité 0,45µm, ouvrir son emballage et extraire la membrane avec la pince stérilisée préalablement par flambage.
6. Déposer la membrane sur le support de filtration refroidi.
7. Fixer l'entonnoir sur le support.
8. Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille.
9. Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot.
10. Verser l'eau à analyser jusqu'au repère de l'entonnoir (minimum 100 ml).
11. Ouvrir le robinet du support, laisser aspirer entièrement et fermer ensuite le robinet.
12. Dès que la quantité d'eau est filtrée, prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son bord.
13. Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose SLANETZ) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air.
14. Incubation à 36 ± 2 °C pendant 22 ± 2 h, le couvercle vers le bas.

- **Lecture:**

Examiner les membranes avec le compteur de colonie (**figure 23**) et considérer comme streptocoques fécaux toutes les colonies qui, quelle que soit leur taille, présentent une coloration rouge, marron ou rose, soit à leur centre, soit à leur périphérie.

5.3- Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfitoréducteurs* (par filtration sur membrane)

Selon la norme ISO 6461/2 : Combiné à la norme AGw du 15 janvier 2004.

- **Milieux d'isolement:**

- Gélose Tryptone-Sulfite-Cyclosérine TSC. (voir annexe).
- Jarre.

- **Matériel :**

- Bain-marie à 75°C ± 5°C
- Thermomètre
- Balance analytique
- Bec bunsen
- Boites de Pétri stérile
- Flacons stériles de 250ml
- Incubateur
- Jarre anaérobie
- Membranes filtrantes porosité 0,2µm, diamètre 47 mm
- Pince
- Produit désinfectant (eau de javel)
- Rampe de filtration avec pompe et fiole à vide

- **Filtration de l'échantillon**

1. Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille.
2. Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot.
3. Verser 100 ml d'échantillon dans un flacon stérile de 100ml et prétraiter à 75°C ± 5°C.

- **Prétraitement à la chaleur:**

1. Allumer le bain-marie et régler la température à 75°C ± 5°C. Lorsque la température est atteinte, placer les échantillons de 100 ml dans le bain-marie.
2. Placer également un flacon stérile de 100ml contenant 100 ml d'eau dans laquelle plonge un thermomètre. Lorsque la température atteint 75°C ± 5°C dans la bouteille témoin, laisser les échantillons dans le bain-marie durant 15 minutes. (**figure30**).
3. Ensuite, refroidir rapidement l'échantillon et procéder à l'étape de filtration.
4. Flamber la partie supérieure du support de la rampe de filtration et particulièrement le fritté métallique avec le robinet ouvert au début du flambage et fermé en fin de flambage.
5. Flamber les entonnoirs ainsi que la verrerie sur laquelle ils sont déposés après usage.
6. Laisser refroidir jusqu'à ce que les entonnoirs soient manipulables à mains nues sans la moindre sensation de brûlure.
7. Passer la partie ouverte de la pince à la flamme 2 à 3 secondes.
8. Saisir une membrane stérile de porosité 0,2µm, ouvrir son emballage et extraire la membrane avec la pince stérilisée préalablement par flambage.
9. Déposer la membrane sur le support de filtration refroidi.

10. Fixer l'entonnoir sur le support.
11. Filtrer sur la même membrane 100 ml d'échantillon non traité thermiquement (formes végétatives) et 100 ml d'échantillon préalablement chauffé (spores).
12. Libérer l'entonnoir et le déposer sur la verrerie prévue à cet effet.
13. Retirer la membrane de son support à l'aide de la pince préalablement passée à la flamme et la placer à l'envers sur le milieu TSC Agar base préalablement séché sur une plaque histologique en s'assurant que des bulles d'air ne soient pas emprisonnées sous la membrane.

- **Incubation.**

Incuber la boîte de Pétri filtre vers le bas à l'étuve 37°C ± 1°C pendant minimum 18 heures en jarre pour anaérobie. (**figure31**).

- **Lecture.**

Examiner les membranes et considérer comme *Clostridium sulfitoréducteurs* présumés toutes les colonies qui, quelle que soit leur taille, présentent une coloration noire, soit à leur centre, soit à leur périphérie



Figure 30: Traitement à la chaleur dans le bain marie. [47]



Figure 31: jarre anaérobie. [47]

Chapitre 04

Résultats et interprétation

1- Résultats des paramètres organoleptiques :

1-La couleur

L'eau de robinet prélevée aux différentes stations est toujours claire ou de faible turbidité ceci est due au faible teneur des substances qui en suspension ajoutent leur propre coloration.

2-L'odeur :

L'eau de robinet analysée est inodore, ce qui indique probablement l'absence des produits chimique, mais parfois nous sentons l'odeur de chlore due probablement à une l'hyperchloration.

3-La saveur :

L'eau de robinet analysée n'a aucun gout désagréable mais parfois on déguste un gout de chlore.

2- Les paramètres physicochimiques :

1- La température de l'eau :

D'après le tableau et la **figure 33** on remarque que la température de l'eau mesurée dans toutes les stations de prélèvements est différente d'une station à une autre. Cette variation de température de l'eau est faible et suit généralement celle de l'air. Elle se situe entre une moyenne de 19.72°C et de 21.17°C.

L'évolution temporelle de la température de l'eau (**figure34)** au cours des 4 semaines de prélèvements, elle est aussi fluctuante est suit de près celle de l'air. Ces résultats respectent la norme algérienne qui fixe une température de l'eau à 25 °C

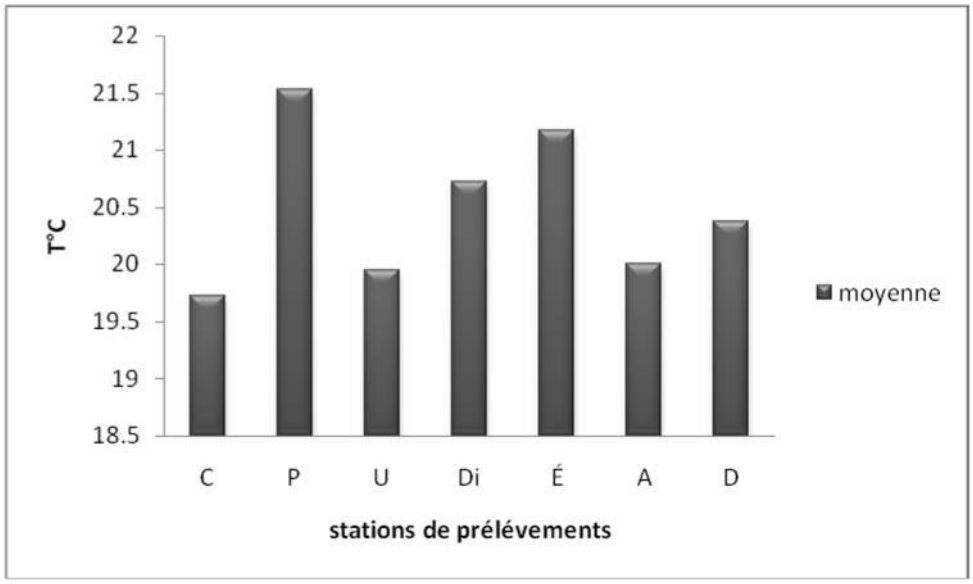


Figure 33: Distribution spatiale des températures moyennes en (° C).

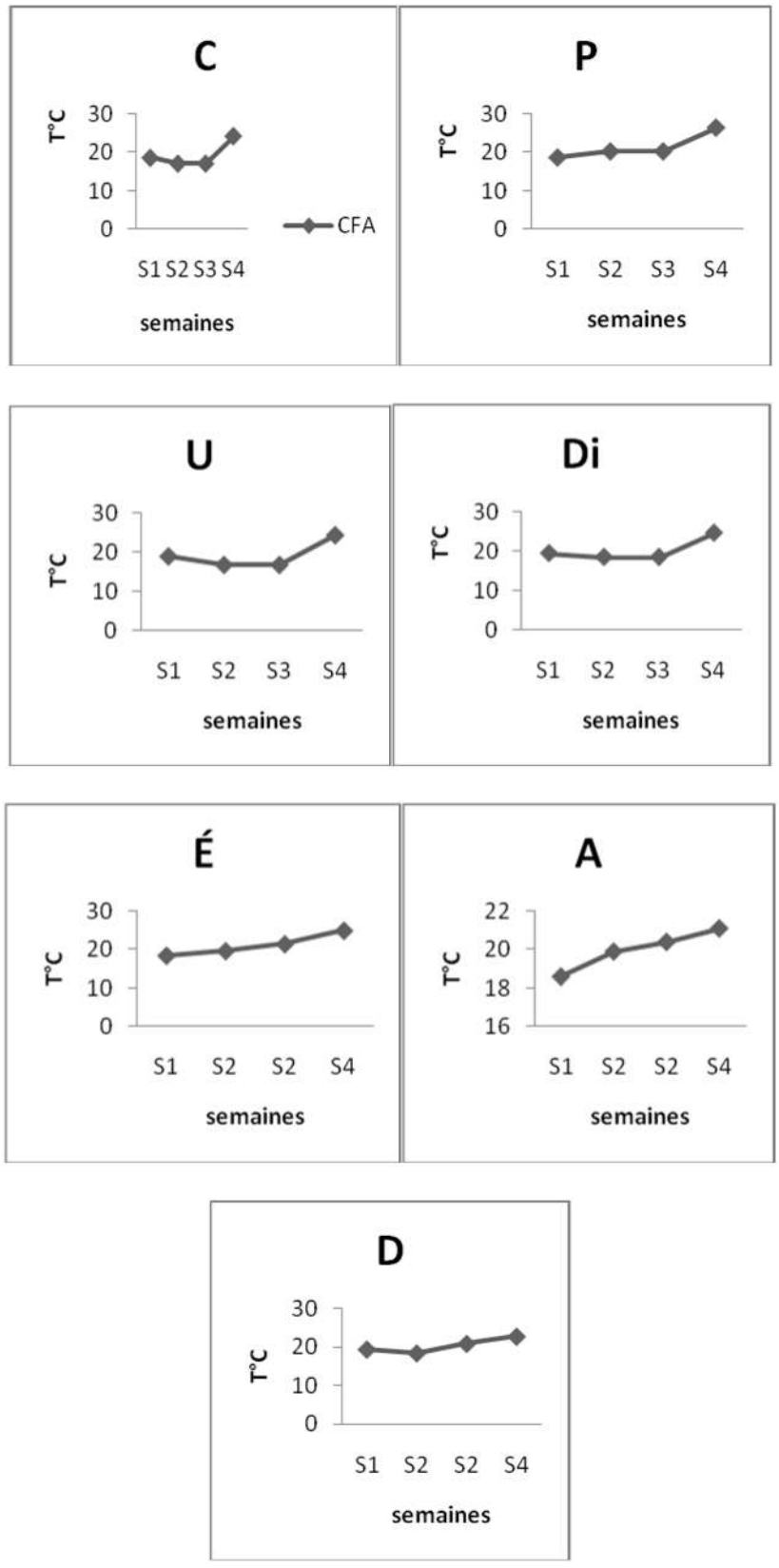


Figure 34: Variations temporelles des températures en ° C.

2- Potentiel d'hydrogène (pH):

D'après Rodier (2009) le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. L'OMS ne fixe pas de valeurs, mais précise qu'un faible pH peut poser des problèmes de corrosion ; et un pH élevé entraine le gout de consommation accrue de savon.

Les résultats du pH obtenus (**figure35)** montrent que toutes les stations de prélèvements dépassent une moyenne de 7.58. Cette valeur du pH reste dans les normes algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5.

Par ailleurs, le pH de l'eau analysée varie pendant les quartes semaines d'analyse. Le pH au cours de la première semaine (S1) se situ entre (7.7 – 8.25). En S2 on remarque qu'il y a une augmentation de pH au niveau de toutes les stations de prélèvements (7.7-8.35) à l'acception des 2 stations de prélèvements (Di, A) où on a obtenue une légère diminution de pH. A partir de la troisième semaine S3, le pH diminue d'une manière significative sauf dans les 2 stations de prélèvements (Di, A) où on observe plutôt une augmentation légère**. (figure36).**

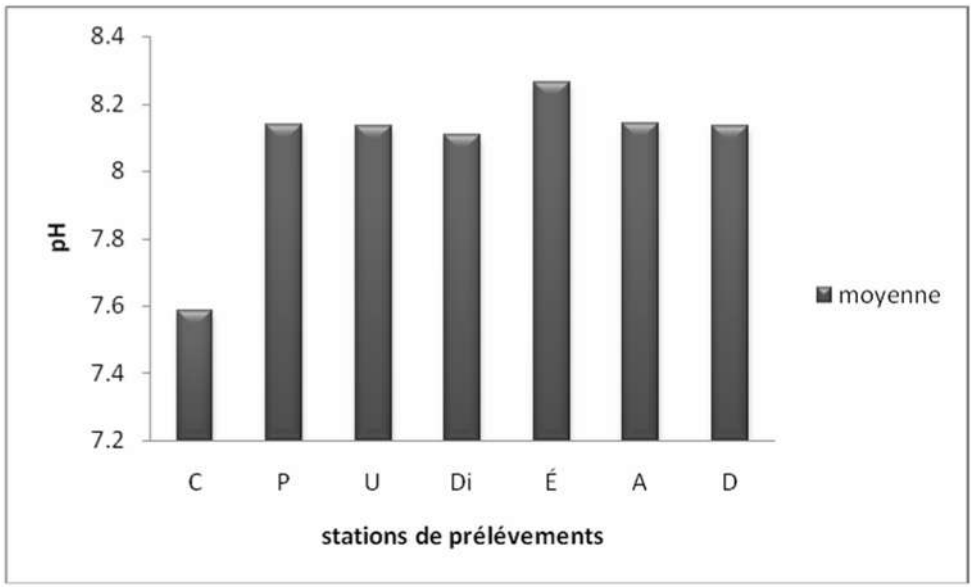


Figure 35 : Distribution spatiale de pH moyenne

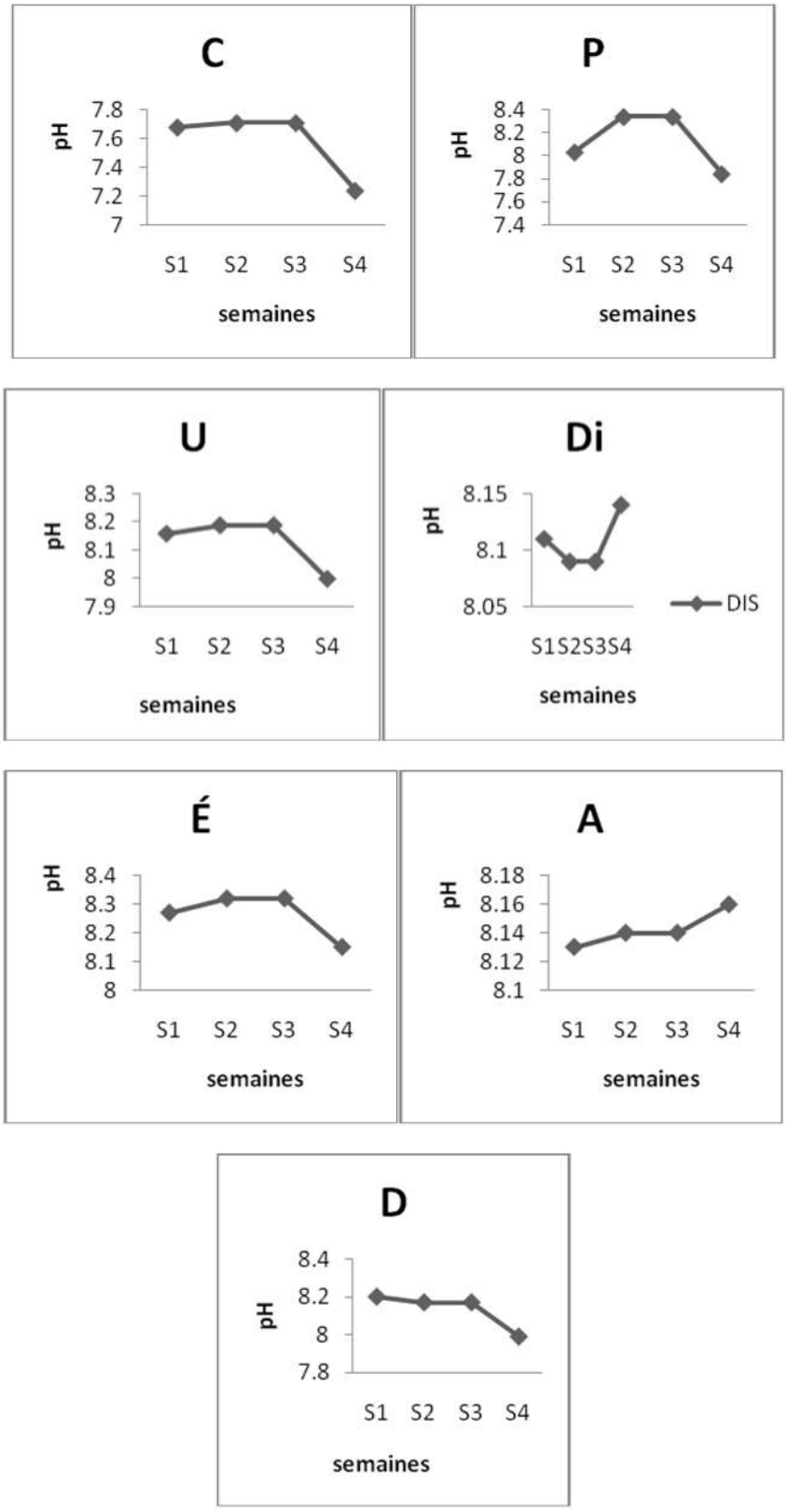


Figure 36 : Variations temporelles de pH.

2- la conductivité électrique :

Les résultats de l'analyse de l'eau **(figure37**) montrent que la conductivité électrique dépasse en moyenne 1100 µS/cm pour toutes les stations de prélèvements et elle est variable au cours des semaines d'analyse. Cette moyenne enregistrée ne dépasse pas les normes algériennes qui fixe une valeur de 2800 µS/cm.

Cette conductivité présente des valeurs moyennement élevées (entre 1168 et 1242µS/cm) au cours des 2 semaines (S1-S2). Ces valeurs augmentant légèrement dans la (S3) entre (1274-1402µS/cm). Par contre les valeurs extrêmes (2030µS/cm) sont observées généralement au cours de la (S4) .Ces valeurs sont observées dans les cinq premières stations, alors que dans les 2 dernières stations (A et D) la conductivité a tendance à diminuée. Cette diminution est attribuée probablement à des apports pluvieux qui diluent les concentrations. **(figure38).**

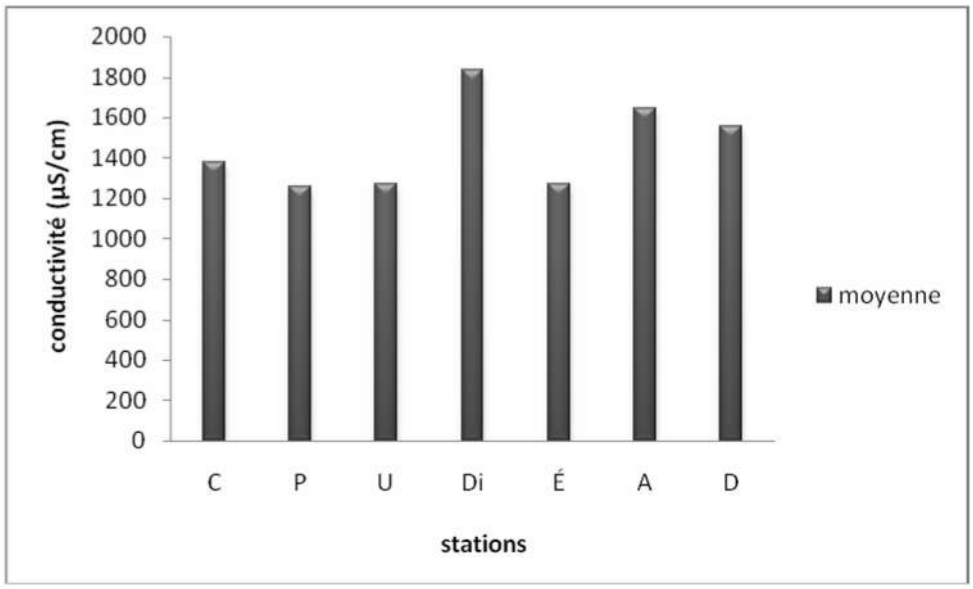


Figure 37: Distribution spatiale des conductivités moyennes en µS

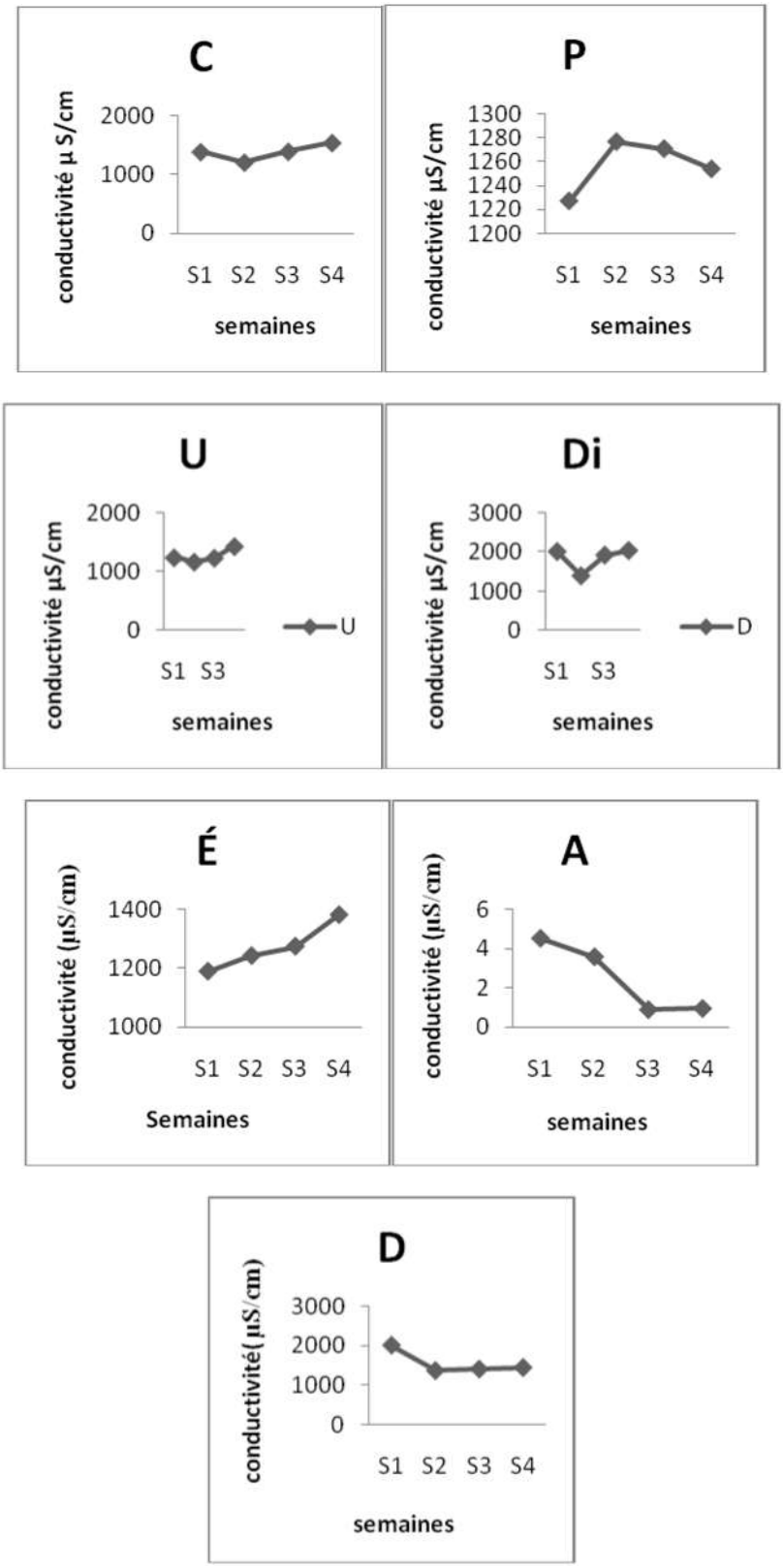


Figure 38 : variations temporelles des conductivités en µS.

4-La turbidité :

D'après les résultats présentés au **tableau 07** et la **figure39** les valeurs de turbidité sont différentes d'une station à une autre. Toutes fois les valeurs moyennes varient entre une valeur de 0.5 NTU pour la station de l'école et une valeur de 3.87 NTU pour la station du DIS. Ces valeurs respectent, en fait, la norme algérienne qui est fixée à 5 NTU comme valeur maximale admissible.

D'après le suivi de l'évolution temporelle de la turbidité on constate que dans la (S1) les résultats sont élevés (3.8mg/l) par la suite on observe une diminution (de 0.5mg/l) sauf dans les 2 stations (Di -E) qu'ils ont augmenté (0.4- 4.4 mg/l). Dans la (S3) les valeurs des turbidités marquent un accroissement dans les 3 stations (C-P-A) où les valeurs reviennent plus élèves que les valeurs initiales (5.45 mg/l).

Au cours de la dernière semaine (S4) on constate une chute des valeurs de la turbidité dans les 2 stations (C-A). **(figure40)**

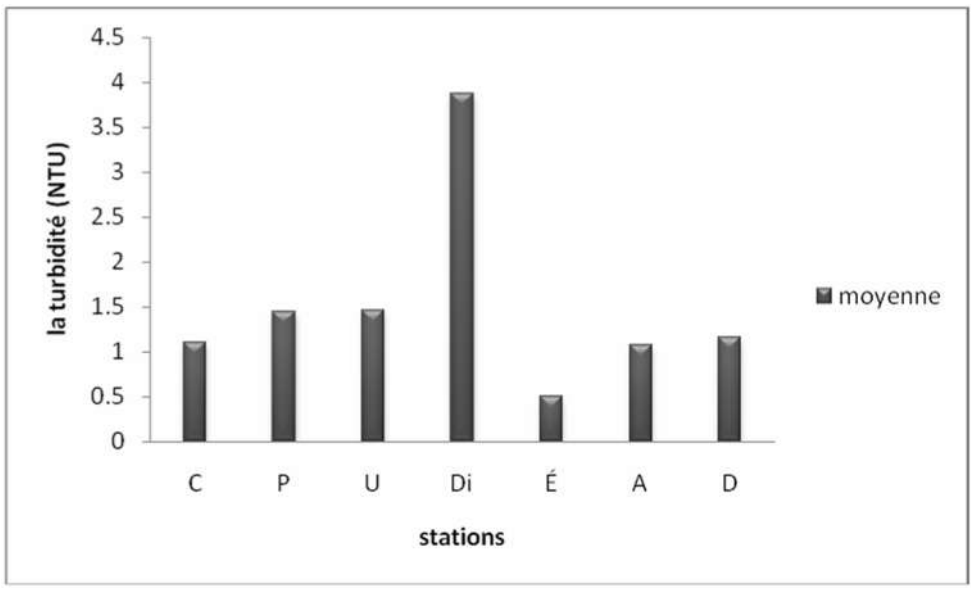


Figure39: Distribution spatiale des turbidités moyennes en (NTU)

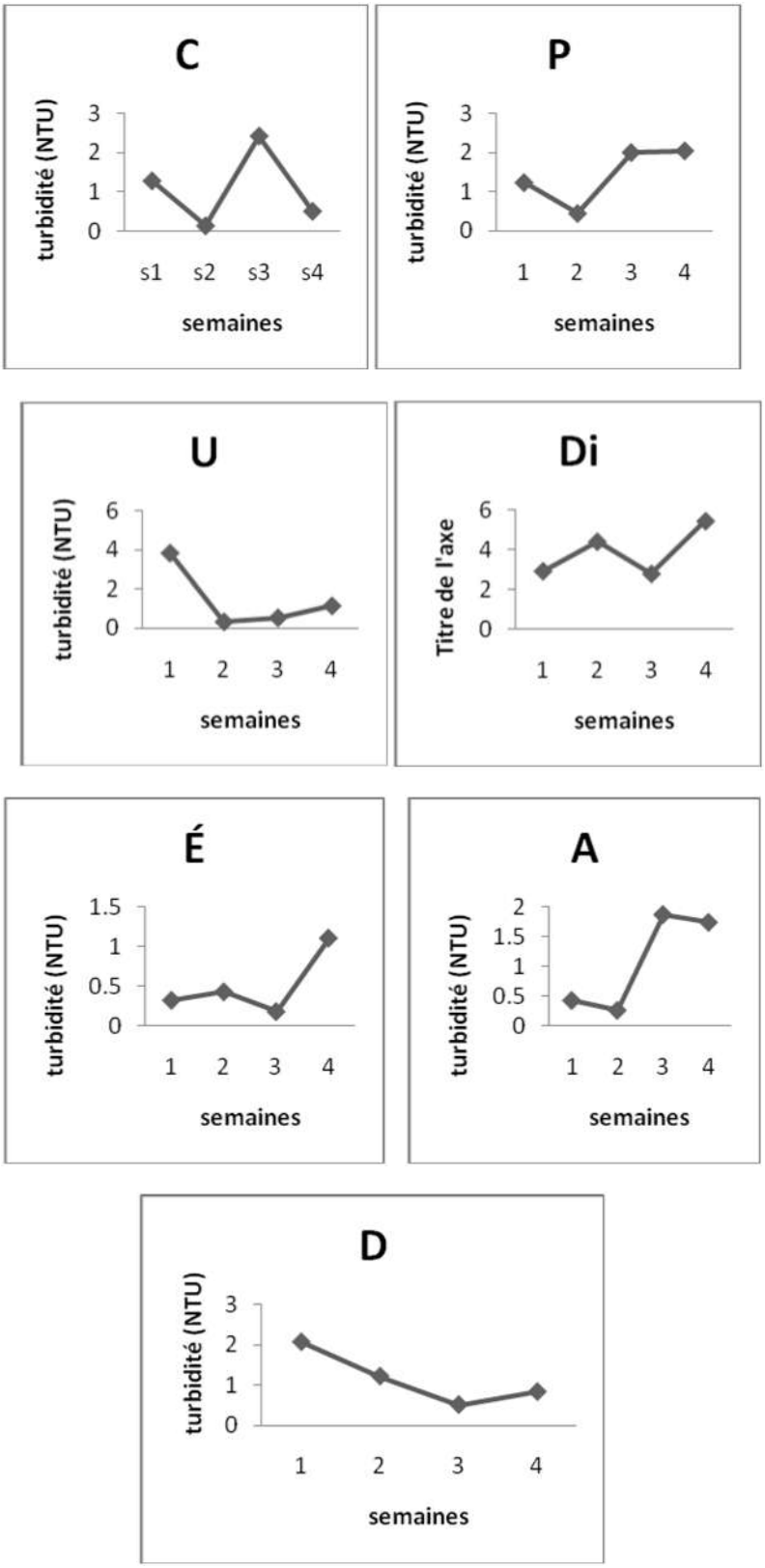


Figure 40 : variations temporelles des turbidités en (NTU).

5- la dureté totale :

La dureté correspond à la teneur en calcium et magnésium qui varie entre les différentes stations de prélèvements dépassant la moyenne de 76°F (**figure41**).Ce qui répond aux normes algériennes (50 °F)

L'évolution de la dureté totale au cours des semaines **(figure42)** est marquée par une augmentation progressive à partir de la 1ère semaine (76 - 80 °F). Puis elle diminue pour toutes les stations dans la (S2) (65-75 °F). La dureté de l'eau arrive à ses valeurs maximales relevées dans la (S3-S4) (90 – 290°F).

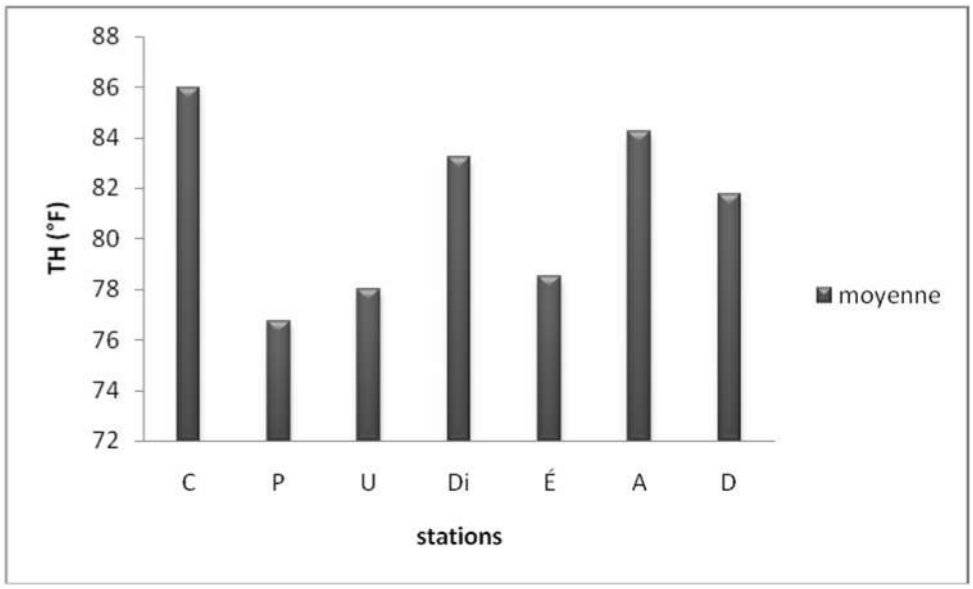


Figure41: Distribution spatiale des TH moyennes en (°F)

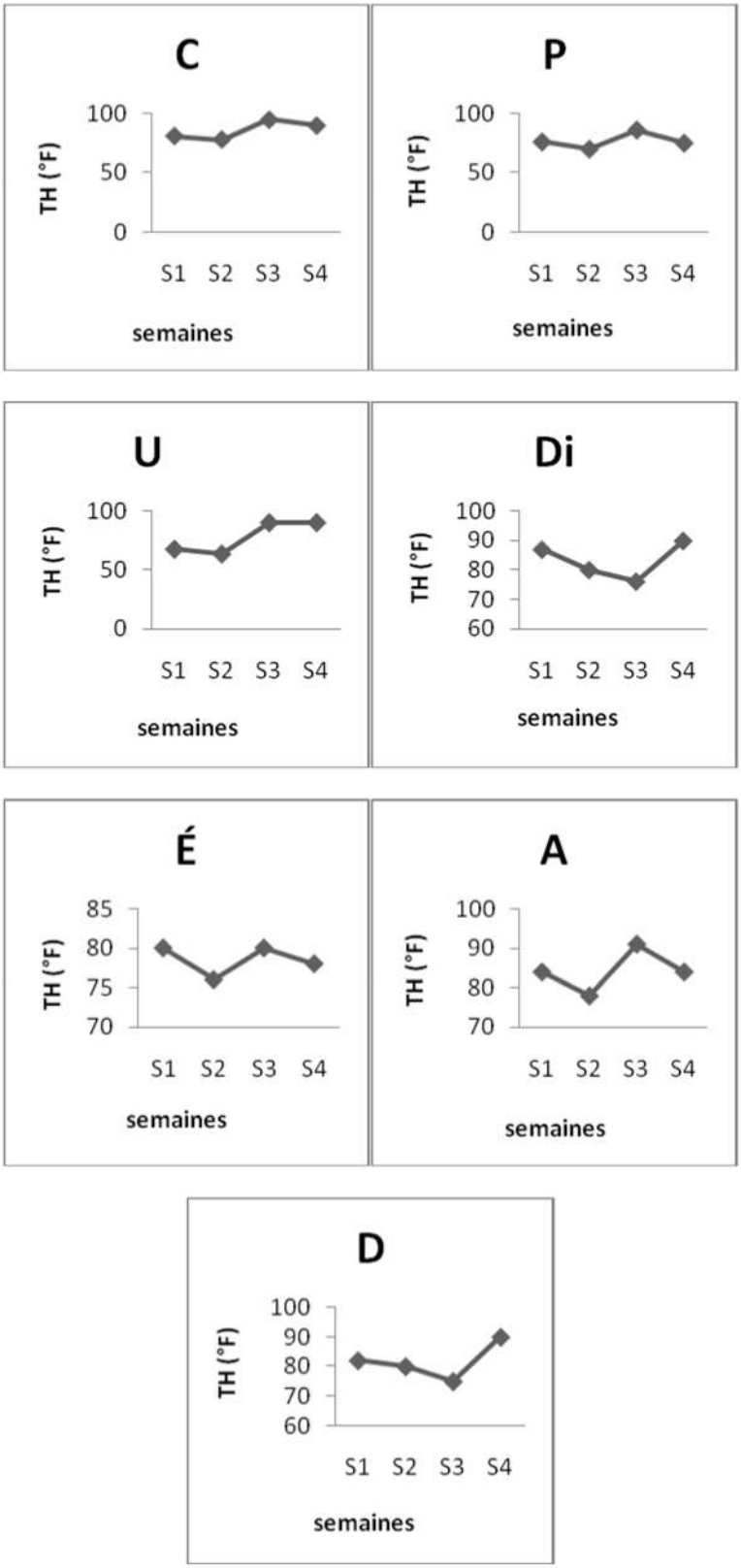


Figure 42 : Variations temporelles de (TH) moyennes en °F

6-Les nitrates :

Selon l'évolution spatiale **(figure43)** des différentes stations de prélèvements on observe des concentrations des nitrates qui dépassent la moyenne de (1.5 mg/l) qui ne dépassent pas la NA qui fixe une CMA de (50 mg/l).

L'évolution temporelle des nitrates dans l'eau analysée est caractérisée par des teneurs moyennement élevées au cours des 2 premières semaines d'analyse (S1-S2) (4.5-9mg/1) qui se suivent généralement par des diminutions des teneurs observées dans les 2 dernières semaines (S3-S4),**(figure 44),** on enregistre pour ces dernières semaines des valeurs entre (0.9-3 mg/l) .

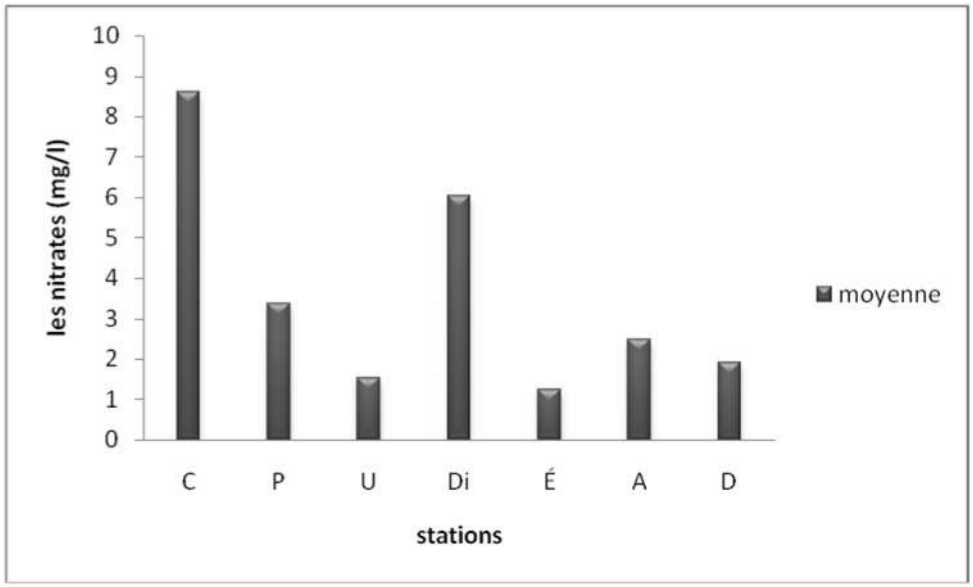


Figure 43 : distributions spatiale des nitrates moyennes en mg/l.

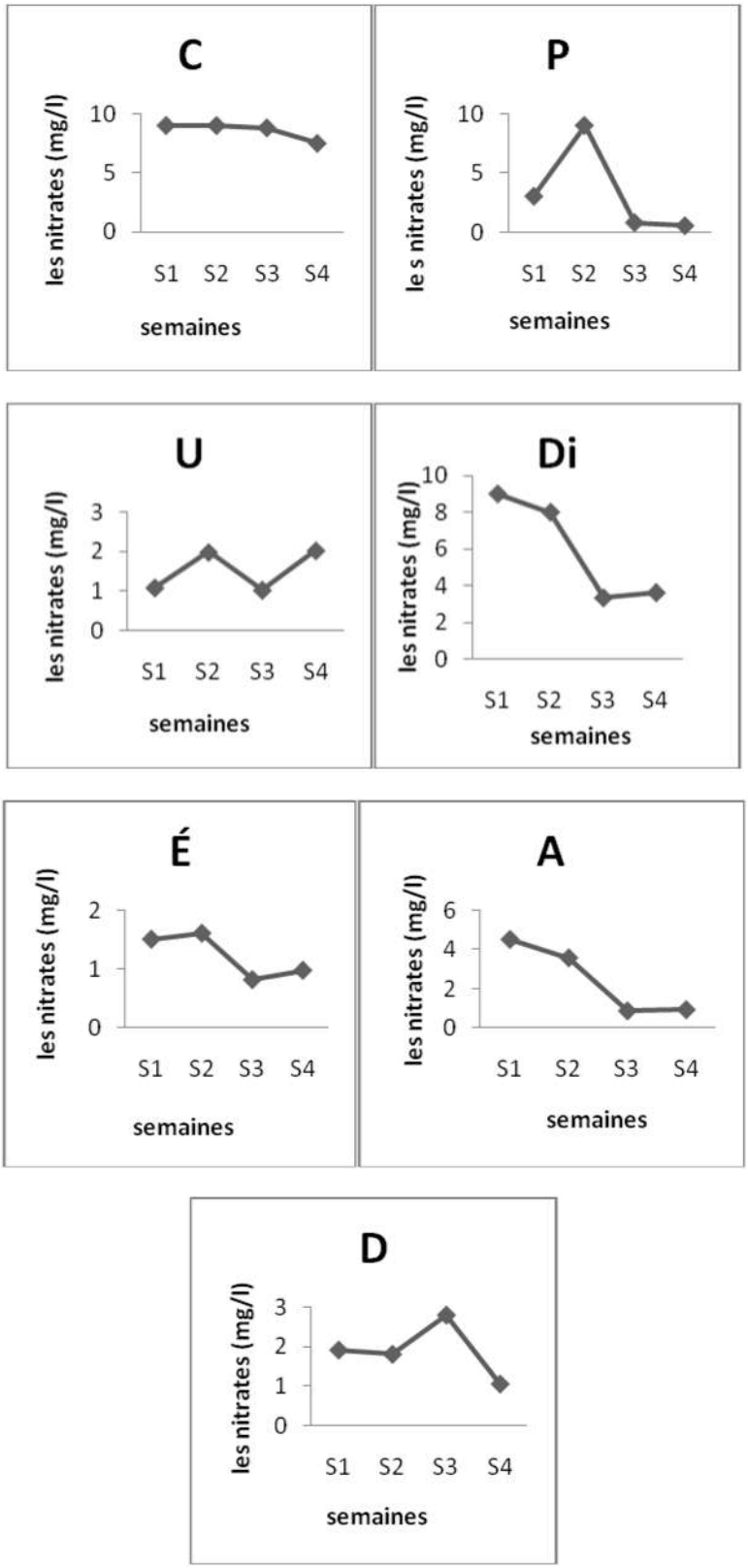


Figure 44: Variations temporelles des nitrates mg/l.

7- les nitrites :

Les résultats d'analyses (**figure45**) et **(tableau07)** de notre eau de robinet montrent que les nitrites sont présents dans la station C avec une moyenne de 0.02 mg/l. cette moyenne ne dépasse pas la NA qui fixe une concentration maximale admissible de 0.5mg/l dans les autres stations de prélèvement les nitrates sont nulles.

La variation des nitrites au cours des semaines de prélèvement reste stable au niveau de la station de C durant toute la période d'analyse et elle est toujours nulle dans les autres stations. Enfin la concentration de nitrites dans la station de C est fixée à une valeur de 0.02mg/l durant les quatre semaines. **(figure46)**

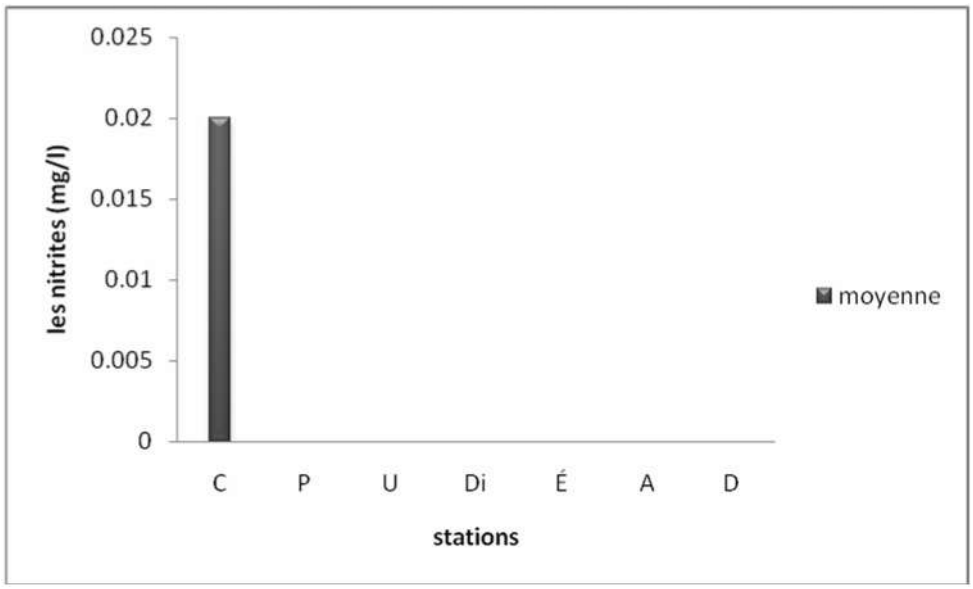


Figure 45: Distributions spatiale des nitrites moyennes en mg/l.

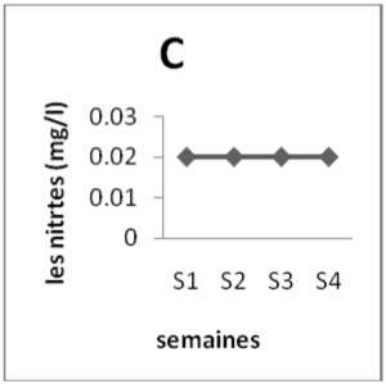


Figure 46 : Variations temporelles des nitrites en mg/l

- l'ammonium :

D'après ce que nous avons constaté, les concentrations d'ammonium dépassent la moyenne de (0.15mg/l)**, (figure 47)** qui est conforme à la NA (0.5mg/l).

Les variations temporelles d'ammonium présentent de fortes concentrations qui semblent identiques pour les 4 premières stations durant la période d'analyse **(figure 48).** Dans l'ensemble, les concentrations atteignent les valeurs maximales (0.3 mg/l) enregistrées au cours des semaines (S1-S2). Contrairement à cette situation, les concentrations chutent et atteignent les valeurs nulles (0 mg/l) enregistrées dans la semaine (S3). Dans la dernière semaine (S4), et pour toutes nos eaux les concentrations marquent un accroissement de la concentration d'ammonium où les valeurs reviennent proches des concentrations initiales (0.2 mg/l).

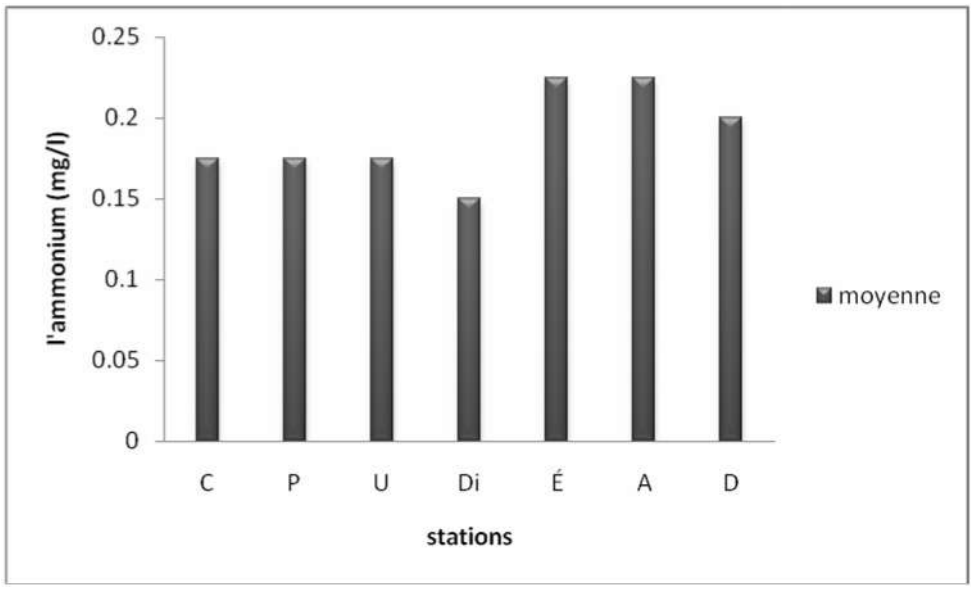


Figure 47: Distributions spatiale des concentrations

d'ammonium moyennes en mg/l

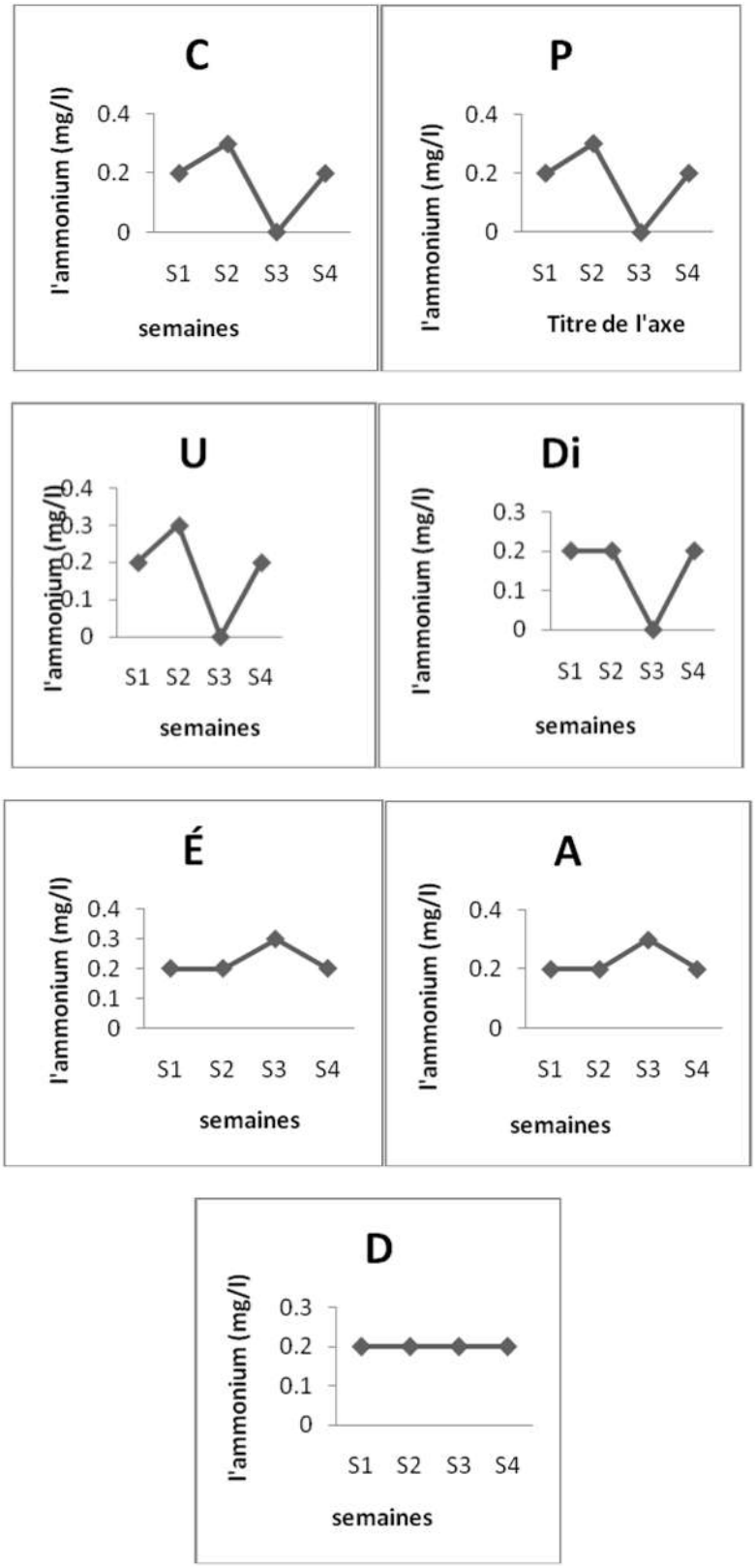


Figure 48 : Variations temporelles d'ammonium en mg/l.

9-Les sulfates :

Les concentrations des sulfates enregistrées dans les différentes stations sont variables d'une station à une autre avec des valeurs qui dépassent en moyenne les (68.6 mg/l) **(tableau07; figure 49**). Ces valeurs restent en dessous de la norme Algérienne limitée à 400mg/l.

Selon la **(figure50),** les concentrations des sulfates dans l'eau de robinet varient d'une semaine à une autre, donc dans les semaines (S1-S2) on observe des concentrations maximales (91.31mg/l – 140 mg/l). Ces maxima tendent par la suite vers des concentrations minimales (42.55mg/l-25.84mg/l) jusqu'à la dernière semaine d'analyse (S4).

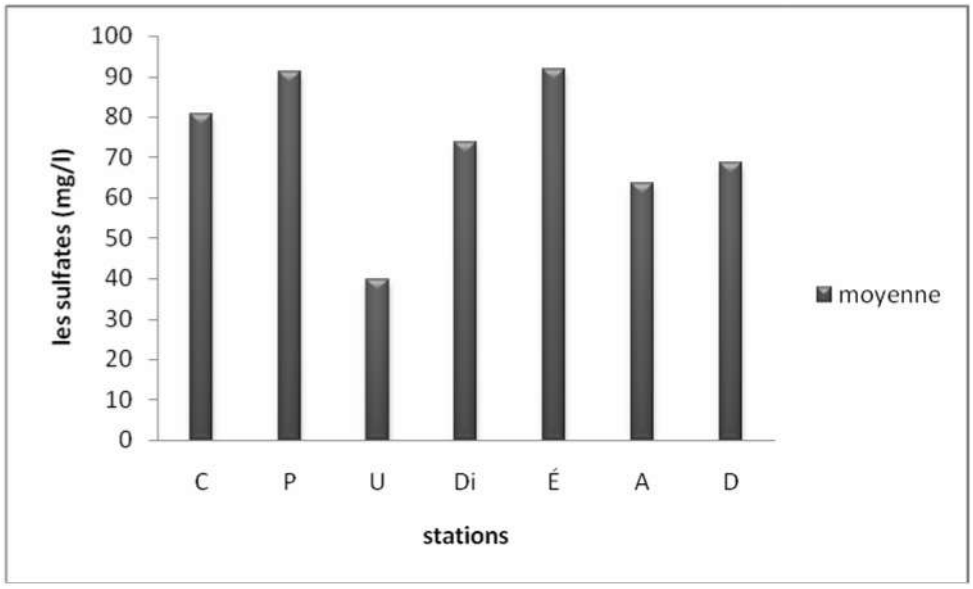


Figure 49 : Distributions spatiale des sulfates moyennes en mg/l.

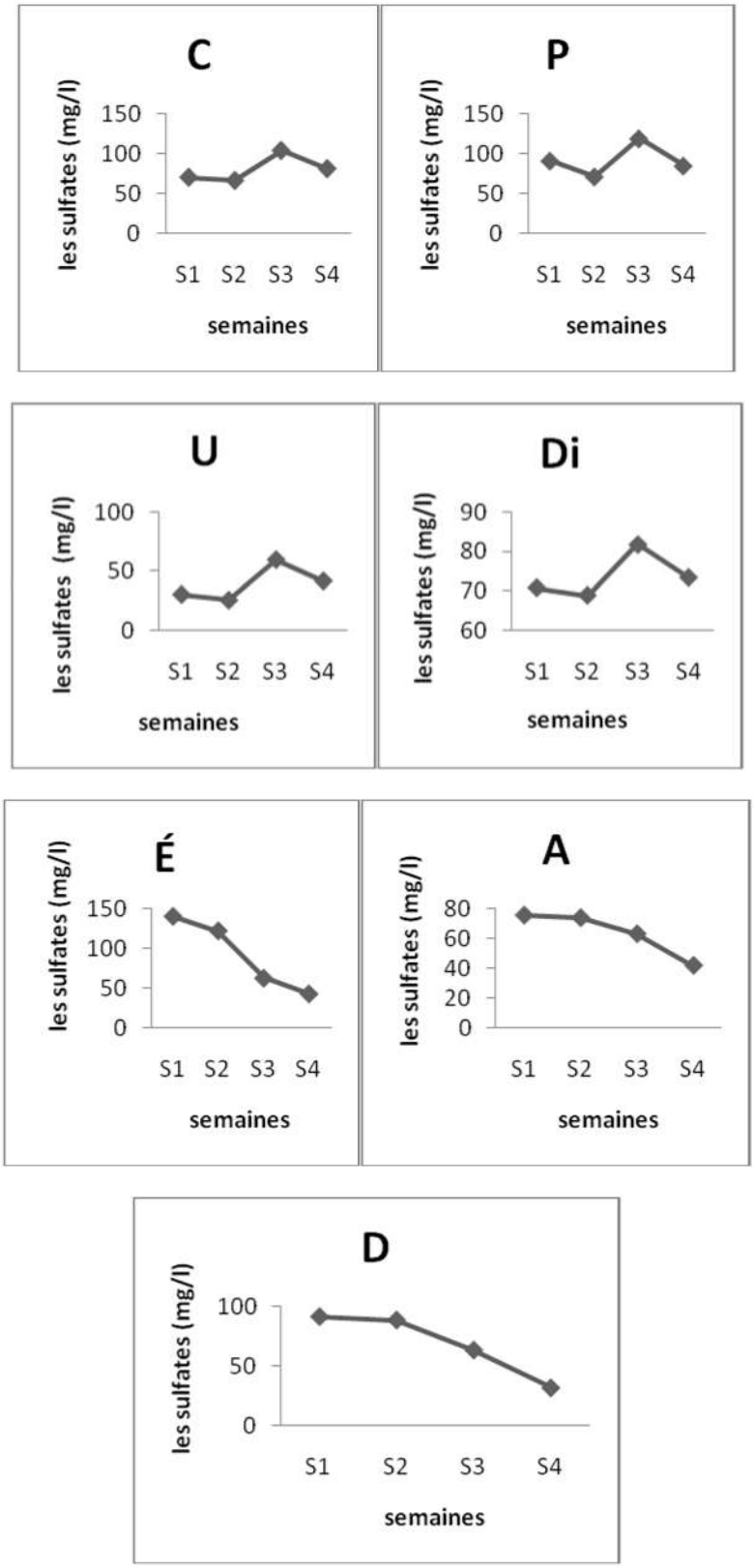


Figure 50: Variations temporelles de concentrations des sulfates en mg/l.

10-Les phosphates :

Les valeurs de phosphates trouvées dans l'eau de robinet analysée sont nulles durant tout la période d'analyse.

9- Les chlorures:

La **figure 51**et le **tableau 07** montrent la présence des chlorures dans toutes les stations de prélèvement avec des teneurs moyennes fluctuantes entre (256,17mg/l) dans la station (P) et (502, 93mg/l) dans la station de (D) qui est non conforme à la NA qui fixe une valeur maximale admissible de (500mg/l).

Durant la période d'analyse on remarque que les concentrations des chlorures enregistrées varient avec une diminution significative dans la (S2) et elles augmentent dans la (S3) et encore une fois elles diminuent dans les stations (C, P, U, Di, D).

Dans les stations (E et A) on observe que les concentrations des chlorures enregistrées varient avec une augmentation significative dans la (S2) et elles diminuent dans la (S3) et augmentent une autre fois en (S4). **(figure52)**

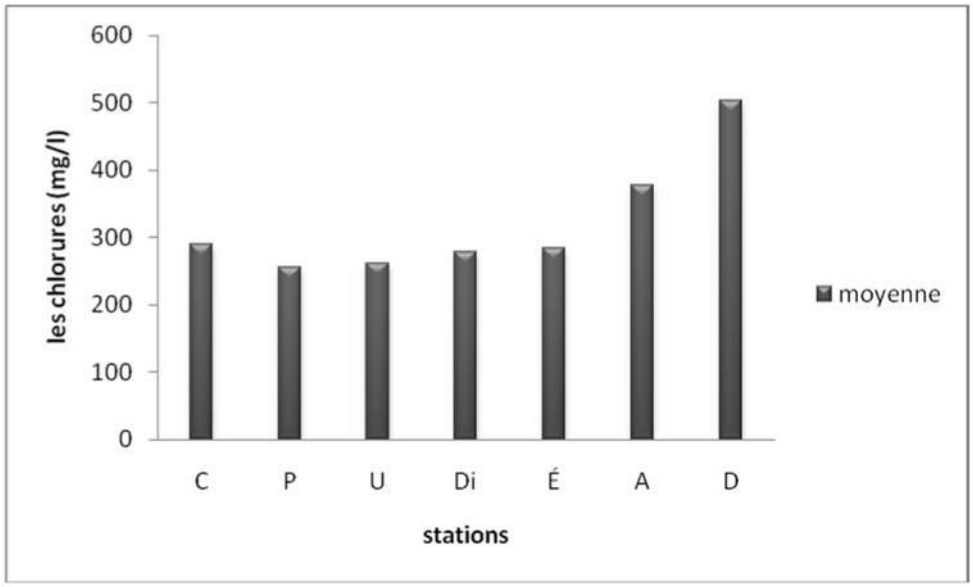


Figure 51 : Distributions spatiale des chlorures moyennes en mg/l.

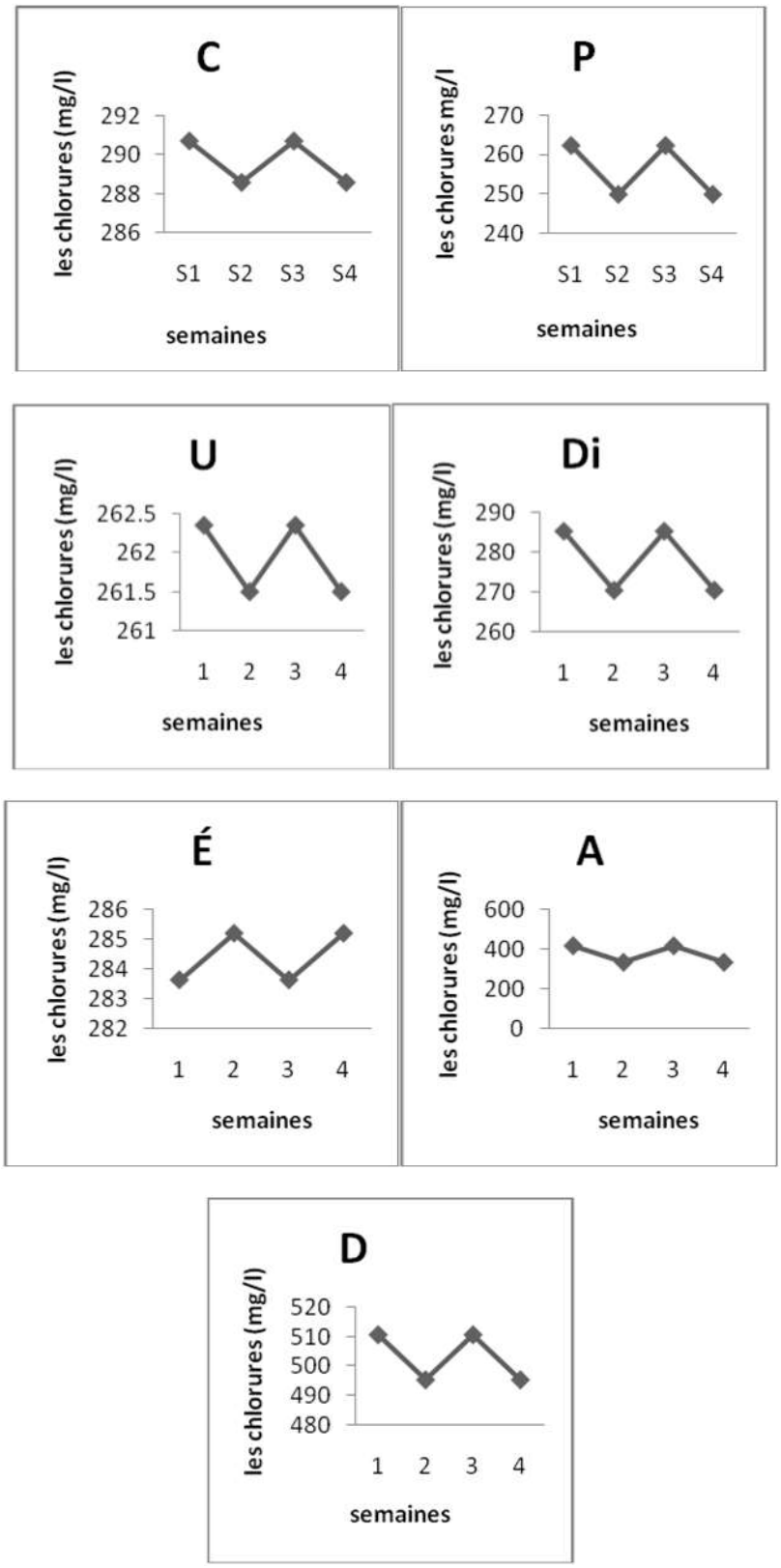


Figure 52 : Variations temporelles des chlorures en mg/l.

10- La matière organique :

L'évolution spatiale **(figure53)** de la matière oxydable varie d'une manière différente d'une station à l'autre avec une moyenne qui dépasse (0.8 mg/l) est restent conforme à la NA qui est de 3mg/l.

D'après l'évolution temporelle de la MO on remarque que dans la (S1) toutes les valeurs des concentrations sont élevées (0.8-2.5mg/l) suivie d'une diminution dans toutes les stations au cours des semaines (S2-S3) avec des concentrations fluctuant entre (0.5-1 mg/l) sauf dans les stations (Di-A) où une augmentation des concentrations est notée avec des valeurs se situant entre (2.8-3 mg/l). Finalement dans la (S4) les concentrations raugmentent (0.3-1.4mg/l) sauf dans les 2 stations (Di-A) où elles diminuent et se situent de ce fait entre (1.5-2.2mg/l). **(figure54)**

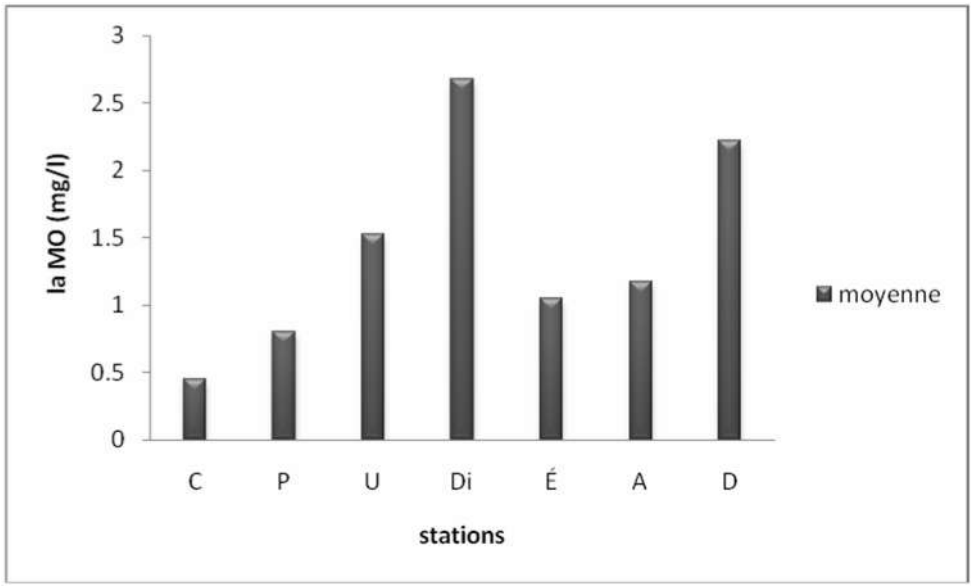


Figure 53: Distributions spatiale du MO moyennes en mg/l.

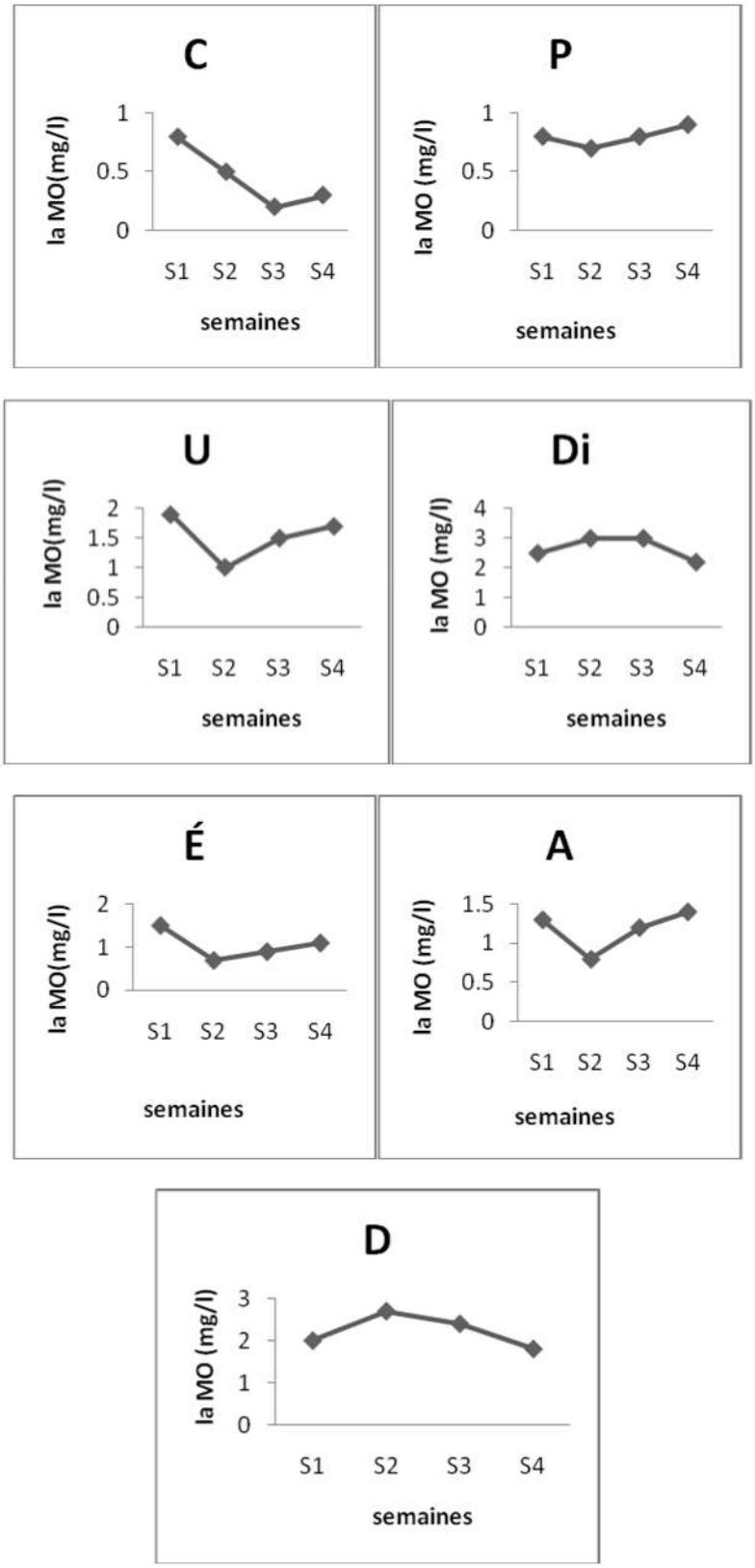


Figure 54 : Variations temporelles du MO en mg/l.

Tableau7 **:** teneurs maximales, moyennes et minimales et écarts types des différents paramètres physico-chimiques dans nos stations durant la période d'analyse (Avril-Mai 2015)

STATIONS / Paramètres		C	P	U	Di	E	A	D
T°C	**Max :**	24.3	26.5	24.3	24.7	21.5	21.1	22.9
	Min :	17.1	17.6	16.7	18.4	18.5	18.6	18.4
	Moy :	19.725	20.775	19.95	20.725	21.175	20	20.875
	σ:	3.15	3.544	3.193	2.772	2.832	1.055	1.915
pH	**Max :**	7.71	8.84	8.19	8.14	8.32	8.16	8.20
	Min :	7.24	7.67	7.46	7.86	8.01	8.11	7.99
	Moy :	7.585	8.1375	8.135	8.1075	8.265	8.1425	8.1325
	σ:	0.230	0.246	0.0911	0.0236	0.080	0.012	0.096
Conductivité (µs/cm)	**Max :**	1543	1271	1432	2030	1381	1965	2010
	Min :	1204	1227	1168	1392	1189	1309	1363
	Moy :	1381.5	1257.25	1269.25	1835	1271.5	1644.25	1553.75
	σ:	138.71	22.396	113.511	299.486	80.979	337.580	305.786
Turbidité (NTU)	**Max :**	2.43	2.05	3.83	5.45	1.10	1.87	2.08
	Min :	0.148	0457	0.332	2.76	0.180	0.265	0.504
	Moy :	1.09625	1.43925	1.464	3.8775	0.5075	1.07675	1.1585
	σ:	1.008	0.753	1.614	1.284	0.407	0.845	0.680
TH (°F)	**Max :**	135	175	190	290	260	210	250
	Min :	78	70	64	80	76	78	80
	Moy :	86	76.75	78	83.25	78.5	84.25	81.75
	σ:	7.874	6.701	13.952	6.396	1.914	5.315	6.238
Nitrates (mg/l)	**Max :**	9.030	9.066	2.03	9.034	1.513	4.529	2.803
	Min :	5.52	0.83	1.017	3.374	0.829	0.902	1.06
	Moy :	8.60175	3.382	1.5277	6.023	1.235	2.495	1.898
	σ:	0.727	3.951	0.555	2.930	0.386	1.845	0.713
Nitrites (mg/l)	**Max :**	0.02	0	0	0	0	0	0
	Min :	0	0	0	0	0	0	0
	Moy :	0.02	0	0	0	0	0	0
	σ:	0	0	0	0	0	0	0
Ammonium (mg/l)	**Max :**	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
	Min :	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0
	Moy :	0.175	0.175	0.175	0.15	0.225	0.225	0.2
	σ:	0.125	0.125	0.125	0.1	0.05	0.05	0
Sulfates (mg/l)	**Max :**	103.6	119	60.07	81.87	140.23	75.40	91.31
	Min :	66.91	70.75	25.84	68.85	42.55	41.70	31.45
	Moy :	80.6775	91.2475	39.66	73.735	91.755	63.425	68.60
	σ:	16.527	20.299	15.218	5.737	46.725	15.505	27.797
Chlorures (mg/l)	**Max :**	288.6	262.35	262.35	285.35	285.2	418.34	510.52
	Min :	290.71	250	261.5	270.35	283.62	335	495.35
	Moy :	289.655	256.175	261.925	277.85	284.41	376.67	502.935
	σ:	1.218	7.130	0.490	8.660	0.912	48.116	8.758
MO (mg/l)	**Max :**	2.73	0.9	1.9	3	1.5	1.4	2.7
	Min :	0.2	0.73	1	2.2	0.7	0.8	1.8
	Moy :	2.357	0.807	1.525	2.725	1.05	1.175	2.225
	σ:	0.264	0.081	0.3861	0.394	0.341	0.262	0.403

Max : Maximum ; **Min** : Minimum ; **Moy** : Moyenne ; **σ**: Ecart type

3- Résultats des paramètres bactériologiques :

1-Coliformes totaux :

D'après la **figure 55** Le dénombrement des Coliformes totaux montre que leur présence varie d'une station à une autre, avec des moyennes qui oscillent entre (45-236 colonies/boite) trouvés respectivement dans les stations (C-A).
L'évolution temporelle de nombre des coliformes totaux durant les quatre semaines d'étude montre une régression importante de ce nombre à partir de la deuxième semaine de prélèvement dans les stations de (P-U-Di). Puis ce nombre augmente légèrement a partir de la troisième semaine dans les stations de (P-U).
Dans la station E, nous avons constaté une absence des coliformes durant les trois premières semaines. En revanche, l'échantillon de la dernière semaine été très contaminé par les coliformes totaux.
Dans la station U, les échantillons des deux premiers semaines été très contaminés par les coliformes, par rapport à ceux des deux dernières semaines ou nous avons remarqué l'absence de ces germes. Ce constat a été inversement enregistré pour la station de D.
Concernant la station de C, le nombre des coliformes a augmenté progressivement de la S1 et S2. Plus tard, le taux de contamination a commencé à augmenter progressivement durant les semaines qui suivent pour s'annuler à la S4. **(Figure 56)**

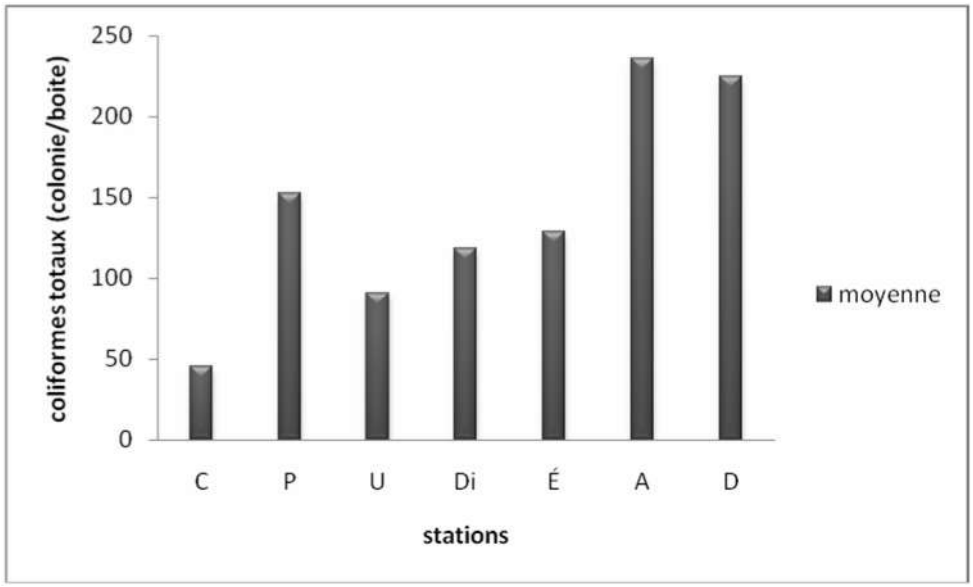


Figure55: Distributions spatiale des coliformes totaux.

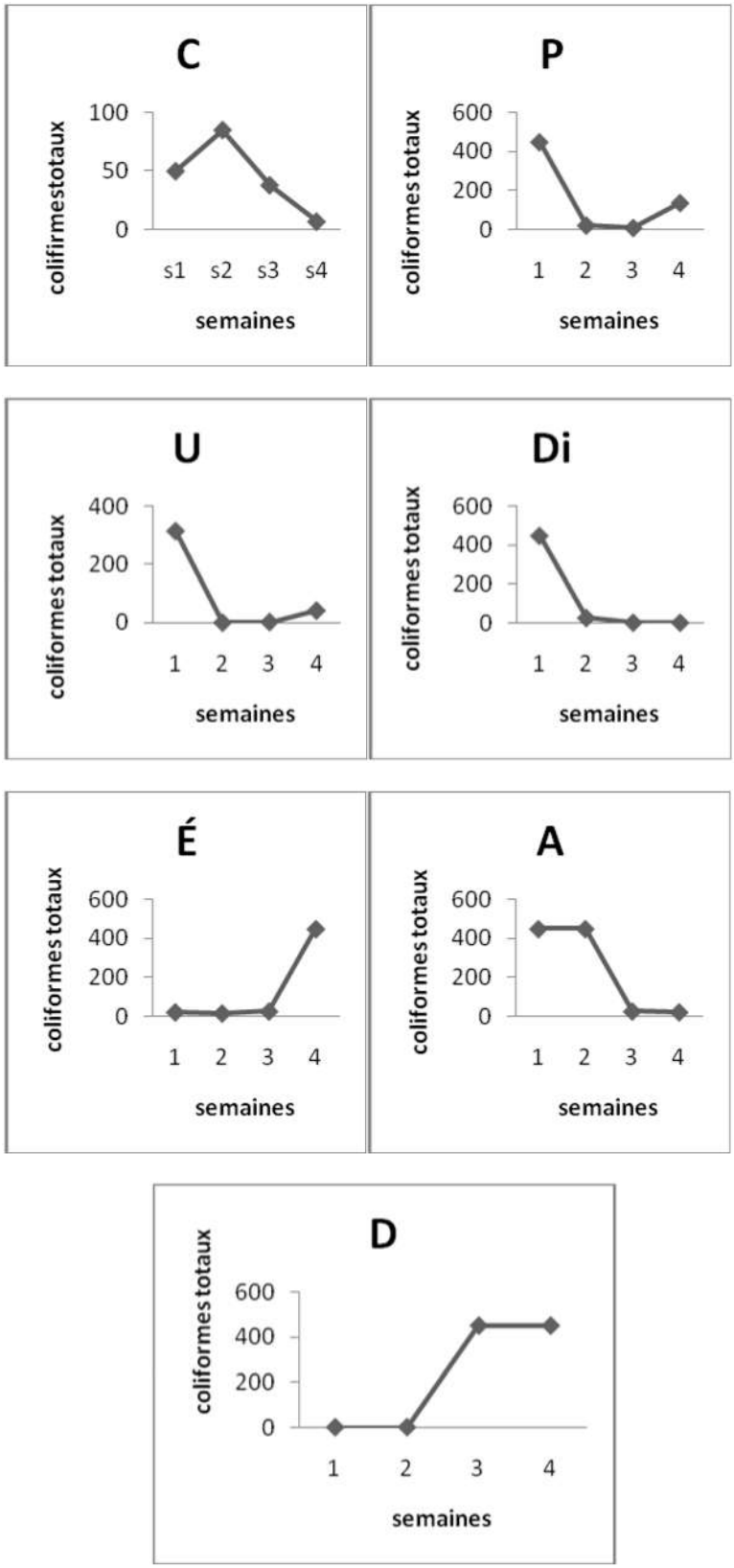


Figure 56 : variations temporelles de coliformes totaux.

2-Coliforme fécaux :

D'après la **figure 57,** le dénombrement des Coliformes fécaux montre que leur teneur varie d'une station à une autre, avec des moyennes qui varient entre (0.5-18.75 colonies/boite) trouvés respectivement dans les stations (C-Di). Cette moyenne dépasse la NA qui fixe 00 colonies/ boite. L'évolution temporelle du nombre des coliformes fécaux durant les quatre semaines d'étude montre une régression importante de ce nombre à partir de la (S2) de prélèvement dans la station U. Puis ce nombre augmente légèrement à partir de la (S3-S4)

Dans les stations (C-P-Di-E), nous avons constaté une absence des coliformes fécaux durant les quatre semaines sauf pour les stations (C-E) qu'on a enregistré respectivement (2 -1 colonies/ boite).

Dans la station de A, on constate une augmentation importante (S1-S2) puis une diminution progressive est notée (S3-S4) des coliformes fécaux,

Concernant la station de D le nombre des coliformes fécaux est nul (S1-S2) puis le taux de la contamination fécal a augmenté progressivement de la (S3-S4) **(Figure 58).**

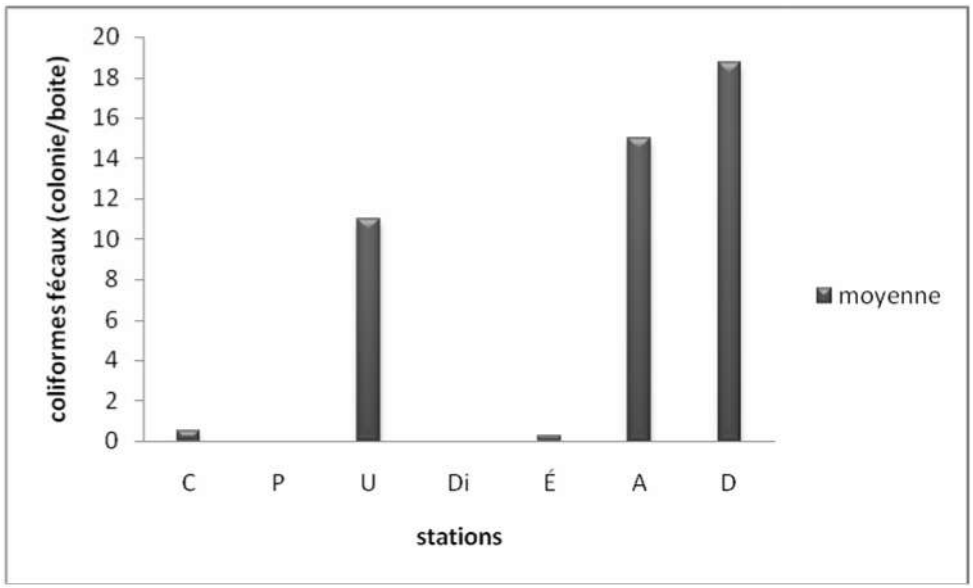


Figure 57 : distributions spatiale des moyennes des coliformes fécaux

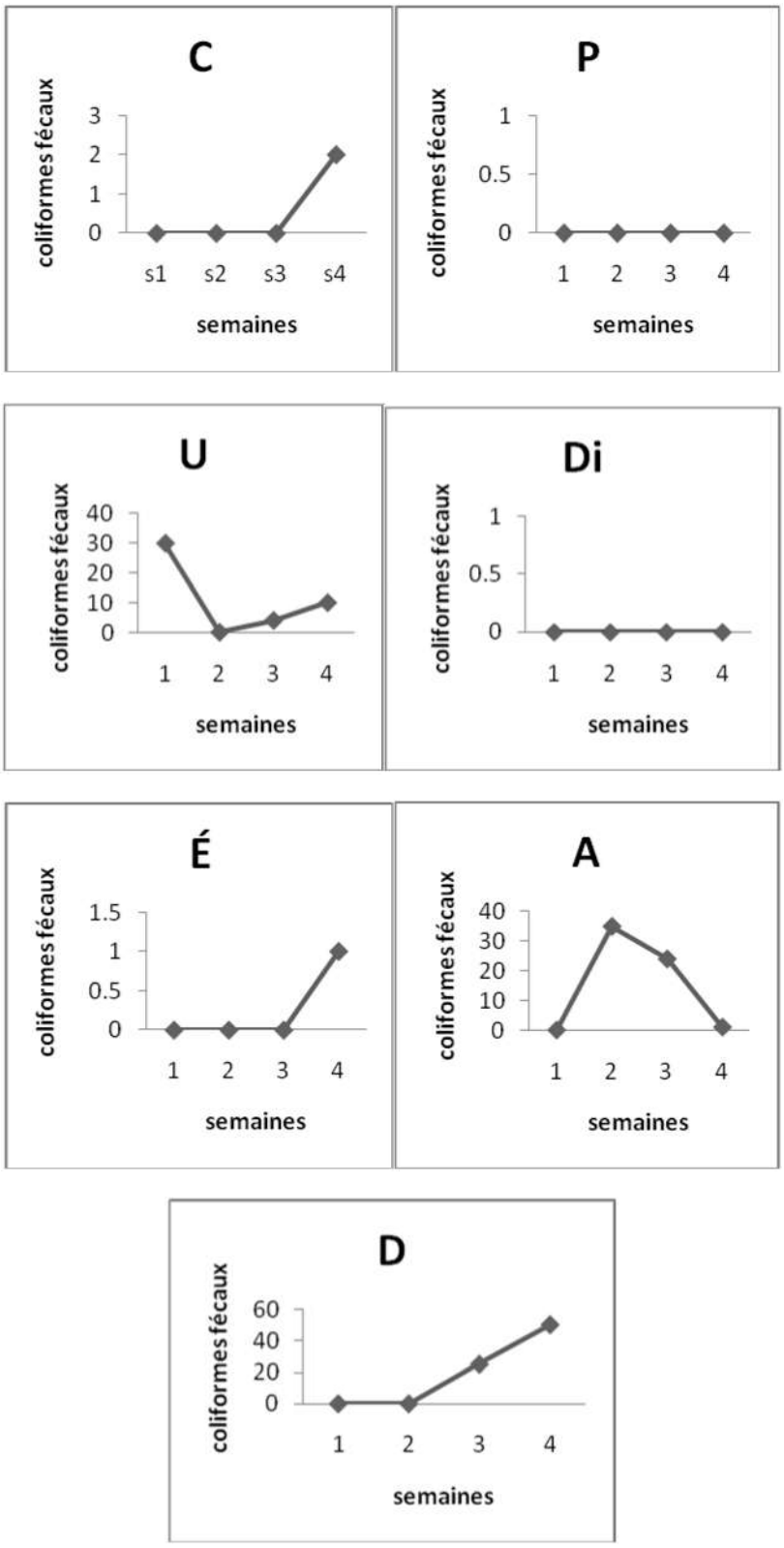


Figure 58: variations temporelle des coliformes fécaux.

3-*Escherischia coli*:

D'après la **figure 59**on observe que le nombre d'E.COLI est différent d'une station à une autre, avec des moyennes qui varient entre (0.7-1.7*10^3 UFC/ml) trouvés respectivement dans les stations (C-D). cette moyenne dépasse la NA qui exige la absence de E. Coli dans l'eau potable

L'évolution temporelle du nombre d'E.COLI durant les quatre semaines d'étude montre une absence d'E. Coli dans la station (P-Di-E). Puis ce nombre augmente légèrement à partir de la (S3) dans la station C.

Dans la station (U-A), nous avons constaté une augmentation importante d'E.COLI durant la (S2) suivie d'une diminution remarquable.

Dans la station D, le nombre d'E.COLI est nul dans la (S1-S2) puis une augmentation importante est enregistrée au cours des (S3-S4). **(Figure 60).**

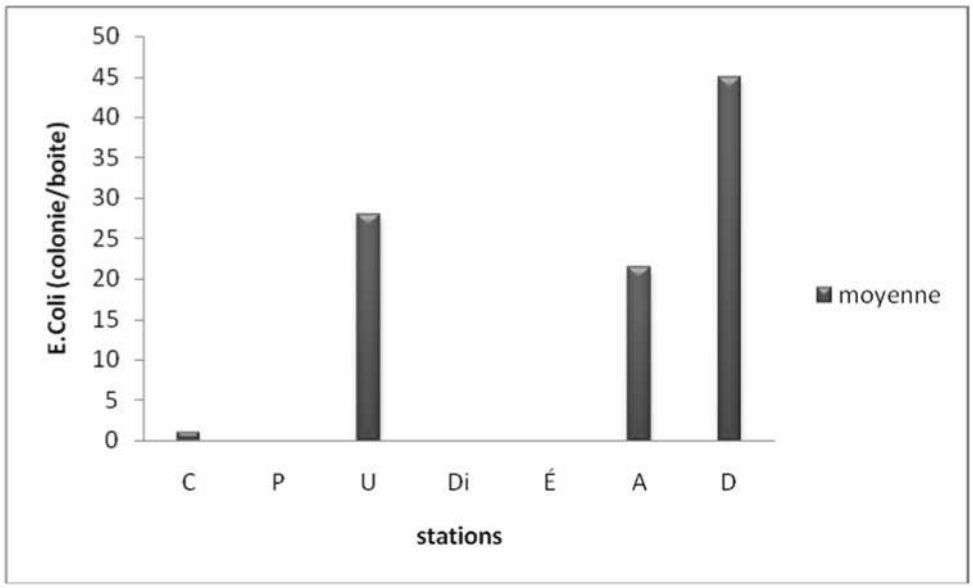


Figure 59: distributions spatiale d'E. Coli

4- *Streptocoques fécaux* et *clostridium sulfito-réducteurs* :

Les résultats d'analyse montrent une absence des streptocoques fécaux et clostridium sulfito-réducteur au niveau de toutes les stations de prélèvement.

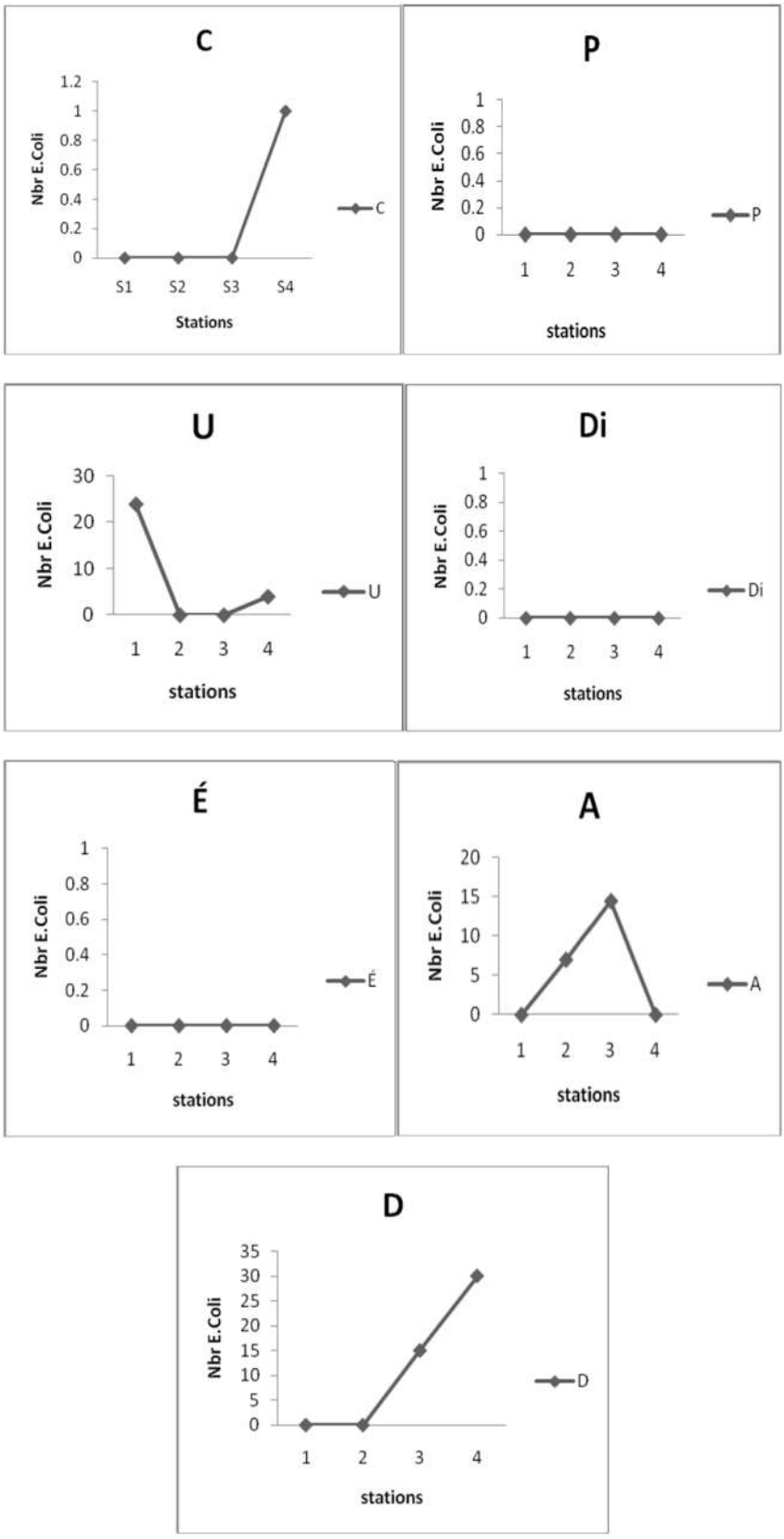


Figure 60: variations temporelle d'E. Coli

Tableau8 : Teneurs maximales, moyennes et minimales et écarts types des différents paramètres bactériologiques dans nos stations durant la période d'analyse (Avril - Mai 20015)

Station / Paramètres bactériologiques		C	P	U	Di	E	A	D
Coliformes totaux (colonies/boite)	**Max :**	85	<450	314	<450	<450	<450	<450
	Min :	07	06	02	24	16	20	00
	Moy :	45	152.25	90.75	118.5	128.5	236	225
	σ:	23.32	206.85	150.02	221.28	214.37	247.11	259.80
Coliformes fécaux (colonies/boite)	**Max :**	02	00	30	00	01	35	50
	Min :	00	00	04	00	00	01	25
	Moy :	0.5	00	11	00	0.25	15	18.75
	σ:	01	00	13.31	00	0.5	17.33	23.93
E. coli (colonies/boite)	**Max :**	01	00	24	00	00	14.4	30
	Min :	00	00	04	00	00	07	15
	Moy :	0.25	00	07	00	00	5.37	11.25
	σ:	0.53	00	14.84	00	00	11.40	23.86

Max : Maximum ; **Min** : Minimum ; **Moy** : Moyenne ; **σ**: Ecart type

discussion

Discussion:

Notre étude nous a permis d'évaluer la qualité de l'eau de robinet au niveau de la wilaya de Médéa par l'analyse de certains paramètres physico-chimiques et bactériologiques durant une période de un mois qui s'étale du 19/04/2015 jusqu'au 12/05/2015.

- **Les paramètres physico-chimiques de l'eau:**

Pour les paramètres physico-chimiques de l'eau tels que la température de l'eau, le pH et la conductivité ont été déterminés sur le terrain, l'étude évolutive des valeurs moyennes a montré que:

La température de l'eau de nos échantillons d'eau durant la période d'analyse est comprise entre 19°C et 21°C. Cette température de nos eaux est acceptable, et généralement elle suit celle de l'air et elle est influencée aussi par l'heure de prélèvement. Nos stations peuvent être classées vis-à-vis ce paramètre comme suit:

P >E > Di >D >A >U > C.

Le pH de l'eau de robinet est compris entre 7,7 et 8,35.Celui-ci dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du bassin versant. Selon la norme algérienne (NA) le pH d'une eau potable doit être compris entre 6,5 et 8,5.Cependant, nos valeurs de pH sont voisines de la neutralité. Les résultats du pH peuvent classés nos stations selon le gradient suivant: E >A> P >U > Di > C >D.

La conductivité électrique de nos eaux varie entre 1168 et 1242µS/cm. Cette dernière signifie que l'eau de robinet prélevée aux différentes points de prélèvement est fortement minéralisée (riche en sels minéraux) [38]**.**Mais elle reste toujours compatible avec la NA qui fixe une limite de 2800 µS/cm pour l'eau potable. Donc on peut classer nos stations d'après ces résultats comme suit**:** D >A >Di> C >E >U > P.

Parallèlement, les résultats d'analyses de la turbidité montrent des valeurs peu élevées variant entre 0.4 et 5.45 NTU. Ces valeurs dépassent la NA (5NTU).Dans le réseau de distribution, une turbidité élevée est parfois naturelle (développement planctonique, sable…) mais elle est souvent signe de pollution et c'est un indicateur d'une insuffisance au niveau du traitement ou d'un ennui de distribution (dépôt remis en suspension).[39]Les résultats peuvent être classés comme suit:

D >P >U > C >D >A >E.

La dureté de l'eau (TH) montre que les eaux de consommation sont très dures avec des TH supérieurs à la NA de 50°F. La dissolution du Ca^{2+} et du Mg^{2+} résulte principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques. Cette dissolution est accrue par la présence dans l'eau de gaz carbonique provenant de l'atmosphère et des couches superficielles du sol. La dureté possède des propriétés gênantes telles que la formation de dépôts durs dans les canalisations du réseau, gêne dans les opérations de lavage [40].Nos stations peuvent être classées vis-à-vis ce paramètre comme suit:

C >A >Di >D > E >U > P.

Pour les nitrates, nitrites et l'ammonium on a enregistré des valeurs moyennes qui varient entre (NO_3^- 1.5 mg/l), (NO_2^-0.02 mg/l) (NH_4^+ 0.15 mg/l) ces concentrations ne dépassent pas la NA (50mg/l pour les NO_3^-), (0.5mg/l pour les NO_2^-) et enfin (0.5mg/l pour NH_4^+).On peut classer les résultats des nitrates, nitrites et ammonium comme suit :

- Pour les nitrates : C > Di > P >A >U >D > E.

- Pour les nitrites : C.
- Pour l'Ammonium : E >A >D > C, P, U >Di.

II est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce que l'ammonium réagit avec le chlore pour produire des chloramines, qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables.[41]

Les concentrations des sulfates varient d'une station à une autre durant la période d'analyse mais ces concentrations sont conformes à la NA qui fixe une CMA de 400mg/l. Nos stations de prélèvement se présentent vis-à-vis ce paramètre comme suit: E > P > C > Di >D >A >U.

Les sulfates sont rejetés généralement dans l'environnement aquatique avec les déchets des industries qui emploient des sulfates et de l'acide sulfurique, comme les industries minières et les fonderies, les usines de papeterie, les usines textiles et les tanneries.[42]

Généralement, les chlorures servent à désinfecter l'eau, nos valeurs enregistrées pour les chlorures durant la période d'analyse fluctuent entre 256.175mg/l et 502.935mg/l. Cette valeur maximale dépasse la NA qui fixe une CMA de 500mg/l. La présence des chlorures dans les sources d'eau potable peut être attribuée à la dissolution des dépôts, aux effluents des usines de produits chimiques, aux eaux d'égouts, à l'écoulement des eaux d'irrigation,[43]. Aux eaux de lixiviation des déchets, au lessivage des roches et des sols sédimentaires, soit à la désinfection des eaux domestiques et des procédés industriels qui emploient le chlore comme agent de blanchissement [44].On classe les valeurs des chlorures dans l'ordre suivant:

A >D > P > E > Di >U > C .

L'étude évolutive des teneurs de matière organique (MO) montre qu'elles varient entre une valeur minimale de 0.8mg/l et une valeur maximale de 3 mg/l. Ces valeurs restent inférieures ou égales à la NA qui fixe une CMA de 3 mg/l pour la MO. La matière organique est 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 de l'eau dans le réseau. Par rapport à ce paramètre nos eaux sont classées comme suit: Di > D >U >A > E > P > C. [45]

- **Les paramètres bactériologiques*(coliformes totaux et fécaux)* :**

D'après nos analyses bactériologiques de l'eau de robinet, les résultats des germes totaux sont positives (présence) pour toutes les stations avec des nombres qui dépassent la NA, alors que le dénombrement des coliformes fécaux est positive sauf dans deux stations (P -D).On classe nos résultats selon les stations les plus contaminés:

- Coliformes totaux : A >D > P > E > Di >U > C.
- Coliformes fécaux : D >A >U >C > E.

Ces résultats sont dus à plusieurs causes probables. Les coliformes totaux survivent plus longtemps dans l'eau et résistent mieux à la chloration que les coliformes fécaux. Donc les coliformes totaux sont des indicateurs de l'inefficacité du traitement de l'eau potable.

-un mauvais rinçage des filtres au sein de l'usine peut permettre le relargage de germes ou de spores en sortie de station ainsi que la distribution des premières eaux produites par la filtration après lavage.

Il est ainsi possible que des bactéries blessées ou stressées à la sortie des traitements de filtration et de désinfection soient rendues temporairement inaptes à la croissance sur des milieux de culture standard suivant les conditions types fixées.

A l'intérieur du réseau, ces bactéries blessées ou stressées, peuvent se réanimer ou se réparer, en fonction de paramètres tels que la température, et les nutriments présents et en fonction du temps.

En outre, dans le réseau, certains points offrent des voies d'entrée à la contamination par des microorganismes. C'est le cas des réservoirs où l'eau est en contact avec l'air, et où les orifices mal protégés peuvent permettre le passage de poussières ou d'insectes apportant des contaminations. Les interventions sur le réseau (réparations, branchements), les fuites (en cas de dépression) et les accidents tels que des retours d'eau ou des cassures peuvent également être responsables de l'introduction de microorganismes dans le réseau.

La formation du biofilm est aussi une des causes probables de la contamination des eaux. En effet, les microorganismes peuvent se développer et survivre dans un milieu favorable. La biomasse libre dans le réseau se fixe sur les parois des canalisations, qu'elle soit morte ou vivante et constituera un premier support pour le développement de couches supérieures plus actives. Si ces organismes rencontrent des conditions ambiantes satisfaisantes, le développement du biofilm peut avoir lieu. Etant donné la grande capacité d'adaptation de certains microorganismes, les limites de ces conditions ne sont pas faciles à déterminer et par conséquent aucune norme stricte ne peut être énoncée pour pouvoir limiter totalement leur prolifération. Le biofilm qui se met en place sera constitué d'espèces résistantes dans cet environnement particulier et de façon non uniforme sur les parois. Un véritable écosystème complexe s'organise alors à la surface des parois, où des phénomènes de synergie et d'antagonismes inter-espèces sont probables.

A l'interface solide-liquide, le biofilm représente une protection, à la foishydraulique et chimique puisqu'il limite la diffusion des désinfectants tels que le chlore. Il protège ainsi certains types de microorganismes du désinfectant résiduel ou même d'un nettoyage incomplet, notamment grâce aux effets d'agrégation, encapsulation et attachement. [45].

La surveillance d'*E. Coli* à l'usine de traitement, dans le réseau de distribution et dans les installations de stockage fournit des informations sur l'efficacité du traitement de l'eau.

La présence d'*E. Coli* dans l'eau sortant d'une usine de traitement ou dans l'eau traitée prélevée immédiatement après le traitement signifie que le traitement a été inadéquat et est donc inacceptable. [46].

Nos analyses ont montré la présence de cette bactérie dans les stations (C, U, A, D) ce qui nous laisse supposer qu'il y a eu une contamination après le traitement dans le réseau de distribution et dans les installations de stockage. Les causes possibles de contamination du réseau de distribution susceptibles d'entraîner des maladies sont: les reflux d'eau polluée, les fuites de pression, la contamination des réservoirs de stockage ou des conduites à la suite de réparations. La présence d'*E. Coli* dans le réseau de distribution ou les installations de stockage est tout simplement inacceptable. Les stations les plus contaminées par cette bactérie sont: D >A >U.

En fin une mauvaise manipulation ou une négligence des instructions de travail durant l'analyse ou bien durant le prélèvement peuvent erroné les résultats.

Conclusion

A l'issue de cette étude qui a porté essentiellement sur l'évaluation de la qualité des eaux de robinet de la ville de Médéa, il ressort que la quasi-totalité des paramètres analysés sont conformes aux normes algériennes en matière de potabilité de l'eau.

Au cours de notre étude réalisée durant un mois d'analyse (du 19/04/2015 jusqu'à 12/05/2015),les résultats obtenus sur le plan physique ont démontré que la température de l'eau est acceptable, le pH est conforme et la conductivité électrique et la turbidité sont conformes à la norme algérienne.

Sur le plan chimique, les résultats d'analyse restent en dessous de la NA sauf pour la dureté et les chlorures qui sont relativement élevés.La teneur en nitrates, nitrites et ammonium qui sont connus pour leurs effets néfastes sur la santé, est très faible par rapport à la valeur maximale admissible.

En outre les résultats bactériologiques de l'analyse de l'eau de robinet ont montré une contamination d'origine fécale par la présence des germes indicateurs*(E. Coli)* avec des valeurs qui dépassent celles fixées par les NA pour les eaux destinées à la consommation.

Les caractéristiques bactériologiques des eaux de consommation de la ville de Médéa exigent un traitement plus ou moins poussé avant qu'elles ne soient chlorées et distribuées aux usagers.

En conclusion, l'eau de robinet de la ville de Médéa est de qualité physico-chimique acceptable. Néanmoins, nous avons constaté que la dureté est assez élevéeà quelques points de prélèvement, ainsi qu'un taux de chlorures très marqué. Ces deux paramètres influent sur les caractéristiques organoleptiques de l'eau en modifiant le gout. Ces constations vont permettre de répondreà notre problématique et expliquentprobablement les habitudes des habitants de la ville de Médéa qui préfèrent utiliser des eaux de sources pour la consommation quotidienne.

Les résultats des analyses microbiologiques permettent de juger que l'eau analysée est de mauvaise qualité notamment au niveau de la station D et A.

Pour conclure, il serait souhaitable de mener régulièrement ce type d'études basées sur l'évaluation physico- chimique et bactériologiquede l'eau de robinet, d'éventuelles études peuvent s'étaler également sur d'autres paramètres physicochimiques et microbiologiques de la qualité de l'eau ainsi que sur d'autres points de prélèvement ainsi que sur la période d'étudemais tout en les consolidant avec des analyses statistiques. Ces suivis permanents sont d'une grande importance non seulement pour pouvoir cibler exactement les causes probables des contaminations de nos eaux de robinet et les traiter par la suite mais ils participentégalement à l'amélioration de la qualité de cette eau et de ce fait à la protection de la santé du consommateur.