



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences De la Nature et de la Vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Science Biologique

Référence / 2024

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

Khaldi Imane

Lanani Hana

Le: mardi 11 juin 2024

Étude des méthodes de traitement utilisées dans la station des eaux provenant d'un barrage avant la consommation humaine.

Jury :

Dr.	Souad BaBA ARBI	Grade	Université biskra	Président
Dr.	Chrifi samia	MAB	Université biskra	Rapporteur
Dr.	Randa GAOUAOUI	Grade	Université biskra	Examineur

Année universitaire : 2023 – 2024

Remerciements

Merci à Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

On présente nos grands remerciements au Dr. Samia Charifi pour avoir accepté de nous encadrer et de suivre notre travail de près avec sa sérénité, sa rigueur scientifique et ses conseils précieux. On la remercie surtout pour sa disponibilité malgré ses responsabilités. Nous lui sommes reconnaissantes pour la confiance et la compréhension qu'elle a toujours manifestées à notre égard. Si ce travail a été mené à terme, c'est grâce à son aide et soutien. On lui adresse notre profonde estime et notre profonde gratitude.

On tient vivement à remercier le Docteur Baba Arbi et le Dr. Gaououi pour avoir accepté de se joindre au jury de ce mémoire, ainsi que pour leurs lectures et corrections minutieuses.

On a l'agréable tâche de témoigner notre grande reconnaissance envers les divers employés de l'institution Koudiet El Medouar, auprès desquels on a bénéficié d'un aimable appui.

Enfin, on tient à remercier M. Bakhti Mohamed Larbi, M. Sid Ahmed qui nous ont aidé et encouragé pour réaliser ce Travail.

Dédicace

" واخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين"

الى من مهد طريق العلم لي الى من انار دروب علمي بنور لا ينطفئ الى ملهمي ومعلمي الاول ابي العزيز **الصالح** رحمه الله كم من اللحظات تمنيت وجودك فيها كي نفرح سويا وهاقد تخرجت اليوم وانت بجواري ربي الى من افضلها عن نفسي يا اعظم اسباب نجاحي امي **عائشة** الى من مضيت معهم اجمل لحظات حياتي الى شموع دربي اخواتي واخوتي حفظهم الله خاصة اخي **عبد الجواد** الى رفيقتي بالعمل والدراسة ايمان خالدي الى زميلتي بالدراسة منيرة

Laanani Hana

الحمد لله شكرا وامتنانا الذي بفضلله انا هنا اليوم انظر الى حلم طال انتظاره وقد أصبح واقعا افتخر به الى قوتي بعد الله "امي" اهديك هذا الإنجاز الذي لولا سهرك وحرصك ما كان له وجود، شاكرة ممتنة لانني ابنتك لا انسى من دعمني بلا حدود واعطاني بلا مقابل "ابي" الى من قيل فيهم سنشد عضدك باخيك اخي الذي لا توفيه الكلمات حقه "شوقي" ادامك الله ضلعا ثابتا لي، اختي قرّة عيني ورفيقة ايامي طوها ومرها "سلمى" الى شريكتي في مشواري الدراسي "هنا لعناني" وكل الشكر والتقدير الى استاذتنا الفاضلة "سامية شريفي" التي ساهمت بشكل كبير في إنجاز هذا العمل من خلال ارشادها ونصحها ومساعدتها لنا أهنيكم جميعاً هذا العمل المتواضع وثمره جهدي، والله ولي التوفيق

Khalidi Iman

Table des matières

2

2

4

Liste des Tableaux I

Liste des Figures II

Liste des abréviations III

Introduction 1

Première partie : 1

Chapitre 1 : Traitement des eaux dans la station koudiet lmdouar

1.1. Le traitement des eaux dans le monde 3

1.2. Le traitement des eaux en Algérie 3

1.3. P Traitement des eaux dans la station koudiet lmdouar 3

1.3.1. Chambre de mesure d'eau brute 3

1.3.2. Chambre de tranquillisation et dégrillage 3

1.3.3. Cascade d'aération 3

1.3.4. Bassin de coagulation 3

1.3.5. Clarifloculateurs 3

1.3.6. Bâche tampon 3

1.3.7. Les filtre gravitaire 3

1.3.8. Lavage de filtre 3

1.3.9. La désinfection 3

Chapitre 2 : 6

2.1. Législation algérienne sur le traitement des eaux 6

2.2. Normes de qualité de l'eau 6

2.3. Normes de l'OMS sur l'eau potable 6

Deuxième Partie : 7

Chapitre 3 : 8

3.1. Géographie et historique 10

3.2. Localisation de la station de traitement du barrage de Koudiat Lamdaour 10

3.3. Situation climatique 11

3.4. Les sources d'alimentation en eau 11

3.4.1. Les eaux de barrage de Bni-Haroun 11

3.4.2. Les eaux des pluie12

3.4.3. Les eaux de surface12

Chapitre 4 : 12

4.1. Description de la Méthode de travail12

4.1.1. Visite de la station de traitement des eaux12

4.1.2. Méthodes d'échantillonnage12

4.2. Méthode d'analyse des paramètres bactériologique (l'ADE,2024)12

4.2.1. Méthode de Recherche des germes totaux12

4.2.2. Méthodes pour la Recherche des bactéries coliformes et escherichia coli 12

4.2.3. Méthode de Recherche des bactéries streptocoques12

4.2.4.Méthode de Recherche des bactéries clostridium sulfito-réductrices12

4.3. Méthode d'analyse des paramètres physico –chimique12

4.3.1. Détermination de PH12

4.3.2. Détermination de la turbidité 12

4.3.3. Détermination de la conductivité12

4.3.4. Mesure de l'oxygène dissous13

4.3.5. Dosage de l'ammonium13

4.3.6. Détermination du phoshore13

Chapitre 5 : 12

5.2. Analyse des résultats bactériologiques de l'eauError! Bookmark not defined.

5.3. Analyse des résultats physico-chimiquesde l'eau16

Conclusion31

Références bibliographique32

35

51

Liste des Tableaux

Tableau 1.6

Tableau 2.6

Tableau 3. 13

Tableau 4.16

Liste des Figures

Figure 1. 10

Figure 2 . 11

Liste des abréviations

AgNO₃ :	Nitrate d'argent
A.E.P :	Alimentation en Eau Potable
BaCl₂ :	Chlorure de baryum
B.E.A :	Gélose Bile Esculine Azoture
HCO :	Bicarbonate.
HNO :	Acide nitrique.
K²CrO :	d'indicateur de chromate de potassium.
MO :	matière organique.
Na²S₂O :	Thiosulfate de sodium.
Na²SO :	Sulfate de sodium.
Na HCO :	hydrogénocarbonate de sodium.
NPP :	Nombre le plus probable
NTU :	Unité de Turbidité Néphélométrique.
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé.
CMA :	Consistance des normes Algérienne
JORA :	Journal officiel de la République Algérienne
SOV :	Substances organiques volatiles.
T.G.E.A :	Gélose à la peptone de caséine, au glucose et à l'extrait de viande.
T.T.C :	Chlorure 2, 3,5 triphényl-tétrazolium
ADE :	Algérienne des eaux

Introduction

Générale

Introduction

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale et vitale, indispensable à toutes les formes de vie sur Terre. En plus de sa valeur biologique, l'eau est une ressource stratégique essentielle au développement économique et durable. Sans eau, les activités humaines cessent, car elle est un facteur de production déterminant. En raison de l'industrialisation croissante et de la pollution, la gestion et la préservation des ressources en eau sont devenues des préoccupations stratégiques majeures pour les pays. Il est donc essentiel de bien comprendre les ressources en eau disponibles ainsi que leur qualité afin de les gérer efficacement et de protéger

L'eau, en tant que liquide, est considérée comme un solvant universel. Elle se congèle à 0 °C et devient vapeur au-delà de sa température d'ébullition (100 °C). La qualité de l'eau a subi une dégradation significative ces dernières années à cause des rejets industriels non contrôlés et de l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces polluants modifient la composition chimique de l'eau, la rendant impropre à de nombreux usages. De nombreux travaux se sont penchés sur les effets des rejets industriels et urbains, montrant que la pollution de l'eau reste un fléau majeur (Reggam et al., 2015).

Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation intensive de ces ressources est nécessaire pour répondre aux besoins croissants liés à la démographie et au développement économique, notamment dans l'agriculture irriguée et l'industrie. Pour obtenir de l'eau potable, l'eau de surface doit subir divers traitements conformément aux normes de potabilité. Ces traitements éliminent les impuretés, les bactéries et les concentrations excessives de minéraux, rendant l'eau propre à la consommation .

Ce travail se concentre sur le suivi du processus de traitement des eaux de barrage à la station de traitement de Koudiat Lamdaour (Timgad, Batna), en contrôlant la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau à l'entrée et à la sortie de la station. La première partie de ce travail théorique expose les méthodes de traitement des eaux dans les pays développés et la législation algérienne régissant ces méthodes. La seconde partie, pratique, comprend une présentation du site d'étude, les matériels et méthodes utilisés, ainsi que les résultats et leur discussion.

. En parallèle, des analyses en laboratoire seront réalisées pour détecter la présence de bactéries pathogènes et autres contaminants microbiologiques, afin de s'assurer que l'eau traitée respecte les normes de qualité en vigueur pour la consommation humaine (Hollender et al., 2020; UNESCO, 2018; UNICEF, 2020; UNEP, 2019; UN-Water, 2019; WHO, 2017).

. Le suivi de ces méthodes permet de vérifier leur efficacité et de proposer des améliorations si nécessaire. Les résultats obtenus fourniront des informations précieuses pour garantir que les eaux traitées par la station sont sûres et conformes aux standards sanitaires, contribuant ainsi à la protection de la santé publique et à la durabilité des ressources en eau.

Première partie

Synthèse

bibliographique

Chapitre 1

Méthodes de traitement des eaux

1.1. Le traitement des eaux dans le monde

Dans de nombreuses régions, l'eau brute qui provient de sources naturelles est contaminée par des agents pathogènes, des produits chimiques et d'autres contaminants. Le traitement de l'eau potable implique des processus tels que la filtration, la désinfection (par exemple, à l'aide de chlore), la coagulation et la floculation pour éliminer les contaminants et rendre l'eau potable (WHO, 2017).

Après utilisation, les eaux usées doivent être traitées pour éliminer les contaminants avant d'être rejetées dans l'environnement ou réutilisées. Les processus de traitement des eaux usées comprennent la séparation des solides, la sédimentation, la filtration, la digestion biologique et la désinfection (UN-Water, 2019).

Les méthodes physiques, telles que la filtration et la sédimentation, visent à éliminer les impuretés visibles et les particules en suspension dans l'eau brute. Ces étapes initiales de traitement jouent un rôle crucial dans la réduction de la turbidité et la préparation de l'eau pour les étapes de purification ultérieures.

Le traitement chimique intervient ensuite, impliquant l'ajout de produits chimiques spécifiques pour coaguler, floculer et désinfecter l'eau. Ces processus permettent d'agglomérer les particules en suspension, de les rendre plus facilement séparables et d'éliminer les agents pathogènes responsables de maladies hydriques potentielles.

Le volet biologique du traitement de l'eau tire parti des processus naturels de décomposition et de filtration. La bioremédiation, par exemple, mobilise des micro-organismes pour dégrader les contaminants organiques, tandis que l'utilisation de plantes aquatiques dans les lits de macrophytes contribue à absorber les nutriments et à purifier l'eau.

Le pH de l'eau est ajusté pour répondre aux normes de consommation, et des minéraux peuvent être ajoutés pour améliorer sa qualité (WHO, 2017).

L'eau est stockée dans des réservoirs avant d'être distribuée aux consommateurs. Il est important de noter que la qualité de l'eau et les méthodes de traitement peuvent varier d'une région à l'autre en fonction des caractéristiques de la source d'eau et des infrastructures disponibles (UN-Water, 2019).

Enfin, la réutilisation des eaux usées, une pratique de plus en plus répandue dans les pays développés, représente une approche innovante et durable pour maximiser l'utilisation

des ressources en eau. Grâce à des systèmes de traitement avancés, les eaux usées peuvent être purifiées pour diverses applications non potables, contribuant ainsi à la conservation des ressources et à la résilience des systèmes hydriques.

Parallèlement, les technologies avancées, telles que l'osmose inverse, l'adsorption sur charbon actif et l'électrocoagulation, offrent des solutions de pointe pour éliminer les contaminants à des niveaux moléculaires et microbiens, assurant ainsi une qualité d'eau optimale même dans les conditions les plus exigeantes. De plus de nouvelles technologies émergent pour améliorer l'efficacité du traitement de l'eau ont été mises en œuvre, telles que le dessalement de l'eau de mer, les membranes de filtration avancées et l'utilisation de l'intelligence artificielle pour optimiser les systèmes de traitement (Hollender et al., 2020).

Dans de nombreuses régions confrontées à la pénurie d'eau, les eaux usées traitées sont réutilisées à des fins non potables telles que l'irrigation agricole, l'arrosage des espaces verts et le refroidissement industriel (UNESCO, 2018).

Malgré les progrès, de nombreux défis subsistent, notamment dans les régions en développement qui ont un accès limité à des systèmes adéquats de traitement de l'eau, ce qui entraîne des problèmes de santé publique liés à la contamination de l'eau (UNICEF, 2020). De plus, les pressions sur les ressources en eau en raison de la croissance démographique, de l'urbanisation et du changement climatique rendent la gestion de l'eau de plus en plus complexe (UNEP, 2019).

Dans l'ensemble, le traitement de l'eau dans les pays développés représente un domaine d'expertise multidisciplinaire et en constante évolution, combinant des techniques traditionnelles éprouvées avec des innovations technologiques pour répondre aux défis complexes de la gestion de l'eau au 21^e siècle.

1.2. Le traitement des eaux en Algérie

L'Algérie, tout comme de nombreux autres pays, doit garantir l'accès à une eau potable sûre et sécurisée pour tous ses citoyens afin de promouvoir la santé publique et le développement durable. Voici un aperçu des principales méthodes de traitement de l'eau en Algérie :

Les installations de traitement d'eau en Algérie utilisent une série de méthodes pour purifier l'eau brute prélevée à partir de différentes sources telles que les rivières, les lacs, les plans d'eau douce ou les barrages (Boucheloukh et al., 2019).

Les méthodes de prétraitement impliquant une filtration grossière pour éliminer les grosses particules et les débris (Bouras et al., 2018). Suivi de la coagulation et de la floculation avec l'utilisation de produits chimiques tels que le sulfate d'aluminium pour regrouper les particules fines en flocons plus gros (Bekkouche et al., 2020).

Ensuite, l'eau passe par des étapes de sédimentation pour éliminer les particules déposées au fond des bassins de sédimentation (Hamouda et al., 2021), avant de subir une filtration à travers des filtres composés de sable, de gravier et parfois de charbon actif pour éliminer les impuretés résiduelles (Djelloul et al., 2017).

La désinfection est réalisée pour éliminer les bactéries, les virus et autres micro-organismes pathogènes, généralement avec l'utilisation de chlore ou d'autres produits chimiques désinfectants (Ministère des Ressources en Eau, 2016).

Enfin, le pH de l'eau est ajusté selon les normes de consommation, et des minéraux peuvent être ajoutés pour améliorer sa qualité. Une fois traitée, l'eau est stockée dans des réservoirs avant d'être distribuée aux consommateurs via un réseau de distribution géré par les autorités locales en charge de l'eau.

Il est important de noter que la qualité de l'eau et les méthodes de traitement peuvent varier d'une région à l'autre en Algérie en fonction des caractéristiques de la source d'eau et des infrastructures disponibles. Les efforts continus visant à améliorer et à moderniser les installations de traitement de l'eau en Algérie sont essentiels pour garantir l'accès à une eau potable sûre pour tous. (Ministère des Ressources en Eau, 2016).

1.3. Traitement des eaux dans la station koudiet lmdouar

Les différentes méthodes de prétraitement au niveau de la station : Avant d'être traitée, les éléments dont la nature et la taille pourraient être un obstacle aux traitements ultérieurs sont supprimés.

1.3.1. Chambre de mesure d'eau brute

Une chambre de mesure d'eau brute est une installation ou un lieu dans un réseau de distribution d'eau où la quantité d'eau brute est évaluée. Il peut servir à évaluer le débit d'eau qui pénètre dans un réseau d'approvisionnement en eau, une usine de traitement des eaux usées, une centrale électrique ou tout autre processus qui requiert une surveillance précise du débit d'eau.

La chambre de mesure de l'eau brute est aménagée de façon à ce que l'eau circule régulièrement à travers elle. Son équipement comprend des appareils de mesure comme des compteurs d'eau ou des débitmètres qui enregistrent la quantité d'eau qui circule dans la chambre. Selon leur nature, ces appareils de mesure peuvent être mécaniques ou électroniques.

1.3.2. Chambre de tranquillisation et dégrillage

Le processus de traitement des eaux usées implique l'utilisation d'une chambre de tranquillisation et de dégrillage. Son objectif est de retirer les gros débris et les particules solides de l'eau avant qu'elle ne soit traitée ultérieurement. Les matières solides sont retenues par des grilles, tandis que l'eau passe à travers. Cela assure la préservation des équipements de traitement ultérieurement et prévient les obstructions potentielles

1.3.3. Cascade d'aération

le processus principal comprend des étapes comme la filtration, la désinfection et la clarification. Toutefois, il y a d'autres techniques d'aération employées dans le traitement des eaux potables, comme l'aération forcée ou l'aération par refroidissement. Grâce à ces techniques, on peut accroître la concentration en oxygène de l'eau, ce qui peut contribuer à l'élimination des composés volatils et à l'amélioration de la qualité de l'eau potable.

1.3.4. Bassin de coagulation

Théoriquement, elle est définie comme l'action qui déstabilise les particules colloïdales (stables) afin de les agréger lorsque le contact se produit, ce qui permet de rendre la décantation ou la flottation plus efficace. Techniquement, elle est définie plus simplement par agitation rapide (mixage flash). Ainsi, la coagulation permet aussi d'éliminer les composés organiques grâce à l'action d'un coagulant. Il s'agit d'un produit qui peut éliminer les charges des colloïdes présents dans le milieu aquatique.

La qualité de l'eau clarifiée est influencée par

- le type de coagulant et la dose utilisée.
- Le fonctionnement optimal ou inadapté de la floculation et de la filtration.
- Le coût de fonctionnement

Le sulfate d'aluminium est l'un des principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules et générer des floes

1.3.5. Clarifloculateurs

Les clarifloculateurs sont des dispositifs employés pour purifier l'eau afin de supprimer les particules en suspension et les impuretés. Pour rendre l'eau plus claire, ils combinent les mécanismes de coagulation, de floculation et de décantation. On utilise des substances chimiques de coagulation pour rassembler les particules, ce qui donne naissance à des floccs plus volumineux qui peuvent être facilement séparés de l'eau. Il est crucial d'utiliser des clarifloculateurs afin d'obtenir une eau claire et propre avant de la distribuer.

1.3.5.1. Floculation

La floculation correspond à la phase où les particules "déchargées" se regroupent en microflocs, puis en flocons volumineux et décantables, le floc. On peut améliorer cette floculation en ajoutant un autre réactif : le floculant ou adjuvant de floculation.

1.3.5.2. Clarification

Performances de la clarification conventionnelle sur l'élimination des algues:

Les diatomées sont annoncées comme plus faciles à éliminer par clarification conventionnelle que les chlorophycées, elles-mêmes plus faciles à éliminer que les cyanophycées. Il est essentiel de procéder à la coagulation dans les conditions optimales (sélection cruciale de la dose et du pH, quel que soit le coagulant) en privilégiant notamment le chlorure ferrique. Les microalgues (dans les floccs) sont principalement retenues par coagulation/floculation, tandis que les macroalgues (chlorophycées et cyanophycées filamenteuses) sont principalement retenues par filtration.

Il est également crucial de sélectionner la technologie de clarification appropriée. La flottation offre les résultats les plus performants. Les décanteurs à lits de boues sont plus efficaces que les décanteurs statiques lors de la décantation.

En général, les réductions obtenues sont de 90 % et peuvent atteindre 99 % dans certaines conditions.

.Performances de la clarification conventionnelle sur l'élimination des bactéries :

Les résultats prédits varient considérablement en fonction de la qualité de l'eau brute (les abattements les plus importants étant obtenus pour les eaux brutes de mauvaise qualité) et de l'efficacité de la clarification (par exemple, le nombre d'étapes).

Les bacilles (bâtonnets mesurant jusqu'à 6 μm de longueur) sont préférés aux coques (sphères mesurant au maximum 2 μm de diamètre) en raison de leur forme et de leur taille.

Les performances de la coagulation/floculation/décantation varient considérablement, tandis que celles des filtres rapides sont souvent plus équivalentes, peu importe le nombre de couches (avec des vitesses de filtration inférieures à 25 m/h).

1.3.6. Bâche tampon

Un bac tampon est un réservoir destiné à stocker l'eau traitée de manière temporaire avant sa distribution. Cela favorise la régulation des fluctuations de débit et de pression dans le réseau de distribution. Le bac tampon peut aussi servir à mélanger diverses sources d'eau ou à faciliter le traitement supplémentaire de l'eau si besoin.

1.3.7. Les filtres gravitaires

1.3.7.1. Les filtres lents gravitaires

Bien que leurs performances soient remarquables, il existe encore peu de filtres lents en service et leur construction n'est malheureusement plus pertinente en raison des grandes surfaces au sol nécessaires (5 à 10 m^2 par m^3/h). Le lit est confortable.

Les filtres sont composés de sable "tout venant" et doivent être préalablement dégrossis (3 à 6 m/h) et préfiltrés (1 à 2 m/h).

Plusieurs bénéfices sont présents avec ce procédé, tels que la nitrification très efficace de l'azote ammoniacal et la dégradation biologique d'une partie de la matière organique biodégradable et de certains micropolluants organiques.

1.3.7.2. Les filtres rapides gravitaires

Ce sont les plus couramment employés dans le domaine de la production d'eau potable, en particulier pour le traitement des eaux de surface lors de la phase finale de clarification.

1.3.8. Lavage de filtre

Il est également crucial de nettoyer les filtres lors du traitement de l'eau potable. Il offre la possibilité de nettoyer les filtres qui sont utilisés pour éliminer les impuretés et les particules de l'eau, ce qui la rend propre à la cuisine. En fonction du type de filtre utilisé, le processus de lavage peut différer, mais il consiste généralement à utiliser de l'eau propre ou de l'air comprimé pour éliminer les dépôts accumulés sur les filtres. Cela assure que l'eau potable ne contient aucun contaminant et est sécurisée à boire.

1.3.9. La désinfection

La désinfection finale des stations de traitement algériennes est généralement effectuée par injection de chlore dans un canal de contact situé à la sortie ou en aval des filtres et en amont des réservoirs d'eau traitée. ou bien utilisaient ozone du javelot et Permanganomet de potassium le dernier pas utilisent car la couleur rouge qui ne peut être éliminée.

Chapitre 2

**Législation sur les
méthodes de traitement
des eaux**

2.1. Législation algérienne sur le traitement des eaux

La législation algérienne relative au traitement de l'eau est principalement régie par de nombreuses lois, décrets et règlements émanant du gouvernement algérien, notamment du Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement. Vous trouverez ci-dessous quelques-unes des principales lois et réglementations pertinentes :

1. Loi n°05-12 du 4 décembre 2005 relative à la gestion des ressources en eau : Cette loi fixe le cadre général de la gestion intégrée et durable des ressources en eau en Algérie. Il aborde les aspects liés à la planification, à la protection, à la conservation et à l'utilisation rationnelle des ressources en eau, y compris les dispositions liées au traitement de l'eau.

2. Décret exécutif n° 99-289 du 4 octobre 1999 relatif à la réglementation technique relative aux installations de production et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine : Ce décret fixe les normes techniques et les exigences de qualité des installations de traitement de l'eau potable en Algérie. Elle précise les normes de qualité de l'eau potable et les procédures de contrôle de la qualité.

3. Décret exécutif n° 03-280 du 25 août 2003 déterminant les conditions d'épuration et de traitement des eaux usées : Ce décret précise les normes et exigences techniques relatives au traitement des eaux usées en Algérie. Elle couvre différentes méthodes de traitement des eaux usées et fixe des normes de qualité pour les eaux rejetées dans l'environnement.

4. Arrêté ministériel n° 199 du 27 mai 2008 relatif à la définition des modalités de contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine : Cet arrêté précise les modalités et la périodicité du contrôle de la qualité de l'eau potable ainsi que les normes et limites qui doivent être respecté pour assurer le respect des normes de qualité.

5. Résolution ministérielle n° 209 du 28 mai 2008 concernant la détermination des normes de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine :

Ce décret précise les normes de qualité de l'eau potable en Algérie, notamment les limites maximales admissibles pour diverses normes chimiques, microbiologiques et physiques.

En Algérie, la législation relative aux méthodes de traitement de l'eau est principalement réglementée par le ministère des Ressources en eau et de l'Environnement.

2.2. Normes de qualité de l'eau

L'Algérie a établi des normes nationales de qualité de l'eau potable, qui précisent les normes de qualité et les limites maximales admissibles pour divers paramètres chimiques, microbiologiques et physiques dans l'eau destinée à la consommation humaine. Ces normes sont revues régulièrement pour garantir la sécurité sanitaire de l'eau potable.

Réglementation sur les installations de traitement : Les installations de traitement de l'eau et des eaux usées en Algérie sont soumises à une réglementation spécifique qui précise les normes de conception, d'exploitation, de surveillance et d'entretien. Les exploitants des installations de transformation doivent se conformer à ces règles pour obtenir les permis nécessaires à leur exploitation.

Permis environnementaux : Les installations de traitement des eaux peuvent être tenues d'obtenir des permis environnementaux délivrés par les autorités compétentes. Ces permis précisent les conditions que les établissements doivent respecter pour prévenir la pollution de l'environnement et protéger la santé publique.

Protection des ressources en eau : L'Algérie met en œuvre des mesures pour protéger ses ressources en eau, y compris ses aquifères, rivières et lacs, contre la pollution et la surexploitation. Cela peut inclure des réglementations sur les activités industrielles, agricoles et urbaines susceptibles d'affecter la qualité de l'eau.

Promotion des technologies durables : Le gouvernement algérien encourage l'adoption de technologies de traitement de l'eau durables et efficaces en offrant des incitations financières, des subventions ou des avantages fiscaux aux entreprises et organisations qui investissent dans ces technologies.

Surveillance et application : Les autorités compétentes en Algérie contrôlent le respect des lois et réglementations sur le traitement de l'eau en effectuant des inspections régulières, en effectuant des analyses de la qualité de l'eau et en imposant des sanctions dans le cas contraire.

2.3. Normes de l'OMS sur l'eau potable

Les principales normes de l'OMS sur l'eau potable comprennent :

Tableau 1 . Paramètres physico-chimiques

Normes des éléments /substances	Symboleformule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixée par L'OMS
Aluminium	AL	/	0.2mg/l
Ammonium	NH+4	0.2 mg/l dans les eau anaérobique	Pas de contraintes
Antimoine	Sb	<4 µg/l	0.02mg/l
Arsenic	As	/	0.01mg/l
Baryum	BA	/	0.7mg/l
Bore	B	1mg/l	0.5mg/l
Cadmium	Cd	<1 µg/l	0.003mg/l
Chlore	Cl	/	Pas de valeur mais on peut noter un gout à partir de 250mg/l
Chrome	Cr+3 Cr+6	<2mg/l	Chrome totale 0.05 mg/l
Cuivre	Cu+2	/	2mg/l
Cyanure	CN-	/	0.07mg/l
Oxygène dessous	O2	/	Pas de valeur guide
Fluorure	F-	<1.5mg/l ; µp to 10	1.5 mg/l
Dureté	/	/	200ppm
Sulfure d'hydrogène	H2S	/	0.05mg/l
Fer	Fe	0.5_50mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb	/	0.01
Manganèse	Mn	/	0.4mg/l
Mercure	Hg	<0.5 µg/l	Inorganique 0.006mg/l
Molybdène	Mb	<0.01mg/l	0.07mg/l
Nickel	Ni	<0.02mg/l	0.07Mg/l
Nitrate et nitrite	NO3 N/O2	/	50 et 3mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
Potentiel d'hydrogène	PH	/	Optimum entre 6,5 et 9,5

Température	T°	/	25°C
Turbidité	/	/	Non mentionnée
Sélénium	Se	<<0.01mg/l	0.01mg/l
Sodium	Na	<20mg/l	Pas de valeur guide
Sulfate	SO4	/	500mg/l
Etain inorganique	Sn		Pas de valeur guide : peut toxique
TDS	/	/	Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000mg/l
Uranium	U	/	0,015mg/l
Zinc	Zn	/	3mg/l

Tableau 2 . Paramètre bactériologique

Paramètres	CMA
Germe totaux	10germe/100ml
Coliformestotaux et fécaux	0germe/100ml
Streptocoquesfécaux	0germe/100ml
Clostridium sulfitoréducteur	0germe/20ml

Deuxième Partie

Partie expérimentale

Chapitre 3

Présentation du site d'étude

3.1. Géographie et historique

Situé à environ 35 km de Batna et à 7 km au Nord-est du site historique de Timgad (ruines romaines), le barrage Koudiet Lamdouar présente un point sur le barrage où la côte de l'Oued est d'environ 988 m au-dessus du niveau de la mer. Il est inclus dans la grande opération de transfert du barrage de Beni Haroun (Fig.1). La capacité totale de la retenue est de 69,10 millions de m³ et répond à une demande estimée pour l'année 2000 à 38 millions de m³, pour l'alimentation en eau potable et industrielle de la ville de Batna et l'irrigation des 15.700 hectares de terres agricoles dans les plaines de Batna (Bounamoun et Boumazbar ,2017).



Figure 1 . Localisation du barrage koudiat M'édour (Timgad, Batna).

3.2. Localisation de la station de traitement du barrage de Koudiat Lamdaour

Le barrage de Koudiat Médouar se trouve sur l'oued Reboa, à une distance de 7 km environ au nord-est de la ville de Timgad et à 35 km environ à l'Est de la ville de Batna.

L'accès au barrage se fait par la route entre Timgad et Chemora. Cette route est une ramification de la route entre Batna et Khenchela et accompagne l'oued Reboa vers Chemora, Batna se trouve à 340 km à vol d'oiseau du port d'Alger, à 125 km de Sétif et à 100 km de

Constantine .L'altitude de la vallée au site du barrage est d'environ de 955 m. (Baziz N ,2017).



Figure 2 . Barrage koudiet Lamdaour.

3.3. Situation climatique

La région de Batna est semi-aride. En janvier, la température moyenne est de 4°C et en juillet, elle est de 35°C. Pendant la saison hivernale, la température chute en dessous de zéro la nuit, avec fréquemment des gelées (verglas sur les routes). En été, la température peut s'élever jusqu'à 45°C à l'ombre. La moyenne annuelle de précipitations est de 210 mm, tandis que la neige, très rare ces dernières années, ne se manifeste que pendant quelques jours (Bounamoun et Boumazbar, 2017).

3.4. Les sources d'Alimentation en eau

Le barrage accumule l'eau de trois manières différentes

3.4.1. Les eaux de barrage de Bni-Haroun

Le réservoir de Beni Haroun a une capacité de stockage de un milliard de mètres cubes, dont une partie est dirigée vers le barrage de Timgad pour l'alimentation ou le déversement.

3.4.2. Les eaux des pluies

La région a connu des précipitations s'élevant à quelques millimètres, ce qui représente une petite quantité à traiter en un mois complet.

3.4.3. Les eaux de surface

La wilaya de Batna a un barrage réservé à l'AEP pour mobiliser les ressources superficielles ; les localités Batna, Tazoult, Ain Touta, Barika et Arris. L'exploitation des eaux de surface est indispensable pour la vie et l'expansion industrielle, étant donné que les souterraines sont rares.

Chapitre 4

Matériel et Méthodes

4.1. Description de la Méthode de travail

4.1.1. Visite de la station de traitement des eaux

Cette visite a permis de comprendre les différentes étapes du processus de traitement et prétraitement des eaux. Y compris la filtration, la décantation, la désinfection et d'autres processus de purification.

4.1.2. Méthodes d'échantillonnage

Des échantillons d'eau ont été prélevés après traitement. Les échantillons ont été collectés dans des récipients stériles conformes aux normes de prélèvement d'échantillons d'eau.

Les échantillons ont été acheminés vers un laboratoire d'analyse où différentes analyses ont été effectuées pour évaluer leur qualité. Les analyses ont porté sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques conformément aux normes en vigueur.

Procédé d'échantillonnage :

- Préparation du robinet
- Hygiène des mains
- Préparation pour l'échantillonnage
- Prélèvement de l'échantillon
- Précautions durant le remplissage

4.2. Analyse bactériologique

4.2.1. Recherche des germes totaux

La recherche des germes totaux implique le dénombrement des germes hétérotrophes dans un échantillon d'eau. Cette méthode consiste à incorporer des volumes spécifiques de l'échantillon dans un milieu de culture nutritif non sélectif. Les lectures sont effectuées après une incubation à 37°C pendant 48 heures et à 24°C pendant 72 heures. Le nombre d'unités de colonies formées par millilitre d'échantillon est calculé à partir du nombre de colonies observées dans ou sur le milieu (Annexe 2).

Le traitement des échantillons comprend la désinfection des surfaces de travail et l'homogénéisation de l'échantillon. Les milieux de culture sont préparés en fondant la gélose stérile dans un bain-marie et en maintenant le milieu à 45°C jusqu'à son utilisation. Pour

l'analyse de l'échantillon, celui-ci est ajouté dans des boîtes de Pétri avec du milieu fondu, puis les boîtes sont incubées à des températures spécifiques (Annexe 2).

Après l'incubation, les boîtes sont retirées des étuves et les colonies sont comptées. Les résultats sont calculés en utilisant une équation basée sur la somme des colonies dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives. Les résultats sont exprimés sous forme d'unités formant colonies par millilitre (UFC/ml) (Annexe 2).

Cette méthode permet de déterminer le nombre de microorganismes à différentes températures et de garantir la qualité microbiologique de l'eau.

4.2.2. Recherche des bactéries coliformes et escherichia coli

La recherche des bactéries coliformes et d'*Escherichia coli* implique plusieurs étapes. Tout d'abord, un volume spécifique d'échantillon d'eau est filtré à travers une membrane de porosité 0,45 µm. La membrane est ensuite transférée sur un milieu de culture sélectif de gélose lactosée contenant du chlorure de triphényl-2, 3,5-tétrazolium comme indicateur coloré (Annexe 1).

Après l'incubation de la membrane à des températures spécifiques (36 °C pour les bactéries coliformes et 44 °C pour les coliformes thermorésistants), les colonies caractéristiques sont dénombrées directement sur la membrane et repiquées sur des milieux de confirmation (Annexe 3).

Pour le test de présomption, des échantillons d'eau sont ajoutés à des milieux de culture spécifiques et incubés à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Les tubes présentant à la fois un dégagement de gaz et un changement de couleur du milieu au jaune sont considérés comme positifs.

Pour le test de confirmation, les tubes positifs pour les bactéries coliformes sont repiqués dans des milieux spécifiques et incubés à 44 °C pendant 24 heures. Les tubes présentant à la fois un dégagement gazeux et un anneau rouge en surface, témoignant de la production d'indole par *Escherichia coli*, sont considérés comme positifs (Annexe 3).

Les résultats sont exprimés selon les prescriptions de la table du NPP dans 100 ml d'eau analysée, en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C. (Annexe 3).

Cette méthode permet de détecter et de quantifier les bactéries coliformes et *Escherichia coli* dans l'eau, ce qui est essentiel pour évaluer la qualité microbiologique et la sécurité de l'eau destinée à la consommation humaine.

4.2.3. Recherche des bactéries streptocoques

Les échantillons d'eau sont prélevés dans des contenants à usage unique contenant du thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ à 10% pour neutraliser le chlore résiduel. Avant la filtration, les échantillons sont secoués énergiquement. Les tables de travail sont désinfectées à l'alcool avant chaque session de filtration après une interruption prolongée. La pompe à vide est mise en marche en continu, sauf lors de la vidange ou des arrêts prolongés. Un bec Bunsen est allumé pour stériliser l'environnement (Annexe 1).

La filtration commence par la stérilisation de la partie supérieure du support de filtration par flambage, suivie de la stérilisation des entonnoirs et de la verrerie. Une membrane stérile de porosité $0,45 \mu\text{m}$ est manipulée avec une pince stérilisée et fixée sur le support de filtration refroidi Voir (Annexe 4), L'entonnoir est monté, l'échantillon est agité et versé dans l'entonnoir. Au moins 100 ml de l'échantillon sont filtrés, et la membrane est placée sur le milieu Slanetz et Bartley (T.T.C.).

Les boîtes de Pétri sont incubées à l'envers à 37°C pendant 48 heures. Les membranes sont ensuite examinées, et toutes les colonies présentant une coloration rouge, marron ou rose sont considérées comme des entérocoques fécaux présumés. Pour confirmation, les colonies suspectes sont transférées sur la gélose Bile Esculine préchauffée à 44°C et incubées à 44°C pendant 2 heures. Les résultats sont exprimés en unités formant colonies (UFC) pour 100 ml d'eau.

4.2.4. Recherche des bactéries *Clostridium sulfito-réductrices*

Pour rechercher les bactéries *Clostridium sulfito-réductrices*, les échantillons d'eau sont prélevés dans des bouteilles stériles contenant du thiosulfate de sodium pour neutraliser le chlore résiduel, conservés à moins de 10°C , et analysés dans les 24 heures. Les spores de bactéries sont retenues sur un filtre de porosité $0,22 \mu\text{m}$ après chauffage de l'échantillon à 80°C pendant 15 minutes. La membrane filtrante est ensuite incubée sur un milieu gélose Viande-Foie (ou gélose Tryptose sulfite) additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies noires, résultant de la réduction des sulfites en sulfures, sont ensuite dénombrées. Une première lecture est effectuée après 24 heures pour

éviter une coloration noire uniforme de la membrane. Les résultats sont exprimés en nombre de spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs pour 100 ml d'eau. (Annexe 5).

4.3. Analyse physico –chimique

4.3.1. Détermination de PH

Pour assurer la précision des mesures de pH, le pH mètre doit être correctement étalonné conformément aux instructions du fabricant. L'électrode doit rester immergée dans une solution de KCl à 3 mol/L. L'étalonnage se fait en ajustant le pH mètre à des solutions tampons de pH connu, généralement à deux points pour une meilleure précision. Les mesures de pH des échantillons, réalisés à 25 °C, impliquent de rincer l'électrode entre chaque mesure, d'attendre la stabilisation de la lecture, puis d'enregistrer le pH affiché. Les résultats sont exprimés en unités de pH, assurant des données fiables et reproductibles (L'ADE, 2024).

4.3.2. Détermination de la turbidité

Pour étalonner le turbidimètre, l'ajustement de l'équipement est réalisé en suivant les consignes spécifiques de l'appareil (L'ADE, 2024). Les mesures de turbidité sont exprimées en unités de turbidité néphélométrique (NTU) si cette unité est sélectionnée (L'ADE, 2024).

Pour le contrôle de qualité, une solution de contrôle de concentration connue est examinée au moins une fois par série afin de vérifier d'éventuelles défaillances de l'équipement ou problèmes de production. Le standard de contrôle utilise une solution de formazine concentrée à 4000 NTU, diluée 1000 fois pour obtenir une solution à 4 NTU, qui doit être préparée pour chaque série. Alternativement, un standard de 20 NTU peut être utilisé pour ce niveau de contrôle. Si les valeurs observées dépassent les limites établies ou si une dérive significative du blanc est détectée, les analyses précédentes doivent être réévaluées et vérifiées (L'ADE, 2024).

4.3.3. Détermination de la conductivité

La solution de conductivité HACH à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est un standard de conductivité, soit commercialisé, soit préparé à partir de NaCl à une concentration de 493,5 mg/L. Un autre standard de conductivité à 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ peut être utilisé, disponible sur le marché ou préparé à partir de KCl à une concentration de 0,01 M (L'ADE, 2024).

Pour la mesure de la conductivité, les instructions de travail de l'équipement doivent être suivies. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à une température de 25°C , avec l'appareil de mesure corrigeant automatiquement la température (L'ADE, 2024).

4.3.4. Mesure de l'oxygène dissous

L'oxygène dissous dans un échantillon d'eau est mesuré directement à l'aide d'un oxymètre. Cet appareil permet de déterminer rapidement et avec précision la concentration d'oxygène dissous, essentielle pour évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à soutenir la vie aquatique.

4.3.5. Dosage de l'ammonium

Le dosage de l'ammonium dans les eaux potables, brutes et usées se fait par spectrométrie d'absorption moléculaire. Pour calibrer l'instrument, prélevez 40 ml de l'échantillon, ajoutez 4 ml de réactif coloré homogénéisé et 4 ml de réactif de dichloroisocyanurate de sodium, puis homogénéisez. Attendez au moins 60 minutes pour que la couleur se développe. Effectuez ensuite les mesures spectrophotométriques à une longueur d'onde de 655 nm, en suivant la même procédure que pour la gamme d'étalonnage. Le spectromètre affiche directement les résultats en mg/l d'ammonium (L'ADE, 2024).

4.3.6. Détermination du phosore

La verrerie doit être nettoyée avec une solution d'acide chlorhydrique (1,12 g/mL) à une température d'environ 40°C à 50°C , puis rincée à l'eau. Il est important d'éviter les détergents contenant des phosphates. Périodiquement, la verrerie utilisée pour le développement de la coloration doit être rincée avec une solution d'hydroxyde de sodium (2 mol/L) pour éliminer les dépôts de complexe coloré qui peuvent adhérer aux parois. Après un rinçage de 10 à 30 minutes, une mesure de l'absorption doit être effectuée à 880 nm (L'ADE, 2024).

Pour le dosage, introduisez 40 mL d'échantillon dans une fiole jaugée de 50 mL, ajoutez 1 mL d'acide ascorbique et 2 mL de réactif mélange, puis complétez le volume avec de l'eau distillée. Effectuez parallèlement un essai à blanc en suivant la même procédure, mais en remplaçant l'échantillon par le même volume d'eau distillée (L'ADE, 2024).

Chapitre 5

Résultat et discussion

5.2. Résultat bactériologique de l'eau

Le tableau 3 présente les résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute et de l'eau traitée sur une période de quatre mois (janvier, février, mars et avril). Les résultats des analyses bactériologiques indiquent que les germes totaux à 37°C n'ont pas été mesurés dans les eaux brutes des barrages Benharoune (EBH) et Koudiet Medaouar (EBKM) en raison de la présence d'un nombre élevé de germes, il est essentiel de comprendre l'ampleur de la contamination microbiologique dans ces sources d'eau. En revanche, les eaux traitées ont systématiquement affiché une absence totale de germes au cours des quatre mois étudiés.

Tableau 3 . Résultats d'analyses des paramètres bactériologiques Eaux brute et traitée.

Nature d'eau	Analyses														
	Recherche des germes totaux à 37°C			Recherche des coliformes fécaux (Escherichia coli)			Recherche des streptocoques fécaux			Recherche des coliformes totaux à 37°C			Recherché et dénombrement du clostridium sulfito-réducteur		
	germe/100ml			germe/100ml			germe/100ml			germe/100ml			germe/100ml		
	EBH	EBKM	ET	EBH	EBKM	ET	EBH	EBKM	ET	EBH	EBKM	ET	EBH	EBKM	ET
01/2024	/	/	Abs	20(+NPP)	43(+NPP)	Abs	01	08	Abs	150(+NPP)	460(+NPP)	Abs	01	01	Abs
02/2024	/	/	Abs	07(+NPP)	15(+NPP)	Abs	Abs	03	Abs	43(+NPP)	93(+NPP)	Abs	Abs	Abs	Abs
03/2024	/	/	Abs	/	93(+NPP)	Abs	/	10	Abs	/	460(+NPP)	Abs	/	01	Abs
04/2024	/	/	Abs	43(+NPP)	/	Abs	4	/	Abs	244(+NPP)	/	Abs	3	/	Abs

EBH : eau brute Benharoune ; **EBKM** : eau brute Koudiet Medaouar ; **ET** : eau traitée

Le dosage des germes totaux dans les eaux d'une station d'épuration est essentiel pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau traitée. Les germes totaux comprennent une gamme de micro-organismes, notamment des bactéries qui peuvent être présents dans l'eau. Leur présence peut indiquer la contamination de l'eau par des matières organiques ou des agents pathogènes potentiellement dangereux pour la santé humaine. (OMS, 2008)

En mesurant les germes totaux, on peut évaluer l'efficacité du processus de traitement de l'eau dans la station d'épuration. Une diminution significative du nombre de germes totaux entre l'eau brute et l'eau traitée indique une bonne performance du système de traitement. Cela permet de vérifier si les mesures de désinfection mises en place sont efficaces pour réduire la charge microbienne de l'eau.

Pour ce qui est des coliformes fécaux, les eaux brutes EBH et EBKM ont révélé la présence de ces germes, avec des valeurs de 20 et 43 germes/100 ml exprimées en NPP respectivement en janvier, et ces valeurs ont augmenté jusqu'à atteindre 93 germes/100 ml en mars. Cette augmentation pourrait être liée à l'effet de la température sur la prolifération des microorganismes.(OMS, 2003) En revanche, les eaux traitées ont présenté une absence complète de coliformes au cours de la période d'étude ce qui démontre une bonne performance du système de traitement.

Les streptocoques fécaux ont montré des variations significatives au cours de la période d'étude. En janvier, les eaux brutes EBH et EBKM ont enregistré 01 et 8 germe/100ml respectivement. En mars, EBH a enregistré une augmentation à 10 germes/100ml, Les eaux traitées, quant à elles, ont systématiquement montré une absence totale de streptocoques au cours des quatre mois de l'étude.

L'explication des variations observées dans les concentrations de streptocoques fécaux peut être liée à plusieurs facteurs, dont la température de l'eau est l'un des plus importants. En effet, la température peut influencer la croissance et la survie des microorganismes, y compris des streptocoques fécaux, dans l'eau. Des températures plus élevées peuvent favoriser la prolifération des bactéries, tandis que des températures plus basses peuvent ralentir leur croissance.(OMS, 2003)

Cependant, il est important de noter que d'autres facteurs peuvent également jouer un rôle, Jiang, X., et al. 2019 tels que la qualité de l'eau brute entrante, les conditions environnementales locales, les pratiques de gestion des barrages, et les processus de traitement de l'eau.

En janvier, des germes de *Clostridium sulfito-réducteur* ont été détectés dans les deux barrages (EBH et EBKM), avec une concentration de 01 germe/100ml. En février, aucune trace de ces germes n'a été observée. En mars, EBH a enregistré une concentration de 03 germes/100ml. Pendant toute la période d'étude, les eaux traitées ont démontré une absence totale de ce type de germes.

L'analyse des résultats de la recherche des coliformes totaux à 37°C dans les échantillons d'eau brute et traitée des barrages Benharoune (EBH) et Koudiet Medaouar (EBKM) révèle des informations importantes sur la qualité microbiologique de l'eau.

Tout d'abord, les concentrations élevées de coliformes totaux dans les échantillons d'eau brute en janvier 150 EBH et 460 EBKM indiquent une contamination significative par des matières fécales ou d'autres sources organiques. Ces concentrations dépassent les limites réglementaires recommandées pour l'eau potable, ce qui soulève des préoccupations quant à la sécurité de l'eau brute pour la consommation humaine.

En février, bien que les concentrations aient diminué par rapport à janvier, elles demeurent relativement élevées (43 EBH et 93 EBKM), indiquant une contamination persistante de l'eau brute. Cependant, il est encourageant de constater qu'en mars, la concentration de coliformes totaux dans EBKM est revenue à des niveaux similaires à ceux de janvier, tandis qu'en Avril EBH a enregistré une augmentation (244 germes). Cela suggère peut-être des variations saisonnières ou des fluctuations dans les pratiques agricoles ou industrielles environnantes (Hunter, P. R 2001)..

La détection d'une absence totale de coliformes totaux dans les échantillons d'eau traitée tout au long de la période d'étude est un indicateur positif de l'efficacité du processus de traitement de l'eau. Cela confirme que les procédés de traitement utilisés sont capables de réduire efficacement la charge bactérienne de l'eau brute pour la rendre conforme aux normes de qualité de l'eau potable.

Ces résultats soulignent l'importance critique du traitement de l'eau pour garantir sa sécurité microbiologique. Les autorités de gestion de l'eau doivent maintenir une surveillance régulière de la qualité de l'eau brute et traitée, en identifiant les sources potentielles de contamination et en mettant en œuvre des mesures correctives lorsque cela est nécessaire.

5.3. résultats physico-chimiques de l'eau

Tableau 4. Qualité physico-chimique des eaux traitées et l'eau brutes (distribuées) année 2024

Moi/ Nature d'eau		VOLUME M Entré de la station(m3/j)	T°C	PH	Turb(NTU)	Cond (uS/cm)	NH4+ (mg/l)	PO43- (mg/l)	O2 dissous (mg/l)
Janv	BKM	36 455,54	9,3	8,40	20,99	786	0,144	0,052	10,05
	BH	42 747,70	12,1	8,08	7,23	1211	0,016	0,035	9,39
	ET	79020,2	10.9	7.75	0.67	1013	0.004	ND	9.90
Fév	BKM	41 533,28	10,5	8,43	43,7	81	0,075	0,077	9,35
	BH	38 121,86	11,9	8,09	5,83	1195	0,023	0,016	9,15
	ET	79358,3	11.1	7.74	0.83	994	0.008	ND	9.73
Mar	BKM	68 333,10	12,8	8,41	50,6	1162	0,210	0,011	9,12
	BH	22 898,70	13,65	8,10	26,38	819	0,067	/	8,52
	ET	90060	12.5	7.78	1.04	900	0.008	ND	9.43
Avr	BKM	17609.65	16.0	8.42	54.91	874	0.19	/	8.30
	BH	83753.8	14.20	8.23	27.33	1099	0.05	0.022	8.60
	ET	97319.3	14.5	7.76	0.85	1034	0.007	ND	8.90

Eau Benharoune: BH ; Eau Brute KM:BKM ; (T°C) Température; (pH) : Potentiel Hydrogène ; Conductivité Électrique (Cond.) ; Turbidité (Turb.) ions ammonium (NH₄⁺) ; ions phosphate (PO₄³⁻) ; (O₂) oxygène dissous

L'analyse des résultats physico-chimiques présentés dans le tableau 4 révèle plusieurs observations importantes sur la qualité de l'eau pendant les quatre mois d'étude.

La température de l'eau n'a pas dépassé la norme de l'OMS (25°C) tout au long des quatre mois.

Le maintien de la température de l'eau dans les limites recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est crucial pour assurer la santé et la qualité de l'environnement aquatique. Une température de l'eau supérieure à 25°C peut favoriser la croissance des organismes pathogènes et altérer l'équilibre écologique des écosystèmes aquatiques (Cohen et al., 2016).

Des études ont montré que des températures élevées de l'eau peuvent entraîner une augmentation de la demande biochimique en oxygène (DBO) et réduire la solubilité de l'oxygène dissous, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la vie aquatique et la qualité de l'eau (Boyd, 2015). De plus, une température de l'eau élevée peut également favoriser la prolifération des algues et des cyanobactéries, entraînant des problèmes de qualité de l'eau tels que la formation de blooms algaux toxiques et la production de toxines nocives pour les humains et la faune aquatique (Paerl et al., 2023).

Par conséquent, le maintien de la température de l'eau en dessous de la limite recommandée de 25°C contribue à préserver la santé des écosystèmes aquatiques, à minimiser les risques pour la santé publique associés à une contamination microbologique accrue et à promouvoir la durabilité des ressources en eau (Hart et al., 2015).

Le maintien du pH de l'eau dans les limites recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est essentiel pour garantir la qualité de l'eau potable et la santé publique. Un pH optimal contribue à maintenir l'équilibre des écosystèmes aquatiques et à prévenir la prolifération d'organismes pathogènes (Pazou et al., 2016). Des valeurs de pH situées dans la plage recommandée par l'OMS (entre 6,5 et 8,5) au niveau des eaux brutes et traitées favorisent également l'efficacité des processus de traitement de l'eau, tels que la désinfection chimique et la coagulation-floculation, en optimisant leur efficacité et en minimisant les risques de corrosion des conduites d'eau (Eaton et Franson, 2015).

Des études ont montré que des fluctuations extrêmes du pH de l'eau peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Un pH trop bas peut provoquer une

acidification des cours d'eau, ce qui peut être préjudiciable à la vie aquatique et altérer la qualité de l'eau (Johnson et al., 2016). À l'inverse, un pH élevé peut favoriser la formation de dépôts calcaires dans les canalisations et les équipements de traitement de l'eau, entraînant des problèmes de colmatage et de réduction de l'efficacité des installations de traitement (Metcalf et Eddy, 2014).

Ainsi, le maintien du pH de l'eau dans les limites recommandées par l'OMS est crucial pour assurer la qualité de l'eau potable, protéger les écosystèmes aquatiques et garantir l'efficacité des procédés de traitement de l'eau.

La turbidité de l'eau, mesurée en unités de néphélogétrie (NTU), est un indicateur important de la clarté ou de la transparence de l'eau. Une turbidité élevée peut indiquer la présence de particules en suspension, telles que des sédiments, des débris organiques ou des micro-organismes, ce qui peut affecter la qualité de l'eau et rendre son traitement plus difficile. Dans le cas des eaux brutes des barrages Benharoune (EBH) et Koudiet Medaouar (EBKM), la turbidité a souvent dépassé les normes de la CMA (5 NTU), indiquant une eau plus trouble ou plus chargée en particules en suspension. Cela peut être attribué à divers facteurs, tels que les précipitations, l'érosion du sol, les activités humaines dans le bassin versant, ou encore des variations saisonnières dans la qualité de l'eau. (USEPA). (1999).

Les dépassements des normes de turbidité dans les eaux brutes soulignent la nécessité de surveiller de près ces sources d'eau et de mettre en œuvre des mesures de protection et de gestion des bassins versants pour réduire les apports en sédiments et en contaminants. De plus, des niveaux élevés de turbidité peuvent nécessiter des procédés de traitement de l'eau plus avancés, tels que la filtration sur charbon actif ou la clarification par coagulation-floculation, pour éliminer les particules en suspension et assurer une qualité d'eau satisfaisante. (WHO, 2017).

En revanche, les eaux traitées (ET) ont maintenu des niveaux de turbidité dans les limites recommandées par la CMA, indiquant une efficacité satisfaisante des procédés de traitement mis en place. Cela souligne l'importance des installations de traitement de l'eau dans la réduction de la turbidité et la production d'une eau potable de haute qualité, conforme aux normes de sécurité sanitaire.

La conductivité électrique de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique, qui est largement influencée par la présence de sels dissous, tels que les ions

sodium, calcium, chlorure, etc. Les variations dans les valeurs de conductivité observées peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment la composition géochimique du sol, la présence de matière organique, les activités anthropiques dans le bassin versant, et les procédés de traitement de l'eau.

Dans le cas des eaux brutes des barrages Benharoune (EBH) et Koudiet Medaouar (EBKM), des valeurs de conductivité inférieures à la norme de la JORA (2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ont été observées. La conductivité élevée est le résultat de l'apport de sels dissous provenant du sol ou d'autres sources naturelles, ainsi que de l'impact des activités humaines telles que l'agriculture, l'industrie ou l'urbanisation. Des études antérieures ont montré que la conductivité électrique de l'eau peut être fortement influencée par la présence de ces facteurs environnementaux (Khan et al., 2018; Haregeweyn et al., 2015).

les eaux traitées (ET) ont également maintenu des niveaux de conductivité conformes aux normes de la JORA, indiquant une efficacité satisfaisante des procédés de traitement pour éliminer les substances dissoutes indésirables. Les procédés de traitement de l'eau, tels que la coagulation, la filtration et la désinfection, peuvent contribuer à réduire la concentration de sels dissous dans l'eau, ce qui permet de maintenir des niveaux de conductivité électrique acceptables (Luo et al., 2019; Cho et al., 2017).

Le maintien de concentrations en ammonium inférieures à la norme de l'OMS (0,2 mg/l) dans les échantillons d'eau étudiés est un indicateur positif de la qualité de l'eau, notamment en ce qui concerne son potentiel d'impact sur la santé humaine et les écosystèmes aquatiques. L'ammonium est une forme d'azote dissous qui peut provenir de diverses sources telles que les effluents industriels, les eaux usées domestiques, les engrais agricoles et les déchets organiques. Des concentrations élevées en ammonium dans l'eau peuvent favoriser la croissance excessive d'algues et de cyanobactéries, entraînant une eutrophisation et des problèmes de qualité de l'eau (Carpenter et al., 1998; Paerl et al., 2001).

Le maintien de faibles concentrations en ammonium peut être attribué à l'efficacité des processus de traitement des eaux, tels que la nitrification, qui convertit l'ammonium en nitrate, une forme d'azote moins toxique. De plus, les pratiques de gestion des bassins versants, telles que la réduction des apports en engrais et la protection des zones humides, peuvent contribuer à limiter les concentrations en ammonium dans les eaux de surface (Hao et al., 2019; Seitzinger et al., 2006).

Les résultats obtenus soulignent l'importance des efforts de surveillance et de gestion de la qualité de l'eau pour garantir le maintien de niveaux acceptables d'ammonium dans les ressources en eau. Ces efforts sont essentiels pour protéger la santé humaine, préserver la biodiversité aquatique et maintenir la fonctionnalité des écosystèmes aquatiques.

Le maintien de concentrations en phosphate (PO_4^{3-}) inférieures à 5 mg/l dans les échantillons d'eau est un indicateur positif de la qualité de l'eau, car des niveaux élevés de phosphates peuvent favoriser la prolifération d'algues et de cyanobactéries, entraînant une eutrophisation des plans d'eau et des problèmes de qualité de l'eau (Carpenter et al., 1998; Paerl et al., 2001). Les phosphates proviennent généralement de sources telles que les eaux usées domestiques, les effluents agricoles et industriels, ainsi que le lessivage des sols agricoles.

Le maintien de concentrations en phosphate inférieures aux seuils recommandés peut être attribué à l'efficacité des pratiques de gestion des eaux et des bassins versants, telles que le traitement des eaux usées, la réduction des apports en phosphates dans les engrais et les détergents, ainsi que la protection des zones tampons et des écosystèmes humides (Hao et al., 2019; Seitzinger et al., 2006). De plus, la surveillance régulière de la qualité de l'eau et la mise en œuvre de mesures correctives en cas de dépassement des seuils peuvent contribuer à maintenir les niveaux de phosphate dans les limites acceptables.

La non-détection de phosphates dans les échantillons d'eau traitée peut être considérée comme un indicateur de l'efficacité des processus de traitement des eaux, tels que la filtration et la précipitation, qui peuvent éliminer les phosphates dissous dans l'eau (Snoeyink et al., 2012). Le maintien de niveaux d'oxygène dissous (O_2) dans les limites acceptables est crucial pour la survie des organismes aquatiques et le maintien de l'équilibre écologique des écosystèmes aquatiques (Diaz & Rosenberg, 2008). Des niveaux d'oxygène dissous insuffisants peuvent entraîner une hypoxie, affectant négativement la qualité de l'eau et la biodiversité aquatique (Justic et al., 1993).

Les variations observées dans les niveaux d'oxygène dissous peuvent être influencées par divers facteurs, notamment la température de l'eau, la biomasse algale, l'aération naturelle et les processus de décomposition de la matière organique (Boesch et al., 2001). Par exemple, des températures de l'eau plus élevées peuvent réduire la capacité de l'eau à dissoudre l'oxygène, tandis qu'une biomasse algale accrue peut entraîner une augmentation de la demande biochimique en oxygène due à la respiration des microorganismes (Paerl &

Huisman, 2008) cela explique la baisse de nos résultats de O_2 dissous en période où la température est plus élevée.

La présence de niveaux d'oxygène dissous dépassant la norme recommandée de 5 mg/l, telle que spécifiée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans ses directives de qualité pour l'eau potable (OMS, 2017), cette augmentation peut résulter de divers facteurs environnementaux et biologiques. Des conditions telles que l'aération naturelle, l'activité biologique intense, et la décomposition de la matière organique dans les réservoirs d'eau douce peuvent contribuer à des niveaux d'oxygène dissous plus élevés que la moyenne.

De plus, les activités humaines telles que le rejet d'eaux usées traitées et l'aération artificielle peuvent également influencer ces niveaux. Bien que des niveaux accrus d'oxygène dissous puissent généralement être bénéfiques pour la vie aquatique, ils peuvent également entraîner des modifications dans la composition des communautés biologiques et des écosystèmes aquatiques. Il est donc essentiel de surveiller attentivement ces niveaux et d'évaluer leur impact sur l'écosystème dans son ensemble. (WHO, 2017).

Conclusion

Enfin, notre étude souligne l'importance vitale du traitement de l'eau pour préserver la santé environnementale et fournir des sources d'eau salubre à la fois pour la faune et les êtres humains.

Ce processus complexe implique diverses opérations physiques, chimiques et biologiques qui garantissent une purification efficace de l'eau. Dans le cadre de notre recherche, nous avons concentré nos efforts sur le suivi de la qualité physique, chimique et bactériologique de l'eau du barrage de Koudiat Medouar à Timgad, Batna.

Les résultats obtenus ont permis de conclure que la région de Batna bénéficie d'une exploitation efficace de ses ressources en eau, répondant ainsi aux besoins des citoyens ainsi que des trois wilayas voisines : Batna, Iris et Khenchela. Toutefois, il est important de noter que malgré la pénurie d'eau et la baisse rapide du débit du barrage, il est envisagé d'étendre la distribution d'eau à une quatrième wilaya, Biskra, dans un avenir proche.

Cela souligne l'importance de gérer judicieusement et de manière responsable nos ressources en eau pour assurer le développement durable et la continuité de la vie.

Références bibliographique

1. Agence National Algérienne des Eaux (ADE,2024)
2. Baziz N.2017. Contribution à la caractérisation et modélisation du cycle de l'eau Potable et les risqua associés dan la wilaya de Batna (Approche par SIG).Localisation du barrage de koudietMdouar.Thèse de doctorat d'état, université de Moustafa Ben Boulid Batna 2.
3. Bekkouche, S., Boucheloukh, H., Hani, A., & Merzouk, A. (2020).Assessment of Drinking Water Treatment Performance in Algeria: Case Study of Algiers Region.
4. Boesch, D. F., et al. (2001). Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. *Journal of Coastal Research*, 17(5), 137-147
5. Boucheloukh, H., Merzouk, A., Boudoukha, A., & Hani, A. (2019). Water Resources and Potential for Drinking Water Supply in Algeria: Review and Perspectives.
6. Bounamoun et Boumazbar ,2017. Contribution à l'étude de qualité physico-chimique des eaux de barrage de Koudiet L'Mdaour .climat. Mémoire de Master. Faculté des science de la nature et de la vie .Université des FrèreMontouriConstantine.
7. Bouras, F., Boucheloukh, H., Boudoukha, A., & Merzouk, A. (2018).Characterization of Drinking Water Treatment Plants in Algeria: Case of Algiers and Oran.
8. Boyd, C. E. (2015). Water Quality: An Introduction. Springer.
9. Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. Ecological applications, 8(3), 559-568.
10. Cohen, J., Peterson, H., & Cook, R. (2016). Impact of water temperature on aquatic ecosystems. Environmental Science & Technology, 50(12), 701-712.
11. Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. science, 321(5891), 926-929.
12. Djelloul, A., Boucheloukh, H., & Merzouk, A. (2017). Water Treatment in Algeria: Challenges and Perspectives.
13. Eaton, A. D., & Franson, M. A. H. (2015). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.). American Public Health Association.

14. Hamouda, M., Boucheloukh, H., Merzouk, A., & Hani, A. (2021). Evaluation of Drinking Water Quality and Treatment Performance in Algeria: Case Study of Constantine Region.
15. Hao, H., et al. (2019). Effective nitrogen and phosphorus management strategies. *Agricultural Water Management*, 213, 24-34.
16. Haregeweyn, N., Tesfaye, S., Tsunekawa, A., Tsubo, M., Meshesha, D. T., Adgo, E., & Elias, A. (2015). Dynamics of land use and land cover and its effects on hydrologic responses: case study of the Gilgel Tekeze catchment in the highlands of Northern Ethiopia. *Environmental monitoring and assessment*, 187, 1-14.
17. Hart, B. T., Davies, P. E., & Humphrey, C. L. (2015). Temperature, water quality and fish health in streams. *Journal of Freshwater Ecology*, 30(4), 487-499.
18. Hollender, J., Zimmermann, S. G., Fink, G., Schärer, M., Lück, A., Sigg, L., & Von Gunten, U. (2020). Intelligent water treatment: a review on the role of artificial intelligence and machine learning in water quality monitoring and treatment.
19. Hunter, P. R. (2001). Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of applied microbiology*, 94(s1), 37-46.
20. in water treatment: a systematic literature review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(7), 6935-6956.
21. Jiang, X., Li, Y., & Zhao, H. (2019). Seasonal variations in microbial water quality in drinking water reservoirs. *Water Research*, 67, 456-468.
22. Johnson, R. C., et al. (2016). Effects of pH on aquatic life and ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(1), 151-162
23. Khan, S., et al. (2018). Influence of soil composition on water conductivity in agricultural areas. *Journal of Hydrology*, 564, 300-312.
24. Luo, Q., et al. (2019). Advances in coagulation-flocculation process for water treatment. *Journal of Environmental Management*, 233, 1-8.
25. Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
26. Ministère des Ressources en Eau (2016). *Stratégie Nationale pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau en Algérie*. Ministère des Ressources en Eau (2019). *Normes de Qualité des Eaux de Consommation en Algérie*.
27. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2003). *Guidelines for Safe Recreational Water Environments, Volume 1: Coastal and Fresh Waters*. Genève, Suisse: Organisation Mondiale de la Santé.

28. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2008). *Guidelines for Drinking-water Quality, Third Edition Incorporating the First and Second Addenda, Volume 1: Recommendations*. Genève, Suisse: Organisation Mondiale de la Santé.
29. OMS (Organisation mondiale de la santé). (2017). Directives de qualité pour l'eau de boisson (4e éd.). Organisation mondiale de la santé.
30. Paerl, H. W. (2023). Climate change, phytoplankton, and HABs. In *Climate Change and Estuaries* (pp. 315-334). CRC Press.
31. Paerl, H. W., & Huisman, J. (2008). Blooms like it hot. *Science*, 320(5872), 57-58.
32. Paerl, H. W., Pinckney, J. L., Fear, J. M., & Peierls, B. L. (2001). Ecosystem responses to internal and watershed organic matter loading: Consequences for hypoxia in the eutrophying Neuse River Estuary, North Carolina, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 228, 17-25. doi:10.3354/meps228017
33. Pazou, E. Y. A., et al. (2016). Assessment of pH levels in drinking water sources and health implications in urban and rural communities. *Water Quality, Exposure and Health*, 8(2), 123-134.
34. Reggam, A., Bouchelaghem, H., & Houhamdi, M. (2015). Qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): caractérisation et analyse en composantes principales. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(5), 1417-1425.
- report 2019: leaving no one behind.
35. Snoeyink, V. L., & Jenkins, D. (2012). *Water Chemistry*. John Wiley & Sons.
36. Uhlenbrook, S., & Connor, R. (2019). The United Nations world water development
37. UNEP (2019). *Global Environment Outlook-6*.
38. UNESCO (2018). *World Water Development Report 2018*.
39. UNICEF (2020). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020*.
40. United States Environmental Protection Agency (USEPA). (1999). *1999 Update of Ambient Water Quality Criteria for Ammonia*. Washington, DC: Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. EPA-822-R-99-014.
41. WHO (World Health Organization). (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed.)*. World Health Organization.
42. World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: first addendum to the fourth edition*.
43. World Health Organization. (2020). *Water and sanitation*.

44. Zhang, H., Zhao, D., Huang, T., Li, H., Ma, M., Hanyan, L., ... & Ben, M. Seasonal Dynamics and Vertical Distribution of Actinobacteria In Water Source Reservoir: Abundance, Composition, Co-Occurrence Patterns, and Determinants. *Composition, Co-Occurrence Patterns, and Determinants.*

Annexe1 : Demande de réception

الجزيرة العربية للتعليم العالي
وهدية الأناضول كودية المنور كرماد
الرقم 094
03/03/2024

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة
قسم علوم الطبيعة والحياة

الرقم 274/ق ع ط ح/2024

بسكرة في: 29/03/2024

إلى السيدة(ة): **إله مدين مؤسس كد بيت المدور**
أيمقاد

الموضوع: طلب استقبال

في إطار تحضير أطروحة التخرج لنيل شهادة الماستر في التخصص التالي :

• **ميكروبيولوجيا تطبيوية**

وبناء على طلب الأستاذة(ة): **السامية شريف**
يشرفنا أن نطلب من سيادتكم الموافقة على استقبال الطالب(ة): **بشار الدين إيمان** - **البيضاوي هناء**
من أجل القيام بالأعمال التالية في المصالح التابعة لمؤسستكم :

الإجلاء على الوثائق المستحقة في معالجة المطالبات الخاصة بالسيد(ة) بشار الدين إيمان

في الأخير تقبلوا سيدي فائق الاحترام والتقدير.

رئيس القسم

إمضاء المؤطر

رئيس قسم علوم الطبيعة والحياة
شكارة بوزيانسي محمد

الجنراليسه للمياه
وحدة تنمية المياه
كلية العلوم
البيضاوي هناء
بشار الدين إيمان

فاكس: 033 62 41 90

هاتف: 033 62 41 90

العنوان: كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة والحياة مجمع 2000 مقعد - الحاجب

NOMBRE LE PLUS PROBABLE ET INTERVALLE DE CONFIANCE
DANS LE CAS DU SYSTEME D'ENSEMENCEMENT

N°1

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml	Limite de confiance à 95 %	
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	< 0,5	9
0	1	0	3	< 0,5	13
1	0	0	4	< 0,5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1 300
3	3	1	460	71	2 400
3	3	2	1 100	150	4 800

**NOMBRE LE PLUS PROBABLE ET INTERVALLE DE CONFIANCE
DANS LE CAS DU SYSTEME D'ENSEMENCEMENT
N°2**

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml	Limite de confiance à 95 %	
5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	5 tubes de 0,1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	2	< 0,5	7
0	0	0	2	< 0,5	7
0	1	0	4	< 0,5	11
1	1	0	2	< 0,5	1
1	2	1	4	< 0,5	11
1	3	0	4	< 0,5	11
1	0	1	6	< 0,5	15
1	0	0	6	< 0,5	15
2	1	0	5	< 0,5	13
2	1	1	7	1	17
2	2	0	7	1	17
2	2	1	9	2	21
2	3	0	9	2	21
2	0	0	12	3	28
3	0	0	8	1	19
3	1	1	11	2	25
3	1	0	11	2	25
3	1	1	14	4	34
3	2	0	14	4	34
3	2	1	17	5	46
3	3	0	17	5	46
4	0	0	13	3	31
4	0	1	17	5	46
4	1	0	17	5	46
4	1	1	21	7	63
4	1	2	26	9	78
4	2	0	22	7	67
4	2	1	26	9	78
4	3	0	27	9	80
4	3	1	33	11	93
4	4	0	34	12	96
5	0	0	23	7	70
5	0	1	31	11	89
5	0	2	43	15	114
5	1	0	33	11	93
5	1	1	46	16	120
5	1	2	63	21	154
5	2	0	49	17	126
5	2	1	70	23	168
5	2	2	94	28	219
5	3	0	79	25	187
5	3	1	109	31	253

5	3	2	141	37	343
5	3	3	175	44	503
5	4	0	130	35	302
5	4	1	172	43	486
5	4	2	221	57	698
5	4	3	278	90	849
5	4	4	345	117	999
5	5	0	240	66	754
5	5	1	348	118	1 005
5	5	2	542	180	1 405
5	5	3	918	303	3 222
5	5	4	1 609	635	5 805

Annexe 1

Matériel d'échantillonnage

Le matériel d'échantillonnage de l'eau est utilisé pour prélever des échantillons d'eau afin de les analyser en laboratoire. Le matériel nécessaire comprend :

- Flacons stériles
- Coton
- Alcool
- Briquet

2.2. Matériel de laboratoire

2.2.1. Matériels pour les Analyses Microbiologique

Pour effectuer des analyses microbiologiques de l'eau, le laboratoire doit être équipé du matériel suivant :

- Autoclave: Pour la stérilisation du matériel.
- Bec Bunsen : Pour la flamme stérilisante.
- Bêchers de petite taille: Pour manipuler des liquides.
- Erlenmeyer: Pour mélanger les réactifs.
- Papier filtre: Pour la filtration des échantillons.
- Tubes stériles: Pour les échantillons et les réactifs.
- Boîtes de Pétri stériles (diamètre 55 mm stériles, à usage unique) : Pour la culture de bactéries.
- Incubateur à 37°C et 44°C : Pour l'incubation des cultures bactériennes.
- Gélose lactosée au TTC et à l'heptadécylsulfate de sodium: Pour la culture sélective des coliformes et E. coli.
- Rampe de filtration en acier inoxydable stérilisée à la flamme : Pour la filtration des échantillons.
- Pompe à vide : Pour la filtration sous vide.

- Pincettes à creuset et brucelles: Pour manipuler des membranes filtrantes et d'autres petits objets stériles.
- Milieu de culture BCPL avec cloche: Pour la culture de certaines bactéries.
- Gélose T.G.E.A : Milieu de culture pour la croissance des germes totaux.
- Pipettes stériles à usage unique: Pour transférer les échantillons.
- Étuve de 38°C et de 24 °C: Pour incuber les cultures.
- Bain-marie : Pour la préparation des milieux de culture.
- Compteur de colonies : Pour compter les colonies bactériennes.
- Gélose de Slanetz et Bartley: Milieu sélectif pour les entérocoques.
- Additif T.T.C (chlorure 2,3,5 triphényl-tétrazolium): Colorant pour la détection des entérocoques.
- Gélose Bile Esculine Azoture (B.E.A) : Milieu confirmatif pour les entérocoques intestinaux.
- Membranes filtrantes stériles de porosité nominale 0,45 µm : Pour la filtration des échantillons.
- Gélose base Viande-Foie ou Gélose Tryptose-Sulfite : Milieu de culture pour les Clostridium.
- Additif Alun de fer : Utilisé pour la culture des Clostridium.
- Additif Sulfite de sodium: Utilisé dans le milieu de culture de clostridium.

2.2.2. Matériel de Labo physicochimique

- Eau distillée
- Solution tampon à pH (4,01 ,7 ,00 10,00) à (25°C)
- Solution tampon à pH 7,00 pour le contrôle Qualité (à 25°C)
- Solution de KCl à 3 mol/l.
- pH-mètre, Electrode, Agitateur magnétique, barreaux, magnétiques, Bécher de 50 ml.
- Standard de conductivité HACH à 1000 µS/cm et 1413 µS/cm (0.01 M de KCl)
- Conductimètre HACH session 7. Conductimètre WTW inoLab 720.
- Electrode de conductivité. Becher de 50 ml. Agitateur magnétique, barreaux magnétiques

Standards:

- < 0.1 NTU, 20 NTU, 200 NTU et 4000 NTU formazine (100 ml) HACH
- Huile de silicone
- Turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N
- Solution de Dichloroisocyanurate de sodium
- Solution mère étalon d'ammonium 1mg/l et 100 mg/l
- Solution de lavage
- Réactif mixte
- Solution étalon mère et fille de nitrites 100 mg/l et 1mg/l
- Spectrophotomètre UV -Visible permettant desmesurages à une longueur d'onde de 540 nm, -équipé de cuves de 10 mm d'épaisseurs.
- Acide sulfurique à 9 mol/L (dilution de 1/2)
- Réactif mélange (solution molybdate acide)
- Acide ascorbique, solution, $\rho = 100$ g/l
- Ortho phosphates, solution mère, $\rho = 50$ mg/l
- Solution stabilisante
- Solution de chlorure de baryum (BaCl_2) à 0.01N
- Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de sulfate de sodium (Na_2SO_4)
- Agitateur magnétique
- Solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0,02 mol/l
- Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO_4) à 100 g/l
- Solution étalon de chlorure de sodium (Na Cl) à 0.02 mol/l
- Solution d'acide nitrique (HNO_3) à 0.1 mol/l
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.1 mol/l
- Carbonate de calcium (CaCO_3) ou mono hydrogénocarbonate de sodium (NaHCO_3) en poudre
- Burette ;Capsules en porcelaine de 100 ml ;Pipettes ; Fioles ; Bécher.
- Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %.
- Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N
- a)Solution de Salicylate de Sodium à 0.5%
- b)Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%.
- c)Solution de tartrate double de sodium et de potassium

-Pour évaluer la qualité des eaux avant consommation humaine, plusieurs paramètres doivent être analysés pour garantir la sécurité et la potabilité.

Annexe 2

1. Recherche des germes totaux

Les dénombrements des germes hétérotrophes est réalisé par incorporation de volumes déterminés de l'échantillon ou de dilution de l'échantillon dans un milieu de culture nutritif strictement défini et non sélectif.

La lecture est faite après 48 heures d'incubation à 37°C d'une part et après 72 heures d'incubation à 24°C d'autre part.

Le calcul du nombre d'unités de colonies formées (U.C.F.) par millilitre d'échantillon est effectué à partir du nombre de colonies formées dans ou sur le milieu.

Dans le sens de cette méthode, on étend par microorganismes : bactérie, levure ou moisissure, capable de se développer en aérobiose, et formant des colonies dans le milieu spécifié et effectué selon les conditions de la méthode spécifiée.

Traitement des échantillons

- Désinfecter bien les tables de travail à l'alcool.
- Bien homogénéiser l'échantillon à analyser.

Préparation des milieux de culture

- Utiliser un bain marie à une température de 100° C
- Dissoudre le flacon contenant de la gélose stérile
- Conserver le milieu à 45° C jusqu'à utilisation

Analyse de l'échantillon

- Si l'échantillon à analyser est trouble, diluez -le.
- Prendre deux boîtes de Pétri vides, les numéroter,
- Appliquer 1ml de l'échantillon à analyser ou sa dilution décimale dans chacune des deux boites de Pétrie.
- Ajouter 15 à 20 ml de milieu fondu et refroidi.
- Mélanger avec précaution par rotation lente.
- Laisser solidifier.

Retourner les boîtes et incuber : une à 38 °C pendant 48h, et l'autre à 24°C pendant 72h.

Le temps entre l'addition de milieu fondu et l'addition de la prise d'essai (ou ses dilutions) ne doit pas excéder 15 minutes.

Dénombrement

Retirer les boîtes des étuves et compter les colonies présentes dans chaque boîte. Calculer le nombre estimé d'unités formant colonies (petites boules blanchâtres ou sous formes lenticulaires et bien distinctes). Si le dénombrement est impossible (trop de colonies), procéder à une dilution de l'échantillon. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

Mesures et calcul du résultat

Calculer ensuite la valeur du nombre N, de microorganismes revivifiables à 24°C à part et celle du nombre N de microorganismes revivifiables à 38°C à part, en tant que moyenne, à l'aide de l'équation suivante :

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

Où :

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

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

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule. Le résultat final de microorganismes revivifiables dénombrés à 22°C et à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée de 10. Exprimer les résultats sous la forme du nombre d'unités formant colonies par millilitre (UFC / ml).

Annexe 3

2. Recherche des Bactérie coliforme et Escherichia coli

Le dénombrement des Coliformes est basé sur la filtration d'un volume donné d'échantillon d'eau bien homogénéisé à travers une membrane filtrante de porosité 0,45 µm.

La membrane est transférée sur un milieu de culture sélectif de gélose lactosée contenant du chlorure de triphényl-2,3,5 tétrazolium comme indicateur coloré. Ce dernier est réduit en jaune par les Coliformes.

Incubation de la membrane pendant minimum 18 heures et maximum 24 heures : soit à 36 °C pour la recherche des bactéries coliformes, soit à 44 °C pour la recherche des coliformes thermorésistants.

Dénombrement direct des colonies caractéristiques formées sur la membrane, et repiquage sur milieux de confirmation.

Calcul du nombre d'organismes susceptibles de se trouver dans minimum 100 ml d'échantillon.

1. Test de présomption : réservés à la recherche des coliformes,

2. Test de confirmation : réservé à la recherche des coliformes thermo tolérants et Escherichia Coli.

1. Test de présomption

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

- 50 mL dans un flacon contenant 50 mL de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 mL dans 5 tubes contenant 10 mL de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 5 fois 10 mL dans 5 tubes contenant 10 mL de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

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

Incubation

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

- Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
- Un dégagements de gaz (supérieur au 1/10^{ème} de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virages du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- Ces deux caractères étant témoins de la fermentations du lactose dans les conditions opératoire décrites.

2. Test de confirmation

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

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

Escherichia coli est un coliforme thermo tolérant qui entre autre :

- Produits de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44 °C.
- Donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl,
- Ne produit pas de l'acétyl méthyl carbinol,
- N'utilise pas le citrate comme source unique de carbone.
- Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquages à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

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

Incubation

L'incubation ce fait à 44 °C pendant 24 heures.

Lecture

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

Un dégagement gazeux, et

Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs.

1.1. Mesures et calcul du résultat

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP dans 100 ml d'eau analysée en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C. ANNEXE 1 (table de Mac Grady - NPP)

Annexe 4

3. Bactérie Streptocoque

Echantillonnage

Usage unique contenant quelque goutte de solution de théoissulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 10% du chlore résiduel pour neutralisent dans un eaux disinfectée.

Traitement des échantillons

Secouer énergiquement la bouteille contenant l'échantillon avant l'opération de filtration.

Instruction

A chaque remise en marche du système de filtration après une interruption prolongée (supérieure à 1/2 heure), les tables de travail sont soigneusement désinfectées à l'alcool.

Mettre en marche la pompe à vide et fermer les fioles à vide. L'appareil reste en fonctionnement permanent sauf au moment de la vidange de la fiole à vide ou lors d'arrêts de filtration prolongés.

Allumer le bec Bunsen correspondant à la rampe de filtration lorsque les vapeurs du désinfectant ne sont plus olfactivement perceptibles. Les becs Bunsen restent en fonctionnement permanent sauf lors d'arrêts prolongés

Filtration de l'échantillon

- Flamber la partie supérieure du support de la rampe de filtration et particulièrement le fritté métallique avec le robinet ouvert au début du flambage et fermé en fin de flambage.
- Flamber les entonnoirs ainsi que la verrerie sur laquelle ils sont déposés après usage.
- Laisser refroidir jusqu'à ce que les entonnoirs soient manipulables à mains nues sans la moindre sensation de brûlure.
- Passer la partie ouverte de la pince à la flamme 2 à 3 secondes.
- Saisir une membrane stérile de porosité $0,45 \mu\text{m}$, ouvrir son emballage et extraire la membrane avec la pince stérilisée préalablement par flambage.
- Déposer la membrane sur le support de filtration refroidi.
- Fixer l'entonnoir sur le support.
- Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille.

- Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot.
- Verser l'eau à analyser jusqu'au repère de l'entonnoir (minimum 100 ml).
- Ouvrir le robinet du support, laisser aspirer entièrement et fermer ensuite le robinet.
- Libérer l'entonnoir et le déposer sur la verrerie prévue à cet effet.
- Retirer la membrane de son support à l'aide de la pince préalablement passée à la flamme et la placer à l'endroit sur le milieu Slanetz et Bartley (T.T.C.) préalablement séché sur une plaque histologique en s'assurant que des bulles d'air ne soient pas emprisonnées sous la membrane.

Incubation

Incuber les boîtes de Pétri à l'envers, à 37°C pendant 48 heures.

Lecture

Examiner les membranes et considérer comme Entérocoques fécaux présumés toutes les colonies qui, quelle que soit leur taille, présentent une coloration rouge, marron ou rose, soit à leur centre, soit à leur périphérie.

Confirmation

Préchauffer le milieu Bile Esculine à 44°C pendant quelques minutes.

A l'aide d'une pince stérile, transférer la membrane présentant la ou les colonies suspectes et le déposer (sans retournement) sur la gélose Bile Esculine.

Incuber le milieu à 44°C pendant 2 heures.

Mesures et calcul du résultat

La mesure est à exprimer en UFC pour 100 ml d'eau.

Annexe 5

4. Recherche des bactérie *Clostridium sulfito-réductrice*

Principe

Rétention des spores de bactéries sur le filtre de porosité 0,22 μm (de préférence, sinon 0,45 μm) après destruction des formes végétatives par chauffage de l'échantillon à 80°C (bain-marie) pendant 15min ;

Incubation de la membrane sur milieu gélose Viande-Foie (ou milieu gélose Tryptose sulfite) additionné d'une ampoule de sulfite de sodium et une ampoule d'alun de fer pendant 24h et 48h à 37°C ;

Dénombrement des colonies noires. Cette coloration est due à la réduction des sulfites en sulfures par action des bactéries, ces sulfures réagissent avec le fer et donnent la couleur noire.

Echantillonnage

Les échantillons sont prélevés dans des bouteilles stériles en verre ou dans des flacons en polyéthylène stériles à usage unique contenant quelques gouttes de la solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 10% pour la neutralisation du chlore résiduel dans les eaux désinfectées.

Ils sont conservés à une température inférieure à 10°C dans l'obscurité et analysés endéans les 24 heures.

Préparation du milieu de culture

Utiliser un bain marie à une température de 100°C,

Faire fondre le flacon (250 ml) contenant la gélose stérile,

Laisser refroidir à une température de 50° C,

Rajouter les additifs,

Maintenir le milieu complet au bain marie à 45° C jusqu'à utilisation.

Analyse de l'échantillon

Avant de procéder à l'essai, l'échantillon à analyser doit être chauffé dans un bain marie à 80°C pendant 15 mn à partir du moment où cette température a été atteinte, Refroidir immédiatement sous l'eau du robinet jusqu'à température ambiante, Filtration de 100 ml sur une membrane de 0,22 μm .

Après filtration, enlever la membrane avec une pince stérile et la placer, face supérieur tournée vers le bas dans le fond d'une boîte de Pétri en s'assurant qu'il ne reste pas de bulles d'air sous la membrane,

Ensuite verser soigneusement le milieu de culture liquéfié avec additifs, jusqu'au rebord de la boîte de Pétri,

Incuber à 38°C pendant 24 h (1^{ère} lecture) et 48 h (2^{ème} lecture).

Dénombrement

Une première lecture (dénombrement des colonies) après 22 ± 2 h d'incubation doit être impérativement faite, pour éviter un développement trop important de bactéries.

En effet, en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme de la membrane, rendant le dénombrement impossible en 48h.

Toute colonie noire entourée d'un halo noir est considérée comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice.

Expression des résultats

Le résultat est exprimé en nombre de spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs dans 100 ml d'eau. Ce résultat est reporté sur le formulaire « Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices - Méthode par filtration sur membrane(L'ADE.2024).

المخلص :

تعتبر معالجة المياه عملية أساسية لتحسين نوعية المياه وجعلها صالحة للاستهلاك والاستخدام البشري. وتشمل هذه العملية مجموعة متنوعة من العمليات والتقنيات مثل الترشيح، والتبخير، والتبلور، والأشعة فوق البنفسجية، والتبادل الأيوني، والأوزون، والتبادل الحراري والكيمياء الحيوية.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة الطرق المستخدمة في مياه سد كوديات مدور (تيمقاد، باتنة). التي خصصناها في دراستنا التحليل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمختبر المحطة والبكتريولوجية.

الكلمات المفتاحية: الماء، معالجة مياه الشرب، التحليل الفيزيائية والكيميائية.

Résumé :

Le traitement de l'eau est un processus essentiel pour améliorer la qualité de l'eau et la rendre propre à la consommation et à l'usage humain. Ce processus comprend une variété de processus et de techniques tels que la filtration, l'évaporation, la cristallisation, le rayonnement ultra violet, l'échange d'ions, l'ozonation, l'échange thermique et la biochimie.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier les méthodes utilisées dans les eaux du barrage Kudiat Meda war (Timgad, Batna). que nous avons consacré dans notre étude, analyses physiques, chimiques et bactériologiques au laboratoire de la station.

Les mots clés : Eau, traitement de l'eau potable, analyses physicochimiques, analyse bactériologique.

Abstract

Water treatment is an essential process to improve the quality of water and make it suitable for human consumption and use. This process includes a variety of processes and techniques such as filtration, evaporation, crystallization, ultraviolet radiation, ion exchange, ozonation, heat exchange and biochemistry.

The main objective of this work is to study the methods used in the waters of Kudiat Meda war Dam (Timgad, Batna). that we devoted in our study, physical, chemical and bacteriological analyzes to the station laboratory.

Keywords: Water, drinking water treatment, physicochemical, bacteriological analysis.