

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie des Procédés

Mémoire de Projet de Fin d'Etude
2^{ème} Année Master

**Analyse physico-chimique des eaux alimentant la
station de la Conserverie AMOR BEN AMOR (CAB)**

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie Chimique

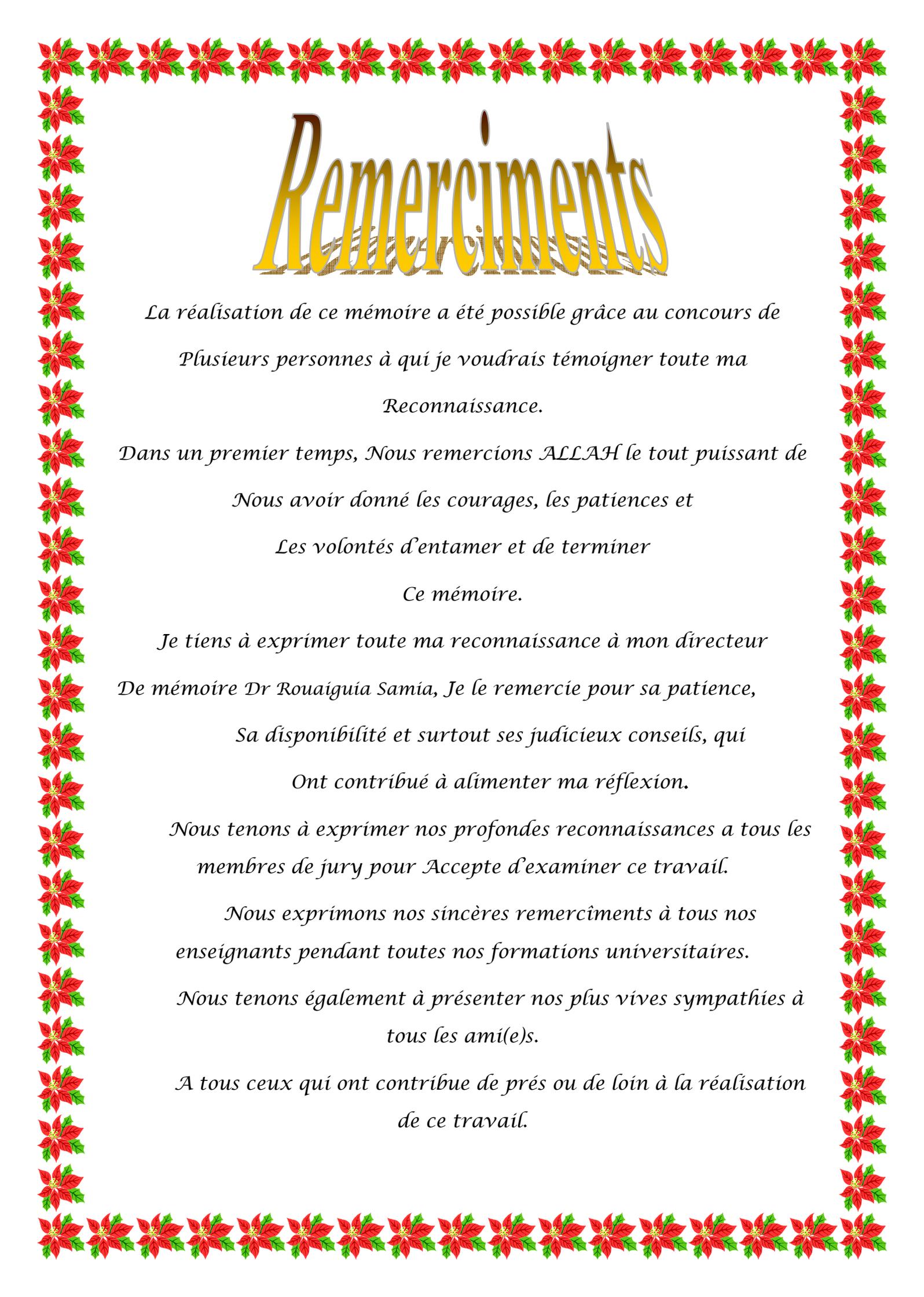
Présenté par:

AOUATI Okba

Sous la direction de:

Dr BOUAKKAZ Samia

Année 2018/2019.



Remerciements

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de
Plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma
Reconnaissance.*

*Dans un premier temps, Nous remercions ALLAH le tout puissant de
Nous avoir donné les courages, les patiences et
Les volontés d'entamer et de terminer
Ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur
De mémoire Dr Rouaiguia Samia, Je le remercie pour sa patience,
Sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui
Ont contribué à alimenter ma réflexion.*

*Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances a tous les
membres de jury pour Accepte d'examiner ce travail.*

*Nous exprimons nos sincères remerciements à tous nos
enseignants pendant toutes nos formations universitaires.*

*Nous tenons également à présenter nos plus vives sympathies à
tous les ami(e)s.*

*A tous ceux qui ont contribue de près ou de loin à la réalisation
de ce travail.*

Je dédie ce mémoire

*A mes parents Les plus proches personnes
pour leur amour inestimable, leur
confiance, leur soutien, leurs sacrifices et
toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.*

A mes frères et mes sœurs.

A la famille Aouati.

A tous et toutes mes ami(e)s.

SOMMAIRE

Sommaire.....	i
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
Liste des abréviations	viii
Résumé	xi
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1. Introduction.....	3
I.2. L'eau dans le monde	3
I.2.1. L'eau sous différentes formes.....	3
I.2.2.Répartition de l'utilisation de l'eau	3
I.2.3.La consommation domestique	4
I.2.4.Répartition inégale de l'eau dans le monde	4
I.2.5. L'or bleu: une richesse provoquant des conflits	5
I.3.L'eau en Algérie	5
I.4.Importance de l'eau pour l'organisme humain.....	6
I.5.Cycle de l'eau.....	6
I.6.Sources d'eau.....	7
I.6.1.Eaux souterraines	8
I.6.1.1. Les nappes.....	8
I.6.2.Eau de surface	8
I.6.3.Eau saline	9
I.7.Eaux usées.....	9
I.7.1.Eaux résiduaires urbaines.....	9
I.7.2.Eaux résiduaires industrielles(ERI).....	9
I.8.L'eau brute	10
I.9. L'eau potable.....	10
I.9.1.Les critères de référence de l'eau potable	10
I.9.2. Maîtriser son eau potable	11

Chapitre II : Description et procédés de traitement d'eau à la C A B

II.1.Introduction	12
II.2. Généralités	12
II.3. Présentation de la station de traitement des eaux à la conserverie AMOR	
BEN AMOR	12
II.3.1. Bassin d'accumulation d'eau brute	13
II.3.2. Autonettoyant.....	13
II.3.3. Décanteur	14
II.3.3.1.Coagulation-floculation	15
II.3.3.2.Sédimentation/Décantation	15
II.3.4.Filtre à sable.....	16
II.3.5. Ultrafiltration	16
II.3.5. 1.Dosage Des Produits Chimiques Pour Le Lavage En Courent (CEB).....	17
II.3.5. 2.Dosages Des Produits Chimiques Manuels	18
II.3.5.3.Post-Chloration	18
II.3.5.4.Fonctionnement de système d'ultrafiltration (UF 126)	19
II.3.6. Deférisateur.....	19
II.3.6.1.Fonctionnement du système.....	20
II.3.7.Bassin d'accumulation d'eau potable	20
II.3.8. Osmose inverse	20
II.3.8.1.Mise en marche	21
II.3.9.Adoucisseur	22
II.3.9.1.Caractéristiques techniques et les performances de la machine	23
II.3.9.2. Le cycle de calcul adoucisseur.....	23

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1.Introduction	24
III.2. Les analyses effectuées à la station de traitement de l'usine d'Amor Ben Amor ...	24
III.2.1. Titre alcalimétrique simple et complet	24
III.2.1.1. Définition.....	24
III.2.1.2. Principe	24
III.2.1.3. Réactifs	24
III.2.1.4. Mode opératoire.....	25

III.2.2. Titre hydrotimétrique (TH).....	26
III.2.2.1. Définition.....	26
III.2.2.2. Principe.....	26
III.2.2.3. Réactifs.....	26
III.2.2.4. Mode opératoire.....	26
III.2.3. Les chlorures (Cl ⁻).....	27
III.2.3.1. Définition.....	27
III.2.3.2. Principe.....	27
III.2.3.3. Réactifs.....	27
III.2.3.4. Mode opératoire.....	28
III.2.3.5. Expression des résultats.....	28
III.2.4. Mesure de PH.....	28
III.2.4.1. Définition.....	28
III.2.4.2. Mode opératoire.....	29
III.2.5. Mesure de la conductivité.....	29
III.2.5.1. Définition.....	29
III.2.5.2. Principe.....	29
III.2.5.3. Mode opératoire.....	29
III.2.6. Mesure de la turbidité.....	30
III.2.6.1. Définition.....	30
III.2.6.2. Principe.....	30
III.2.6.3. Mode opératoire.....	30
III.2.7. Mesure de chlore libre.....	31
III.2.7.1. Définition.....	31
III.2.7.2. Mode opératoire.....	31

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Introduction.....	32
IV.2. Résultats et interprétation des analyses physico-chimiques effectuées	
à la station.....	32
IV.2.1. La conductivité.....	32
IV.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	36
IV.2.3. Le chlore libre.....	40

IV.2.4. La dureté (TH).....	43
IV.2.5. La turbidité	44
IV.2.6. Le chlorure (Cl ⁻)	47
IV.2.7. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	49
Conclusion générale	51
Références bibliographiques	52
Annexes	
Annexes A1	I
Annexes A2	VIII

Liste des tableaux

Tableau II.1: Caractéristiques du bassin d'accumulation d'eau brute	13
Tableau II.2 : Les Caractéristiques de l'autonettoyant.....	13
Tableau II.3 : Les caractéristiques de déferisateur.....	19
Tableau II.4: Les Caractéristiques du Bassin d'accumulation d'eau potable	20
Tableau II.5: Les Caractéristiques d'osmose inverse.....	21
Tableau II.6 : Les Caractéristiques de l'adoucisseur	23
Tableau IV.1: Résultats d'analyse de conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage.....	33
Tableau IV.2: Résultats d'analyse du potentiel d'Hydrogène (PH) de l'eau à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage.....	36
Tableau IV.3 : Résultats d'analyse du chlore libre de l'eau à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage.....	41
Tableau IV.4 : Résultats d'analyse de La dureté (TH) de l'eau à l'entrée et à la sortie de l'eau potable.....	43
Tableau IV.5: Résultats d'analyse de la turbidité de l'eau à l'entrée et à la sortie	45
Tableau IV.6: Résultats d'analyse de chlorure (Cl ⁻) de l'eau à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.....	48
Tableau IV.7: Résultats d'analyse de chlorure (Cl ⁻) de l'eau à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable	50

Liste des figures

Figure I.1: Cycle de l'eau	7
Figure II.1: Photo de l'autonettoyant utilisé à la station de traitement d'eau	14
Figure II.2: Photo de décanteur, du bassin de mélange (floculant+ l'eau) et du bassin de mélange (le coagulant + l'eau) installé à la station de traitement d'eau	15
Figure II.3: Photo de filtres à sable installés à la station de traitement d'eau à l'usine d'AMOR BEN AMOR.....	16
Figure II.4: Photo de la membrane ultrafiltration installée à la station de traitement à l'usine d'AMOR BEN AMOR	17
Figure II.5: Photo des tubes dans la membrane.....	17
Figure II.6: Photo de la membrane de l'osmose inverse installée à la station de traitement à l'usine d'AMOR BEN AMOR	21
Figure II.7: Photo de l'adoucisseur installé à la station de traitement à l'usine d'AMOR BEN AMOR.....	22
Figure III.1: Acide sulfurique (N/50)	25
Figure III.2 : Solution de phénolphtaléine et Solution de méthylorange	25
Figure III.3: la Solution avant titrage Par EDTA	27
Figure III.4: la Solution après titrage Par EDTA	27
Figure III.5 : Solution de nitrate d'argent	28
Figure III.6: Solution de chromate de potassium	28
Figure III.7: L'appareil de pH-mètre	29
Figure III.8 : photo du Conductimètre	30
Figure III.9: photo du la turbidimétrie	31
Figure III.10: photo du comparateur de chlore libre	31
Figure IV.1: Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie du décanteur.	34
Figure IV.2: Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie du filtre à sable.	34
Figure IV.3: Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie du l'ultrafiltration	35
Figure IV.4: Variation de la conductivité entre l'entrée et sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.....	36
Figure IV.5: Variation de pH entre l'entrée et la sortie du décanteur	38

Figure IV.6: Variation de pH entre l'entrée et la sortie du la filtre à sable	38
Figure IV.7: Variation de pH entre l'entrée et la sortie du l'ultrafiltration	39
Figure IV.8: variation de pH entre l'entrée et sortie du bassin d'accumulation d'eau potable	40
Figure IV.9: Variation du chlore libre entre l'entrée et la sortie du la filtre à sable.....	41
Figure IV.10: Variation du chlore libre entre l'entrée et la sortie de l'ultrafiltration.....	42
Figure IV.11: Variation du chlore libre entre l'entré et la sortie de l'eau potable.....	42
Figure IV.12: Variation de la dureté (TH) entre l'entrée et la sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.....	44
Figure IV.13: Variation de la turbidité entre l'entrée et la sortie du décanteur	45
Figure IV.14: variation de la turbidité entre l'entré et la sortie de filtre à sable.....	46
Figure IV.15: Variation de la turbidité entre l'entrée et la sortie du l'ultrafiltration.....	46
Figure IV.16: Variation de la turbidité entre l'entrée et la sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.....	47
Figure IV.17: Variation du chlorure (Cl ⁻) à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.....	48
Figure IV.18: Variation du titre alcalimétrique complet (TAC) à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.....	49

Liste d'abréviation

Liste d'abréviation

COV : Composés Organiques Volatiles.

C.A.B: Conserverie AMOR BEN AMOR.

CIP : Clique In Place.

Dépôt : terme général désignant l'ensemble des matières qui s'acculent dans une installation de séparation par membranes.

DF : déferisateur.

Dalton (DA) de masse Atomique correspondant à la masse d'un atome d'hydrogène (soit 1/12 de la masse du carbone 12 C, $1 \text{ da} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$).

DEF 2400 : model déferisateur

D1-CF : la pompe doseuse de la coagulante.

D3-CF : la doseuse de la soude .

D4-UF : la pompe dosage de soude.

D5-UF : la pompe doseuse de l'eau de javel.

D6-UF : la pompe dosage de l'eau de javel.

E .D.T.A : éthylénediamine –tétra acétate.

ERI : les eaux résiduaires industrielles.

ERU : les eaux résiduaires urbaines.

EVC-CF : la vanne démarrage du décanteur lamellaire.

EV1-CF : la vanne pour injectée l'eau (bassin de floculation)

EV4-CF : la vanne de la sortie des houes

EV20 –UF : la vanne d'alimentation d'eau potable (T2)

FCA : Filtre à charbon actif

°F : degré français

FAC1000 : model filtre à charbon actif

HZ : hertz, unité de fréquence

kpa : kilo pascals

K : kelvin est unité mesure de la température

Liste d'abréviation

ONU : Organisation des Nations unies

la PRPDE : personne responsable de la production et de la distribution d'eau

LAL1-CF : l'alarme

MES : les matières en suspension

MV : millivolts

Mval : la ressemblance chimique entre plusieurs molécules.

NT1- UF : turbidité entrée de l'ultrafiltration

O.M.S: Organisation mondiale de santé, l' une des agences de L'ONU (WHO ?WORLD health Organisation)

OI : osmose inverse.

pH : le potentiel d'hydrogène.

Pa : pascals.

Pa .s :pascal-seconde

Ppm : partie par milieu

PTA-UF : pression à l'entrée de membrane

PT1-UF : pression de perméat (eau traité) (coté1)

PT2p-UF : pression de perméat(coté2)

PT1C-UF : pression de concentrée (eau de décharge) (coté1)

PT2C-UF : pression de concentrât

P1-UF : la pompe d'alimentation d'eau potable (ultrafiltration)

QT1-CF : le débit est visualisable par le débitmètre

SD1-CF : système du pompage de coagulant

ST1-CF : mélangeur statique de la doseuses de l'eau de javel et du coagulant

TH : titre hydrotimétrique

TA : titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique Complet

TDS : total dissolved solide ou matières dissoutes totales

Liste d'abréviation

T1-CF : Bac du coagulant

T3-CF : bac de solution de soude

T5-CF : bac de doseuses de l'eau de javel

T1-UF : bac d'eau

T2-UF : le réservoir de l'eau potable

T3-UF : réservoir d'accumulation d'eau après ultrafiltration

T4-UF : bac d'accumulation de l'eau potable

U.E : union européenne

U.V : ultrafiltration

UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, en français : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

VSP1-CF : la vanne manuelle pour régler le débit de l'eau de dilution

VM1-UF : vanne modulante

Résumé

La plus grande quantité d'eau se trouve mobilisée par les eaux de surface, ces eaux présentent des anomalies dans leurs constituants physiques, chimiques, et biologiques.

Pour cela nous avons choisi comme thème l'étude d'une station de traitement des eaux de surface de la conserverie AMOR BEN AMOR située EL Fedjoudj Guelma.

Au niveau du laboratoire de CAB, nous avons effectué les analyses de certains paramètres de potabilité à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB.

Mot clés :

Traitement des eaux potables, coagulation-floculation, décantation, filtration, turbidité, normes de potabilité

ملخص

المياه الأكثر تواجدا في الكرة الأرضية هي على شكل مياه سطحية هذه المياه لها مكونات فيزيائية كيميائية وبيولوجية غير طبيعية لهذا اخترنا كموضوع للدراسة محطة معالجة المياه السطحية الموجودة في مصنع عمر بن عمر للمصبرات الذي يقع بالفجوج ولاية قالمة الذي وضح لنا :

في الجزء الببليوغرافي أهمية كل وحدة من محطة المعالجة.

في المختبر أجرينا بعض التحاليل للعينات أخذنا من مدخل ومخرج كل واحد

موجودة في محطة المعالجة

Introduction générale

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, elle est un nutriment vital, mais elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation, l'élimination des déchets et production industrielle [1].

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et biologiques susceptibles à plus ou moins long terme de nuire à la santé des individus [2].

En Algérie, les eaux de surface sont les principales sources pour notre approvisionnement en eau potable, mais de plus en plus l'individu et la municipalité se tournent vers les nappes phréatiques qui renferment un volume énorme d'eau exploitable [3].

Les eaux souterraines en Algérie sont polluées à partir de la surface et sont irréversiblement endommagées par l'intrusion d'eau saline. La surexploitation des couches aquifères entame la capacité de celle-ci à retenir l'eau, ce qui provoque l'enfoncement des couches sous-jacentes. Certaines régions Algériennes se révèlent incapables de fournir en quantité suffisante de l'eau potable et des équipements d'hygiène et ainsi l'eau est menacée dans sa qualité et sa quantité [4].

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de surface à la station de traitement des eaux de la Conserverie de Amor Ben Amor (CAB).

Nous entamerons ce travail par des généralités sur les eaux potables, l'importance de leur traitement, tout en détaillant les qualités des eaux et les paramètres de pollution.

Par la suite, nous mettrons en description l'usine de traitement des eaux de la CAB en commençant du premier ouvrage de traitement jusqu'au dernier.

Dans le troisième chapitre, nous présenterons les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau approvisionnant la CAB tout en détaillant la procédure d'analyse de chaque paramètre étudié et le matériel utilisé dans ce but.

Le dernier chapitre sera consacré à la mise en évidence des résultats obtenus suite à l'analyse de l'eau, avant et après chaque étape de traitement, et ceux recommandés par les normes en vigueur.

Enfin, nous tirerons une conclusion et nous proposerons quelques perspectives.

I.1. Introduction

En raison des besoins, entre autres, de l'agriculture, de l'industrie, et des grandes villes, les ressources en eau sont intensément exploitées, souvent d'une manière qui excède les capacités naturelles de renouvellement. Ces formes d'utilisation entraînent d'importants problèmes de pollution et de perturbation du cycle de l'eau [5].

I.2. L'eau dans le monde

I.2.1. L'eau sous différentes formes

L'eau couvre environ 70% de la planète, c'est-à-dire environ 1.4 milliards de km³. C'est pour cela qu'on donne souvent à la terre le nom de planète bleue.

Dans toute cette eau, 97,2% est de l'eau salée et seulement 2,8% est de l'eau douce. Les 2,8 % d'eau douce se répartissent de la façon suivante:

- 2,15% de glace polaire;
- 0,63% d'eaux souterraines ;
- 0,02% d'eaux de surface (lacs, fleuves, rivières...);
- 0,001% d'eau atmosphérique.

La majorité de l'eau douce est sous forme de glace polaire qui est inutilisable. Il ne reste donc que environ 1/4 de l'eau douce pour que tous les habitants de la planète bleue puissent assouvir leurs besoins, c'est donc très peu [6].

I.2.2. Répartition de l'utilisation de l'eau

Utilisation des prélèvements mondiaux en eau:

- Agriculture : 70 %
- Industries : 20 %
- Consommation domestique : 10%

L'agriculture consomme énormément d'eau à cause de l'irrigation des plantations qu'elle doit assurer. Au cours du 20ème siècle, l'irrigation des terres cultivées a été multipliée par 5. Depuis 1960, les agriculteurs ont augmenté de 60 % le prélèvement d'eau pour leurs terres.

L'irrigation est nécessaire pour avoir de bons rendements dans l'agriculture et pour pouvoir ainsi nourrir la population. Elle est évidemment plus importante dans les pays arides ou semi-arides où les précipitations sont peu abondantes. Ainsi, la plupart des pays en voie de

développement utilisent 90 % de leur eau douce pour irriguer leurs terres alors que les pays industrialisés n'en utilisent que 40 %. De plus, ces pays en voie de développement subissent souvent une forte croissance démographique, ce qui entraîne une augmentation des cultures et donc de l'eau utilisée pour irriguer ces cultures.

Les industries utilisent 20 % de l'eau douce pour toutes leurs activités. Cela représente quand même une grande fraction et elles pourraient la diminuer en essayant de développer des technologies utilisant moins d'eau ou en utilisant une eau de qualité moindre pour les usages ne nécessitant pas de l'eau potable [6].

I.2.3. La consommation domestique

La consommation domestique ne comprend que 10 % de l'utilisation mondiale en eau douce mais elle est très inégalement répartie. Pour se faire une idée:

- **USA** : 300 litres par jour et par habitant,
- **Europe** : 100 à 200 litres par jour et par habitant,
- **Pays du tiers-Monde** : quelques litres à une dizaine de litres par jour et par habitant [6].

I.2.3. Répartition inégale de l'eau dans le monde

L'eau est très inégalement répartie sur notre planète. Actuellement, 1,1 milliards de personnes n'ont toujours pas accès à l'eau salubre (eau propre) et un tiers de la population mondiale est privée d'eau potable, c'est-à-dire celle que l'on peut consommer.

Neuf pays détiennent 60 % des ressources naturelles renouvelables d'eau douce du monde: le Canada, la Chine, la Colombie, le Pérou, le Brésil, la Russie, les Etats-Unis, l'Indonésie et l'Inde.

Environ 80 pays, c'est-à-dire 40 % de la population souffrent de pénurie d'eau. Parmi eux, certains pays n'ont quasi pas de ressources en eau: le Koweït, Bahrein, Malte, Gaza, les Emirats Arabes Unis, Singapour, la Jordanie, la Lybie.

En chiffres, cela donne selon UNESCO :

- 2.4 milliards de personnes sont privées de systèmes d'assainissement de base.
- 450 millions de personnes dans 29 pays sont confrontées à des problèmes de pénurie d'eau régulière.

- 15000 personnes dont 6000 enfants meurent chaque jour de maladies liées au manque d'eau potable (10 personnes/minute dont 4 enfants)

Le climat est un élément clé du point de vue des ressources en eau qu'un pays peut se procurer. En effet, plus le climat est sec, moins les ressources en eau seront abondantes et au plus l'irrigation sera importante.

Le problème d'accès à une eau de qualité n'est pas uniquement présent dans les pays arides, il est également bien réel dans les pays où il pleut beaucoup et où les équipements d'assainissement ne sont pas suffisants [6].

I.2.5. L'or bleu: une richesse provoquant des conflits

L'eau devient de plus en plus rare et est, dès lors, de plus en plus convoitée. Elle constitue un enjeu politique et économique important. Si, dans les années à venir, la répartition de la ressource et sa gestion ne s'améliorent pas, le manque d'eau pourrait devenir une préoccupation importante pour les 2/3 de la population.

Pour certains pays, la pénurie d'eau constitue donc un frein au développement. D'autre part, les conflits risquent de se multiplier. Dans les pays où l'eau est une denrée rare, il faudra établir la répartition la plus judicieuse entre l'eau réservée à l'agriculture et celle utilisée par les habitants. Des conflits pour l'eau à la frontière entre deux pays risquent également de devenir problématiques. L'ONU estime que 300 rivières transfrontalières peuvent constituer un enjeu conflictuel dans un avenir proche. A titre d'exemple, le proche et Moyen-Orient est considéré comme une zone à grands risques car les tensions sont déjà très importantes et les problèmes de manque d'eau devraient se faire sentir à brève échéance. Ainsi, le Nil peut également être source de discord: il est en effet entouré par l'Egypte, le Soudan et l'Ethiopie et la région aride ne peut développer d'agriculture sans ce fleuve. Il y a encore beaucoup de cas similaires dans d'autres régions du monde [6].

I.3. L'eau en Algérie

Les eaux de pluie totalisent en Algérie un volume moyen annuel de 13,5 de milliards de m³. Cette pluviométrie est essentiellement mise en réserve en Algérie du nord et rencontrée à 90% dans les zones telliennes. Les eaux de surface sont en outre inégalement distribuées au niveau de l'Algérie du nord, car elles diminuent de l'ouest à l'est, les eaux souterraines connaissent une autre distribution par rapport à celle qui caractérise les eaux de surface.

Les réserves en eaux souterraines du sud permettent d'exploiter un volume annuel de quelques 5 milliards de m³, alors que les nappes de l'Algérie du nord dont l'essentiel revient évidemment à la zone tellienne n'autorisent qu'un volume annuel exploitable de 1,5 milliards de m³ [7].

I.4. Importance de l'eau pour l'organisme humain

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes.

L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration).

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation [8].

I.5. Cycle de l'eau

La connaissance de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique dans la nature et sa répartition dans l'espace et dans le temps est une donnée fondamentale. L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère.

L'eau s'évapore constamment au-dessus des océans, des lacs et des forêts, elle est condensée sous forme de nuages et ensuite transportée dans le ciel par vents. Dans le ciel, les nuages se condensent sous forme de vapeur d'eau autour des particules de poussières, puis tombent en précipitations sous forme de pluie ou de neige, sous l'action de phénomènes météorologiques complexes où interviennent surtout les vents et les différences de températures (Figure I.1).

L'eau qui ruisselle pénètre dans le sol où elle s'infiltré et va remplir les nappes souterraines. Elle traverse des couches de plus en plus profondes du sol et va abandonner dans son cheminement la quasi-totalité des impuretés dont elle s'était chargée [9]. Les eaux souterraines circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières.

Enfin, l'eau peut revenir directement à sa phase liquide dans l'atmosphère par la transpiration des végétaux qui éliminent ainsi une partie de l'eau contenue dans le sol et conservent une partie de l'eau de pluie dans leur feuillage [10].

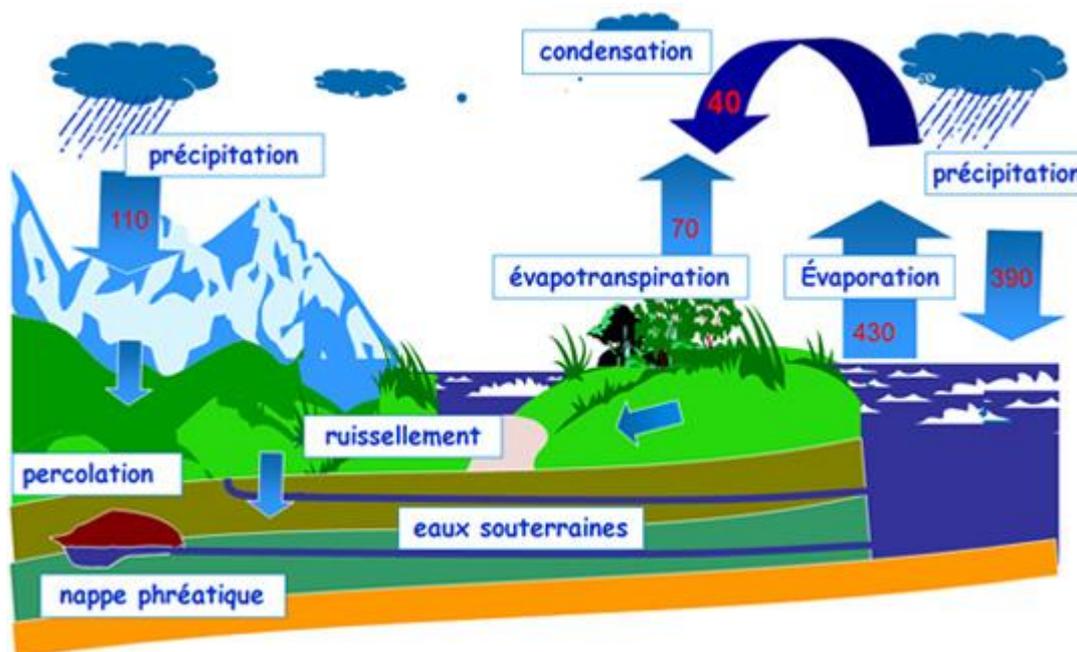


Figure I.1: Cycle de l'eau [11].

La durée des diverses phases de ce cycle sont souvent méconnues, elles atteignent quelques jours entre l'océan et la pluie, quelques heures à quelques mois entre la pluie et la nappe (recharge), plusieurs années ou millénaires entre la nappe et la source ou le puits (écoulement-souterrain) [12].

I.6. Sources d'eau

L'homme, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles, fait recours généralement à trois types de ressources naturelles :

- Les eaux souterraines,
- Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs),
- Les eaux salines (eaux de mer et saumâtres).

L'eau à l'état naturel (superficielle, souterraine ou saline) n'est jamais « pure » ; c'est un milieu vivant qui se charge de très divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle [13].

I.6.1. Eaux souterraines

Les eaux, qui ne se sont ni évaporées ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes [13].

I.6.1.1. Les nappes

« L'aquifère », ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau [14]. Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue [15].

Les différents types de nappes

a. Nappe libre

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable.

b. Nappe captive

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive [16].

Les nappes peuvent être également classées en nappes phréatiques et nappes profondes.

- Les nappes phréatiques sont celles qui reposent sur la première couche imperméable proche du niveau du sol, sont toujours libres et souvent contaminées.

- Les nappes profondes dites subordonnées reposent sur une couche perméable plus profonde et peuvent être libres ou captives [17].

I.6.2. Eau de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement [18].

I.6.3. Eau saline

Une eau saline est constituée d'eaux naturelles qui contiennent une quantité notable de sels, dont la nature n'est ni ferrugineuse (eau ferrugineuse) ni sulfureuse. L'eau saline comprend les eaux dures, l'eau salée, l'eau alcaline... et l'eau continentale qui contient une forte concentration en sels [19].

Ainsi, une eau est dite saline lorsque l'eau salée possède une teneur en matières dissoutes proche de celle de l'eau de mer. Par convention, on y classe toute eau salée à concentration comprise entre 10000 et 100000 ppm, donc intermédiaire entre l'eau saumâtre et l'eau sursalée.

I.7. Eaux usées

L'utilisation des eaux engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Les problèmes liés aux eaux usées sont aussi anciens que ces eaux elles même et ils s'aggravent suivant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie des populations et le développement des activités industrielles.

Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories: les eaux résiduaires urbaines (ERU) et les eaux résiduaires industrielles (ERI) [20].

I.7.1. Eaux résiduaires urbaines

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) regroupent les eaux ménagères, les eaux vannes et les eaux de ruissellement. La composition et les caractéristiques d'une eau résiduaire urbaine sont peu variables par rapport aux eaux usées industrielles [20].

I.7.2. Eaux résiduaires industrielles (ERI)

Les caractéristiques des eaux usées industrielles subissent des grandes variations, elles dépendent d'une multitude de paramètres type de l'industrie, production, nettoyage,...., les différentes étapes du procédé industriel, Par ailleurs, il existe des caractéristiques communes entre les effluents de la même industrie [20].

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont:

- Les métaux toxiques,
- Les toxines organiques,
- Les matières colorées,
- Les huiles et graisses,
- Les sels,

- La pollution organique.

I.8. L'eau brute

L'eau brute est, par principe, d'intérêt général et fait partie du patrimoine commun de la nation. La notion de patrimoine commun vise à renforcer de façon substantielle la légitimité de l'État à intervenir pour défendre l'intérêt général et s'opposer aux intérêts particuliers. C'est-à-dire qu'une source d'approvisionnement en eau appartient à la commune ou à la collectivité locale qui a la responsabilité de s'assurer que sa population est en permanence approvisionnée en quantité suffisante d'une eau répondant à des normes strictes de qualité.

Une commune, via la PRPDE (personne responsable de la production et de la distribution d'eau), peut donc s'opposer ou permettre le puisage ou le captage d'eau brute sur tout ou partie de son territoire et peut même vendre de l'eau brute à une commune voisine [21].

I.9. L'eau potable

L'eau potable est une eau consommable sans risques pour la santé. Pour encadrer cette définition de l'eau potable, des normes strictes existent. Elles fixent les teneurs limites qu'une eau potable ne doit pas dépasser. Ces limites concernent des substances considérées comme nocives pour la santé à certaines doses. Une eau potable ne veut pas dire totalement exempte de matières polluantes, cela signifie que leur concentration est assez faible pour préserver la santé des consommateurs [22].

I.9.1. Les critères de référence de l'eau potable

Une eau potable doit satisfaire à certaines caractéristiques qui la rendront propre à la consommation humaine.

L'eau potable est définie par plus de 60 critères répartis en 7 groupes de paramètres :

- organoleptiques : couleur, odeur, saveur...
- physico-chimiques : pH, oxygène dissous...
- substances indésirables : nitrates, hydrocarbures...
- substances toxiques : arsenic, cyanure, cadmium...
- microbiologiques : coliformes, streptocoques...
- pesticides et produits apparentés : aldrine, dieldrine, heptachlore...

- eaux adoucies.

Tous ces critères précisément mesurés s'appliquent à l'eau brute, captée dans une nappe d'eau souterraine ou en eau de surface. Prélevée dans le milieu naturel, elle subit l'ensemble des traitements de potabilisation pour croître en qualité [22].

I.9.2. Maîtriser son eau potable

L'eau qui arrive dans nos robinets est potable. Pourtant, on reproche à l'eau potable principalement sa teneur en calcaire et son goût chloré. Des dispositifs de filtration existent aujourd'hui pour profiter pleinement de l'eau du robinet. Ils permettent d'améliorer considérablement le goût de l'eau et de procéder à une seconde désinfection après passage dans les canalisations [22]. La filtration de l'eau permettra également d'abaisser davantage certains taux:

- pesticides,
- nitrate,
- plomb,
- mercure,
- chlore.

II.1.Introduction

Mon stage a été effectué à la CAB, dans cette usine j'ai pu suivre les différents procédés de traitement des eaux alimentant cette conserverie.

L'eau de l'oued présente une valeur importante et variable de polluants, qui proviennent des sables, des matières en suspension, de la boue, ... etc. et qui peuvent causer des problèmes d'encrassement surtout au niveau d'ultrafiltration et d'osmose inverse et réduire leurs durée de vie, ce qui limite la fiabilité de l'équipement, donc il est nécessaire d'installer un système qui garantit toujours l'élimination de la turbidité et des polluants organiques et bactériologiques.

La station comprend :

1- Station de prétraitement composée de :

- Filtration grossière autonettoyante,
- Système de pré-chloration, coagulation, neutralisation et floculation suivi d'une décantation,
- Système d'ultrafiltration,
- Filtration pour l'élimination du Fer et du manganèse.

2- Système d'osmose inverse modulaire.

3- Système d'adoucissement.

II.2. Généralités

La conserverie alimentaire AMOR BEN AMOR (CAB) située à ELFEDJOU DJ wilaya de Guelma à la commune de BOUATI Mahmoud est alimentée en eau brute à partir d'oued Seybouse, du barrage de BOUHEMDEN par une conduite connectée directement sur le réseau d'irrigation des terres agricoles et d'une source située à proximité de la station de traitement [23].

Cette eau brute est exposée à trois sortes de pollution qui sont la pollution physique, chimique et biologique.

II.3. Présentation de la station de traitement des eaux à la conserverie Amor Ben Amor

La station de traitement des eaux à la conserverie d'AMOR BEN AMOR est basée sur trois principales opérations à savoir : la filtration, la clarification et l'affinage[24].

II.3.1. Bassin d'accumulation d'eau brute

Tableau II.1: Caractéristiques du bassin d'accumulation d'eau brute [24].

Capacité	1200 m ³
La forme	Rectangle
Longueur	20 m
Largeur	10 m
hauteur	6 m

II.3.2. Autonettoyant

L'eau brute alimente le filtre par l'entrée, elle traverse le grillage à partir de l'intérieur vers l'extérieur. Enfin elle va vers la vanne à la sortie.

L'autonettoyant est un système de filtration grossière dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau (II.2). Le filtrage s'effectue en canalisant l'eau brute à travers l'élément filtrant depuis l'intérieur vers l'extérieur. Les manomètres positionnés à l'entrée et à la sortie du filtre permettent de vérifier si le fonctionnement est correct. Au moment où on relève une différence de pression, il est nécessaire d'effectuer une régénération.

Tableau II.2 : Les Caractéristiques de l'autonettoyant [24].

Modèle	TRUBONET HA 125 aspiration
Numéro du modèle	2
L'eau traitée	L'eau brute
Traitement	Dégrillage
Débit d'exercice d'eau	140 m ³ /h
Débit maximal	150m ³ /h
Débit de sortie	138m ³ /h
Pression de charge à filtre propre	0.3 bar
Pression de charge du filtre sable	0.5 bar
Débit de lavage	10 m ³ /h
Eau de lavage	Eau brute
Décharge	1%
Turbidité	>150NTU
Dureté	MAX 60°F

Le système de régénération porte sur le contrôle différentiel de pression entrée-sortie, dans le cas où une différence de pression de 0,5atm se vérifierait, on enclenche le cycle d'auto nettoyage comme suit :

- 1- fermeture totale de l'hydro vanne, en se fermant complètement, ça portera la pression intérieure et extérieure du grillage filtrant à un équilibre parfait (Figure II.1).
- 2- évacuation sans recirculation des impuretés retenues par le grillage à l'aide d'hydro vanne de décharge. Après avoir équilibré la pression à l'intérieur et à l'extérieur de la cartouche filtrante, les parcelles de saleté n'adhèrent plus à la paroi du grillage et, par effet du brossage et de la vitesse de l'eau en sortie créée par hydro vanne, de décharge le cycle complet de régénération aura lieu [24].



Figure II.1: Photo de l'autonettoyant utilisé à la station de traitement d'eau.

II.3.3. Décanteur

Après l'autonettoyant l'eau passe à travers un décanteur, où on introduit les produits chimiques suivants :

- ✚ Sulfate d'alumine 17-18%, ce produit joue le rôle d'un coagulant.
- ✚ Copolymère acrylamide qui joue le rôle d'un flocculant.
- ✚ La soude caustique à une concentration de 33%, qui joue le rôle d'un alcalinisant.
- ✚ L'eau de javel 28-33% comme désinfectant au niveau de sédimentation.

L'eau va être mélangée avec ces produits dans la 1^{ère} phase à l'aide d'un agitateur (Figure II.2), on obtient dans cette phase des floccs, des particules solides, puis l'eau passe à la

deuxième phase de décantation et de séparation, l'eau va monter et les flocons vont se précipiter, l'eau clarifiée passe au bac d'accumulation (T1) [24] .



Figure II.2: Photo de décanteur, du bassin de mélange (floculant+ l'eau) et du bassin de mélange (le coagulant + l'eau) installé à la station de traitement d'eau.

II.3.3.1.Coagulation-floculation

La coagulation et la floculation sont le cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit du traitement effectué sur une eau brute suivant le dégrillage et le dessablage. La coagulation des particules en suspension et la précipitation des substances dissoutes et colloïdales.

La floculation aide à éliminer les particules colloïdales finement distribuées et difficiles à retirer de l'eau brute.

L'ajout du coagulant, aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autres de la couleur et turbidité), le coagulant est ajouté juste avant ou dans un bassin à mélange rapide pour aider à faire effet plus rapidement. Une fois cette étape accomplie, un floculant est ajouté ou un aide-coagulant qui aura pour effet d'agglutiner toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour sédimenter (couler au fond) par eux-mêmes [24].

II.3.3.2.Sédimentation/Décantation

Cette étape suit la coagulation et la floculation et précède la filtration. Une fois le floculant ou aide-coagulant injecté et mélangé à l'eau, cette dernière est dirigée vers les bassins de sédimentation aussi appelés décanteurs.

Ce sont de gros bassins avec un temps de rétention assez élevé pour permettre aux flocons qui formaient la turbidité et la couleur de couler au fond du bassin et de s'accumuler pour former de la boue qui devra être régulièrement extraite pour prévenir les accumulations. L'eau sera ensuite acheminée vers les filtres qui enlèveront les plus petites particules qui n'auraient pas sédimer ou décanter lors de l'étape précédente [24].

II.3.4. Filtre à sable (Figure II.3)

La filtration est un procédé permettant la séparation solide/liquide à travers un support poreux. L'objectif recherché par filtration est tout d'abord celui d'améliorer la qualité de l'eau décantée essentiellement du point de vue et l'élimination de l'azote ammoniacal non éliminé à l'oxydation.

Dans la pratique on rencontre généralement les filtres à sable ouverts (filtration lente), et fermés sous pression (filtration rapide) [23].



Figure II.3 : Photo de filtres à sable installés à la station de traitement d'eau à l'usine d'AMOR BEN AMOR.

II.3.5. Ultrafiltration

Le système d'ultrafiltration UF est composé par deux unités qui peuvent fonctionner l'un séparé de l'autre (Figures II.4 et II.5). Chaque unité est composée par un numéro variable de membranes en fonction du débit et de la qualité de l'eau qu'il faut traiter. L'eau à traiter va traverser l'intérieur des membranes et il va se former 2 débits d'eau: le concentré qui passe au vidange et le filtré qui va être utilisé [24].



Figure II.4: Photo de la membrane Ultrafiltration installée à la station de traitement à l'usine d'AMOR BEN AMOR.

Le système peut être accompagné par d'autres systèmes de prétraitements de l'eau brute ou de l'eau traitée. En particulier la préchloration faite avec dosage de l'eau brute par l'eau de javel en quantité déterminée pour avoir un résiduel de 0,2 ppm de chlore libre en alimentation [24].

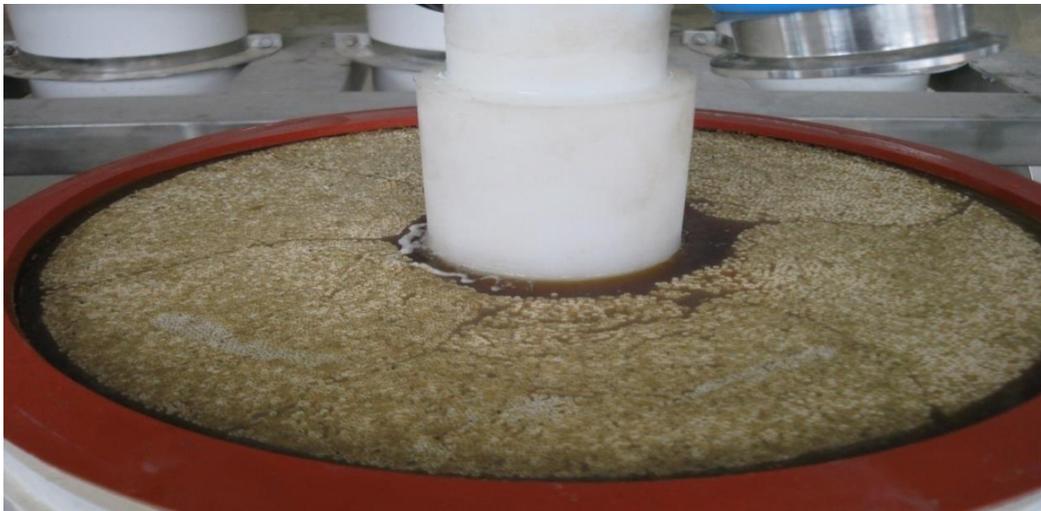


Figure II.5 : Photo des tubes dans la membrane.

II.3.5. 1. Dosage des produits chimiques pour le lavage en courant (CEB)

Le lavage chimique en courant (CEB) est fait automatiquement. L'objectif est d'enlever le dépôt organique et la turbidité qui va peu à peu se déposer sur la surface des

membranes en causant un encrassement progressif et une augmentation de la pression ΔP en alimentation Pa et de TMP (valeur qui s'appelle pression de transmembranaire).

Ce lavage est fait automatiquement. Les produits chimiques utilisés sont: soude (20-30%), et eau de javel. Les dosages sont fait par des pompes doseuses directement dans le tuyau de contre lavage pour avoir une eau avec pH =10.5-11.0 et une valeur de chlore libre presque 200 ppm [24].

II.3.5. 2.Dosages des produits chimiques manuels

a) Lavage Chimique Batch (CIP)

Le lavage chimique en courant avec recirculation en bac (CEB) est une opération que l'opérateur doit décider sur l'analyse des paramètres de pression mais le cycle de CIP est automatique. L'Objectif est l'élimination des dépôts organiques, turbidité et salinité qui vont se former peu à peu sur la surface de la membrane en causant un encrassement progressif et une augmentation de différentiel de pression et du TMP. Ce ancrassement, il n'est plus possible de l'enlever avec un simple CEB.

Le CIP est composé par les phases suivantes:

- ✓ Lavage alcalin avec soude 20-30% et eau de javel 200ppm.
- ✓ Lavage acide avec acide chlorhydrique concentré.
- ✓ Les produits sont dosés par pompe doseuse directement à l'intérieur du bac T2 à l'aide d'une pompe qui va recycler pendant tout le cycle de CIP.

Le temps qu'il faut pour le lavage chimique (CIP) dépend du type d'entartrement (1/2 heure jusqu'à quelques heures) [24].

II.3.5.3.Post-Chloration

Le but de post chloration c'est d'oxyder le fer et le manganèse présents en trace dans l'eau ultra filtrée. À la fin de post chloration on a une eau sans traces de métaux en solution. La post chloration est réalisée par un dosage direct d'eau de javel jusqu'à obtenir un résidu dans l'eau ultrafiltrée [24].

Les caractéristiques des équipements d'ultrafiltration et leur mise en marche sont décrites dans l'annexe A1.

II.3.5.4.Fonctionnement de système d'ultrafiltration (UF 126)

Le système UF126 est composé par un couple de pompes (P1-UF e P2-UF) qui donnent l'eau en pression à l'UF à partir du bac à la sortie du décanteur.

L'eau donc va être filtrée par les membranes à fibre creuse et va être accumulée à l'intérieur du réservoir T3-UF avec un volume de 20 m³. Après, avec les pompes P7-UF et P8-UF elle va être envoyée au déferisateur (model DEF2400) puis au bac d'accumulation de l'eau potable T4-UF.

Seulement une petite quantité de l'eau alimentée va être déchargée (concentrée) pour permettre de maintenir un correct gradient de concentration à l'intérieur des membranes.

II.3.6. Deférisateur

Les caractéristiques du deférisateur sont mentionnées dans le tableau (II.3).

Tableau II.3 : Les caractéristiques de deférisateur [24].

Modèle du filtre	DEF 2400
Débit max	130° m ³ /h
Débit de service	120 m ³ /h
Débit de lavage à contre-courant	10 m ³ /h
Eau à traiter	Eau ultrafiltrée
But de traitement	Suppression du fer et du manganèse
Finesse de fil	10 microns
Commande de lavage des filtres	Clavier
Pression de service eau	1 à 5 bars
Fluide de service	air sous pression
Pression de service	6,5 bars
Tension d'alimentation puissance	230 vca+terre
Diamétrévannes IN/OUT	DN 125
Pyrolusite pour colonne	125 kg
Quartzite (FQ)	1200 kg calibre 10-30 mm 6000 kg calibre 5-10 mm 3000 kg calibre 01-03mm

La déferisation est effectuée pour enlever tout le fer et le manganèse en l'oxydant en le faisant précipiter sur le lit filtrant de sable (filtres déferisateurs) et afin d'éviter le dépôt de ces métaux sur les membranes de l'osmose sous forme d'hydrate [24].

II.3.6.1. Fonctionnement du système

Phase 1 exercice : est la phase de la production de l'eau potable, à l'aide de deux pompes supprimeurs l'eau ultrafiltrée passe au déferisateur.

Phase 2 contre lavage par l'air : à l'aide d'un compresseur, l'air passe à contre-courant traverse les filtres à sable pour maintenir l'espace entre les grains de sable et facilite le passage à l'étape suivante.

Phase 3 contre lavage par l'eau potable: pour éliminer les résidus des métaux.

Phase 4 lavage par l'eau ultrafiltrée: c'est la dernière étape de lavage des filtres, pour éliminer le reste de résidu [24].

II.3.7. Bassin d'accumulation d'eau potable

Tableau II.4: Les Caractéristiques du Bassin d'accumulation d'eau potable[24].

Caractéristiques du Bassin d'accumulation d'eau potable	
Capacité	640 ³
La forme	Rectangle
Longueur	16 m
largeur	8 m
hauteur	5 m

II.3.8. Osmose inverse

C'est un système de désalinisation (eau de salinité inférieure) (Figure II.6). L'eau à traiter arrive du bassin d'accumulation de l'eau potable, passe par un filtre qui va retenir les particules présentes dans l'eau avant de les faire passer aux membranes de l'osmose, après l'eau filtrée s'écoule à travers les membranes, afin de réduire la concentration de l'eau plus salée on introduit les trois produits chimiques suivants:

L'acide chlorhydrique: pour maintenir le PH de l'eau osmosée dans l'intervalle (6,5 à 7,5).

Méta Bisulfite De Sodium : pour éliminer le chlore résiduel.

Hidroperm : éliminer les tartres (antitartrant).

Les Caractéristiques d'osmose inverse sont illustrés dans le tableau II.5.



Figure II.6: Photo de la membrane de l'osmose inverse installée à la station de traitement à l'usine d'AMOR BEN AMOR.

Tableau II.5: Les Caractéristiques d'osmose inverse [24].

Modèle	ORP 40000 modulaire
But de traitement	Éliminé les sels dissous
Débit d'entrée	54 m ³ /h
Débit de sortie	40 m ³ /h
La perte de charge	25 %
La durée et la phase de lavage sont programmées	sur le clavier
Débit de décharge	13 m ³ /h
Dosage de méta bisulfite de sodium	67 g/h
Dosage de l'acide chlorhydrique	33 % - 4 kg /h
Dosage de HIDROPERM	0.3 kg /h

II.3.8.1.Mise en marche

L'osmose démarre automatiquement s'il y a toutes les conditions pour le démarrage.

En particulier il faut :

- qu'il y ait pression d'eau brute en alimentation
- il n'y ait pas d'alarmes fatales en cours

- il y ait niveau de l'eau osmosée bas dans le réservoir
- il n'y ait pas rinçage en cours

Un système de détection de la salinité constitué par un conductimètre est généralement installé sur la ligne de perméat [24].

II.3.9. Adoucissement

Est un procédé de traitement destiné à éliminer la dureté de l'eau (due à la présence des sels alcalino-terreux: carbonates, sulfates et chlorures de calcium et de magnésium). L'eau adoucie n'est pas incrustante et mousse facilement avec le savon.

L'adoucissement est effectué par passage de l'eau à travers un échangeur de cations (permutation des ions calcium avec les ions sodium), régénéré avec le chlorure de sodium. On peut régénérer la résine en y faisant couler une solution concentrée de chlorure de sodium et remplacer les ions calcium par des ions sodium: l'échange d'ions est donc un processus réversible (Figure II.7).

Pendant le premier stade l'eau traverse le lit de résine où elle remplace les ions Ca^{+2} , Mg^{+2} , par les ions Na^+ , dans le deuxième stade lorsque la résine est saturée on assure son détassage par un courant d'eau brute afin de faciliter la régénération, dans le troisième stade on fait percoler la saumure (solution de NaCl), à travers le lit de résine, enfin dans le quatrième stade un rinçage permet d'éliminer cette saumure et rend l'appareil prêt pour un nouveau cycle [24].



Figure II.7: Photo de l'adoucisseur installé à la station de traitement à l'usine d'AMOR BEN AMOR.

Tableau II.6 : Les Caractéristiques de l'adoucisseur.

Modèle	EUR 350DV duplex
But de traitement	Éliminé le Ca^{+2} , Mg^{+2}
Numéro de modale	2
Débit d'entrée	5.5 m ³ /h
Débit de sortie	5 m ³ /h
La perte de charge	10%
Dureté de l'eau entrée	40 °F
Pression de fluide	6 bar
Type de résine	Cationique

II.3.9.1. Caractéristiques techniques et les performances de la machine

La série est composée de deux adoucisseurs duplex automatiques alternant entre eux fournissant l'eau traitée 24 heures sur 24 heures.

Le cycle d'échange (quantité d'eau adoucie entre la régénération et l'autre) est contrôlé par une mémoire électronique programmeur duplex complètement calibrée pour que les capacités des services échange cyclique interviennent automatiquement sur phase pour garantir un fonctionnement parfait et l'automatisation complète de l'usine [24].

Le groupe de commande de la norme volumétrique est composée :

- conter-volumétrique des impulsions électrique,
- programmeur mode, ACQUA-CUBIQUES,
- commande soupapes à double action hydraulique.

II.3.9.2. Le cycle de calcul adoucisseur

Pour la valeur cycle fin dans le programmeur ACQUA-CUBIC, on doit suivre l'exemple suivant :

- ✓ Dureté de l'eau entrée : 40°F
- ✓ caractéristique débitmètre=1impulsi/100lt
- ✓ quantité d'eau traiter (m³)= volume de résine par colonne(1)*5.5/dureté °F

Le résultat de la formule empirique ci-dessous, sur le programme pour régler le « volume set » quantité d'eau à traiter est en mètres cubes.

III.1.Introduction

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole d'analyse et de traitement des eaux alimentant l'usine Conserverie d'Amor Ben Amor ainsi que les matériaux utilisés lors de la partie pratique de ce mémoire.

III.2. Les analyses effectuées à la station de traitement de l'usine d'Amor Ben Amor

Les différentes analyses effectuées au laboratoire de l'usine de traitement des eaux d'Amor Ben Amor sont les suivantes: le pH, la conductivité, le chlore libre, le chlorure, la dureté (TH), le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).

III.2.1. Titre alcalimétrique simple et complet

III.2.1.1. Définition

Le titre alcalimétrique simple (TA) permet de connaître la teneur en OH^- et la moitié de la teneur en CO_3^{2-} et un tiers environ des PO_4^{3-} présents suivant les réactions suivantes :



$$\text{TA (}^\circ\text{F)} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}] \quad (1)$$

Le TAC permet de connaître la teneur totale en OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^- alcalino et alcalino-terreux.



$$\text{TAC (}^\circ\text{F)} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \quad (2)$$

III.2.1.2. Principe

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

III.2.1.3. Réactifs

- Acide sulfurique (N/50) (Figure III.1)

- solution de phénolphtaléine (Figure III.2) dans l'alcool à 0,5%
- solution de méthylorange (Figure III.2) à 0,5%.

III.2.1.4. Mode opératoire

Titre alcalimétrique simple (TA) d'après RODIER

- Verser 25ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250ml,
- ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur de phénolphtaléine,
- si la solution reste incolore, TA=0, si une coloration rose apparaît titrer avec l' H_2SO_4 (N/50) jusqu'à la disparition de couleur, soit V1 le volume en ml de l' H_2SO_4 versé.

Expression des résultats :

$$\text{TA (}^\circ\text{F)} = 4 * \text{V1} \quad (3)$$

Si la couleur n'apparaît pas TA=0, (PH<8.3→TA=0)

Titre alcalimétrique complet (TAC)

Même échantillon que TA ajouter 2 à 3 gouttes de méthylorange à 0,5%,
Titrer par l' H_2SO_4 (N/50) jusqu'à virage au rouge orangé, soit V2 le volume en ml de l' H_2SO_4 versé.

Expression des résultats :

$$\text{TAC (}^\circ\text{F)} = 4 * (\text{V1} + \text{V2}) - 0.5 \quad (4)$$

En effet $1^\circ\text{F} = 10 \text{ ppm de CaCO}_3 = 0,2 \text{ mval/l}$



Figure III.1: Acide sulfurique (N/50)



Figure III.2 : Solution de phénolphtaléine et de méthylorange

III.2.2. Titre hydrotimétrique (TH)

III.2.2.1. Définition

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions Fer, Al, Mn, Sr dans l'eau, le TH est la somme des concentrations calcique et magnésienne.

- ✓ la dureté calcique, correspond à la teneur globale en sel de calcium;
- ✓ la dureté magnésienne, correspond à la teneur globale en sel de magnésium;
- ✓ la dureté carbonatée, correspond à la teneur globale en carbonate et bicarbonate de calcium et de magnésium, elle est égale à TAC si le $TH > TAC$, et au TH si le $TH < TAC$.

Si la dureté totale est égale ou inférieure à la dureté carbonatée, elle est entièrement due aux bicarbonates et aux carbonates, si elle est plus élevée, il existe une dureté non carbonatée qui, en effet, correspond à la dureté permanente ($CaSO_4$ et $MgSO_4$ et accessoirement Cl^- et NO_3^-)

III.2.2.2. Principe

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel bisodique de l'acide éthylène-diamine tetra acetate (EDTA) à $PH = 10$.

La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet donc de doser la somme des ions calcium et magnésium.

III.2.2.3. Réactifs

- indicateur noir eriochrome T,
- solution d'EDTA (0,02N),
- solution tampon : Ammoniaque 34%.

III.2.2.4. Mode opératoire

- Verser 25ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- ajouter 2 à 3 gouttes du tampon ammoniacal + quelques gouttes de l'indicateur d'eriochrome noir T ;
- Si la solution devient bleu (Figure III.3), $TH=0$;

- Si la solution devient violette (Figure III.4), titrer avec la liqueur complexométrique (EDTA), jusqu'au virage au bleu; soit V le volume d'EDTA versé en ml.

$$\text{TH } (^\circ\text{F}) = 4 * \text{V} - 0,5 \quad (5)$$

$$\text{TH } (^\circ\text{F}) = \text{V (ml)}$$



Figure III.3: la Solution avant titrage
Par EDTA



Figure III.4: la Solution après titrage
Par EDTA

III.2.3. Les chlorures (Cl⁻)

III.2.3.1. Définition

Chlorures: Concentration en ions (Cl⁻), exprimée en mg/l, sont souvent naturellement présents dans les eaux sous terraines; ils favorisent la corrosion et l'entartrage des canalisations des pompes, des raccords de plomberie et de chaufferie.

III.2.3.2. Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre, PH = 6,7ou7, par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.



III.2.3.3. Réactifs

- Solution de nitrate d'argent N/50 (Figure III.5).
- Solution de chromate de potassium à 10% (Figure III.6).

III.2.3.4. Mode opératoire

- Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large,
- ajouter 2 à 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%,
- verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent, jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes.

Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent utilisés.



Figure III.5 : Solution de nitrate d'argent



Figure III.6: Solution de chromate de potassium

III .2.3.5 Expression des résultats

$$\text{Cl}^-(\text{mg/l}) = V (\text{ml}) * 28.4 \quad (6)$$

Remarque

Dans le cas où l'eau a un taux de chlorures très élevé, on utilise $\text{AgNO}_3(\text{N}/10)$.

L'expression devient:

$$\text{Cl}^-(\text{mg/l}) = V (\text{ml}) * 142 \quad (7)$$

III.2.4. Mesure de PH

III.2.4.1. Définition

Le pH est une unité de mesure de l'alcalinité ou de l'acidité. Un pH en dessous de 7,0 sera acide et en dessus sera alcalin.

La mesure de PH se fait par la méthode potentiométrique à l'aide d'un appareil approprié (Figure III.7).

III.2.4.2. Mode opératoire

- rincer l'électrode PH avec de l'eau à analyser,
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser,
- agiter légèrement, attendre jusqu'à stabiliser,
- lire la valeur directe sur l'afficheur de l'appareil.
- rincer l'électrode avec de l'eau distillée.



Figure III.7: L'appareil de pH-mètre

III.2.5. Mesure de la conductivité

III.2.5.1. Définition

La Conductivité électrique(CE): est l'aptitude d'une eau à permettre le passage du courant électrique, et est directement liée à la teneur en minéraux dissous ionisés exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Donc ça détermine l'ensemble des minéraux présents dans une solution

III.2.5.2. Principe

Cette mesure détermine la quantité des ions liés contenues dans une solution répartie en deux groupes ;

Les cations : calcium, magnésium, potassium, sodium.

Les anions : bicarbonates, chlorures, sulfates, nitrates, phosphates.

III.2.5.3. Mode opératoire

- rincer l'électrode du conductimètre avec de l'eau à analyser,
- plonger l'électrode dans l'eau à analyser,
- agiter légèrement, attendre jusqu'à stabiliser, lire la valeur directe sur l'afficheur de l'appareil (Figure III.8).
- rincer l'électrode avec de l'eau distillée.



Figure III.8 : photo du Conductimètre

III.2.6. Mesure de la turbidité

III.2.6.1. Définition

La turbidité représente l'un des principaux paramètres de détermination de la qualité de l'eau, en effet la clarté et la transparence de l'eau sont l'image d'une haute qualité de l'eau.

Les applications de la turbidité sont très diverses, dans notre cas; la connaissance de la turbidité est très importante pour contrôler le bon fonctionnement des équipements dans toutes les différentes techniques de traitements.

III.2.6.2. Principe

Turbidité: Caractère d'une eau trouble non transparente, l'intensité d'une turbidité s'exprime en NTU.

III.2.6.3. Mode opératoire

- Rincer le tube avec de l'eau à analyser,
- Remplir le tube avec l'eau à analyser,
- Bien essuyer le tube avec le tissu,
- Mettre le tube dans la chambre d'échantillon, bien insérer le tube, attendre jusqu'à stabiliser,
- Lire la valeur directe sur l'afficheur de l'appareil (Figure III.9).



Figure III.9: Photo du la turbidimétrie

III.2.7. Mesure de chlore libre

III.2.7.1. Définition

Le chlore est l'un des produits utilisés pour la désinfection de l'eau potable où il est employé essentiellement sous forme de chlore gazeux ou d'hypochlorite de sodium (eau de Javel). Doté d'un pouvoir oxydant très important, il est en plus rémanent.

Dans l'eau, le chlore libre se trouve sous trois formes d'états en équilibre: l'acide hypochloreux (HOCl), l'ion hypochlorite (ClO⁻) et l'ion chlorure (Cl⁻) [25].

III.2.7.2. Mode opératoire

A l'aide d'un petit dispositif appelé comparimètre (Figure III.10) ou comparateur portatif, on peut évaluer le chlore actif libre, à l'aide de pastilles d'analyse DPD N°1, ce test est très répandu pour l'évaluation du chlore libre sur le terrain.

Un comparateur présente deux tubes: ils sont remplis avec de l'eau à analyser. Dans l'un des deux tubes on ajoute l'indicateur (réactif DPD) devant ce dernier, on fait défiler une série de filtres colorés, jusqu'à égalité des colorations (rose au rougeâtre) des deux côtés.



Figure III.10: Photo du comparateur de chlore libre.

IV.1.Introduction

Dans ce chapitre, nous exposerons les résultats obtenus des paramètres étudiés, à l'entrée et à la sortie de chaque phase de traitement d'eau par une représentation graphique au cours du temps, ensuite l'interprétation de la variation de ces paramètres sera notre cible.

IV.2.Résultats et interprétation des analyses physico-chimiques effectuées à la station

Au cours de la période du 01/04/2019 au 30/04/2019, nous avons réalisé au laboratoire de la station, les analyses physico-chimiques des eaux dont nous avons parlé dans le chapitre III et plus précisément à la sortie de chaque ouvrage. La station est composée des ouvrages suivant: l'autonettoyant, le décanteur, le filtre à sable, l'ultrafiltration, le déferisateur et le bassin d'accumulation d'eau potable.

IV.2.1.La conductivité

La conductivité est l'aptitude d'une solution à faire passer un courant électrique entre des électrodes. Par les ions le courant est transféré, c'est à dire que la conductivité augmente avec le nombre et la mobilité des ions présents en solution. La solution qui ne contient pas d'ions est un isolant et ne transfère pas de courant, elle est dite résistive.

La conductivité est dépendante de divers facteurs tels que le pH de l'eau, la température de mesure ou encore le CO₂ de l'air qui est plus ou moins ionisé suivant le pH, il s'agit là de ce que l'on nomme la (conductivité intrinsèque). La conductivité dépend aussi de la quantité d'ions initialement présents dans l'eau, par exemple les ions chlorures (Cl⁻), sodium (Na⁺) et ammonium (NH₄⁺). Leur contribution à la conductivité est appelée (conductivité intrinsèque).

Les éléments chimiques dissouts dans l'eau sont nombreux. Toutefois, la connaissance, avec précision, de la concentration de chaque élément dissout dans l'eau s'avère un peu délicate et demande des moyens assez poussés, de ce fait une mesure globale de la quantité des sels dissouts conduit à l'estimation de la conductivité électrique.

Le résultat d'analyse de la conductivité effectuée à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la C.A.B sont représentés dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1: Résultats d'analyse de conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage.

Jours	Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)				
	Eau brute	Eau clarifiée	Eau de filtre à sable	Eau d'ultrafiltration	Eau potable
1	1464	1570	1541	1556	1646
2	1468	1442	1418	1430	1489
4	1299	1402	1463	1502	1524
8	1295	1348	1399	1408	1355
9	1449	1530	1554	1546	1487
11	1473	1542	1626	1666	1541
15	1543	1588	1623	1646	1651
16	1423	1473	1480	1484	1571
18	1395	1420	1438	1443	1544
22	1734	1710	1724	1722	4683
23	1733	1743	1765	1770	1674
25	1402	1422	1448	1461	1488
28	1509	1483	1482	1484	1504
29	1442	1465	1478	1473	1535
30	1422	1444	1470	1468	1460

Pour mettre en exergue la variation des valeurs de la conductivité entre l'entrée et la sortie de chaque ouvrage nous avons tracé les courbes de variation de cette dernière au cours du temps (Figures IV.1- IV.4).

a) Au niveau du décanteur

Les valeurs de la conductivité sont étroitement liées à la quantité des sels dissous dans l'eau. Pour connaître ses valeurs à l'entrée et à la sortie du décanteur, nous les avons suivies durant une période de 1 mois. En effectuant ces analyses, après décantation de l'eau et juste à la sortie du décanteur, nous avons constaté une petite augmentation des valeurs de la conductivité (Figure IV.1), cette augmentation est due aux: oxydant (NaClO), coagulant ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) et flocculant utilisés.

L'utilisation de l'eau de javel (NaClO), comme un oxydant, a libéré des ions de sodium (Na^+) de chlorures (Cl^-) et d'ammonium NH_4^+ ce qui a conduit à une légère augmentation de la conductivité électrique.

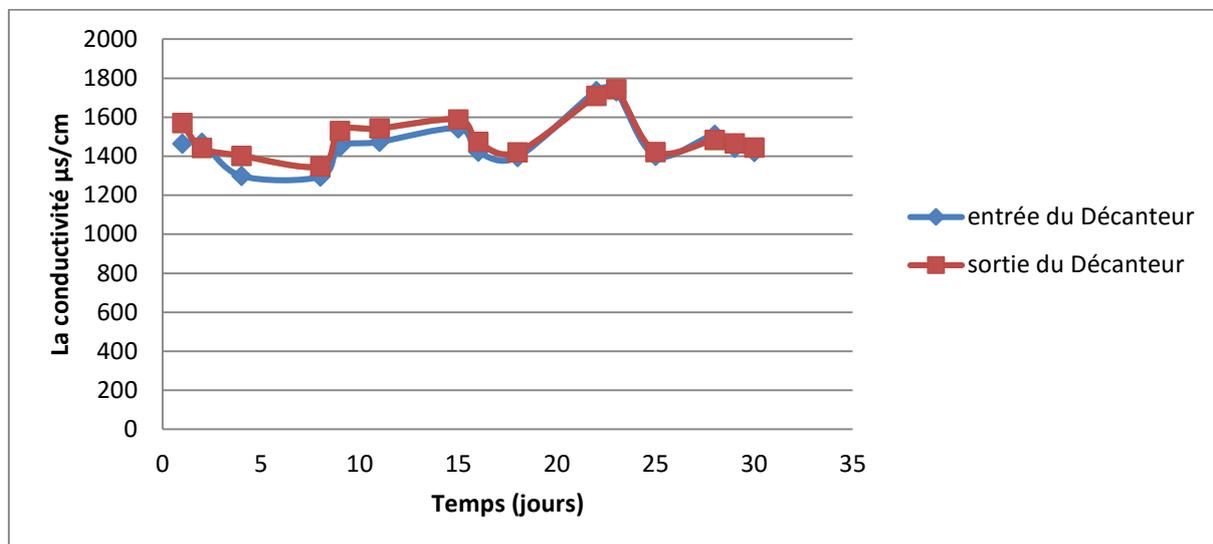


Figure IV.1 : Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie du décanteur.

On constate que les valeurs mesurées de la conductivité de l'eau à traiter, à la station de traitement de la conserverie Amor Ben Amor située EL-Fedjoug, à l'entrée et à la sortie du décanteur sont conformes aux normes de l'O.M.S ($2800\mu\text{s}/\text{cm}$) pour l'eau potable.

b) Au niveau du filtre à sable

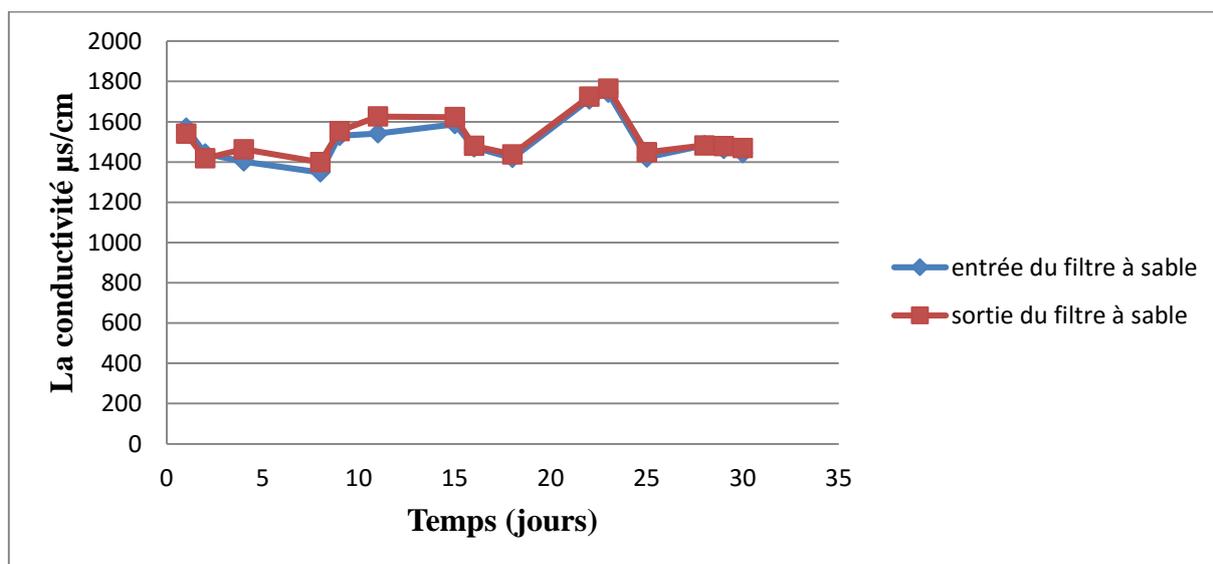


Figure IV.2: Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie du filtre à sable.

Juste à la sortie du filtre à sable la mesure de la conductivité électrique a montré de très petites fluctuations. Une valeur maximale de l'ordre de (1765 $\mu\text{s}/\text{cm}$) et une valeur minimale de l'ordre de (1399 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Ces valeurs sont acceptables les normes de potabilité sont de (2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

c) Au niveau de l'ultrafiltration

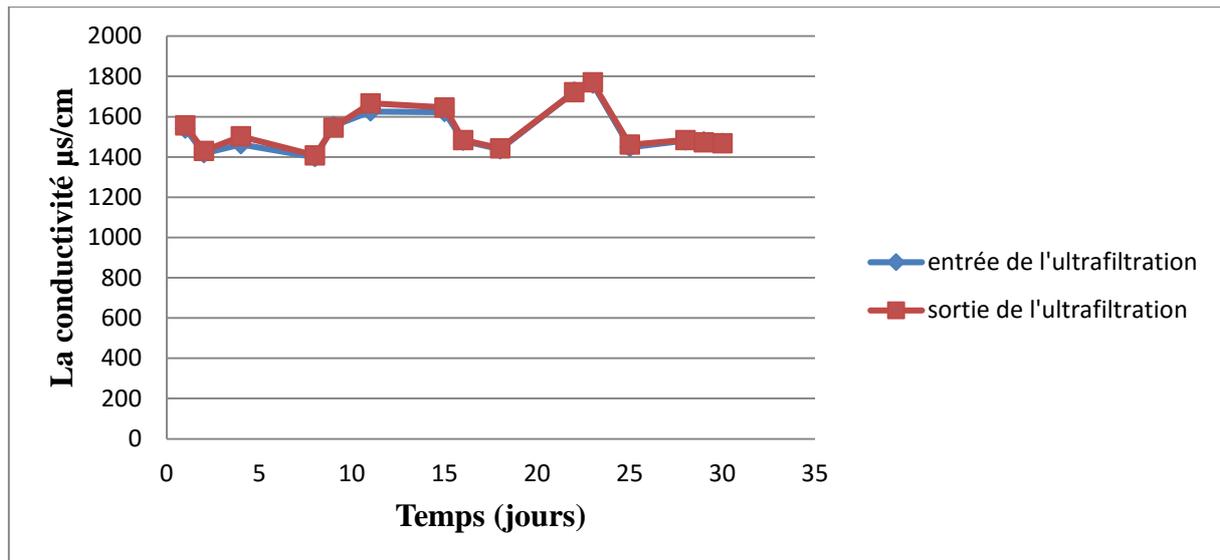


Figure IV.3: Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie de l'ultrafiltration.

Juste à la sortie de l'ultrafiltration la mesure de la conductivité électrique a montré très petites fluctuations. Une valeur maximale de l'ordre de (1610 $\mu\text{s}/\text{cm}$) et une valeur minimale de (1370 $\mu\text{s}/\text{cm}$) (Figure IV.3). Ces valeurs sont acceptables, les normes de potabilité sont de (2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

d) Au niveau de l'eau potable

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation la mesure de la conductivité électrique a montré des variations, nous avons noté une stabilisation des valeurs de la conductivité électrique. Une valeur maximale de l'ordre de (1683 $\mu\text{s}/\text{cm}$) et une valeur minimale est (1355 $\mu\text{s}/\text{cm}$) (Figure IV.4) et toutes les valeurs sont acceptables par rapport aux normes européennes (2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$) présentées dans l'annexe A2.

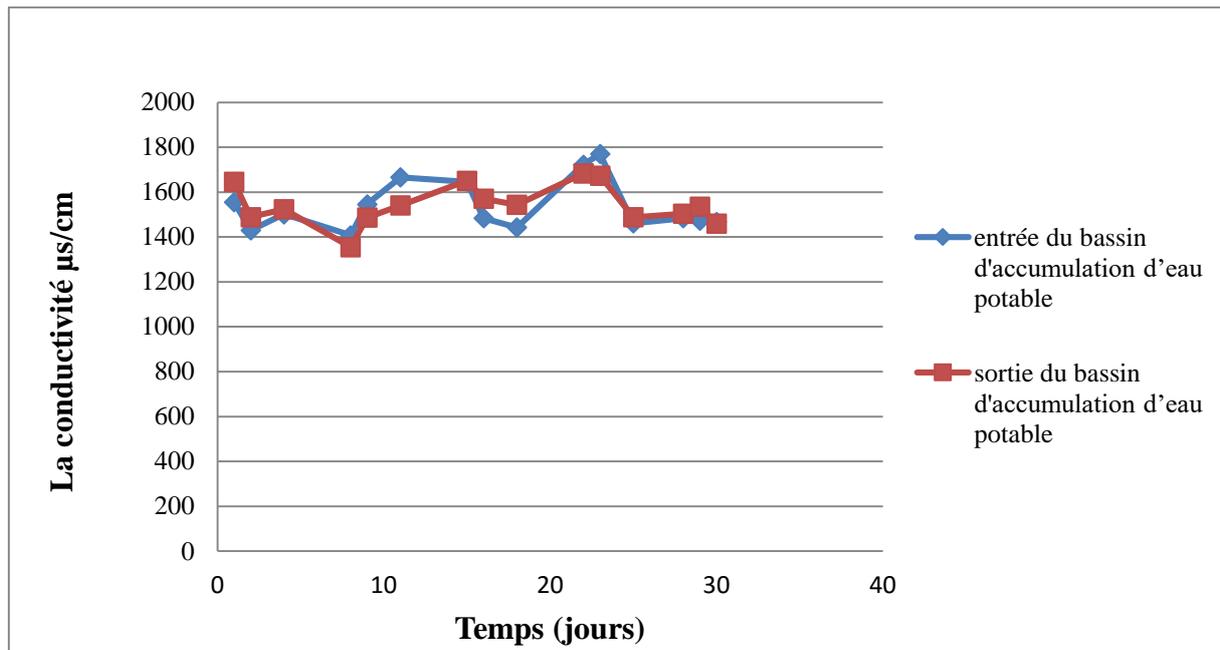


Figure IV.4 : Variation de la conductivité entre l'entrée et sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.

IV.2.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

La valeur du pH d'une solution est directement liée à sa concentration en ions oxonium (hydronium) H_3O^+ qui proviennent de la fixation d'un proton H^+ sur une molécule d'eau.



Le résultat d'analyse du potentiel d'Hydrogène (pH) effectuée à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB sont représentés dans le tableau (IV.2).

Pour mettre en évidence la variation des valeurs du pH entre l'entrée et la sortie de chaque ouvrage nous avons tracé les variations graphiques de cette dernière au cours du temps.

Tableau IV.2: Résultats d'analyse du potentiel d'Hydrogène (pH) de l'eau à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage.

Jours	Le potentiel d'Hydrogène (pH)				
	Eau brute	Eau clarifiée	Eau de filtre à sable	Eau d'ultrafiltration	Eau potable
1	7,96	7,39	7,51	7,4	7,68
2	7,96	7,48	7,57	7,56	7,9
4	7,96	7,75	7,73	7,65	7,78
8	7,86	7,1	7,19	7,17	7,25
9	7,82	7,26	7,56	7,52	7,6
11	7,97	7,65	7,75	7,72	7,63
15	7,9	7,64	7,8	7,78	7,65
16	8	7,3	7,35	7,21	7,57
18	8,07	7,48	7,7	7,67	7,81
22	7,82	7,86	7,89	7,57	7,9
23	7,92	7,59	7,77	7,54	7,8
25	7,97	7,46	7,53	7,52	7,7
28	8,1	7,68	7,75	7,73	8,06
29	8,13	7,84	7,76	7,66	7,89
30	8,24	7,73	7,87	7,84	7,97

a) Au niveau du décanteur

Juste à la sortie du décanteur nous avons enregistré des valeurs de pH comprises entre 7,86 et 7,1 ; ce qui nous indique que les valeurs initiales du pH (à l'entrée du décanteur) ont diminué. Cette diminution est due aux ions oxonium (hydronium) H_3O^+ formés à l'intérieur du mélange.

On constate également que les valeurs de pH mesurées de l'eau à traiter, à la station de traitement de la conserverie Amor Ben Amor, à l'entrée et à la sortie du décanteur sont conformes aux normes de l'O.M.S :

$$6.5 < \text{pH} < 8.5$$

Voire même celles européennes de potabilité de l'eau. Les valeurs de pH obtenues indiquent que la solution est basique.

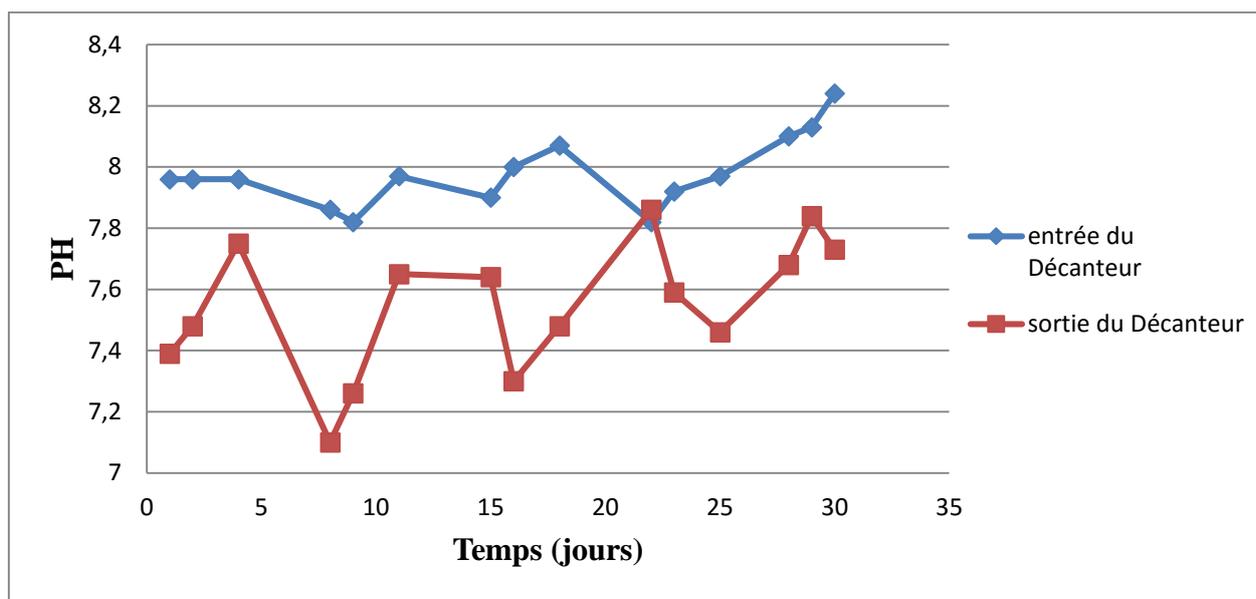


Figure IV.5: Variation du pH entre l'entrée et la sortie du décanteur.

b) Au niveau du filtre à sable

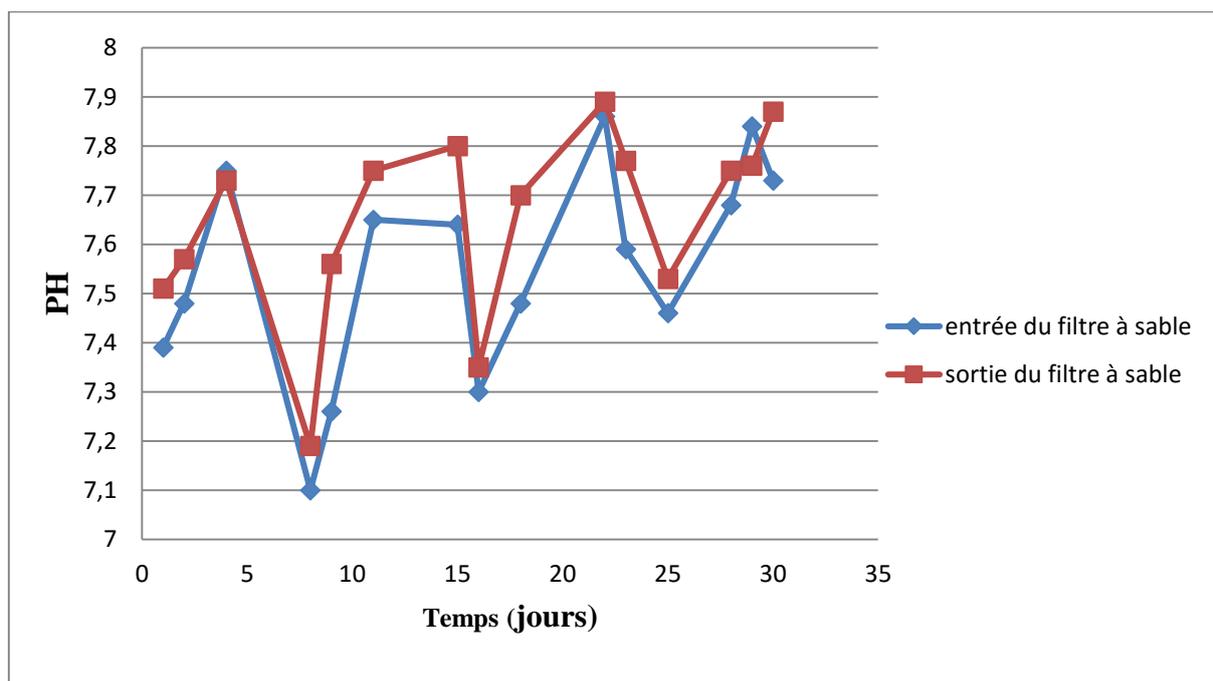


Figure IV.6: Variation de la conductivité entre l'entrée et la sortie du la filtre à sable.

Juste à la sortie du filtre à sable nous avons enregistré des valeurs de pH comprises entre 7,89 et 7,19, ce qui nous indique que les valeurs initiales du pH (à l'entrée du décanteur) ont augmenté légèrement. Cette augmentation est due aux ions hydroxydes (OH⁻) formés à l'intérieur du mélange et les valeurs sont acceptables par rapport aux normes (6,5 à 8,5).

c) Au niveau de l'ultrafiltration

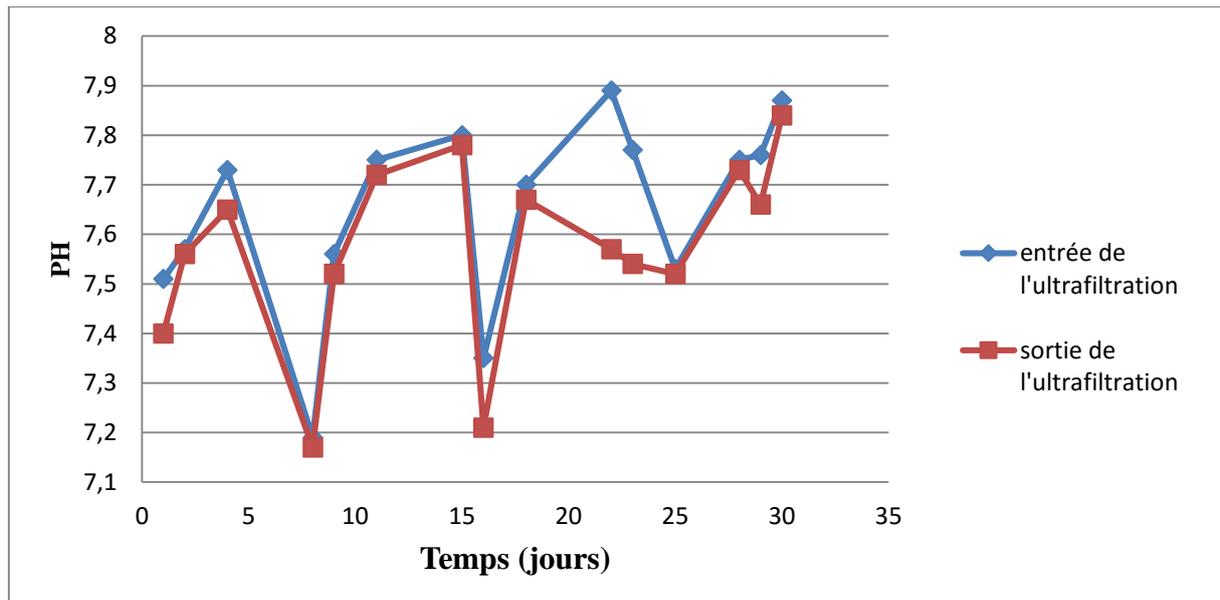


Figure IV.7 : Variation du pH entre l'entrée et la sortie de l'ultrafiltration.

A la sortie de la membrane nous avons enregistré des valeurs du pH comprises entre 7,84 et 7,17, ce qui nous indique que les valeurs initiales du pH (à l'entrée du décanteur) ont diminué. Cette diminution est due à la soude utilisée et les valeurs sont acceptables par rapport aux normes (6,5 à 8,5).

d) Au niveau de l'eau potable

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation nous avons constaté une augmentation des valeurs du pH. Une valeur maximale de l'ordre de 8,32 et une valeur minimale de 7,67 et les valeurs sont acceptables par rapport aux normes (6,5 à 8,5).

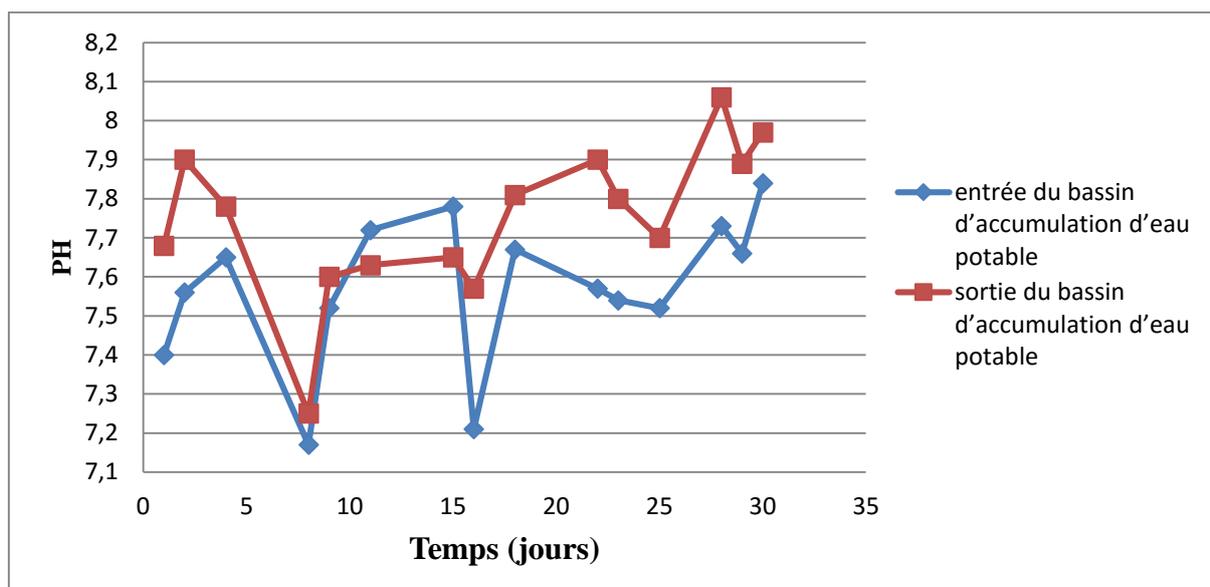


Figure IV.8: variation de pH entre l'entrée et la sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.

IV.2.3. Le chlore libre

Le chlore peut être mis en œuvre sous différentes formes:

- Chlore gazeux
- Hypochlorite de sodium
- Hypochlorite de calcium (pastilles / galets).

Le traitement par chlore consiste à injecter une dose de chlore dans l'eau et à laisser agir pendant un temps donné (variable selon le pH, la température, la quantité des matières oxydables et la résistance des micro-organismes). Outre son effet bactéricide (pouvoir désinfectant), le chlore possède un effet rémanent (effet de désinfection dans le temps) qui protège l'eau d'une nouvelle contamination lors du stockage et de la distribution. Il n'est cependant pas sans inconvénients, puisque certains de ses sous-produits sont potentiellement dangereux et désagréables au goût [26].

La quantité d'hypochlorite de sodium exigée pour le traitement de l'eau est beaucoup moindre quand elle est comparée aux deux autres formes de chlore une dose de 0,2 à 5 mg/l de NaClO est recommandée. Au lieu de diminuer le pH, comme on le fait avec le gaz-chlore, l'hypochlorite de calcium augmente le pH de l'eau (fabrication d'eau moins acide). Cependant, l'acide hypochlorite et l'hypochlorite dépendent toujours du pH de l'eau. En conséquence, l'hypochlorite de calcium et le gaz-chlore produisent du chlore résiduel de même type [27].

Le résultat d'analyse du chlore libre effectué à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB sont représentés dans le tableau IV.3.

Tableau IV.3 : Résultats d'analyse du chlore libre de l'eau à la sortie de chaque ouvrage.

Jours	Le chlore libre (mg/l)				
	Eau brute	Eau clarifiée	Eau de filtre à sable	Eau d'ultrafiltration	Eau potable
1		0	0	0	0,8
2		0	0	0	0
4		0	0	0	1,9
8		0	2	2	0,1
9		0,5	0	0	1
11		0	2,2	2,2	1
15		0	0	0	3
16		0	0	0	0,6
18		0	0	0	1,2
22		0	0	0	0
23		0,1	4	4	2,2
25		0	2	2	1,7
28		0	2	2	1,2
29		0	0	0	0,7
30		0	3,5	3,5	1,8

Pour mettre en exergue la variation des valeurs du chlore libre entre l'entrée et la sortie de chaque ouvrage nous avons tracé les histogrammes de cette dernière au cours du temps.

a) Au niveau du la filtre à sable

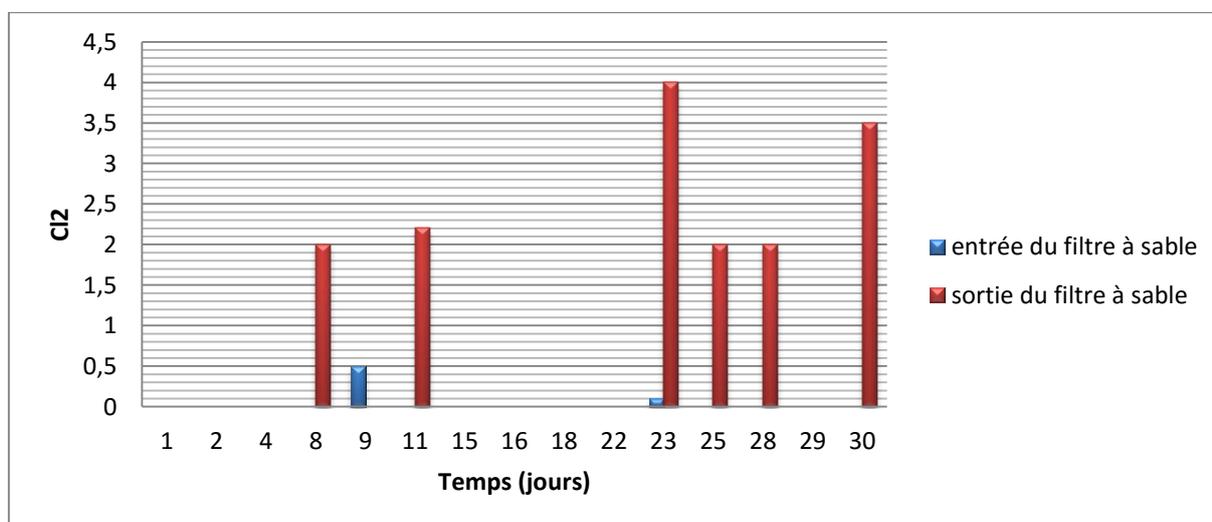


Figure IV.9: Variation du chlore libre entre l'entrée et la sortie du filtre à sable.

Nous avons constaté une augmentation des valeurs de chlore libre à la sortie du filtre à sable, cette augmentation est réutilisée car il n'y a pas une consommation de chlore.

b) Au niveau de l'ultrafiltration

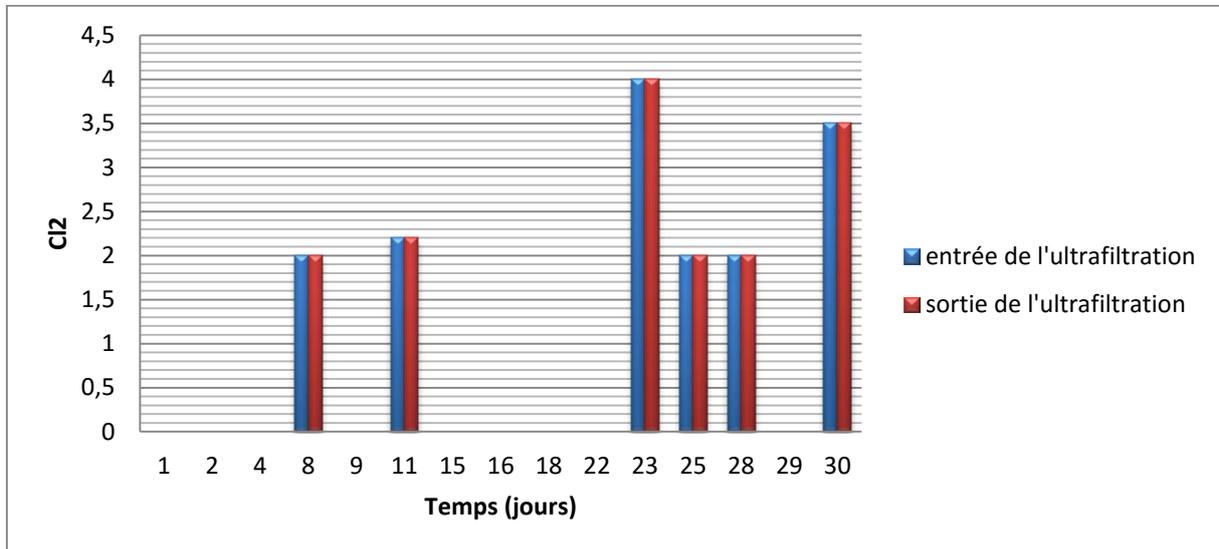


Figure IV.10: Variation du chlore libre entre l'entrée et la sortie de l'ultrafiltration.

A la sortie de la membrane nous avons constaté une valeur maximale de 2 mg/l et une valeur minimale de 0 mg/l de chlore libre. La valeur minimale est due à la forte consommation de chlore dans le décanteur. Notons que du chlore n'a pas été ajouté au filtre à sable et qu'il est déficient les jours 1, 2, 3, 4, 9, 15, 16, 18, 22, 11, et 29.

c) Au niveau de l'eau potable

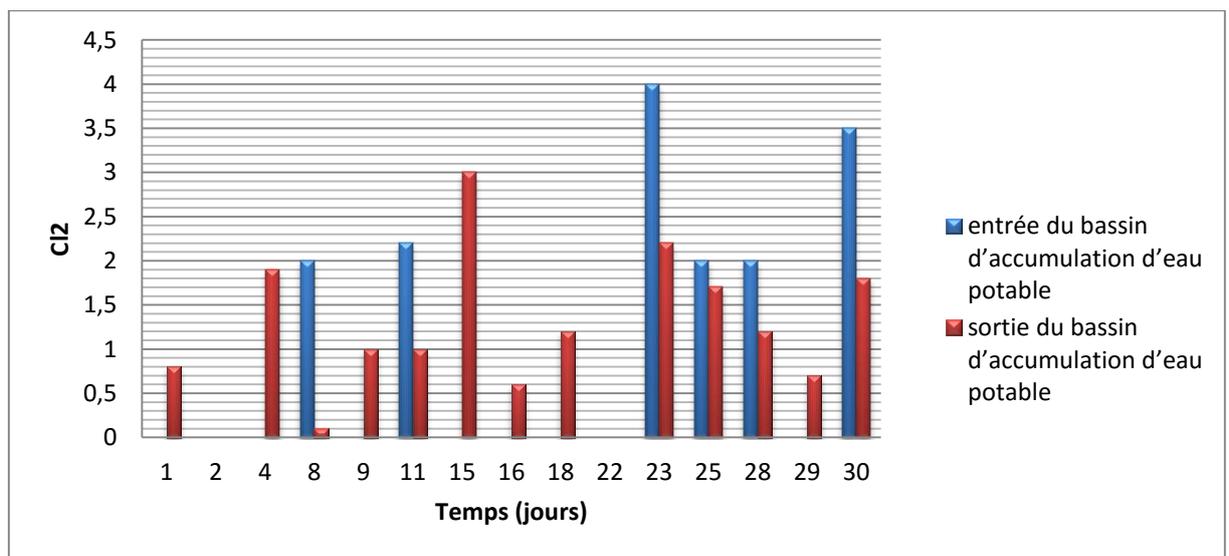


Figure IV.11: Variation du chlore libre entre l'entrée et la sortie de l'eau potable.

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation, nous avons constaté une augmentation et une diminution des valeurs de chlore libre, cette augmentation est due à l'oxydant (l'eau de javel NaClO) utilisé en bassin d'accumulation d'eau ultrafiltrée et cette diminution est due à la combinaison de chlore au niveau de bassin d'accumulation d'eau potable.

IV.2.4. La dureté (TH)

La dureté d'une eau est la teneur en calcium et en magnésium s'apposant à la formation de la masse avec le solvant et permettant le dépôt de sels insolubles. La dureté s'exprime en ppm de CaCO₃ ou en degré français (°F).

Le titre hydrotimétrique (TH) est donné par la relation suivante :

$$\text{TH} = 10([\text{Ca}^{2+}] + [\text{mg}^{+2}]) \quad (8)$$

Les résultats d'analyse de TH effectués à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB sont représentés dans le tableau IV.4.

Tableau IV.4 : Résultats d'analyse de La dureté (TH) de l'eau à la sortie de l'eau potable.

jours	La dureté (TH)	
	Eau brute	Eau potable
1	44	36
2	45,2	43
4	38	43,6
8	39,6	38
9	42	42,4
11	36,3	45,8
15	45,2	46,8
16	43,2	44,2
18	44,8	42,4
22	44,8	48
23	47,6	45,2
25	44,6	47,6
28	45,6	44,8
29	46,4	44,8
30	46	45,6

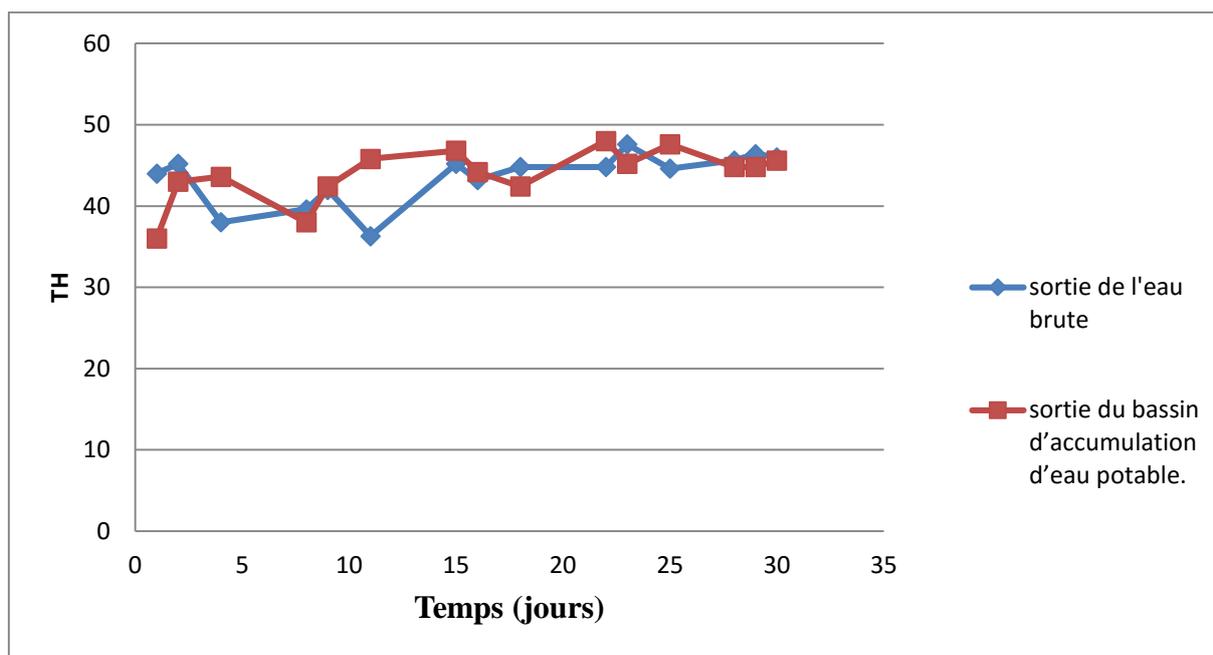


Figure IV.12 : Variation de la dureté (TH) entre l'entrée et la sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation, nous avons constaté une diminution de la dureté, malgré cette diminution l'eau reste très dure (TH=supérieur à 47,6) et demande une autre étape de traitement, qui est l'adoucissement (élimination des taux élevés de magnésium et de calcium), pour la rendre douce (TH=7à15).

IV.2.5. La turbidité

La turbidité est une propriété optique de l'eau, sa capacité à diffuser ou à absorber la lumière qui tombe. La perturbation est un facteur de la couleur de l'eau. La turbidité est causée par la présence de molécules métalliques ou organiques en suspension dans l'eau, vivantes ou traitées.

Le résultat d'analyse de turbidité effectué à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB sont représentés dans le tableau IV.5.

Pour mettre en exergue la variation des valeurs de la turbidité entre l'entrée et la sortie de chaque ouvrage nous avons tracé les histogrammes de cette dernière au cours du temps.

Tableau IV.5: Résultats d’analyse de la turbidité de l’eau à l’entrée et à la sortie.

Jours	la turbidité				
	Eau brute	Eau clarifiée	Eau de filtre à sable	Eau d’ultrafiltration	Eau potable
1	18,6	12,1	1,67	0,4	0,58
2	10,2	12,1	0,84	0,61	0,55
4	38,1	8,25	0,55	0,51	0,35
8	81,6	60,7	0,93	1,39	0,74
9	31,5	31,3	1,68	0,78	1
11	30,5	14,4	0,78	1,26	0,83
15	19,2	6,49	0,55	0,39	0,68
16	12,3	6,47	1,62	0,3	0,66
18	9,36	9,33	0,39	0,48	0,82
22	7,79	3,5	1,15	0,1	0,16
23	5,15	13,9	1,02	0,14	0,17
25	17,8	14,9	0,33	0,13	0,2
28	9,63	6,02	0,52	0,5	0,37
29	11,2	7,55	0,89	0,28	0,4
30	11,3	7,13	0,48	0,29	0,43

a) Au niveau du décanteur

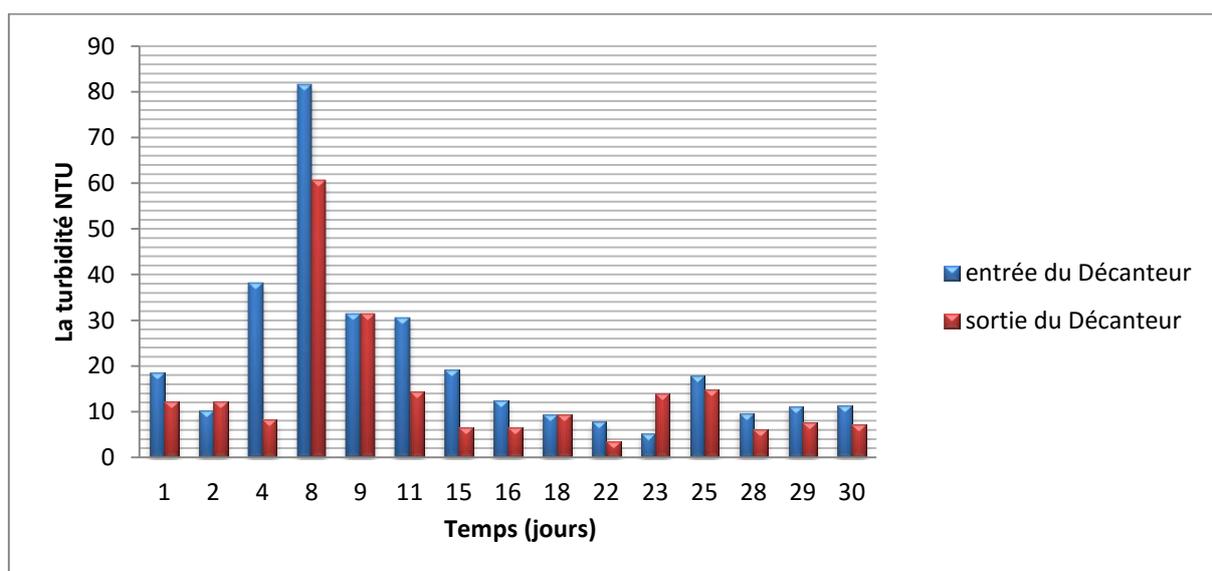


Figure IV.13: Variation de la turbidité entre l’entrée et la sortie du décanteur.

Nous avons remarqué une petite diminution des valeurs de la turbidité à la sortie du décanteur, cette diminution est due à l'élimination des particules colloïdales.

b) Au niveau du filtre à sable

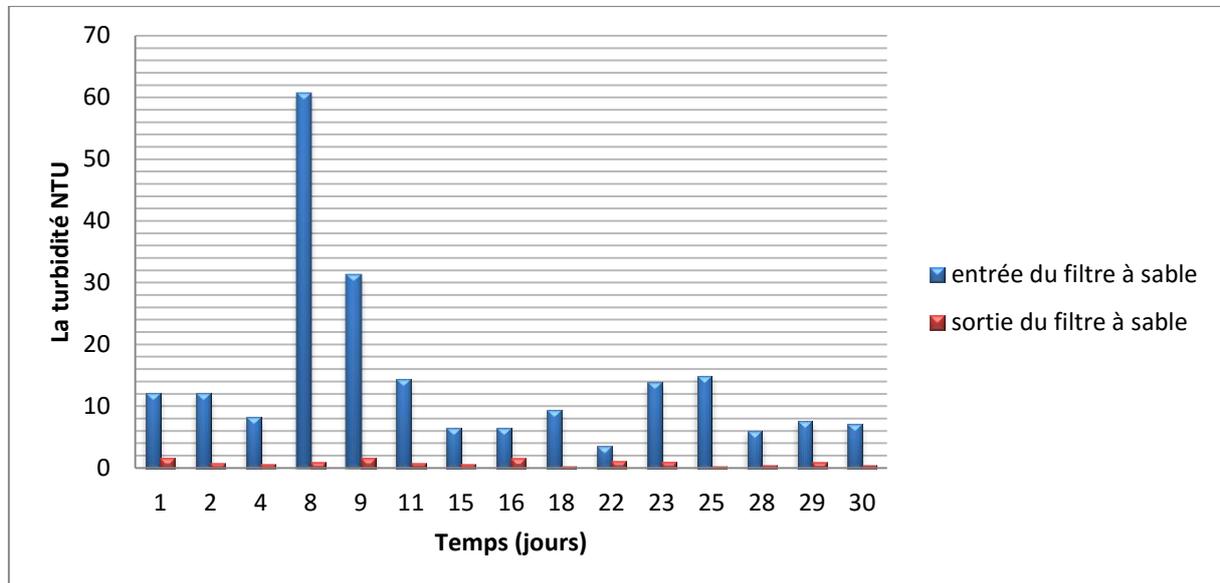


Figure IV.14: Variation de la turbidité entre l'entrée et la sortie de filtre à sable.

A la sortie de filtre à sable nous avons remarqué une grande diminution des valeurs de la turbidité, cette diminution est due à l'élimination de l'azote d'ammoniacal non éliminé à l'oxydation. Et c'est également à l'élimination des plus petites particules et molécules à cette étape.

c) Au niveau de l'ultrafiltration

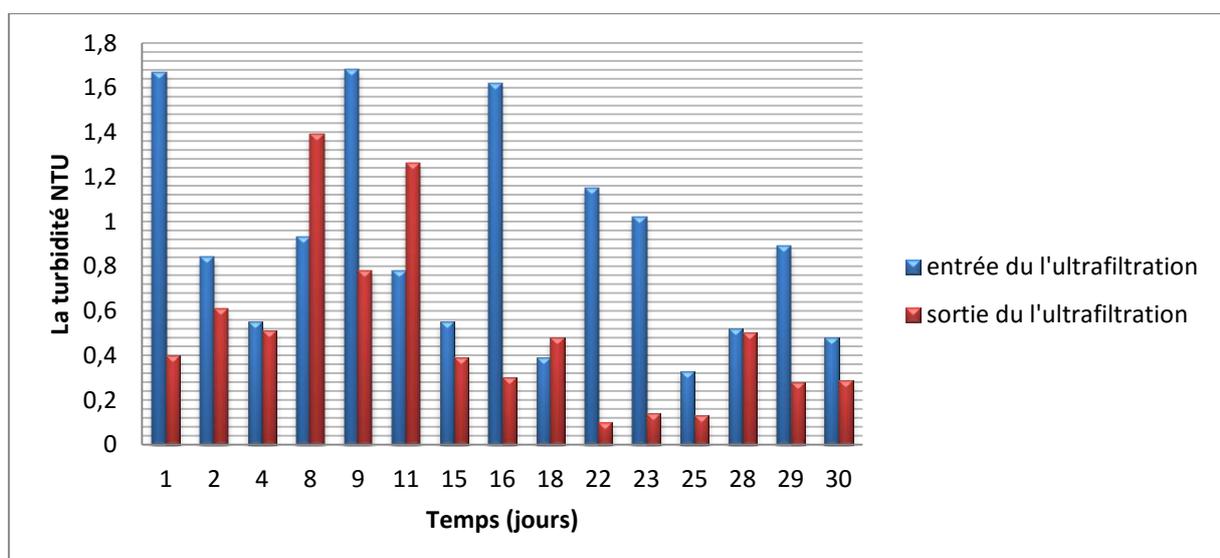


Figure IV.15: Variation de la turbidité entre l'entrée et la sortie de l'ultrafiltration.

d) Au niveau du l'eau potable

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation, nous avons remarqué une petite diminution des valeurs de la turbidité, cette diminution est due au fait de l'élimination des dépôts organiques.

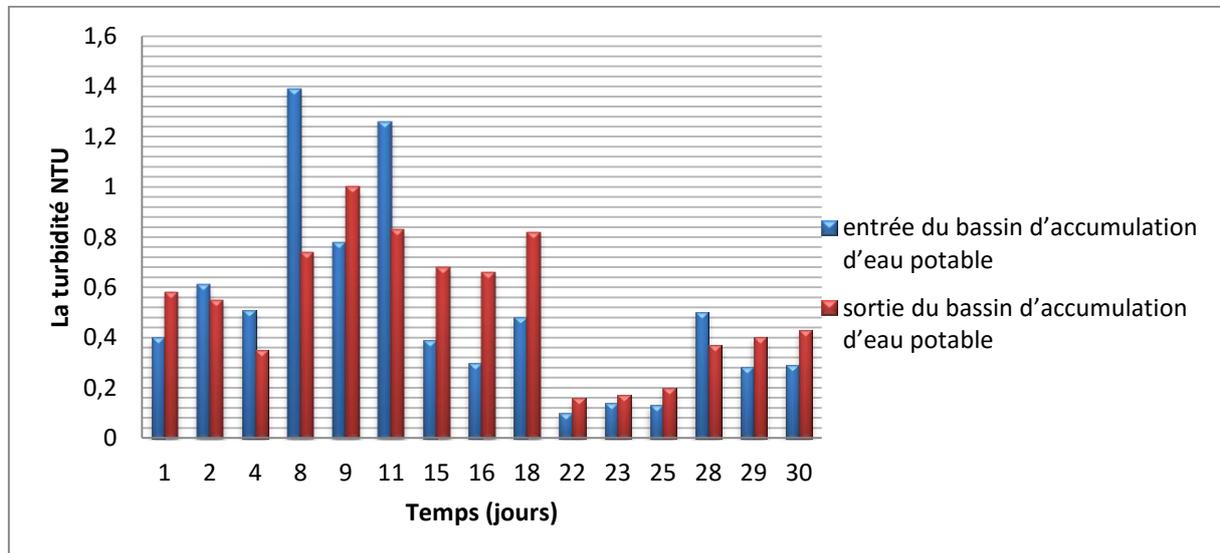


Figure IV.16: Variation de la turbidité entre l'entrée et la sortie du bassin d'accumulation d'eau potable.

A la sortie de l'eau potable, nous avons remarqué une petite diminution et une augmentation de la turbidité, une valeur maximale de l'ordre de 1 et une valeur minimale de l'ordre de 0,17 et les valeurs sont acceptables par rapport aux normes $2 < \text{NTU}$.

IV.2.6. Le chlorure (Cl⁻)

Les chlorures rendent l'eau corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes, leur apparition brusque dans l'eau de consommation est un indice de pollution. Les normes recommandent un maximum de concentration de 250mg/l.

Les résultats d'analyse de chlorure (Cl⁻) effectuée à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB sont représentés dans le tableau IV.6.

Pour mettre en exergue la variation des valeurs de chlorure (Cl⁻) entre l'entrée et la sortie de chaque ouvrage nous avons tracé les histogrammes de cette dernière au cours du temps.

Tableau IV.6: Résultats d'analyse de chlorure (Cl⁻) à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.

Jours	Le chlorure (Cl ⁻)	
	Eau brute	Eau potable
1	205,9	241,4
2	213	220,1
4	184,6	227,2
8	177,5	198,8
9	213	220,1
11	213	220,1
15	241,4	248,5
16	198,8	234,3
18	184,6	227,2
22	284	262,7
23	269,8	284
25	213	227,2
28	213	234,3
29	234,3	241,4
30	213	213

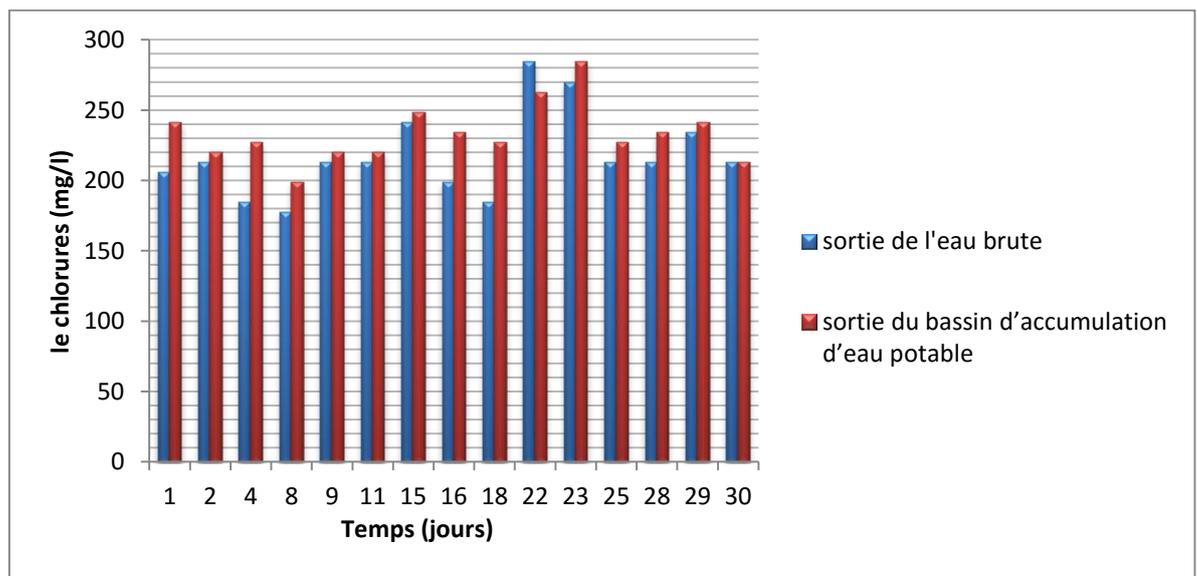


Figure IV.17 : Variation du chlorure (Cl⁻) à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation, nous avons constaté une diminution des valeurs de chlorure, Une valeur maximale de l'ordre de 284 mg/l et une valeur minimale de 213 mg/l et les valeurs sont acceptables par rapport aux normes <500mg/l.

IV.2.7. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC (titre alcalimétrique complet) est la grandeur utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau, son unité est le degré français (f°).

Dans les eaux potables, la concentration des ions hydroxydes est faible comparativement à celle des ions hydrogénocarbonates et devant celle des ions carbonates. Dans ce cas [28], les documents techniques indiquent souvent :

$$\text{TAC} = [\text{HO}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \quad (9)$$

Les résultats d'analyse du Titre alcalimétrique complet (TAC) effectuée à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage de la station de traitement des eaux de la CAB sont représentés dans le tableau IV.7.

Pour mettre en exergue la variation des valeurs de TAC entre l'entrée et la sortie de chaque ouvrage nous avons tracé histogrammes de cette dernière au cours du temps.

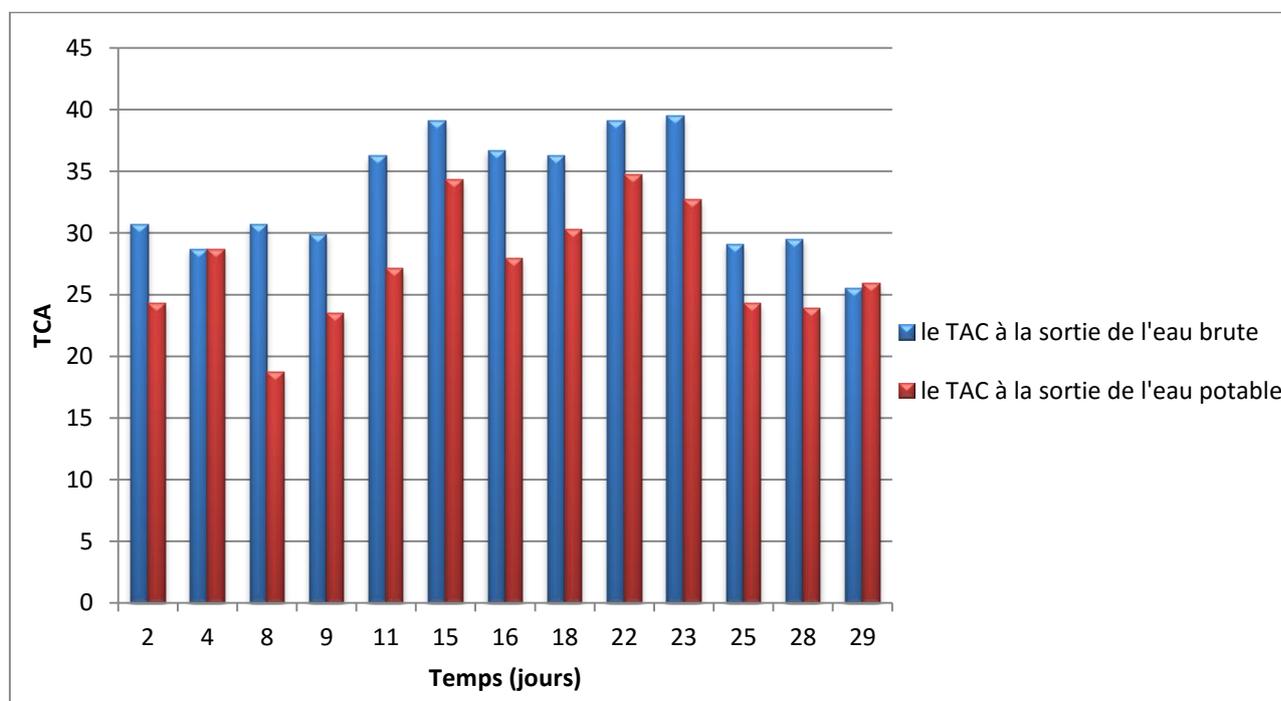


Figure IV.18: Variation du titre alcalimétrique complet (TAC) à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.

A la sortie de l'eau potable du bassin d'accumulation, nous avons constaté une diminution des valeurs de TAC.

Tableau IV.7: Résultats d'analyse de chlorure (Cl⁻) de l'eau à la sortie de l'eau brute et de l'eau potable.

Jours	TAC	
	Eau brute	Eau potable
2	30,7	24,3
4	28,7	28,7
8	30,7	18,7
9	29,9	23,5
11	36,3	27,1
15	39,1	34,3
16	36,7	27,9
18	36,3	30,3
22	39,1	34,7
23	39,5	32,7
25	29,1	24,3
28	29,5	23,9
29	25,5	25,9

Conclusion générale

Le présent travail s'insère dans le cadre de l'évaluation de la qualité physicochimique des eaux de surface avant et après épuration au niveau de l'usine Amor Ben Amor.

Nous avons présenté dans ce travail les différents procédés de traitements des eaux de l'oued Seybouse à l'usine de traitement des eaux de C.A.B.

Le premier chapitre a été consacré pour mettre en évidence les différents types d'eau existant dans le globe terrestre, il nous a permis de savoir que la plupart des eaux ne sont pas potables. Toutefois, la demande croissante en eau a incité les services d'alimentation en eau potable à exploiter ces eaux.

Au fur et à mesure que les maladies se transmettent dans l'eau, nous devons purifier l'eau de consommation en utilisant des stations d'épuration pour obtenir de l'eau de boisson potable et à usage industriel, ces stations visant à réduire les concentrations de certains polluants en dessous d'une valeur limite.

Dans le second chapitre, nous avons donné la description ouvrage par ouvrage de l'usine de traitement des eaux à C.A.B. Il nous a permis de connaître tous les ouvrages utiles pour assurer son rôle et le traitement secondaire permet d'éliminer les matières en suspension (MES) en se basant sur les opérations de coagulation, floculation et décantation. Alors que le traitement tertiaire est composé de la filtration et la désinfection. La filtration permet d'éliminer les bactéries, les virus, matières très fines en suspension, alors que la désinfection élimine les micro-organismes pathogènes existant dans l'eau.

Dans le chapitre trois, nous avons effectué des analyses de certains paramètres à l'entrée et à la sortie des ouvrages constants au niveau de cette station.

Les résultats d'analyse physico-chimique ont montré que tous ces paramètres ont pratiquement connu une diminution après chaque phase, montrant ainsi l'efficacité de tout le procédé de traitement dans l'usine.

Références bibliographiques

- [1] : Kirkpatrick k., Fleming E., (2008).La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, 12p
- [2] : John P., Donald A., (2010). Microbiologie, 3èmeÉdition, 1216 p.
- [3] : Chekroud H., (2007).Etude de la pollution des eaux de la plaine Telezza due aux activités agricoles et commerciales, Mémoire de Magister, Université du 22 Aout 1955, Skikda, Algérie, 56p.
- [4] : Remini B., (2010).La problématique de l'eau en Algérie, Larhyss Journal, N° 08, PP: 27-46.
- [5] : <https://ombelliscience.fr/outils/sciences-de-la-terre/l-eau-une-ressource-vitale>
- [6] : <http://www.spge.be/fr/l-eau-dans-le-monde.html?IDC=1300>
- [7] : Mémoire de master 2 département génie des procédés ; ANALES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX USEES (STEP DE GUELMA),sous la direction de Mme rouaiguia Samia ,2013
- [8] : BALDERACCHI, «L'eau dans l'organisme»,2009, Centre national de la recherche scientifique (CNRS).
- [9] : Bouziani M., (2000). « l'eau de la pénurie l'eau de la pénurie aux maladies », Edition Ibn - khaldoun, Oran, Algérie, 247p
- [10] : Valverde A.L., (2008). Comprendre le cycle de l'eau, bulletin de l'OMM, Vol57, N°3, 55p.
- [11] : <http://www.sedud.fr/metiers-cycle-eau.php>
- [12] : Collin J.J., (2004). Les eaux souterraines: Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, paris, PP:27-49
- [13] : Dégréement, «Mémento technique de l'eau»,2005, Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris.
- [14] : KETTAB A, «Traitement des eaux: Les eaux potables»,1992,Édition: Office des Publications Universitaires. Alger
- [15] : POMEROL C. et RENARD M, « Élément de géologie»,1997,1leme édition : Masson.
- [16] : BONNIN J, «Aide-mémoire d'hydraulique urbaine», 1982, Edition. Eyrolles.

- [17] : DUPONT A, Hydraulique urbaine , « Hydrologie, captage et traitement des eaux». Tome 1.3eme édition : Eyrolles. Paris
- [18] : <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/eaux.souterraines.html>
- [19] : <https://www.aquaportail.com/definition-5538-eau-saline.html>
- [20] : <http://www.ensa-agadir.ac.ma/wp-content/uploads/2017/04/Support-de-Chimie-des-Eaux-GPEE-3.pdf>
- [21] : <https://traitement-eau.ooreka.fr/astuce/voir/624673/eau-brute>
- [22] : <https://www.culligan.fr/particuliers/faq/qu-est-ce-que-l-eau-potable>
- [23] : de master 2 département génie des procédés ; l'application de l'osmose inverse dans le traitement des industrielles cas de l'unité de conserverie de AMOR BEN AMOR
- [24] : document de station de traitement AMOR BEN AMOR
- [25] : <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0304/optsee/bei/5/binome5/genechlo.htm>
- [26] : <http://www.lms-water.com/solutions/desinfection-de-l-eau/>
- [27] : <https://www.safewater.org/french-fact-sheets/2017/3/24/chloration>
- [28] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Duret%C3%A9_de_1%27eau
- [29] : <https://www.lenntech.fr/applications/potable/normes/normes-ue-eau-potable.htm>
- [30] : <https://sites.google.com/site/normesdequalitedeseauxpotable2/geographie-d-algerie>
- [31] : <https://www.lenntech.fr/applications/potable/normes/normes-oms-eau-potable.htm>

Annexe A1

A1.1. Caractéristiques des équipements d'ultrafiltration (UF 126)

Les caractéristiques des équipements d'ultrafiltration sont décrites ci-dessous :

Tableau A1.1: Les caractéristiques d'ultrafiltration.

Tuyau d'alimentation	DN200
Tuyau du filtré	DN150
Tuyau de décharge	DN50
Pression alimentation	2,0 - 2,5 bar
Débit alimentation	120 – 150 m ³ /h
Débit filtré	100 – 120 m ³ /h
Débit contre lavage	140 – 160 m ³ /h
Débit lavage CIP	140 – 160 m ³ /h
Récupération (%)	90 – 95%
Pression des Essais	4,0 bar
Pression de travail	2,0 – 2,5 bar
Turbidité max alimentation	50-100 NTU
TMP maximum	2,2 bar
ΔP maximum	2,5 bar
Type de Membranes	TARGA10 – KOCH
Numéro des modules	2
Numéro de membranes chaque module	12

A1.2. Mise En Marche

Après réalisation de toutes les opérations prévues, il faut ouvrir toutes les vannes raccordées avec les tuyaux d'alimentation.

- Vérifier que les pompes doseuses des produits chimiques soient pleines.
- Vérifier que toutes les pompes doseuses soient allumées.
- Vérifier que les réservoirs des produits chimiques soient pleins.
- Vérifier que le robinet de l'air comprimé soit ouvert.
- Vérifier que le bouton d'urgence rouge à côté du tableau ne soit pas activé.

Après 10-15 secondes le clavier va montrer la page initial (HIDROMATIC SRL).

Pour la mise en exercice de l'unité de l'ultrafiltration il faut faire ce qu'on va décrire:

- ✓ Tourner le disjoncteur « GENERAL » situé au milieu du tableau électrique de puissance en le mettant en position « ON »; à ce moment-là la lumière « PRESENCE DE TENSION » s'allume.

- ✓ Mettre tous les sélecteurs (avec le clavier) en position « automatique ». An allant dans les pages du clavier où il est montré le schéma de fonctionnement du de l'UF, du CIP et du deferisateur.

S'assurer que toutes les vannes, les pompes doseuses et n'importe lequel des composants qu'on peut commander par le clavier soit en position « automatique ».

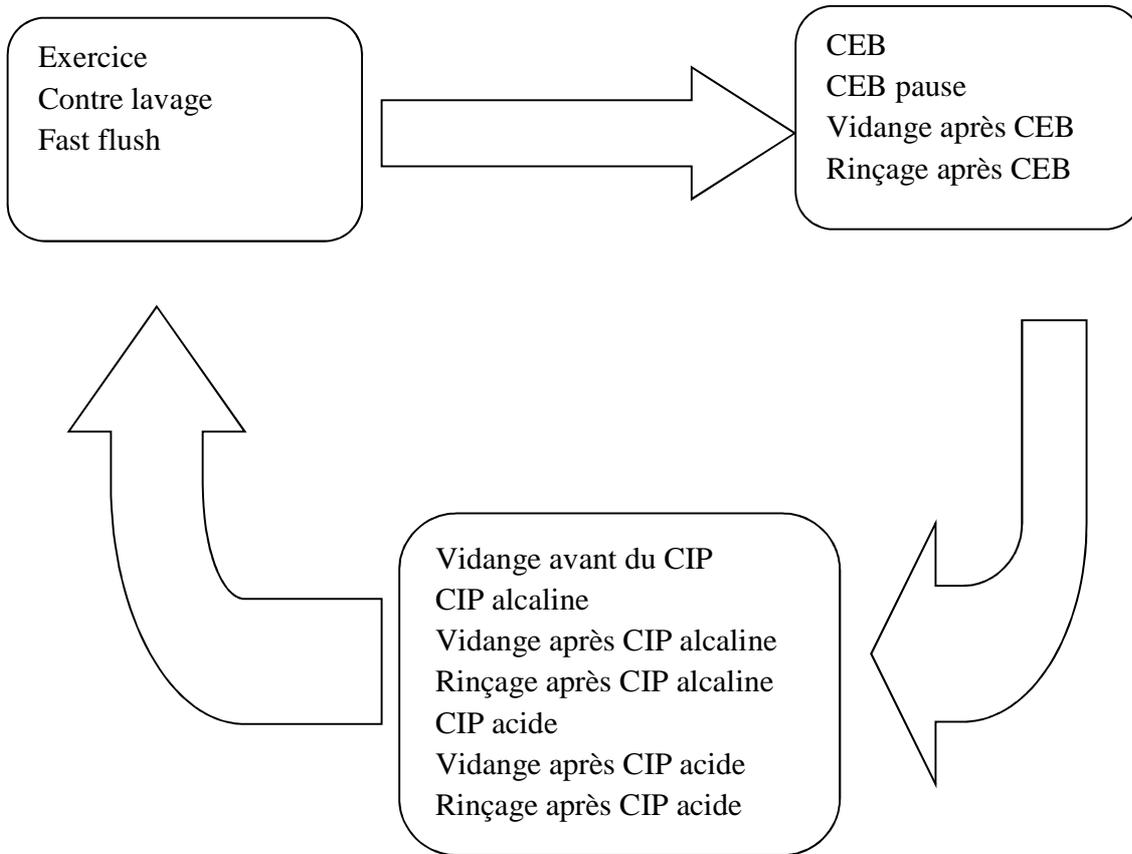
- ✓ Avec le bouton de reset des alarmes situé en haute du clavier, il faut effacer tous les alarmes actifs, jusqu'à ils sont tous disparu et la lumière rouge sur le tableau est éteinte.

S'il va rester quelques alarmes il faut aller sur la page des alarmes, contrôler quel alarme est active.

- ✓ Presser le bouton de couleur vert du START système ultrafiltration dans l'affiche de commande. A ce moment-là le système démarre en modalité automatique et va faire toutes les phases en séquence logique en complète autonomie. En tous cas qui porte le système en arrête il faut lire avec attention la section 7 avant de remettre en marche.

- ✓ Pour arrêter le système il faut presser le bouton rouge de « STOP » sur la page principal du clavier. En cas d'urgence il faut presser le bouton situé à la droite du tableau électrique [17].

Le fonctionnement de l'UF126 prévoit une série de cycles automatiques qui permettent de maintenir un correct état de fonctionnement et de nettoyage du système.



Le passage entre les phases 1-2-3 sont en condition normal de fonctionnement du système et ils vont se suivre automatiquement jusqu'au rejoindre de la valeur que permet le passage à la phase 4. Cette valeur est constituée par le numéro qu'on peut afficher sur le clavier qui s'appelle "numéro des lavages avant le CEB". Normalement cette valeur est variable entre 5 et 10.

Les phases 4-5-6-7 s'appellent cycle automatique de contre lavage et injection des produits chimiques (CEB). A la fin de la phase 7, le système va retourner à la phase d'exercice 1.

Les phases 8-9-10-11-12-13-14 s'appellent « cycle automatique de lavage » avec système en recirculation et injection des produits chimiques (CIP). Ce lavage est réalisé par l'opérateur (il doit décider s'il faut le faire) et il va se terminer en automatique [17].

PHASE 1: Exercice

C'est la phase de production de l'eau ultrafiltrée dont laquelle va se réaliser la filtration par les membranes. Dans cette phase les pompes d'alimentation P1-UF, P2-UF sont en fonction et les pompes d'alimentation de deferrisateur P7-UF, P8-UF (dans les deux cas les pompes sont l'une active et l'autre stop).

Le correct fonctionnement est contrôlé par un capteur de turbidité NT1-UF (turbidimètre) et par une vanne modulante (VM1-UF) située sur la décharge du concentré de groupes.

Le degré d'ouverture de cette vanne est proportionnel à la valeur de turbidité présente dans l'alimentation de l'eau décanté.

Plusieurs capteurs de pression placés sur l'alimentation (PT1a-UF), permeat du premier et du deuxième groupe (PT1p-UF, PT2p-UF) et sur le concentré du premier et du deuxième groupe (PT1c-UF, PT2c-UF) vont contrôler la différence de pression entre alimentation et permeat (appelée ΔP) et la pression de transmembranaire (appelée TMP).

La connaissance de la valeur du TMP est nécessaire pour connaître le degré de bouchement de chacun des groupes et il est pourtant connexe au démarrage de la phase de contre lavage. [17]

PHASE 2: Contre Lavage

Cette phase permet de maintenir les membranes nettoyées en enlevant la boue de la surface de membrane même avec le mécanisme du contre courant. La pompe P6-UF prend eau du réservoir T3-UF et va l'envoyer à l'intérieur des membranes par la partie du permeat en faisant détacher le déchet présent sur la surface de la membrane et les envoyant à la décharge (concentré et permeat).

Cette phase peut être activée par un temps relatif à la valeur de TMP.

Après un temps de fonctionnement de l'exercice qu'on peut définir sur le clavier (appelé temps de démarrage du contre lavage), le PLC commande la phase de contre lavage en gardant toujours le groupe en exercice pour éviter d'arrêter la production d'eau filtrée nécessaire pour le lavage même.

A TMP: quand on a une augmentation de pression liée au TMP en particulier si on va à la valeur appelé « TMP maximum » défini sur le clavier, le PLC commande la phase de contre lavage.

En tous les deux cas le temps de contre lavage est défini sur le clavier [17].

PHASE 3: FAST-FLUSH

C'est la phase suivant la phase de contre lavage et automatiquement démarre à la fin de la phase 2. Elle est un rinçage rapide qui enlève la boue qui a été détaché par le contre lavage et l'envoi à la décharge par P3-UF. Le réservoir T2-UF est toujours alimenté par la vanne EV20 qui alimente l'eau potable commandé par le niveau LT2-UF.

Le temps de cette phase de fast-flush (appelé "temps de fast-flush") est définie par le clavier. A la fin de cette phase on va retourner à la phase 1 Exercice [17]

PHASE 4: CEB

En cette phase, pareil au contre lavage, il y a le dosage direct de l'eau de javel (pompe D6-UF) et le dosage direct de soude (pompe D4-UF), ces deux produits sont injectes à l'intérieur du tuyau du contre lavage qui est alimenté par la pompe P6-UF.

Cette procédure permette l'enlèvement chimique du résidu organique déposé sur la surface des membranes. Ce résidu n'est pas détachable par un simple lavage mécanique.

L'eau qu'on va utiliser par le CEB est l'eau ultrafiltrée (réservoir T3-UF). Le lavage à perdre, sans recirculation. Le perméat et le concentré vont directement au décharge.

Le temps de la phase du CEB ("temps CEB") est réglable sur le clavier. A la fin de cette phase on va à la phase suivante (CEB pause) [17]

PHASE 5: CEB Pause

En cette phase toutes les vannes sont fermées et toutes les pompes du groupe sont en arrête.

Cette procédure est finalisée à maintenir la solution produite du CEB à l'intérieur des membranes pour un temps réglable par le clavier qui s'appelle « temps de pause ».

A la fin de cette phase on va à la phase suivante [17].

PHASE 6: Vidange Apres Pause

En cette phase s'ouvrent les vannes de décharge située au-dessous d'UF pour vider complètement tous les deux groupes. Le temps de cette phase (appelé "temps du vidange après pause") est réglable par le clavier. [17]

PHASE 7 : Rinçage Apres Pause

En cette phase on a le remplissage du réservoir T2-UF jusqu'au niveau LT2-UF par l'ouverture de la vanne de l'eau potable «EV20-UF ».

Après démarrage de la pompe P3-UF et va commencer le premier rinçage des membranes jusqu'à l'élimination du résidu de soude et de l'eau de javel. Le Permeat est concentré va directement à la décharge. Le numéro de rinçage qu'il doit faire est réglable par le clavier [17].

PHASE 8: Vidange Avant CIP

Même dans cette phase, comme dans la précédente, s'ouvrent toutes les vannes de décharge situées au-dessous d'UF pour vider complètement les deux groupes. Le temps de cette phase (appelé "Temps du vidange avant CIP") est réglable sur le clavier.

A la fin de cette phase on va à la phase suivante [17].

PHASE 9: CIP Alcaline

C'est la phase de lavage alcaline à recirculation en equi-courent avec le dosage de soude et de l'eau de javel.

Le réservoir T2-UF est rempli par eau potable par EV20-UF jusqu'au niveau LT2-UF. Pendant la phase de remplissage sont dosés tous les deux produits nécessaire (soude avec D4-UF, eau de javel avec D6-UF).

Le temps de fonctionnement de la pompe doseuse de l'eau de javel D4 est réglable sur le clavier pour obtenir une valeur de 200ppm de chlore libre dans la solution.

Le fonctionnement de la pompe de la soude est commandé par le PH-mètre à la valeur réglable. Tous les temps de cette phase sont réglables sur le clavier [17].

PHASE 10: Vidange Apres CIP Alcaline

Cette phase est pareille à la phase 7 (vidange après pause). Elle a le même objectif [17].

PHASE 11 : Rinçage après CIP alcaline

Cette phase est pareille à la phase 6 (rinçage après pause). Elle a le même objectif [17].

PHASE 12: CIP Acide

C'est la phase de lavage acide en recirculation en equi-courent avec dosage d'acide chlorhydrique.

Le réservoir T2-UF est rempli par eau potable EV20-UF jusqu'au rejoint du niveau de maximum réglé sur LT2-UF. Pendant la phase de remplissage l'acide dosé par la pompe D5-UF commandé par la valeur de pH réglable par le clavier (pH 2,0 – 2,5) Le temps de la phase de CIP acide est réglable sur le clavier. A la fin de cette phase on va à la phase suivante [17].

PHASE 13: Vidange Après CIP Acide

Cette phase est comme la phase n°6 (vidange après pause). Elle a le même objectif [17].

PHASE 14: Rinçage Après CIP Acide

Cette phase est comme la phase n°6 (rinçage après pause). Elle a le même objectif. Après on va en exercice [17].

A.1.3. Les alarmes de système

Si un alarme est actif il y a la lumière rouge placé sur la coté haut du tableau électrique allumé, il y la fermeture d'un contact reporté aux bornes du tableau (contact qu'il faut le raccorder à un signal lumineux et sonore placé dans une zone avec présence de personnel) et, enfin, sur le clavier on peut trouver une description de l'alarme active. Quelques alarmes sont fatales, autres sont simplement un signal écrit qui va disparaître quand il est désactivé [17].

Annexe A2

Tableau n°1 : Les normes de potabilité de l'eau données par l'union européenne (U.E) [24]

paramètres	Symbole formule	Valeur paramétrique
Aluminium	Al	0.2 Mg/L
Aluminium	Nh ⁴	0.50 Mg/L
chlore	CL	250 Mg/L
Clostridium perfringens (incluant les spores)		0/100 MI
Couleur		Acceptable pour les consommateurs sans couleurs anormales
conductivité		2500 µS/SM à 20°C
Ph	[H ⁺]	6.5 and 9.5
Fer	FE	0.2 Mg/L
manganèse	MN	0.05 Mg/L
Odeur		Acceptable pour les consommateurs sans couleurs anormales
pouvoir oxydant		5.0 Mg/l O ₂
Sulfate	SO ⁴	250 Mg/L
sodium	Na	200 Mg/L
Gout		Acceptable pour les consommateurs et sans goûts particulier
Nombre de colonie à 22°C		Pas de concentrations anormales
bactérie coliforme		0 /100 MI
Carbone organique total		Pas de changement anormal
turbidité		Acceptable pour les consommateurs sans couleurs anormales
tritium	H ³	100 Bq /l
Dose indicative totale		0.10 Msv /an
Paramètres microbiologique		
Escherichia coli (E. coli)		0 en 250 MI
Entérocoques		0 en 250 ml
Pseudomonas aeruginosa		0 en 250 ml
Nombre de colonie à 22°C		100 / ML
Nombre de colonie à 37°C		20 / ML

Tableau n°2 : normes de algériennes d'une l'eau potable[25]

Paramètres Physico-chimique	Unités	Normes algériennes
PH à 20°C	-	6,5-8,5
Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
Turbidité	NTU	5
Température	°C	8
CO ₂		
Oxygène dissous	mg/l	8
Résidu à sec 105°C	mg/l	2000
Chlore résiduel	mg/l	<0,1
MES à 105°C	mg/l	
MVS	%	
TDS	mg/l	
Paramètres de pollution	Unités	Normes algériennes
Nitrates NO ₃	mg/l	50
Nitrites NO ₂	mg/l	0,1
Ammonium NH ₄	mg/l	0,5
Ortho phosphates PO ₄	mg/l	0,5
Matière oxydables	mg/l	
Analyse fines	Unités	Normes algériennes
DBO ₅	mg/l	
DCO	mg/l	
Plomb pb	mg/l	0,05
Nickel Ni	mg/l	0,01
Cadmium cd	mg/l	0,05
Cobalt Co	mg/l	0,005
Chrome Cr	mg/l	
Cuivre Cu	mg/l	
Minéralisation globale	Unités	Normes algériennes
Calcium Ca	mg/l	200
Magnésium	mg/l	150
Sodium	mg/l	200
Potassium	mg/l	20
Chlorure	mg/l	500
Sulfate	mg/l	400
Bicarbonates	mg/l	
Dureté totale TH	mg/l	500
Dureté totale TH	°F	

Tableau n°2 : normes de l'OMS d'une l'eau potable [26]

Elément/substance	Symbole	Concentration normalement trouvée dans l'eau de	Lignes directrices fixées par l'OMS
-------------------	---------	---	-------------------------------------

		surface	
Aluminium	Al		0,2 mg/l
Ammonium	NH ₄ ⁺	<0,2 mg/l	Pas de contraintes
Antimoine	Sb	<4 µg/l	0,02 mg/l
Arsenic	As		0,01 mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
Baryum	Ba		0,7 mg/l
Béryllium	Be	<1 µg/l	Pas de valeur guide
Bore	B	<1 µg/l	0,5 mg/l
Cadmium	Cd	<1 µg/l	0,003 mg/l
Chlore	Cl		Pas de valeur mais on peut noter un gout à partir de 250 mg/l
Chrome	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	< 2 µg/l	0,05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
Cuivre	Cu ²⁺		2 mg/l
Cyanure	CN ⁻		0,07 mg/l
Oxygène dissous	O ₂		Pas de valeur guide
Fluorure	F ⁻	<1,5 mg/l	1,5 mg/l
Dureté	CaCO ₃		200 ppm
Sulfured'hydrogène	H ₂ S		0,05 à 1 mg/l
Fer	Fe	0,5-50 mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb		0,01 mg/l
Manganèse	Mn		0,4 mg/l
Mercure	Hg	<0,5 µg/l	Inorganique : 0,006 mg/l
Molybdène	Mb	<0,01 mg/l	0,07 mg/l
Nickel	Ni	<0,02 mg/l	0,07 mg/l
Nitrate et Nitrite	NO ₃ , NO ₂		50 et 3 mg/l (exposition à court terme) et 0,2 mg/l(exposition à long terme)
Turbidité			Non mentionnée
pH			6,5-9,5
Sélénium	Se	<<0,01 mg/l	0,01 mg/l
Argent	Ag	5-50 µg/l	Pas de valeur guide
Sodium	Na	<20 mg/l	Pas de valeur guide
Sulfate	SO ₄		500 mg/l
Etain inorganique	Sn		Pas de valeur guide :peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
Uranium	U		0,015 mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l