



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnelle en :

Hydraulique

Thème :

**Analyse des eaux de la station de potabilisation Chiffa
(Médéa) avant et après traitement**

Réalisé par :

KHELLADI Abdelmadjid

Encadré par :

- M^{me} SIFOUN Naima
- M^r BOUGAREBAA Abd-El-Kader

MCB/Institut de Technologie, BOUIRA
Station de traitement des eaux de surface/Chiffa

Soutenu devant le jury :

- M^{me} BALLOUL Djouhra
- M^{me} BOUAKLINE Hanane

MAA/Institut de Technologie, BOUIRA
MAA/Institut de Technologie, BOUIRA

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers Madame SIFOUN Naima pour son encadrement tout au long de mon stage. Sa présence bienveillante, son expertise et sa disponibilité ont été d'une valeur inestimable pour moi.

Je souhaite remercier mon superviseur, Monsieur GERBAA Abdelkader pour avoir accepté de m'accueillir au sein de station Chiffa. Sa guidance, son expertise et son soutien constant ont été d'une valeur inestimable tout au long de mon stage. J'ai énormément appris grâce à ses conseils éclairés et à sa disponibilité.

Chers professeurs, je tenais à vous exprimer ma profonde gratitude pour votre soutien tout au long de mon parcours universitaire. Votre dévouement, votre expérience et votre soutien ont été essentiels à mon succès et à mon développement vos encouragements et vos conseils ont joué un rôle déterminant dans mes progrès et m'ont inspiré à faire de mon mieux.

Dédicaces

Je tien tout d'abord à dédier ce modeste travail à mes très chers parents pour leurs sacrifices et leurs soutiens moral et matériels dont ils ont fait preuve pour que je réussisse tous le long de ma vie et mes études.

Je souhaite également dédier ce travail à mes amis chers : Bilal, Mounir, Gaya, Amine KREMIS, Mouloud, Nadji, Abdallah, Zino et Salah Ibbib. Leur amitié sincère et leur soutien indéfectible ont été des éléments essentiels dans mon parcours.

Résumé :

Cette étude vise à analyser l'eau brute et traitée provenant de la station de traitement de l'eau potable de « Chiffa », localisée dans la Wilaya de Médéa, en Algérie. L'analyse physico-chimique des échantillons d'eau a été effectuée pour évaluer leur conformité aux normes établies par les autorités algériennes pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Mots clés : Station de potabilisation, eau potable, analyse, normes.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل المياه الخام والمعالجة من محطة معالجة مياه الشرب "الشفاء" الواقعة بولاية المدية بالجزائر. تم إجراء التحليل الفيزيائي والكيميائي لعينات المياه لتقييم مطابقتها للمعايير التي وضعتها السلطات الجزائرية للمياه المخصصة لمياه الشرب.

الكلمات المفتاحية : محطة معالجة مياه الشرب, مياه الشرب, التحليل, المعايير.

Abstract:

The aim of the study was to analyse raw and treated water from the Chiffa drinking water treatment plant, located in the Wilaya of Médéa, Algeria. The physico-chemical analysis of the water samples was carried out to assess their compliance with the standards set by the Algerian authorities for water intended for human consumption.

Key words: Potabilization plant, drinking water, analysis, standards.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation de lieu de stage	
Introduction.....	2
I.1. La station de traitement des eaux Chiffa	2
I.1.1. Historique et mission de la station	2
I.1.2. Organigramme générale de la station	4
I.2. Les prises d'eau	5
I.2.1. Prise d'eau Oued Chiffa.....	5
I.2.2. Prise d'eau oued El Djire	5
I.2.3. Prise d'eau oued El Merdja	6
I.3. Mobilisation de ressource en eau pour chaine chiffa de Médéa	6
Conclusion	8
Chapitre II : Etapes de traitement de l'eau dans la station de Chiffa	
Introduction.....	9
II.1. Etapes de traitement dans la station de Chiffa.....	9
II.1.1. Dégrillage	9
II.1.2. Chambre de relevage	10
II.1. 3. Débourbeurs.....	11
II.1.4. Bloc hydraulique	13
II.1.4.1. Tour d'équilibre.....	13
II.1.4.2. Chambre d'injection de réactif de vanne cylindrique.....	13
II.1.4.3. Floculateurs.....	14
II.1.4.4. Décanteurs	15
II.1.4.5. Filtres à sable	17
II.1.4.6. Milieu filtrant	17
II.1.4.7. Lavage des filtres.....	18
II.1.4.8. La Désinfection	19
Conclusion	19
Chapitre III : Méthodes d'analyse des eaux à l'entrée et à la sortie de la station	
Introduction.....	20
III.1. Méthodes d'analyse appliquées	20

III.1.1. Analyses physico-chimiques	20
III.1.1.1. Mesure de pH.....	21
III.1.1.2. Détermination de la conductivité	22
III.1.1.3. Mesure la température	23
III.1.1.4. Dosage des nitrites (NO_2^-)	23
III.1.1.5. Dosage des nitrates (NO_3^-)	24
III.1.1.6. Mesure de la turbidité.....	25
III.1.1.7. Mesure de la dureté totale.....	26
III.1.1.8. Dosage du calcium (dureté calcique)	28
III.1.1.9. Mesure de la salinité.....	29
III.1.1.10. Mesure de TDS (taux des sels dissous)	29
III.1.1.11. Dosage de l'ammonium (NH_4^+).....	29
III.1.1.12. Dosage des sulfates (SO_4^{2-}).....	30
III.1.1.13. Mesure de l'alcalinité TA et TAC	31
III.1.1.14. Détermination d'oxydabilité (MO)	32
III.1.1.15. Détermination du Phosphore par Spectrométrie à l'aide du molybdate d'ammonium	33
III.1.2. Essai de Jar -Test	34
III.1.2.1. Essai de coagulation	34
III.1.2.2. Essai de floculation	35
III.2. Les normes algériennes de potabilité de l'eau	36
Conclusion	37

Chapitre IV : Résultats et discussion

Introduction.....	38
IV.1. Caractérisation de l'eau brute.....	38
IV.1.1. Caractérisation des eaux des oueds	38
IV.1.2. Caractérisation de l'eau de mélange	40
IV.2. Caractérisation de l'eau traitée.....	40
IV.3. Essai de jar-test.....	42
IV.3.1. Test de coagulation	43
IV.3.2. Essai de floculation.....	44
Conclusion	45
Conclusion générale	46
Bibliographie.....	47

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de lieu de stage

Figure I. 1 : Vue aérienne de la station de traitement des eaux potables Chiffa	2
Figure I. 2 : Logo de l'entreprise européenne	2
Figure I. 3 : Station de traitement des eaux Chiffa	3
Figure I. 4 : Oued Chiffa	5
Figure I. 5 : Oued El Dire	5
Figure I. 6 : Oued El Merdja.....	6
Figure I. 7 : Carte de la chaine Chiffa (Médéa)	8

Chapitre II : Etapes de traitement de l'eau dans la station de Chiffa

Figure II. 1: Chaîne de traitement	9
Figure II. 2: Dégrilleur moyenne de la station.....	10
Figure II. 3: Chambre de relevage	11
Figure II. 4: Débourbeur.....	13
Figure II. 5:Chambre d'équilibre et la vanne cylindrique.....	14
Figure II. 6:Bassin de floculation.....	15
Figure II. 7: Les décanteurs	16
Figure II. 8: Filtres à sable.....	17

Chapitre III : Méthodes d'analyse des eaux à l'entrée et à la sortie de la station

Figure III. 1:Image réel du prélèvement de l'eau d'oued Médéa.....	20
Figure III. 2: pH-mètre	21
Figure III. 3: Conductimètre utilisé de marque WTW inoLab 720	22
Figure III. 4: Turbidimètre optique et électronique utilisé (HACH modèle 2100N) ...	26
Figure III. 5: Spectromètre UV/visible utilisé de marque HACH	31
Figure III. 6: Jar-test de laboratoire VELP JL T6,.....	36

Chapitre IV : Résultats et discussion

Figure IV. 1 : Courbe la turbidité en fonction les dose de sulfate d'alumine.....	43
Figure IV. 2 : Courbe la turbidité en fonction les dose de poly électrolyte	44

Liste des tableaux

Chapitre III : Méthodes d'analyse des eaux à l'entrée et à la sortie de la station

Tableau III. 1 : Les normes algériennes de potabilité de l'eau..... 37

Chapitre IV : Résultats et discussion

Tableau IV. 1 : Paramètres physico-chimiques de l'eau des oueds..... 38
Tableau IV. 2 : Paramètres physico-chimiques de l'eau brute..... 40
Tableau IV. 3 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau traitée..... 41
Tableau IV. 4 : Caractéristiques de l'eau de chambre de mélange 42
Tableau IV. 5 : Variations de turbidité de l'eau en fonction de la concentration de SA 43
Tableau IV. 6 : Variation de turbidité de l'eau en fonction de la concentration de Polyélectrolyte
..... 44

Introduction générale

L'eau est indispensable à la vie. Sans elle, il n'y aurait aucune vie possible sur Terre. Le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoin d'eau pour exister. Notre corps est constitué d'environ 65 % d'eau, c'est dire toute son importance : une perte de 10 % entraîne des troubles graves, voire la mort, si ce pourcentage atteint 20 %. La croissance démographique et l'agriculture sont les pressions les plus importantes sur la ressource en eau [1].

L'eau est au centre d'un vaste système de traitement, de distribution, de contrôle, de collecte et d'assainissement qui permet au consommateur d'avoir à la permanence une eau saine à sa disposition. C'est qu'on appelle le service de l'eau potable et comme tout service celui de l'eau a un prix [2].

L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans risque pour la santé. Elle peut être distribuée sous forme d'eau en bouteille (eau minérale ou eau de source, eau plate ou eau gazeuse), d'eau courante (eau du robinet) ou encore dans des citernes pour un usage industriel [3].

Ce travail se concentre sur l'étude des étapes de traitement des eaux de surface provenant de quatre cours d'eau (oueds) : oued Médéa, oued Temezguida, oued El Djire et oued El Merdja, à la station de traitement de la région de Chiffa, en Algérie. L'auteur a réalisé son stage à l'Algérienne des eaux (ADE) de Médéa, où il a suivi le processus de traitement de ces eaux et proposé des solutions pour faire face aux problèmes liés au traitement durant les périodes pluvieuses.

Notre rapport de stage est constitué de quatre chapitres :

- Le Première chapitre consiste à faire une présentation de la station de Chiffa.
- Le deuxième chapitre consiste à faire une présentation les méthodes d'analyse les eaux a l'entrée et à la sortie de la station.
- Dans le troisième chapitre, on présente les résultats des analyses des échantillons d'eau obtenus au laboratoire.
- Et on terminera par une conclusion générale.

Chapitre I :

Présentation de lieu de stage

Introduction

La station de traitement de l'eau potable de Chiffa, située entre les villes de Médéa et Blida en Algérie, occupe une position centrale dans la région en fournissant de l'eau potable à des millions de personnes. Cette présentation se penchera sur la station de traitement des eaux Chiffa, son histoire, sa mission, ainsi que les prises d'eau qui alimentent le processus de traitement.

I.1. La station de traitement des eaux Chiffa

La station de traitement de l'eau potable de la Chiffa est située dans la zone Haouche El Messaoudi entre les villes de Médéa et Blida sur la route nationale numéro 1. Elle est limitée par la partie l'Est de parc national Chréa et l'Ouest de la ville Haouche El Messaoudi et par la ville de Blida au nord et la ville Médéa au sud. La superficie de cette station est 10 100 m².



Figure I. 1 : Vue aérienne de la station de traitement des eaux potables Chiffa

I.1.1. Historique et mission de la station

La station de traitement de la Chiffa a été construite par une compagnie européenne de traitement de l'eau (CTE) en 1973 et a commencé le travail en 1975 [5].



Figure I. 2 : Logo de l'entreprise européenne

La station a été construite pour répondre aux besoins croissants en eau potable de la ville de Médéa et de ses environs. À cette époque, la population de la région avait considérablement augmenté en raison de l'urbanisation rapide et de l'expansion de l'agriculture irriguée. Les sources d'eau locales ne suffisaient plus à répondre à la demande croissante, et il était devenu nécessaire de trouver une source d'eau supplémentaire et fiable [5].

La station de traitement d'eau de Chiffa traite l'eau brute de plusieurs cours d'eau de la région: Oued Médéa, Oued Tamesguida (Oued Chiffa), Oued El Merdja et Oued El Djire. Au début de son fonctionnement, la chaîne comprenait deux prises d'eau : Oued Chiffa (Cours d'eau Tamesguida et Médéa) et Oued El Merdja. En 1980, il a été renforcé par oued El Djire pour compléter les besoins de l'eau [5].

La station de traitement de Chiffa est l'une des plus grandes stations de traitement d'eau en Algérie et elle fournit de l'eau potable à des millions de personnes dans la région de Médéa et Blida. Elle est gérée par l'ADE [5].

Cette station d'épuration traite et pompe l'eau brute vers le réservoir d'entrée d'une capacité de traitement 10300 m³/j situé à environ 480 m par rapport à la mer, vers un grand réservoir tampon de capacité 10000 m³ situé à environ 950 m sur les hauteurs de la ville de Médéa par l'intermédiaire de station [5].

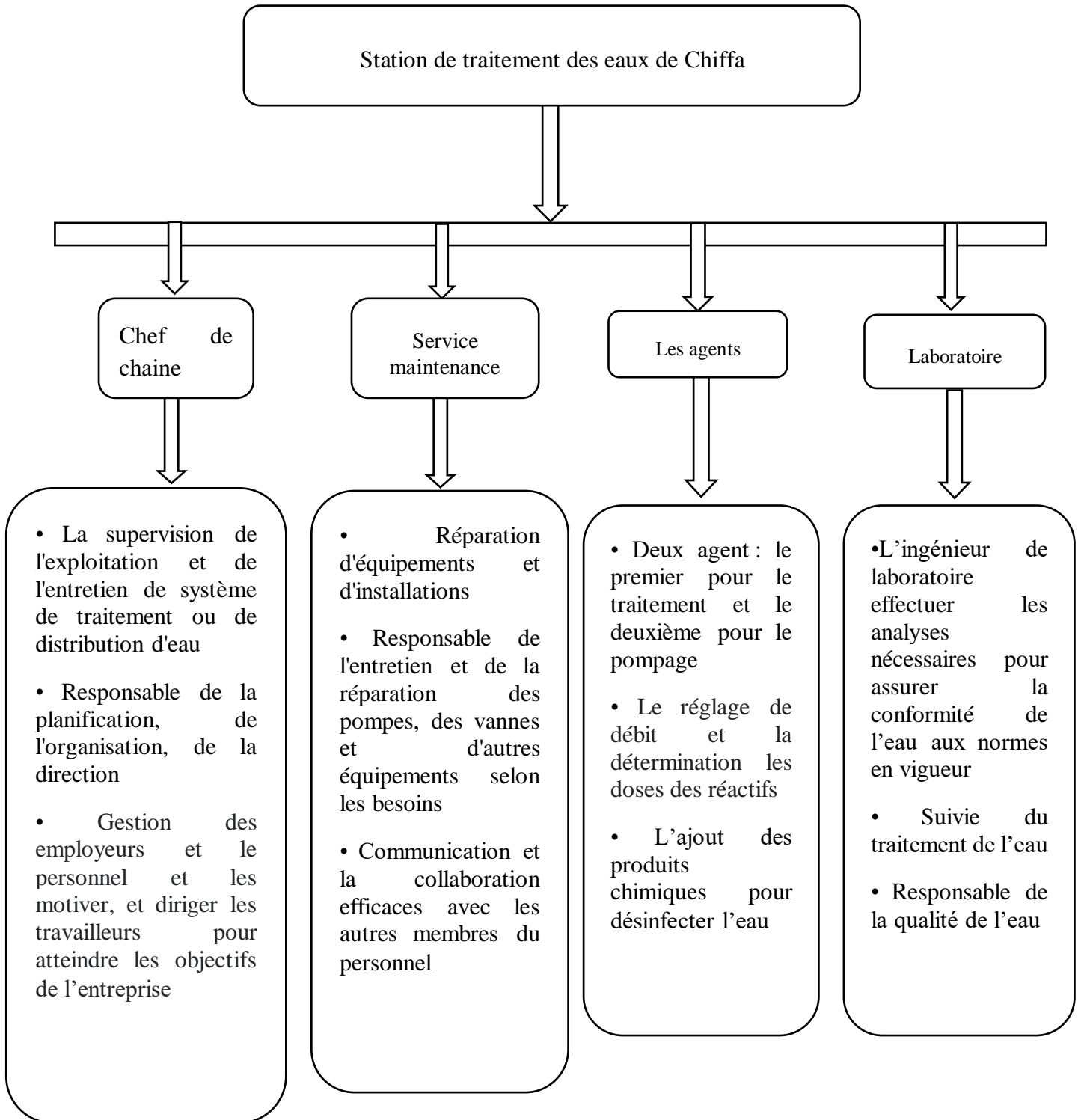
L'objectif principal de cette station est de traiter et de fournir de l'eau potable aux habitants de Médéa et ses environs.



Figure I. 3 : Station de traitement des eaux Chiffa

I.1.2. Organigramme générale de la station

La figure présente l'organigramme de la station de Chiffa (Médéa).



I.2. Les prises d'eau

C'est l'endroit où l'eau brute est prélevée à partir :

I.2.1. Prise d'eau Oued Chiffa

La prise d'eau de l'oued Chiffa est une installation hydraulique située sur la rivière oued Chiffa implanté juste à proximité de la station de traitement, se situe à 100 m vers l'aval du confluent des oueds Tamesguida et Médéa, à la cote 380 m. Elle est constituée d'une digue en béton armé ou seuil de dérivation. [5].



Figure I. 4 : Oued Chiffa

I.2.2. Prise d'eau oued El Djire

Situé dans le sud du parc national de Chréa, il est considéré comme une limite naturelle du parc d'un côté, C'est une rivière secondaire versant dans l'oued Chiffa de l'autre cotée, ce cours d'eau appartient à la commun d'El Hamdania elle est captée à 200m de la station de traitement Chiffa et exploitée à raison de 2000 m³/j environ. L'exploitation de ces eaux a commencée en 1980 pour renforcer l'apport en eau pendant la période d'étiage [5].



Figure I. 5 : Oued El Dire

I.2.3. Prise d'eau oued El Merdja

Situé dans l'ouest du parc national de Chréa, il se trouve dans la région d'El Hamdania. L'eau brute d'Oued El Merdja a des propriétés physico-chimiques d'une eau minérale (350 mg/l). C'est une eau propre qui ne nécessite pas de traitement chimique. Une stérilisation au chlore est suffisante. Cette eau est captée pour être refoulée à la station de traitement Chiffa [5].



Figure I. 6 : Oued El Merdja

I.3. Mobilisation de ressource en eau pour chaine chiffa de Médéa

La région de Médéa est dotée d'un réseau hydraulique bien développé pour répondre aux besoins en eau de ses habitants. Parmi les éléments clés de ce système, nous trouvons plusieurs stations de traitement et localités qui jouent un rôle essentiel.

Le système de circulation de l'eau dans la région de Médéa est organisé de manière à répondre aux besoins en eau des différentes localités. Plusieurs cours d'eau tels que Rhorf et Gueraounaou, Riaine El-Koddam, Djabel R'sarsa, Djabel El Moudjer, et El-Hamdania contribuent à l'approvisionnement en eau [5].

La station mono bloc d'El-Hamdania est une station de pompage d'eau, construite en 2005, joue un rôle clé dans la circulation de l'eau. Elle dispose d'un débit de 50 l/s, ce qui lui permet de pomper l'eau des cours d'eau avoisinants et de la diriger vers les zones de distribution.

La station d'oued El-Merdja, équipée de groupes électropompes (GEP) ayant des capacités respectives de 25, 44 et 65 l/s, assure le pompage de l'eau depuis l'oued El-Merdja vers les stations de traitement et les réservoirs.

La station d'Oued El-Djir est équipée de trois GEP fonctionnant à une capacité de 35 l/s chacun. Ces groupes électropompes sont responsables de l'acheminement de l'eau depuis l'Oued El-Djir vers les régions environnantes [5].

Une cheminée d'équilibre au réservoir est présente dans le système pour réguler la distribution de l'eau entre les différentes zones. Elle garantit une répartition équitable de l'eau dans toute la région.

L'eau provenant des cours d'eau, tels que Ghrib et Djabel Nador, converge vers l'arrivée de Chiffa, où se trouve un réservoir appelé Merdjeckir. Ce réservoir a une capacité de stockage de 10 000 m³ et joue un rôle crucial dans la gestion des ressources en eau. Il permet le stockage de l'eau captée des cours d'eau avoisinants, y compris ceux tels que Rhorf et Gueraouanaou, Riaine El-Koddam, Djabel R'sarsa, Djabel el Moudjer, et El-Hamdania, pour une utilisation ultérieure selon les besoins [5].

Le système hydraulique comprend également des stations de pompage, des stations de traitement et des réservoirs pour assurer le transfert, le traitement et le stockage de l'eau. L'eau circule le long des cours d'eau tels que Beni-Atelli, Sidi-Ali, Gueraouanaou, Boulmaia, Boumellet, Beni-messouad, Tizi-mira-Guelmene, Merdj-K'bira Djebel Boudah, Beni-Attali, Mouzaia, Oued Chiffa et Oued El-Djir, assurant ainsi un approvisionnement en eau adéquat dans la région [5].



Figure I. 7 : Carte de la chaîne Chiffa (Médéa)

Conclusion

En conclusion, le lieu de stage offre un environnement propice à l'apprentissage et à la mise en pratique des connaissances relatives au traitement de l'eau, en permettant d'appréhender les différentes étapes du processus et d'acquérir une compréhension approfondie des opérations essentielles pour fournir une eau potable de qualité à la communauté.

Chapitre II :

Etapes de traitement de l'eau dans la station de Chiffa

Introduction

L'eau potable que nous consommons tous les jours passe par un processus de traitement complexe avant d'atteindre nos robinets. La station de traitement de l'eau joue un rôle essentiel dans la purification et la désinfection de l'eau brute provenant de différentes sources, telles que les rivières, les lacs ou les nappes souterraines. Cette station utilise une combinaison d'étapes de traitement soigneusement conçues pour éliminer les contaminants, améliorer la qualité de l'eau et la rendre sûre pour la consommation humaine [4].

Dans ce chapitre on présente les étapes de traitement de l'eau dans la station de Chiffa.

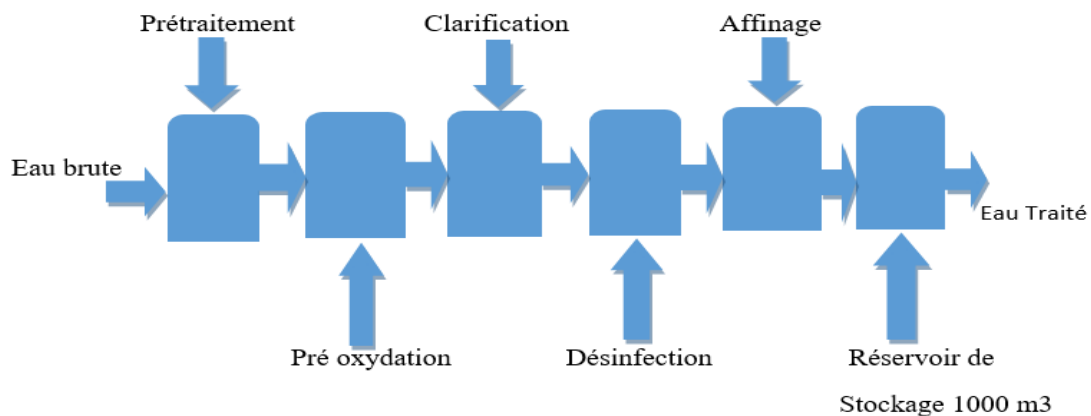


Figure II. 1: Chaîne de traitement

II.1. Etapes de traitement dans la station de Chiffa

II.1.1. Dégrillage

C'est un pré traitement physique, constitué un dégrilleur moyen de position inclinée constitué d'une grille de diamètre entre 10 et 15 mm est placé à l'entrée de la station. Le mode de nettoyage manuel [5].



Figure II. 2: Dégrilleur moyenne de la station

Les problèmes de ce dégrillage est le passage de petites bouteilles et des débris solides.

- Le passage des matières fines.

Pour éviter ça il faut :

- Utiliser des équipements de prétraitement complémentaires afin de minimiser les matières solides qui atteignent les processus de traitement ultérieurs. On peut installer un pré-dégrillage en amont et un dégrillage fin en aval de dégrilleur installé.
- Mettre en place un programme de maintenance régulière : un entretien régulier des dégrilleurs de taille moyenne est essentiel pour éviter l'accumulation de matières solides et le colmatage des ouvertures. Un programme de maintenance préventive peut inclure le nettoyage régulier des dégrilleurs, le retrait des débris accumulés et la vérification de l'état des équipements

II.1.2. Chambre de relevage

La pente du terrain dans cette potabilisation ne permet pas un écoulement gravitaire de l'eau jusqu'à la station de traitement. Donc ils ont fait une station de relevage pour faire remonter l'eau de l'oued Médéa et oued Tamesguida au niveau de la station de traitement.

Cette chambre de relevage comprend :

- Trois pompes submersibles en parallèles et une vanne clapée placée avant ces pompes.
- Une bache qui est une chambre en béton comme un espace de stockage pour l'eau et qui est mis en œuvre de plusieurs façons, selon la nature du sol et niveau d'eau de surface.
- Regard d'entrée : est une pièce avec une porte de contrôle sur le tuyau d'entrée pour contrôler le débit d'eau de la station.

- Chaîne de levage : est une chaîne en acier inoxydable, l'une des extrémités est installée dans la pompe et l'autre à côté de l'ouverture pour soulever et de décharger la pompe pendant l'entretien.

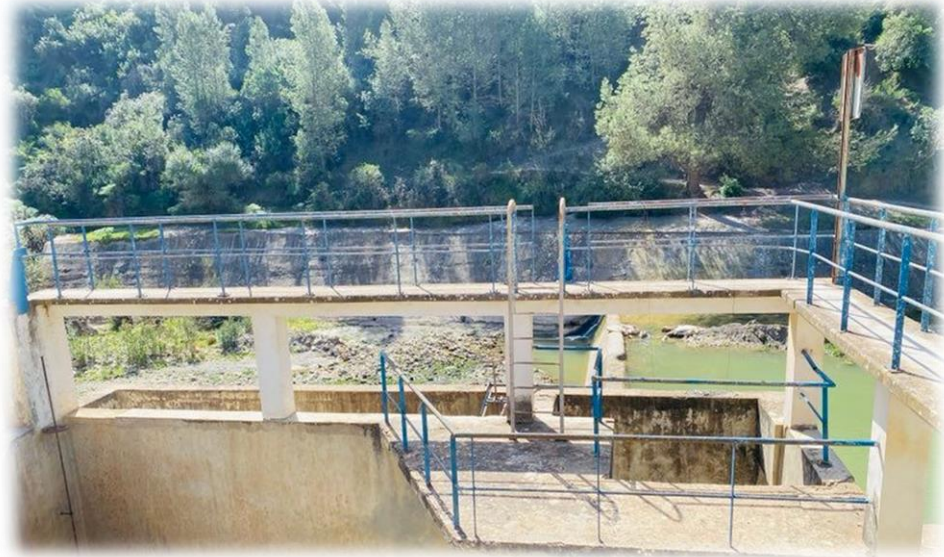


Figure II. 3: Chambre de relevage

II.1. 3. Débourbeurs

Sont utilisés pour :

- ✓ Amélioration de la qualité de l'eau en éliminant les matières en suspension,
- ✓ Protection des équipements,
- ✓ Réduction des coûts de traitement en réduisant la quantité des réactifs consommés.

La station contient quatre bassins avec une capacité total 9000 m³. Chaque bassin est relié à cinq vannes : trois vannes de vidange, une vanne d'isolement et une vanne de sortie. Lorsque l'eau atteint la charge des 20 g/l l'ensemble du cycle élimine 70 % des boues.

Le principe de fonctionnement de ces bassins de débouillage est comme suit :

- Le premier bassin est en remplissage, on doit fermer la vanne de sortie et les vannes de vidange et on ouvre la vanne d'isolement (la vanne rideau).
- Le deuxième bassin est en mode de lavage, la vanne d'isolement et la vanne de sortie sont fermées et les vannes de vidange sont ouvertes.
- Le troisième bassin est en service, il faut fermer les vannes de vidange et la vanne rideau.

- Et le quatrième bassin est en mode de décantation, donc il faut fermer les vannes de vidange, la vanne d'isolement et la vanne de sortie et on laisse l'eau se décante pendant une heure [4].

Le cycle totale de fonctionnement des quatre bassins dure 4heures, au débit maximum de l'installation, et se répartit comme suit:

- ❖ 1 heure de remplissage au débit de 540 m³/h.
- ❖ 1 heure de repos intégral.
- ❖ 1 heure de soutirage à raison de 432 m³ /h.
- ❖ 1 heure de nettoyage.

La capacité totale de soutirage est de 1730 m³pour les quatre bassins, chaque bassin est isolé de l'ensemble par une vanne.

L'eau débourbée est prise en surface à l'aide d'un tuyau perforé supporté par un flotteur, puis refoulée par une conduite (D= 500 mm) vers la tour d'équilibre[4] .

Les problèmes du débourbeur :

Fuites dans les flotteurs qui peuvent affecter le processus de débouillage et compromettre son efficacité.

Conséquences des fuites dans les flotteurs sur le débouillage :

- Niveau d'eau instable Cela peut perturber le processus de sédimentation et compromettre la séparation efficace des matières solides en suspension.
- Perte d'efficacité du débouillage.

Solutions pour remédier aux fuites dans les flotteurs :

- ✓ Réparation des fuites : L'identification précise des zones de fuite dans les flotteurs est essentielle. Une fois les fuites détectées, elles doivent être réparées rapidement. Selon l'étendue des fuites, cela peut nécessiter des techniques de soudage, l'application de mastics ou l'utilisation de produits d'étanchéité appropriés. Il est important de s'assurer que les réparations sont effectuées conformément aux normes de sécurité et d'étanchéité.
- ✓ Remplacement des flotteurs défectueux : Si les fuites sont importantes ou si les flotteurs sont gravement endommagés, il peut être nécessaire de les remplacer. Il est recommandé d'opter pour des flotteurs de qualité supérieure, résistants aux produits chimiques et durables, afin d'éviter de futurs problèmes de fuites.

- ✓ Maintenance préventive : La mise en place d'un programme de maintenance préventive régulière peut aider à détecter les fuites dans les flotteurs avant qu'elles ne deviennent problématiques. Des inspections régulières, des tests de pression et des vérifications des joints doivent être effectués pour identifier les signes de fuites et prendre des mesures correctives rapidement.



Figure II. 4: Déboureur

II.1.4. Bloc hydraulique

II.1.4.1. Tour d'équilibre

L'eau arrive ensuite dans une tour d'équilibre, qui permet de stabiliser la qualité de l'eau en laissant les particules restantes se déposer au fond. Ensuite, l'eau est acheminée vers une vanne cylindrique de régulation qui permet de contrôler le débit de l'eau. Cette vanne est située après la tour d'équilibre.

II.1.4.2. Chambre d'injection de réactif de vanne cylindrique

Est utilisée pour injecter des réactifs de coagulation et de pré-chloration dans le flux d'eau brute est ensuite canalisée vers les flocculateurs.

La vanne cylindrique est utilisée pour réguler le débit d'eau entrant dans les décanteurs et ainsi maintenir le niveau d'eau constant à l'entrée même en présence de variations de charge dues à la vidange du déboureur.

Le processus de coagulation commence généralement par une étape de mélange rapide, où le sulfate d'aluminium est rapidement mélangé à l'eau brute. Ce mélange rapide favorise la dispersion uniforme du coagulant dans l'eau, ce qui permet une réaction rapide entre le coagulant et les particules en suspension.



Figure II. 5:Chambre d'équilibre et la vanne cylindrique

II.1.4.3. Flocculateurs

Deux flocculateurs utilisés par la station avec les caractéristiques suivantes :

- A ciel ouvert – carré
- Fonctionnement : parallèle
- Surface de bassin : 73.92 m³
- Surface total : 158.8 m²
- Longueur : 11.20 m
- Largeur : 7.60 m
- Profondeur : 2.25 m
- Dimensions : 11.20 x 6.60 m
- Temps de contact au débit de 120 l/s : 20 min
- Volume : 140 m³
- Fréquence de nettoyage : 1 fois/mois

- Vitesse : $2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Le système de dosage:

- Type de floculent : ASP6
- Capacité de réservoir de stockage : 2600 l (2 bacs)
- Dose moyenne de floculant : 0.30 ppm
- Points d'injection: bassin mélangé
- Mode de livraison : sac de 20 kg
- Mode de préparation : manuel avec agitation mécanique.



Figure II. 6: Bassin de floculation

II.1.4.4. Décanteurs

Il existe deux bassins de décantation en béton armé et de forme rectangulaire, la répartition de l'eau se fait comme suit:

- A l'entrée par les orifices déflecteurs d'équie répartition,
- A la sortie par des orifices de collecte.

Les caractéristiques des bassins de décantation sont les suivants :

- Fonctionnement : parallèle.
- Longueur : 31 m.
- Largeur 8 m.
- Capacité : 900 m^3 .
- Volume : 900 m^3 .
- Temps de séjour : 2 h.
- A flux horizontal avec une surface de $240,25 \text{ m}^2$.
- Un débit d'eau : 120 l/s.

- Profondeur : variable (2et4m).
- Dimension de bassin : 30 m x 14,90 m.
- Temps de séjour total au début de fonctionnement : 2 h.
- Description de mode d'entrée de l'eau flocculée au décanteur: par goulot.
- Fréquences de vidange de l'eau clarifiée: 1 fois/mois.
- Vitesse de remonté au débit de 1281 l/s.



Figure II. 7: Les décanteurs

Les problèmes de ces décanteurs : peut être aussi problème de floculation, inefficace.

L'un des problèmes les plus fréquents dans ces décanteurs est la présence de turbidité résiduelle dans l'eau clarifiée. Cela peut être dû à une vitesse d'écoulement inappropriée, à une conception inadéquate du décanteur ou à une surcharge du système. Une turbidité résiduelle élevée peut indiquer une inefficacité du processus de sédimentation et peut nécessiter des ajustements de conception ou d'exploitation pour améliorer la performance du décanteur.

La solution :

La surveillance régulière de la turbidité de l'eau clarifiée en aval du décanteur est essentielle pour identifier les niveaux de turbidité résiduelle. En fonction des résultats de la surveillance, des ajustements tels que l'augmentation du temps de rétention hydraulique, l'ajout de coagulants supplémentaires ou l'optimisation du dosage de produits chimiques peuvent être nécessaires pour réduire la turbidité résiduelle.

II.1.4.5. Filtres à sable

Après la décantation, l'eau passe à travers un filtre de sable. Ce filtre est un filtre rapide en mode ouvert contenu dans un bassin rectangulaire en béton armé, divisé en trois lits horizontaux identiques pour éliminer les matières en suspension et les impuretés après l'étape de décantation.

Chaque filtre a les caractéristiques suivantes :

- Type de filtre : rapide à ciel ouvert.
- Fonctionnement : parallèle.
- Surface : 30 m².
- Longueur : 3.50 m.
- Largeur : 8 m.
- Profondeur du sable : 0.8 m.
- Un débit d'eau : 30 l/s.
- Volume : 80 m³.
- Dimension de bassin : 3m x 10m.
- Vitesse de filtration : 5 m³ /m²/j.



Figure II. 8: Filtres à sable

II.1.4.6. Milieu filtrant

- ✓ Matériel : sable siliceux.
- ✓ Granulométrie : 0.8 à 1.2mm.
- ✓ Grandeur effective : 0.3-1mm.
- ✓ Milieu filtrant : fin.

- ✓ Profondeur : 90 cm.

II.1.4.7. Lavage des filtres

- ✓ Fréquences de lavage des filtres :

Hiver : 2 fois/j

- Les conditions météorologiques hivernales peuvent entraîner une augmentation de la contamination de l'eau
- Une augmentation du débit d'eau pendant l'hiver en raison des précipitations pourrait entraîner une charge supplémentaire sur les filtres.

Été : 1 fois/j

- En été, les niveaux de contamination de l'eau peuvent être moins élevés en raison de la diminution des précipitations et de la réduction du débit d'eau dans certains systèmes.
- Les eaux plus claires en été peuvent nécessiter un lavage moins fréquent des filtres, car il y a moins de particules en suspension à retenir

- ✓ Volume moyen d'eau requise: 100 m³.
- ✓ Origine de l'eau de lavage: eau traitée.
- ✓ Destination de l'eau de lavage: récupération pour lavage des autres ouvrages.

Parmi les problèmes de ces filtres à sable :

- Perte de média filtrant : Au fil du temps, il est possible que du sable filtrant soit perdu lors des processus de lavage et de rétrolavage. Cela peut entraîner une diminution de la profondeur du lit de sable et une réduction de la capacité de filtration.
- Le colmatage rapide des filtres : Il se produit lorsque les particules en suspension dans l'eau s'accumulent rapidement sur la surface des filtres, réduisant ainsi leur efficacité de filtration. Cela peut entraîner une augmentation de la pression différentielle à travers les filtres, une diminution du débit d'eau traitée et une augmentation de la turbidité résiduelle.

Voici quelques solutions pour remédier au problème de Perte de média filtrant et de colmatage rapide des filtres :

- ✓ Lavage des filtres : Les filtres doivent être régulièrement lavés pour éliminer les particules accumulées sur leur surface.
- ✓ Contrôle de la charge hydraulique : Une charge hydraulique excessive peut entraîner un colmatage plus rapide des filtres. Il peut être nécessaire d'ajuster la vitesse d'écoulement de l'eau à travers les filtres en modifiant les vannes ou les systèmes de contrôle de débit afin de maintenir une charge hydraulique optimale.

- ✓ Surveillance régulière : Cela peut inclure des mesures régulières de la turbidité de l'eau traitée en amont et en aval du filtre, ainsi que des inspections visuelles du média filtrant. En identifiant les problèmes dès qu'ils se produisent, des actions correctives rapides peuvent être prises pour minimiser les impacts sur la qualité de l'eau traitée.

II.1.4.8. La Désinfection

La désinfection est une étape importante dans le processus de traitements des eaux, car elle permet d'éliminer les micro-organismes pathogènes qui peuvent se trouver dans l'eau, avant que celle-ci ne soit distribuée aux consommateurs. Dans cette station, la désinfection est assurée par la chloration par l'hypochlorite de sodium NaOCl. Elle consiste à ajouter du chlore à l'entrée du réservoir d'eau traitée pour tuer les micro-organismes.

En cas de panne du système de chloration, la désinfection est faite par l'eau de javel

Les caractéristiques du bassin de désinfection sont les suivantes :

- ✓ Souterrain en béton.
- ✓ Nombre de bassin : 01.
- ✓ Capacité : 1000 m³.
- ✓ Surface de bassin : 225 m².
- ✓ Volume 1000 m³.
- ✓ Profondeur : 4 m.
- ✓ Dimension des bassins : 15 m x 4 m.
- ✓ Temps de contact moyen avec le désinfectant : 30 min.
- ✓ Points de prélèvement : eau traitée.

Conclusion

La station de traitement de l'eau de Chiffa joue un rôle crucial dans la purification de l'eau brute pour la rendre potable. Les différentes étapes, comme le dégrillage, les débourbeurs, les flocculateurs, les décanteurs et les filtres à sable, éliminent les impuretés et les contaminants. Cependant, il est important de maintenir les équipements en bon état pour assurer un traitement efficace.-

Chapitre III :

Méthodes d'analyse des eaux à l'entrée et à la sortie de la station

Introduction

Ce chapitre explore en détail les différentes méthodes d'analyse utilisées pour évaluer la qualité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la station de Chiffa.

III.1. Méthodes d'analyse appliquées

III.1.1. Analyses physico-chimiques

L'objectif de notre étude était d'évaluer la qualité de l'eau prélevée à travers des analyses physico-chimiques.

Les analyses physico-chimiques des oueds de Médéa, Tamesguida, Eldjir et Elmerdja ont été effectuées dans le laboratoire de la station, où nous avons mesuré et évalué quelques paramètres clés.

Ensuite, nous avons également réalisé tous les analyses physico-chimiques dans le laboratoire de l'ADE sur l'eau brute et l'eau traitée.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il faut le faire par une position incliné au fond de la digue pour que le processus soit précis.



Figure III. 1:Image réel du prélèvement de l'eau d'oued Médéa

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques.

III.1.1.1. Mesure de pH

La détermination électro-métrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution.



Figure III. 2: pH-mètre

Matériel :

- pH-mètre.
- Bécher de 50 ml.

Les étapes :

On doit assurer que le pH-mètre est fonctionnel et étalonné. On vérifie également que les électrodes, notamment l'électrode en verre et l'électrode de référence (calomel-KCl saturé), sont propres et en bon état.

- On allume le pH-mètre et on laisse-le se stabiliser pendant quelques minutes pour que les mesures soient précises.
- On plonge l'électrode en verre et l'électrode de référence dans la solution. On immerge les électrodes suffisamment pour qu'elles soient complètement recouvertes de liquide.

- On attend que la mesure se stabilise sur l'écran du pH-mètre. Cela peut prendre quelques instants en fonction de la vitesse de réponse de l'appareil et de la stabilité de la solution.
- On enregistre la valeur du pH affichée sur le pH-mètre.
- Après chaque mesure, on rince les électrodes à l'eau distillée pour les nettoyer et éliminer les résidus de la solution précédente. On essuie délicatement les électrodes avec un chiffon propre et doux.

III.1.1.2. Détermination de la conductivité

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions ; de la température et la viscosité de la solution.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m) mais est généralement exprimée en micro- siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Matériel :

- Conductimètre WTW inoLab 720.
- Bécher de 50 ml.



Figure III. 3: Conductimètre utilisé de marque WTW inoLab 720

Les étapes :

- On doit assurer d'avoir un conductimètre fonctionnel et étalonné. On vérifie également que les électrodes de conductivité sont propres et en bon état.
- On prépare l'échantillon d'eau que vous souhaitez mesurer. Assurez-vous que l'échantillon est représentatif.
- On allume le conductimètre selon les instructions du fabricant et on laisse-le se stabiliser pendant quelques minutes pour que les mesures soient précises.
- On plonge les électrodes de conductivité dans l'échantillon d'eau.
- On attend que la mesure se stabilise sur l'écran du conductimètre. Cela peut prendre quelques instants en fonction de la vitesse de réponse de l'appareil et de la stabilité de la solution.
- On enregistre la valeur de conductivité affichée sur le conductimètre.
- Après chaque mesure, on rince les électrodes à l'eau distillée pour les nettoyer et éliminer les résidus de l'échantillon précédent. On essuie délicatement les électrodes avec un chiffon propre et doux.

III.1.1.3. Mesure la température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Pour mesurer la température, on utilise l'appareille multifonction les mesures sont obtenues directement en degré Celsius. On utilise soit le pH mètre soit le conductimètre.

III.1.1.4. Dosage des nitrites (NO₂⁻)

L'objet de cette présente méthode décrit le dosage des nitrites dans les eaux par spectrométrie d'absorption moléculaire.

Cette méthode est applicable dans toutes les eaux. Les teneurs en ammonium peuvent être déterminées sans dilution pour des échantillons dont les concentrations se situent entre 0,02 et 0,8 mg/l d'azote nitreux (NO₂⁻).

Principe :

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel

diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1)diamino-1,2 éthane (ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide) mesurage de l'absorbance à 540 nm.

Réactifs :

- Réactif mixte
- Solution étalon mère de nitrites 100 mg/l
- Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l

Matériel :

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

III.1.1.5. Dosage des nitrates (NO_3^-)

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

La présence de nitrates NO_3^- dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

Réactifs :

- Solution de Salicylate de Sodium à 0,5 %.
- Solution d'hydroxyde de Sodium à 30 %.
- Solution de tartrate double de sodium et de potassium
- Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré.
- Solution mère de nitrate à 1000 mg/l
- Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l

Matériel :

- Capsules de 100 ml ;
- Pipettes 10, 5, 2 et 1 ml ;
- Poires à pipeter ;
- Etuve pour séchage ;
- Spectrophotomètre UV-Visible (marque HACH modèle 2100N).

Mode opératoire :

- On introduit 10 ml d'eau à analyser ;
- On ajoute 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30 % **(b)** ;
- On ajoute 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0,5 % **(a)** ;
- On évapore à sec au bain marie ou à l'étuve à 75-88 °C ;
- On prend le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré **(d)** ;
- On laisse reposer 10 minutes ;
- On ajoute 15 ml d'eau distillée ;
- On ajoute 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium **(c)**;
- On fait la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm.

III.1.1.6. Mesure de la turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs ...).

- La mesure de la turbidité se fait en effectuant des prélèvements dans des bouteilles de verre ou de plastique. Il faut aussi éviter tout contact entre l'échantillon d'eau et l'air et toute variation non indispensable de température de l'échantillon.
- Les échantillons sont conservés à 4 °C dans l'obscurité mais pas plus de 24 heures.

Matériel:

- Turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N

Les étapes :

- On prépare des bouteilles de verre ou de plastique propres et stériles pour les échantillons d'eau.
- On remplit les bouteilles jusqu'au bord sans former de bulles d'air et on referme-les hermétiquement.
- On conserve les échantillons à une température constante et on évite les variations non nécessaires.
- On prélève des échantillons représentatifs de la source d'eau à mesurer.
- On conserve les échantillons dans l'obscurité à une température de 4 °C, ne dépassant pas 24 heures.
- On laisse les bouteilles s'acclimater à la température ambiante avant de mesurer la turbidité.

- On utilise un turbidimètre étalonné selon les instructions du fabricant.
- On prépare l'appareil en rinçant les cuvettes et en ajustant les paramètres de mesure appropriés.
- On remplit une cuvette propre avec l'échantillon d'eau à mesurer, en évitant les bulles d'air et les gouttes d'eau sur les parois.
- On insère la cuvette dans l'appareil turbidimètre correctement.
- On effectue la mesure de la turbidité en suivant les instructions spécifiques du turbidimètre et notez la valeur affichée.
- On répète les mesures si nécessaire pour obtenir une moyenne précise.
- On nettoie soigneusement les cuvettes et l'appareil turbidimètre après chaque mesure pour éliminer tout résidu.



Figure III. 4: Turbidimètre optique et électronique utilisé (HACH modèle 2100N)

III.1.1.7. Mesure de la dureté totale

Pour ce dosage on utilise la méthode titrimétrique à l'EDTA. Le principe de la mesure est un titrage complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel di-sodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique (EDTA) à un pH de 10. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium. Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

La méthode est applicable pour les eaux souterraines, les eaux de surfaces, les eaux destinées à la consommation humaine. Elle peut aussi être utilisée pour les eaux résiduaires

Chapitre III : Méthode d'analyse des eaux des eaux l'entrée et la sortie de la station

urbaines et les eaux brutes industrielles, à condition qu'elles ne contiennent pas de métaux lourds en quantités interférentes.

Elle est applicable aux eaux dont la teneur en calcium varie de 2 à 100 mg/l. Pour les eaux contenant plus de 100 mg/l de calcium, une dilution de l'échantillon doit être effectuée.

La méthode n'est pas applicable aux eaux de mer et eaux du même type à forte teneur en sels.

Matériel :

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

Réactifs :

- a. EDTA, solution titrée à 0,01 mol/l.
- b. Solution tampon pH 10.
- c. Indicateur coloré NET.

Mode opératoire :

- On prélève une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon.
- On ajoute 4 ml de la solution ammoniacal et une pincée d'indicateur NET en bien mélangeant, la solution doit se colorer en rose.
- On titre immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu.
- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Expression de calcul :

Pour calculer le TH en mg CaCO₃, on utilise la formule suivante :

$$TH = \frac{N_{EDTA} \times V_{eq}}{V_{eau}} \quad (eq/l)$$
$$TH \left(\frac{meq}{l} \right) = \frac{N_{EDTA} \times V_{eq}}{V_{eau}} \times 1000$$
$$TH (^{\circ}f) = \frac{N_{EDTA} \times V_{eq}}{V_{eau}} \times 1000 \times 5$$
$$TH (mg CaCO_3/l) = \frac{N_{EDTA} \times V_{eq}}{V_{eau}} \times 1000 \times 50$$

Avec :

- V_{eq} : représente le volume équivalent ;
- V_{eau} : prise d'essai ;
- N_{EDTA} : représente la concentration de l'EDTA en eq/l.

III.1.1.8. Dosage du calcium (dureté calcique)

La méthode d'essai a pour objet la détermination du dosage de calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA, comme pour la dureté totale.

Principe :

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

Réactifs :

- a. Hydroxyde de sodium, solution 2 N : Il s'agit d'une solution aqueuse de soude (NaOH) à une concentration de 2 équivalents normalisés (N). Cette solution est utilisée pour ajuster le pH de l'échantillon à un niveau compris entre 12 et 13, favorisant ainsi la réaction de titrage ultérieure.
- b. Calcium solution de référence à 100 mg/l
- c. EDTA, solution titrée 0,01 mol/l
- d. Murexide (indicateur)

Matériel :

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

Mode opératoire :

- On prélève une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon.
- On ajoute 2 ml de la solution d'hydroxyde 2 N et une pincée d'indicateur Murexide.
- On mélange bien le tout.
- On titre avec la solution d'EDTA, en versant lentement.
- Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.

- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Expression de calcul :

La teneur en calcium, exprimée en mg/l, est donnée par l'équation :

$$[Ca^{2+}] \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{N_{EDTA} \times V_{eq}}{V_{eau}} \times 1000 \times MM_{Ca}$$

Avec : $MM_{Ca} = 20$ mg/mol (masse molaire d'équivalence).

III.1.1.9. Mesure de la salinité

La salinité est la quantité du sel NaCl dans l'eau, elle est donnée par mg/ l d'eau.

Mode opératoire :

- On rince l'électrode plusieurs fois dans l'eau distillée ;
- On la plonge l'électrode de mesure dans un récipient contenant de l'eau à analyser avec agitation faible, afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celles du liquide ambiant,
- On introduit alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule, la température de liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.
- On note la valeur affiché avec unité.

III.1.1.10. Mesure de TDS (taux des sels dissous)

Le TDS est utilisé comme indicateur du contenu total en composé minéraux présents dans les eaux d'alimentation.

Mode opératoire :

Le mode opératoire c'est le même comme la mesure de la conductivité, sauf que la solution d'étalonnage est une solution à 491 mg /l de sels dissous.

III.1.1.11. Dosage de l'ammonium (NH₄⁺)

Le dosage se fait par spectrométrie à l'aide de salicylate de sodium. Un composé bleu former par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

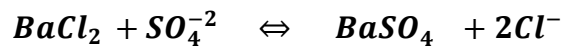
Cette méthode est applicable à toutes les eaux sauf les eaux de mer. Les teneurs en ammonium peuvent être déterminées sans dilution pour des échantillons dont les concentrations se situent entre 0,02 et 1 mg/l d'ammonium (NH₄⁺).

Mode opératoire :

- On prélève 40 ml d'échantillon à analyser,
- On ajoute dans l'ordre :
 - ✓ 4 ml du réactif coloré homogénéisé ;
 - ✓ 4 ml du réactif de dichloroisocyanurate de sodium, et on homogénéise.
 - ✓ Après au moins 60 min, on attend le développement de la couleur.
 - ✓ On effectue les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655 nm.

III.1.1.12. Dosage des sulfates (SO₄²⁻)

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction :



Les réactifs :

- Solution stabilisante
- Solution de chlorure de baryum (BaCl₂) à 0,01N
- Solution mère de sulfates à 1g /l à partir de sulfate sodium (Na₂SO₄)

Matériel :

- Matériel courant de laboratoire (fioles, pipettes, béchers ...).
- Spectrophotomètre UV/VISIBLE.
- Agitateur magnétique.

Mode opératoire :

- On prend 100 ml d'eau à analyser diluée, on ajoute 5 ml du réactif à HCl ;
- On agite exactement 1min lors de l'ajoute de BaCl₂,
- On remplit immédiatement la cellule du spectrophotomètre (la cuve) et mesure la turbidité à 546 nm.



Figure III. 5: Spectromètre UV/visible utilisé de marque HACH

III.1.1.13. Mesure de l'alcalinité TA et TAC

Le principe de dosage de base sur la détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaires pour neutraliser, aux niveaux de pH 8,3 et 4,3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

Réactifs :

- Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N

Matériel :

- pH-mètre;
- Electrode ;
- Burette;
- Agitateur magnétique + barreaux magnétiques ;
- Bécher de 50 ml.

Mode opératoire :

- On prend 100 ml d'eau à analyser,
 - Si le pH de l'eau à analyser est supérieur à 8,3, on ajuste lentement le pH en ajoutant de l'acide chlorhydrique (HCl) pour atteindre une valeur de pH de 8,3. On note du volume d'acide HCl ajouté, noté comme V_1 .
 - On ajoute quelques gouttes d'un indicateur approprié pour faciliter la détection du point d'équivalence, tel que la phénolphaléine.

- On commence à ajouter l'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N lentement à l'aide d'une burette manuelle tout en agitant la solution avec un agitateur magnétique.

- On continue l'ajout d'acide chlorhydrique jusqu'à ce que le pH atteigne une valeur de 4,3.

- on note le volume total d'acide HCl utilisé pour atteindre le pH de 4,3, noté comme V_2 .

Expression de calcul :

Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/l par litre sont donnés respectivement par les expressions:

$$\text{TA} = (V_1 * N * M_1 * 1000) / V$$

$$\text{TAC} = (V_2 * N * 1000 * M_2) / V$$

Avec :

- M_1 : masse molaire de carbonates=60 mg/mol

- M_2 : masse molaire des bicarbonates= 61 mg/l.

- V : volume en millilitres de la prise d'essai (100) ml

- N : normalité de la solution d'acide chlorhydrique (0,02 N).

III.1.1.14. Détermination d'oxydabilité (MO)

Objet La méthode décrit la détermination de l'indice de KMnO_4 , ou « oxydabilité », permettant d'évaluer la contamination en matières organiques dans des eaux peu ou moyennement polluées.

Réactifs :

Acide sulfurique (H_2SO_4 ; $\rho = 1.84$ g/ml, 18 mol/l)

Matériels :

- Plaque chauffante
- Agitateur mécanique
- Burette graduée
- Matériel courant de laboratoire (fioles, pipettes, béchers, etc).

Mode opératoire :

Mettre dans une erlenmeyer a col large :

- 100 ml d'eau a analysé,
- 10 ml d'acide sulfurique au 1/2 N ,
- Ajouter 10 ml de permanganate de potassium N/80 et on met à ébullition pendant 10 minutes,
- on refroidit puis on ajoute 10 ml de sulfate ferreux ammoniacal (N/80),
- on titre avec KMnO_4 jusqu' au virage de la solution rose clair,
- on fait un témoin avec l'eau distillé.

Mesures et calcul du résultat :

$$[\text{O}_2]=V-V_0 \text{ (mg/l)}$$

Avec :

V : Il s'agit de la mesure de la concentration en oxygène dissous (exprimée en milligrammes par litre, mg/l) dans la solution à un moment donné

V_0 : Il s'agit de la mesure de référence de la concentration en oxygène dissous (également exprimée en mg/l) dans la solution initiale

III.1.1.15. Détermination du Phosphore par Spectrométrie à l'aide du molybdate d'ammonium

Objet :

L'objet de la présente est de décrire la mesure des orthophosphates par spectrométrie.

Principe :

C'est une réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate.

Réactifs :

- Acide sulfurique à 9 mol/l (dilution de 1/2)
- Réactif mélange (solution molybdate acide)
- Acide ascorbique, solution, $\rho = 100 \text{ g/l}$
- Orthophosphates, solution mère, $\rho = 50 \text{ mg/l}$
- Orthophosphates, solution étalon, $\rho = 2 \text{ mg/l}$

Matériel :

- Balance analytique à 0,1 g et à 0,0001 g près.
- Spectromètre doit convenir pour la mesure de l'absorbance dans les régions du spectre visible et proches de l'infrarouge.

Dosage :

- On introduit 40 ml d'échantillon, on ajoute 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de réactif mélange dans une fiole jaugé de 50 ml.
- On complète le volume.
- On effectue parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

III.1.2. Essai de Jar -Test

L'essai consiste de rechercher au laboratoire les conditions optimales de floculation et décantation par la détermination des doses de réactifs (coagulant, floculant, réactif de correction de pH).

Matériel :

- Jar - test : C'est un flocculateur qui permet une agitation simultanément à la même vitesse.
- Six (6) béccher de 1000 ml.
- Pipette graduée de 10 ml.
- Turbidimètre.

Réactifs utilisés :

- Sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ (produit commercial)
- Flocculant poly-électrolyte.

III.1.2.1. Essai de coagulation

- On prélève de l'eau brute dans un seau ayant une capacité de 15 à 20 l.
- On introduit dans chacun béccher de flocculateur 1000 ml d'eau.
- On met en route le moteur à 135 trs/min pendant 3 min.

- On utilise une pipette graduée de 10 ml pour ajouter la quantité précise de coagulant (sulfate d'alumine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$) à chaque bécher. Les quantités précises doivent être définies au préalable
- On déclenche le chronomètre : temps « 0 ».
- Après 3 minutes, on ralentit la vitesse d'agitation de façon à ce que les hélices tournent à une vitesse voisine de 35 trs/min pendant 17 min.
- Après 17 min de temps total, on laisse l'eau se décante dans ces béchers environ 30 min.
- On prend les observations.
- On mesure la turbidité de chaque bécher.

III.1.2.2. Essai de floculation

- On fait remplir des nouveaux béchers et dans chaque bécher on ajoute 110 ppm de coagulant et on fait tourner à la vitesse la plus rapide (135 trs/min) pendant 3 min.
- Puis, on ajoute les doses de flocculant poly électrolyte.
- On ralentit la vitesse d'agitation de façon à ce que les hélices tournent à une vitesse voisine de 35 trs/min pendant 17 minutes.
- Après une 30 min, on mesure la turbidité.

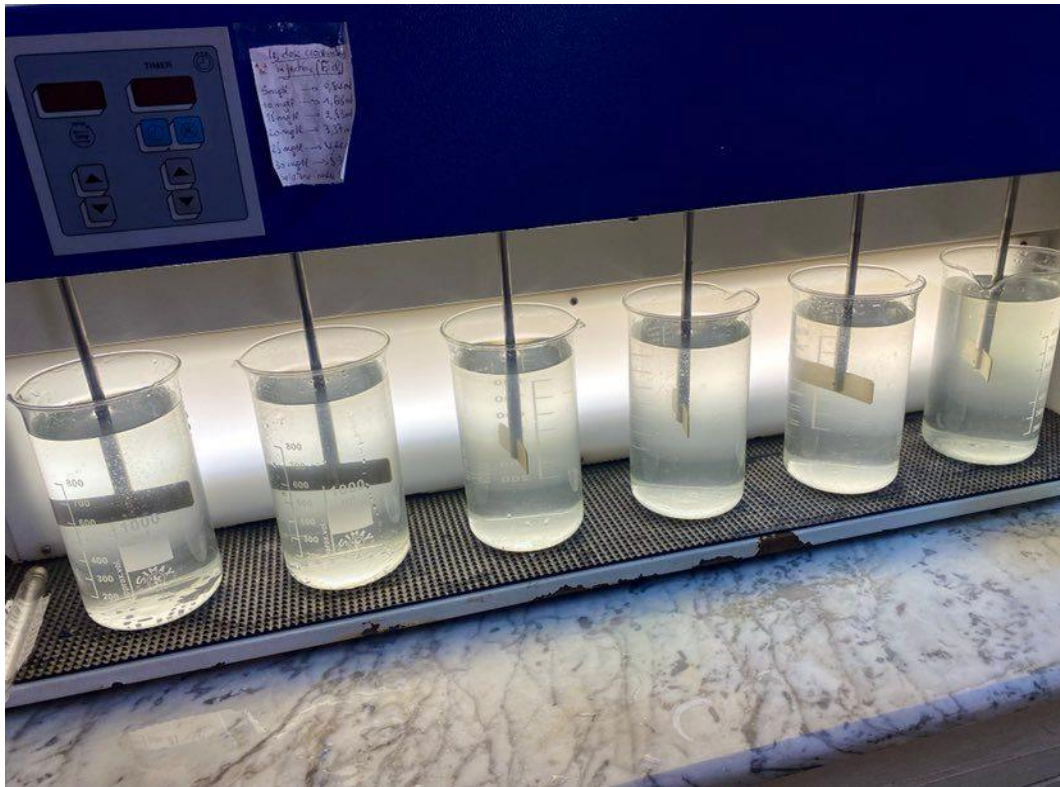


Figure III. 6: Jar-test de laboratoire VELP JL T6,

III.2. Les normes algériennes de potabilité de l'eau

Pour vérifier la qualité de l'eau traitée au niveau de la station de Chiffa, on utilise les valeurs limites de la norme algérienne relative au décret exécutif N° 14-96 donnée par le tableau suivant.

Tableau III. 1 : Les normes algériennes de potabilité de l'eau

Paramètres	Unité	Valeur limite
Température	°C	25
Conductivité	µS/cm	2800
Salinité	/	
TDS	mg/l	1000
Turbidité	NTU	5
pH	/	6.5-8.5
Résidu sec	mg/l	1500
Matières organiques	mg/l	/
Ca ²⁺	mg/l	200
TH	°f	500
Mg ²⁺	mg/l	50
Cl ⁻	mg/l	200
TAC	mg/l	200
HCO ₃ ⁻	mg/l	200
SO ₄ ²⁺	mg/l	400
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0.5
Nitrites NO ₂ ⁻	mg/l	0.2
Phosphores P	mg/l	5
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	50

Conclusion

En conclusion, ce chapitre a plongé dans les profondeurs des méthodes d'analyse physico-chimique, offrant une vue détaillée des moyens par lesquels nous évaluons la qualité de l'eau à la station de Chiffa. Chacune de ces méthodes, que ce soit la mesure du pH, de la conductivité, de la turbidité, ou les dosages minutieux de composés tels que les nitrites, les nitrates, la dureté, les sulfates, l'ammonium, l'oxydabilité, et le phosphore, s'avère être un maillon essentiel dans la chaîne de contrôle de la qualité de l'eau.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

Introduction

Dans ce chapitre, on va présenter les résultats obtenus dans notre étude concernant la caractérisation des eaux brutes et l'eau traitée au niveau de la station de Chiffa, la détermination de quelques paramètres de l'étape de coagulation-floculation et la détermination de la demande en chlore. A la fin, la qualité des échantillons étudiés est évaluée.

IV.1. Caractérisation de l'eau brute

IV.1.1. Caractérisation des eaux des oueds

Cette analyse a été réalisée pour des échantillons d'eau prélevés le : 26/03/2023

Tableau IV. 1 : Paramètres physico-chimiques de l'eau des oueds

Paramètres	T°(C)	pH	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	Turbidité (NTU)	TH (°f)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
Oued Médéa	19	7,32	2247	8.14	199	549.1	150.7	124.96
Oued Tamezguida	17,8	7.78	710	17.1	66	132.26	80.19	8.52
Oued Eldjir	16,8	7.56	1068	0.857	119	316.63	97.2	9.94
Oued El-Merdja	17,4	7.82	528	4.37	33	56.11	46.17	28.4

D'après ce tableau, on remarque que :

- Oued Médéa présente une température la plus élevée (19°C) que les autres oueds, mais elle est dans la même grandeur, vu la période et l'heure de prélèvement ;
- Toutes les eaux des oueds ont un pH normal situé dans l'intervalle des eaux naturelles. Oued El-Merdja présente le pH le plus élevé parmi les oueds mentionnés (7,82). Cela suggère une légère alcalinité de l'eau dans cette zone. Les autres oueds ont des valeurs de pH légèrement inférieures, avec Oued Médéa à 7,32, Oued Tamezguida à 7,78 et Oued Eldjir à 7,56 ;
- Oued Médéa présente la conductivité la plus élevée parmi les oueds mentionnés, avec une valeur de 2247 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. Cette conductivité plus élevée suggère une plus grande concentration de substances dissoutes dans l'eau de cet oued. Les facteurs qui contribuent à cette conductivité plus élevée peuvent inclure la présence de sels, de

minéraux ou d'autres composés dissous. Oued Eldjir à une conductivité de 1068 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. Oued El-Merdja présente la conductivité la plus basse parmi les oueds mentionnés, avec une valeur de 528 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. La conductivité ces eaux est influencée par divers facteurs tels que la géologie de la région, les processus d'érosion, les activités humaines (agriculture, industrie) et la pollution ;

- Oued Tamezguida présente la turbidité la plus élevée parmi les oueds mentionnés, avec une valeur de 17,1 NTU. Une turbidité élevée indique une plus grande présence de particules en suspension dans l'eau de cet oued. Les facteurs pouvant contribuer à cette turbidité plus élevée comprennent l'érosion des sols, les apports sédimentaires provenant des rivières voisines ou des activités anthropiques dans la région. Oued El-Merdja a une turbidité de 4,37 NTU, ce qui est inférieur à celui de l'Oued Tamezguida. Une turbidité plus faible suggère une concentration moindre de particules en suspension dans l'eau de cet oued. Les autres oueds ont des valeurs de turbidité plus basses, allant de 0,857 NTU à 4,37 NTU ;
- Oued Médéa présente la dureté totale la plus élevée parmi les oueds mentionnés, avec une valeur de 199 °f. Cela indique une concentration relativement élevée de minéraux, principalement de calcium et de magnésium, dans l'eau de cet oued ;
- Oued Médéa présente la concentration en Ca^{2+} la plus élevée parmi les oueds mentionnés, avec une valeur de 549,1 mg/l. Cela peut être dû à la présence de roches riches en calcium dans la région drainée par cet oued. Les autres oueds ont des concentrations en Ca^{2+} plus faibles, allant de 56,11 mg/l à 132,26 mg/l. Cela peut s'expliquer par des différences dans la composition géologique et l'origine de l'eau de ces oueds ;
- De manière similaire au calcium, l'oued Médéa présente également la concentration en Mg^{2+} la plus élevée, avec une valeur de 150,7 mg/l. Cela peut indiquer une source d'eau qui traverse des formations riches en magnésium ;
- Les autres oueds ont des concentrations en Mg^{2+} plus basses, allant de 46,17 mg/l à 97,2 mg/l. Ces variations peuvent être dues à des différences dans la géologie et les processus d'érosion dans chaque zone ;
- Oued Tamezguida présente la concentration en Cl^- la plus basse parmi les oueds, avec une valeur de 8,52 mg/l. Cela peut être attribué à des facteurs tels que la dilution par des sources d'eau moins salées ou une interaction limitée avec des matériaux riches en chlorure. En revanche, Oued El-Merdja présente la concentration en Cl^- la plus élevée,

avec une valeur de 28,4 mg/l. Cela peut être influencé par des apports plus importants de sources d'eau contenant du chlorure ou une interaction accrue avec des matériaux riches en chlorure.

IV.1.2. Caractérisation de l'eau de mélange

L'analyse a été réalisée pour un échantillon d'eau prélevé le jour même que les prélèvements des eaux des oueds. C'était une période pluviale. Les caractéristiques de l'eau brute sont présentées par le tableau IV.2.

Tableau IV. 2 : Paramètres physico-chimiques de l'eau brute

Paramètre	T (°C)	pH	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	Turbidité NTU	TH (°f)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
Eau brute	16.2	7.31	1189	7.79	105	284.57	82.62	26.98

Le mélange des eaux de ces oueds, dans la chambre de mélange, a permis d'avoir des caractéristiques avec des valeurs moyennes, et inférieures à celles citées auparavant :

- La température est de 16,2°C et le pH est de 7,31 ;
- La conductivité est de 1189 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. Une conductivité plus élevée peut indiquer la présence de minéraux dissous tels que des sels, des ions ou d'autres contaminants.
- La turbidité est de 7,79 NTU.
- Le TH est de 105 °f, principalement causée par la présence de minéraux tels que le calcium et le magnésium. La concentration en calcium est de 284,57 mg/l. Et la concentration en magnésium Mg²⁺ est de 82,62 mg/l ;
- La concentration en chlorure est de 26,98 mg/l.

IV.2. Caractérisation de l'eau traitée

Dans l'objectif de vérifier la qualité des eaux traitées par cette station, un prélèvement d'eau de robinet au niveau de la station a été fait le : 02/05/2023 à 10h30. Les analyses ont été faites au niveau de l'ADE.

Tableau IV. 3 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau traitée

Paramètres \ Origine	unité	Eau de robinet	Norme
Conductivité	$\mu\text{S/m}$	746	2800
Salinité	–	0.1	/
TDS	mg/l	658	1000
Turbidité	NTU	1.2	5
pH	–	8.23	6.5-8.5
Résidu sec	mg/l	648	1500
Matières organiques	mg/l	1.2	/
Ca^{2+}	mg/l	138.87	200
TH	$^{\circ}\text{f}$	470	500
Mg^{2+}	mg/l	29.16	50
Cl^{-}	mg/l	46.86	200
TAC	mg/l	237	200
HCO_3^{-}	mg/l	289	200
SO_4^{2+}	mg/l	234	400
NH_4^{+}	mg/l	0.168	0.5
NO_2^{-}	mg/l	0.006	0.2
Phosphore	mg/l	0.09	5
NO_3^{-}	mg/l	0.512	50

D'après les résultats présentés par ce tableau, on peut remarquer que :

- La conductivité de l'eau traitée est de 746 $\mu\text{S/cm}$, ce qui est inférieur à la norme de (2800 $\mu\text{S/cm}$).
- La salinité de l'eau est de 0,1. Dans ce cas, la salinité de l'eau de robinet est faible, ce qui suggère une bonne qualité en termes de teneur en sels.
- Les TDS (Total Dissolved Solids) sont de 658 mg/l, ce qui est inférieur à la norme de (1000 mg/l), ce qui suggère une bonne qualité en termes de teneur en solides dissous.
- La turbidité de l'eau de robinet est de 1,2 NTU, ce qui est inférieur à la norme de 5 NTU.
- Le pH de l'eau de robinet est de 8,23, ce qui se situe dans la plage de la norme de 6.5 à 8,5 et il est conforme à la norme.
- Le résidu sec de l'eau de robinet est de 648 mg/l, ce qui est inférieur à la norme de 1500 mg/l.
- La concentration en matières organiques dans l'eau de robinet est de 1,2 mg/l. Les

matières organiques peuvent provenir de sources naturelles ou de polluants d'origine humaine. Dans ce cas, la concentration en matières organiques semble être relativement faible.

- Le TH de l'eau de robinet est de 470 °f, ce qui est inférieur à la norme de 500 °F. Une dureté élevée peut entraîner des problèmes d'entartrage et d'utilisation excessive de savon. Dans ce cas, le TH de l'eau de robinet est en dessous de la norme. En plus, les teneurs en ions responsables de la dureté (Ca^{2+} et Mg^{2+}) sont inférieures à la norme.
- La concentration en chlorure dans l'eau de robinet est de 46.86 mg/l, ce qui est inférieur à la norme de 200 mg/l. Le chlorure est un ion présent naturellement dans l'eau, mais des concentrations élevées peuvent être dues à des activités humaines ou à une contamination. Le chlore est également utilisé comme désinfectant dans le traitement de l'eau potable.
- Le TAC de l'eau de robinet est de 237 mg/l, ce qui dépasse la norme (200 mg/l). Cela est dû à la présence des ions bicarbonates avec une concentration de 289 mg/l.
- Tous les autres ions sont présents avec des concentrations qui répondent aux normes.

IV.3. Essai de jar-test

Ce test a été réalisé pour un échantillon d'eau prélevé le : 19/03/2023 à 8h27. C'était une période pluviale. J'ai prélevé, moi-même KHELLADI Abdelmadjid, cet échantillon de chambre de mélange d'eau brute.

Le tableau IV.4 présente quelques caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon d'eau brute prélevé.

Tableau IV. 4 : Caractéristiques de l'eau de chambre de mélange

Caractéristiques	Résultat
T (°C)	14,6
pH	7,56
Turbidité (NTU)	1567

On remarque que la turbidité de l'eau est élevée 1567 NTU, ce qui suggère une présence importante de particules colloïdales ou de matières en suspension dans l'eau brute. Elle avait

une température relativement basse et un pH légèrement alcalin.

IV.3.1. Test de coagulation

Pour ce test avec le jar-test, le coagulant utilisé est le sulfate d'alumine SA ($Al_2(SO_4)_3$) avec une concentration initiale (solution mère) de 50 ppm. Le tableau IV.5 présente les résultats trouvés (variation de la turbidité en fonction de la dose de sulfate d'alumine).

Tableau IV. 5 : Variations de turbidité de l'eau en fonction de la concentration de SA

N°	Eau brute	1	2	3	4	5	6
SA (ppm)	0	20	30	40	50	60	70
Turbidité (NTU)	1556	42,4	33,5	21,3	9,98	5,08	2,56

La figure IV.1 présente la variation de la turbidité pour les différentes doses choisies.

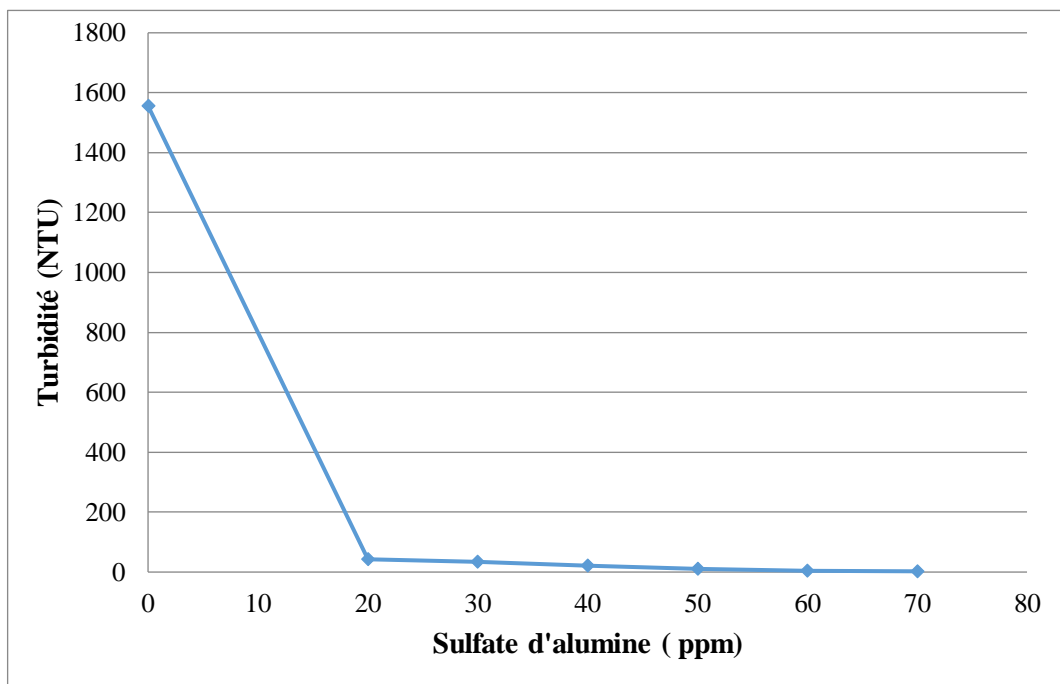


Figure IV. 1 : Courbe la turbidité en fonction les dose de sulfate d'alumine

On peut conclure que :

- La turbidité de l'eau diminue de 1556 jusqu'au 2,56 NTU avec l'augmentation de la concentration de sulfate d'alumine. Cela indique que le sulfate d'alumine a un effet coagulant sur l'eau en réduisant la quantité de particules en suspension, ce qui se traduit par une diminution de la turbidité.

- La dose optimale du SA est 50 ppm.

IV.3.2. Essai de floculation

L'essai de floculation a été réalisé en utilisant de SA comme coagulant et de polyélectrolyte comme floculant. Les mesures de turbidité, représentées dans le tableau ci-dessous, permettent d'évaluer l'efficacité des doses étudiées et de comprendre leur impact sur la clarification de la l'eau. La dose de coagulant dans ce test est 70 ppm.

Tableau IV. 6 : Variation de turbidité de l'eau en fonction de la concentration de Polyélectrolyte

N°	Eau brute	1	2	3	4	5	6
SA (ppm)	0	70	70	70	70	70	70
Polyélectrolyte (ppm)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15
Turbidité (NTU)	1556	7,24	5,86	4,24	2,83	2,38	2,02

La figure IV.2 présente la variation de la turbidité pour les différentes doses choisies.

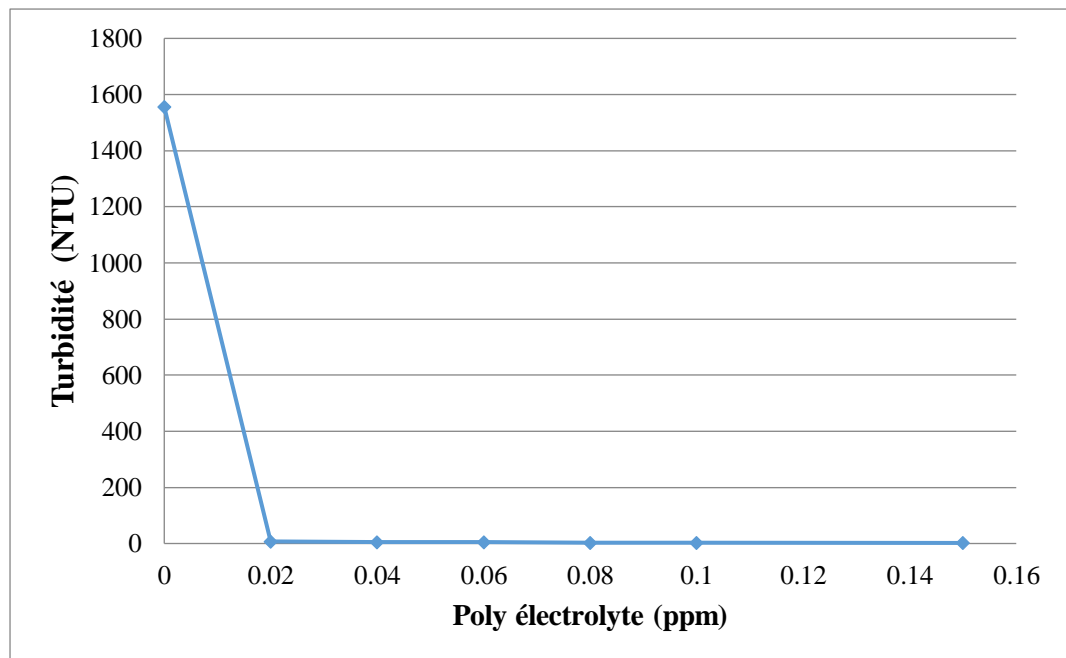


Figure IV. 2 : Courbe la turbidité en fonction les dose de poly électrolyte

D'après ce test de floculation, on peut dire que pour une dose de SA de 70 ppm, la turbidité de l'eau diminue à mesure que la concentration de polymère électrolyte augmente. Cela indique que l'ajout de polymère électrolyte favorise la formation des floes. La dose optimale du polymère est de 0,08 ppm

Alors pour cet échantillon brut, on peut dire que les meilleures doses choisies pour l'étape de coagulation-floculation sont :

- Dose de coagulant (sulfate d'alumine) : 70 ppm
- Dose de flocculant (poly électrolyte) : 0,08 ppm

Conclusion

En conclusion, les résultats de notre étude ont montré des variations dans les caractéristiques physico-chimiques des différentes sources d'eau, ainsi que des différences entre l'eau brute et l'eau traitée. Les paramètres mesurés indiquent que l'eau traitée à la station de Chiffa est conforme aux normes de qualité de l'eau potable.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au cours de mon stage de fin d'études pour l'obtention de ma Licence Professionnelle en Génie de l'eau a été fait au niveau de la station de traitement de Chiffa. J'ai eu l'opportunité de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises tout au long de mes études à l'Institut de Technologie de Bouira. Ces trois mois de stage ont été extrêmement bénéfiques pour mon développement professionnel et personnel.

Grâce à ce stage, j'ai pu approfondir ma compréhension des différents processus de traitement de l'eau. J'ai été impliqué dans des tâches telles que l'analyse de la qualité de l'eau, l'optimisation des paramètres de traitement, la maintenance des équipements, et j'ai également pu observer et participer à la gestion quotidienne de la station de traitement. Cette expérience pratique m'a permis de mieux comprendre les défis et les exigences du domaine du génie de l'eau.

J'ai également eu la chance de travailler aux côtés d'une équipe compétente et expérimentée, ce qui m'a donné l'occasion d'apprendre de leurs connaissances et de leurs compétences. Leur encadrement et leurs conseils ont été précieux pour mon apprentissage et ma progression professionnelle.

Pendant mon stage à la station de traitement de Chiffa, nous avons effectué plusieurs analyses des eaux afin d'évaluer leur qualité et de garantir qu'elles répondaient aux normes de potabilité. Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus :

- ✓ Une turbidité de 1567 NTU pour l'eau brute de Jarrest est extrêmement élevée en raison du niveau élevé de la vallée et de l'ouverture de la vallée de médéa (trop polluée) ;
- ✓ Le pH de toutes les eaux analysées soit dans la norme de potabilité ;
- ✓ Tous les autres paramètres des eaux analysées soient conformes aux normes de potabilité.

Ces résultats reflètent le dévouement de l'équipe de la station de traitement de Chiffa à fournir de l'eau potable de haute qualité malgré les défis liés à la turbidité élevée de l'eau brute. La gestion efficace de la qualité de l'eau est essentielle pour la santé publique et le bien-être de la communauté desservie. Mon stage m'a permis d'acquérir une expérience précieuse dans ce domaine crucial du génie de l'eau, et j'ai hâte de poursuivre ma carrière dans ce domaine pour contribuer à la préservation et à l'amélioration de la qualité de l'eau pour tous.

Bibliographie

- [1] : DAOU D, Eau et Santé de l'homme au Mali [Thèse]. [Bamko/Mali]: FMPOS; 2004.
- [2] : Livre madame verbe et l'eau Auteur : Collectif Editions : Lpm Année : 2000
- [3] : KANOUTE Y, Evaluation de la qualité de l'eau de boisson à Mopti et Sévaré, Thèse Docteur en Pharmacie, BAMAKO- MALI, 2019.
- [4] : ABDI M, Document d'algérienne des eaux, cadre d'étude février 2006.
- [5] : <https://www.lesagencesdeleau.fr/ressources/les-differentes-etapes-pour-rendre-leau-potable>. Source: Futura Planète