



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

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

Hydraulique

Thème:

**Analyse physico-chimique et bactériologique avant et après
traitement de l'eau du barrage Koudiat Acerdoune
(Wilaya de Bouira)**

Réalisé par:

REZOUG Anis

Encadré par:

- Mr. YAHIAOUI Abdelhalim Maître de conférence (IT, Univ-Bouira)

Soutenu devant le jury:

- Président du jury : HAMMID Hakim Maître de conférence (IT, Univ-Bouira)
- Examineur : HAMZAOUI Sara Maître Assistant (IT, Univ-Bouira)

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes vifs remerciements :

Tout d'abord, à « Dieu » tout puissant, de m'avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce modeste travail.

À mon promoteur, M. YAHYAOUI Abdelhalim, pour son encadrement. Je lui suis reconnaissant pour sa disponibilité, son soutien, ses encouragements et ses conseils.

Je remercie tous ceux qui ont collaboré au bon déroulement de mon travail, notamment :

M. ARKOUB Rachid, directeur de la station Koudiat Acerdoune, de m'avoir accueilli et d'avoir accepté d'effectuer ma recherche à la station. Ainsi qu'à tout le personnel rencontré, en particulier Mme GAROUI, Mme RABIAH et Mme KADI, ingénieurs au laboratoire de la station K.A, qui ont accepté de répondre à mes interrogations avec gentillesse, ainsi que toute l'équipe de SCADA.

ملخص

الماء هو مورد طبيعي قيم وأساسي للعديد من الاستخدامات، بما في ذلك الغذاء والنظافة. ومع ذلك، يتطلب استخدامه لهذه الأغراض جودة نيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية ممتازة. ومع ذلك، في الوقت الحاضر، يتعرض الماء للتلوث الناجم عن النصريفات المنزلية والصناعية والزراعة غير المعالجة، مما يؤدي إلى تدهور جودته. في إطار دراستنا، قمنا بتقييم المعايير النيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لجميع المياه الخام الزائدة من سد كودييات أسردون، بالإضافة إلى المياه المعالجة التي تخرج من المحطة. كشفت نتائج دراستنا أن المياه المعالجة تتمتع بجودة جيدة من الناحية النيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية، متوافقة مع المعايير الجزائرية وتوصيات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب. نغزى هذه الجودة إلى نعالبة المعالجة. في الختام، من الضروري حماية والحفاظ على جودة الماء، من خلال اتخاذ تدابير لمعالجة التلوث الناتج عن النصريفات. وهذا سيسهم من الحصول على ماء عالي الجودة لاحتياجات الغذاء والنظافة، وفي الوقت نفسه حماية الصحة العامة

Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de nombreux usages, notamment l'alimentation et l'hygiène. Cependant, son utilisation à ces fins nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. Malheureusement, de nos jours, elle est menacée par la pollution provenant des rejets domestiques, industriels et agricoles non traités, ce qui entraîne une dégradation de sa qualité. Dans le cadre de notre étude, nous avons évalué les paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'ensemble des eaux brutes provenant du Barrage Koudiat Acedoune, ainsi que des eaux traitées qui en sortent après traitement. Les résultats de notre étude ont révélé que l'eau traitée présentait une bonne qualité physico-chimique et bactériologique, conforme aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS pour les eaux destinées à la consommation. Cette qualité est attribuable à l'efficacité du traitement. En conclusion, il est essentiel de protéger et de préserver la qualité de l'eau, en prenant des mesures pour traiter les rejets polluants. Cela permettra de garantir l'accès à une eau de qualité pour les besoins alimentaires et d'hygiène, tout en préservant la santé publique.

Sommaire

Liste des Tableaux	
Liste des Figures.....	
Introduction	12
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.....	4
<i>Introduction</i>	4
<i>1. Présentation du barrage koudiat acerdoune</i>	4
<i>2. Présentation de la station de traitement</i>	5
2.1. Capacité de la station de traitement.....	6
2.2. Capacité hydraulique de la station.....	6
2.3. Pertes de charge dans la station de traitement.....	7
2.4. Description des installations	7
2.5. Commande de la station de traitement	8
<i>3. Les différentes étapes de traitement de la station K.A (diagnostique de fonctionnement)</i>	9
3.1. Alimentation en eau brute	9
3.2. Clarification.....	11
3.3. La filtration (filtres AQUAZUR).....	14
3.4. Désinfection	16
3.5. Cuve contact	16
3.6. Réservoir d'eau traitée	17
<i>4. Présentation de laboratoire</i>	17
Chapitre 2 : Méthodes et appareillage	19
<i>Introduction</i>	19
1. Prélèvement	19
<i>2. Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques:</i>	20
2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)	20
2.2. La turbidité.....	21
2.3. Conductivité électrique.....	21
2.4. Dosage des sulfates SO_4^{2-}	22
2.5. Dosage des chlorures (Cl)	23
2.6. La dureté (TH) ou bien dosage de calcium et magnésium	24
2.7. La dureté calcique (dosage du calcium)	25
<i>3- Méthodes d'analyses des paramètres des pollutions</i>	27
3.1. Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium, méthode à chaude en milieu acide.....	27
3.2. Le dosage d'Aluminium (Al^{+3})	28
3.3. Dosage des ions nitrites NO_2	29

3.4. Dosage de l'ammonium NH_4^+	30
3.5. La concentration de phosphate (PO_4^{3-})	30
<i>4-Les méthodes d'analyses bactériologiques</i>	<i>31</i>
4.1-Les analyses de l'eau brute.....	31
4.2. Analyse bactériologique de l'eau traitée	34
Chapitre 3: Résultats et interprétation	38
<i>1.Résultats des analyses physico-chimiques</i>	<i>38</i>
1.1. Concentration en ions hydrogène (pH)	38
1.2. Conductivité.....	39
1.3. Température	40
1.4- Turbidité.....	41
1.5. Le calcium Ca^{2+}	43
1.6-Le magnésium Mg^{2+}	44
1.7. La dureté TH	45
1.8. Les chlorures Cl^-	47
1.9. Les sulfates SO_4^{2-}	48
1.10. Bicarbonates (HCO_3^-)	49
1.11. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	50
<i>2. Résultats des paramètres de pollution.....</i>	<i>51</i>
2.1. L'ammonium NH_4^+	51
2.2. Nitrites NO_2^-	53
2.3. Nitrates	54
2.4. Les phosphates.....	55
<i>3-Résultats des paramètres indésirables</i>	<i>55</i>
3.1-Le fer.....	55
3.2-Aluminium.....	56
<i>4-Paramètres bactériologiques</i>	<i>56</i>
Conclusion.....	59

Liste d'abréviations :

AgNO₃ : Nitrate d'Argent

BCPL : Gélose Lactosé au Bromocrésol-Pourpre

C° : Degré Celsius

Ca₂⁺ : Calcium cation

CAP : Charbon actif en poudre

NO₂⁻ : Dioxyde d'azote (Ion nitrite)

CE : Conductivité Electrique

NO₃ : Ion nitrate

CF : Coliformes Fécaux

CL⁻ : Chlorures

CT : Coliformes Totaux

EB : Eau Brute

E. Coli : Escherichia Coli

EDTA : Éthylène Diamine Tétra Acétique

ET : Eau Traité

JORAD : Journal officiel république Algérienne démocratique

K.A : Koudiat Acerdoune

MON : Matière organique naturelle

Ms/cm : Millisiemence par centimètre

Nm : Nanomètre

NPP : Nombre le plus probable

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

pH : Potentiel Hydrogène

SF : Streptocoques fécaux

T° : Température

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique complet

TGEA : Gélose Tryptone Glucose Extract

TH : Titre hydrométrique

UFC : Unité formant colonies

Liste des Tableaux

Tableau N° 01: Principales caractéristiques du barrage de Koudiat Acerdoune

Tableau N° 02 : Capacité de la station de traitement.

Tableau N°03 : Capacité hydraulique de la station

Tableau N°04 : Principales étapes d'analyse de l'eau brute

Tableau N°05 : Principales étapes d'analyse de l'eau traitée

Tableau N°06 : les résultats du pH

Tableau N°07 : les résultats de la conductivité à 25°

Tableau N°08 : les résultats de la température

Tableau N°09: résultats de la turbidité.

Tableau N°10: les résultats du calcium.

Tableau N°11: les résultats du magnésium

Tableau N°12: les résultats de la dureté.

Tableau N°13: les résultats des chlorures

Tableau N°14: *les résultats des sulfates* SO_4^{2-}

Tableau N°15: les résultats du titre alcalimétrique complet (TAC)

Tableau N°16: *résultats d L'ammonium* NH_4^+

Tableau N°17: résultats des nitrates

Tableau N°18: résultats des nitrates

Tableau N°19 : résultats des phosphates

Tableau N°20 : les résultats de fer

Tableau N°21 : les résultats du l'aluminium

Tableau N°22: Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau brute et de l'eau traitée.

Liste des Figures

Figure N°01: Image satellitaire du barrage Koudiat Acerdoune prise par Google Earth 2

Figure N°02 : Synoptique de la station de traitement de KOUDIAT ACERDOUNE (manuel de la station).

Figure N°03 : Photo satellite de la station de traitement de Koudiat Acerdoune

Figure N°04 : Ouvrage d'entrée (2ème filière)

Figure N°05: Robinet à disques

Figure N°06 : Cascade d'aération

Figure N°07: Chambre mélange (pré-coagulation)

Figure N°08: Turbine (floculateur)

Figure N°09: Décanteur lamellaire

Figure N°10: Vues de Filtres Aquazur V

Figure N°11 : Filtres en état de lavage.

Figure N°12 : Schéma de réservoir d'eau traitée

Figure N°13: Laboratoire de la station Koudiat Acerdoune

Figure N°14: pH mètre

Figure N°15: Turbidimètre « TL 2300 ».

Figure N°16: Conductimètre

Figure N°17: Dosage des nitrites.

Figure N°19: Tube de Bouillon BCPL à double et à simple concentration.

Figure N°20: Gélose TGEA.

Figure N°21: Milieu de culture ENDO

Figure N°22: Milieu de culture SLANETZ.

Figure N°23: Variation de pH des eaux du barrage Koudiat Acerdoune avant et après traitement.

Figure N°24 : Variation de la conductivité électrique des eaux du barrage Koudiat.Acerdoun avant et après traitement

Figure N°25 : Variation de la température des eaux du barrage K.A avant et après traitement

Figure N°26: Variation de la turbidité des eaux du barrage K.A avant et après traitement.

Figure N°27: Variation de calcium Ca^{2+} des eaux du barrage K.A avant et après traitement.

Figure N°28: Variation de magnésium des eaux du barrage K.A avant et après traitement

Figure N°29: Variation de la dureté des eaux du barrage K.A avant et après traitement

Figure N°30: Variation des chlorures des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Figure N°31: Variation des sulfates des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Figure N°32: Variation de Bicarbonates des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Figure N°34: Variation de TAC des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Figure N°35: Variation de L'ammonium NH_4^+ des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Figure N°36: Variation des nitrites NO_2^- des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Figure N°37: Variation des nitrates des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Introduction

Introduction

L'eau est un élément fondamental de notre quotidien et de nombreuses activités humaines. Elle est utilisée pour la consommation, l'irrigation agricole, l'industrie et la préservation de l'écosystème. Cependant, l'eau naturelle contient souvent des impuretés, des substances chimiques et des micro-organismes potentiellement nocifs pour la santé humaine.

Le barrage Koudiat Acerdoune joue un rôle crucial dans l'approvisionnement en eau potable de la région étudiée. Il est donc essentiel de garantir la qualité de l'eau produite à partir de cette source. Cela nécessite la mise en œuvre de procédés de traitement adéquats visant à éliminer les contaminants présents dans l'eau brute.

Ce rapport repose sur un stage réalisé au sein de la station de traitement du barrage Koudiat Acerdoune, permettant ainsi d'acquérir une expérience pratique dans le domaine des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau. L'objectif était de comprendre les procédures de traitement mises en place et d'évaluer l'efficacité de ces procédés en analysant la qualité de l'eau

La structure du rapport se divise en trois chapitres distincts. Le premier chapitre présente une introduction générale à la station de traitement du barrage Koudiat Acerdoune, mettant en lumière son rôle crucial dans la fourniture d'eau potable à la région. Ce chapitre aborde

également les défis auxquels fait face la station en termes de potabilisation de l'eau, soulignant ainsi l'importance de l'analyse régulière de la qualité de l'eau produite.

Le deuxième chapitre se concentre sur les méthodes et les appareils utilisés pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques. Une description détaillée de ces méthodes et des équipements associés sera présentée, mettant en évidence les protocoles de prélèvement d'échantillons, les techniques d'analyse et les normes de référence utilisées pour évaluer la qualité de l'eau.

Enfin, le troisième chapitre se concentre sur les résultats obtenus à partir des analyses réalisées avant et après le traitement de l'eau provenant du barrage Koudiat Acerdoune. Ces résultats seront interprétés en les comparant aux normes algériennes de potabilisation, afin de déterminer si la qualité de l'eau répond aux exigences réglementaires. Les variations et les éventuelles anomalies seront analysées et discutées.

Chapitre I :

Présentation de la
zone d'étude.

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.

Introduction :

la présentation générale du barrage de **Koudiat Acerdoune** et de la station de production de l'eau potable.

1. Présentation du barrage koudiat acerdoune :

Le barrage de Koudiat Acerdoune, l'un des principaux projets de transfert d'eau en Algérie, est situé sur l'Oued Isser dans la commune de Maala, à l'ouest de Bouira, dans la daïra de Lakhdaria. Il se trouve à environ 50 kilomètres du chef-lieu de la wilaya de Bouira et à une distance de 80 kilomètres au sud-est d'Alger. Son objectif est d'irriguer la région de Mitidja-Est et la plaine du moyen Isser, ainsi que de fournir de l'eau potable à quatre wilayas : Bouira, M'Sila, Médéa et Tizi-Ouzou. Le barrage de Koudiat Acerdoune a une capacité de 640 millions m³ et le volume actuel stocké est de 178 millions m³. Il s'agit du deuxième plus grand barrage hydraulique en Algérie après celui de Béni Haroun dans la wilaya de Mila. Sa mise en service officielle a eu lieu en février 2010.



Figure N°01: Image satellitaire du barrage Koudiat Acerdoune prise par Google Earth 2

Les principales caractéristiques du barrage de Koudiat Acerdoune sont représentées dans le tableau 01.

Tableau N° 01: Principales caractéristiques du barrage de Koudiat Acerdoune

Année de mise en service	2010
Coût	280 millions d'euro
Cours d'eau	Oued Isser
Vocation	Eau potable et irrigation
Type	Barrage poids
Hauteur (lit de rivière)	121 m
Longueur	425 m
Epaisseur de crête	8 m
Capacité de barrage	640 millions de m ³

2. Présentation de la station de traitement :

La station de traitement des eaux de Koudiat Acerdoune est rattachée administrativement à la commune de Djebahia, (wilaya de Bouira), elle est située à 17 km du barrage du même qui alimente en eau brute par une conduite unique à écoulement gravitaire de 1800 mm de diamètre et d'environ 15.12 km de longueur. Cette station est classée parmi les grandes stations en Algérie dont la répartition d'eau potable couvre 04 wilayas.

On y fait subir à l'eau une série de traitement pour qu'elle devienne potable, La station de traitement est de type conventionnel, elle est constituée de deux filières identiques indépendantes opérant en parallèle, chaque filière comprend un ensemble d'ouvrages qu'on décrira brièvement ci-après.



Figure N°02 : Synoptique de la station de traitement de KOUDIAT ACERDOUNE (manuel de la station).

2.1. Capacité de la station de traitement

Les débits pris en compte pour la conception de la station de traitement, première tranche, sont les suivants :

Tableau N° 02 : Capacité de traitement.

Description	Débit d'eau brute (m ³ /h)	Débit d'eau traitée (m ³ /h)
Débit moyen journalier	5767	5536
Débit moyen (sur une base de 20 heures de production)	6927	6643
Débit maximum journalier (sur une base de 20 heures de production)	8650	8304

Les pertes d'eau seront en moyenne de l'ordre de 4 % pour une teneur en matières en suspension dans l'eau brute inférieure ou égale à 0,5 g/l.

2.2. Capacité hydraulique de la station

La conception des principaux éléments de la station est basée sur des capacités hydrauliques spécifiques en fonctionnement normal.

Tableau N°03 : Capacité hydraulique de la station

	Nombre	Capacité hydraulique (m ³ /h)
Chambre d'arrivée	1	8650/chambre
Aérateur	1	8650/aérateur
Clarificateurs	4	2163/clarificateur

Filtres	8	1081/filtre
---------	---	-------------

2.3. Pertes de charge dans la station de traitement :

La ligne piézométrique de notre station prend en compte toutes les pertes de charge dans les différentes installations, en particulier celles associées aux décanteurs Densadeg et aux filtres Aquazur. Le profil est calculé pour les conditions suivantes :

- Débit : 8650 m³/h d'eau brute.
- Nombre de clarificateurs en service : 4.
- Nombre de filtres en service : 8.
- Nombre de cuves en contact en service : 1.
- Nombre de réservoirs d'eau traitée en service : 2.

Pour ces conditions, les niveaux sont les suivants :

- Niveau d'entrée à la station (en aval des robinets à disque) : 226.70 m.
- Niveau maximum dans les citernes d'eau traitée : 217.50 m.
- Niveau du radier des citernes d'eau traitée : 211.50 m.

2.4. Description des installations:

La station de traitement de Koudiat Acerdoune comprend les ouvrages suivants :

- Ouvrage d'entrée incluant une chambre d'arrivée avec vannes brise-charge, une cascade d'aération, une chambre de mélange et une chambre de répartition d'eau brute.
- Clarificateurs (4 unités).
- Filtres (8 unités).
- Cuve de contact (1 unité).
- Réservoirs d'eau traitée (2 unités).

- Systèmes de préparation et d'injection des produits chimiques (permanganate de potassium, chlore gazeux, acide sulfurique, sulfate d'aluminium, charbon actif en poudre, chaux et poly électrolyte).
- Bâtiment administratif et laboratoire.
- Bâtiments des réactifs (2 unités).
- Bâtiment électrique.
- Atelier et magasin.
- Logements du personnel.
- Poste de garde.

La station de traitement inclut également un réseau complet de trop-pleins protégeant chacun des ouvrages contre les surcharges hydrauliques, un réseau d'alimentation en eau de service et incendie, un réseau d'égout domestique, un réseau pluvial, un réseau de voirie et l'aménagement du site.



Figure N°03 : Photo satellite de la station de traitement de Koudiat Acerdoune.

2.5. Commande de la station de traitement :

La gestion globale de la station de traitement est effectuée à partir d'une salle de contrôle centrale située dans le bâtiment administratif. La régulation des processus sera assurée par le biais de tableaux installés dans les salles électriques de chaque zone. Les débits provenant de la retenue de Koudiat Acerdoune et arrivant à la station de traitement sont contrôlés grâce à des robinets à disque autocentreur placés à l'entrée de l'ouvrage.

3. Les différentes étapes de traitement de la station K.A (diagnostique de fonctionnement)

3.1. Alimentation en eau brute :

La station de traitement est alimentée par deux conduites gravitaires de DN 1800, d'une longueur approximative de 17 km. Seule une canalisation, capable de transporter un débit de 8 650 m³/h, sera utilisée pour acheminer l'eau brute à la station de traitement. Par conséquent, le raccordement sera effectué sur une seule conduite. La seconde conduite de DN 1800 restera en attente jusqu'à ce que les travaux de doublement de la station soient réalisés.

L'eau sera prélevée à différentes hauteurs dans le barrage de Koudiat Acerdoune. Cela permettra de modifier différents paramètres de l'eau, tels que la couleur qui peut changer en raison du développement du plancton pendant les périodes chaudes, le pH qui peut diminuer si l'eau est prélevée en profondeur, et les MES qui peuvent varier en fonction de la profondeur de prélèvement de l'eau.



Figure N°04 : Ouvrage d'entrée (2ème filière)

3.1.1. Chambre de débitmètre :

A l'amont de l'ouvrage d'entrée, une chambre de débitmètre est installée permettant de mesurer le débit d'eau brute. Ceci permettra d'effectuer la régulation du dosage des réactifs

3.1.2. Chambre d'arrivée :

La chambre d'arrivée est équipée de deux (2) robinets à disque autocentreur, soit un par tuyauterie d'amenée d'eau brute.

Les robinets à disque autocentreur permettent de briser la charge de l'eau arrivant du barrage. Elles permettent également de contrôler le débit d'eau brute entrant dans la station.



Figure N°05: Robinet à disques

3.1.3. Aérateur :

La cascade d'aération est composée de quatre (4) marches. Chaque marche aura une longueur de 26,3 m et une hauteur unitaire de 50 cm. L'injection d'acide sulfurique, de chaux, de permanganate de potassium et de charbon actif en poudre s'effectue à l'aval des cascades d'aération à l'entrée du canal de liaison avec l'ouvrage de répartition.

Le mélange est assuré par la turbulence créée par la cascade et par l'augmentation de vitesse dans le canal de liaison.

Un trop-plein est prévu à l'aval des cascades pour dévier le débit excédentaire. Ce trop-plein permet d'évacuer l'ensemble du débit maximal de 8650 m³ /h.



Figure N°06 : Cascade d'aération

3.1.4. Pré-chloration :

Elle permet d'obtenir une meilleure filtrabilité en aidant la coagulation, et une meilleure qualité de l'eau. **UNV UMMTO**

Elle a pour objet :

- La destruction de micro-organismes (algues, bactéries, planctons) existants et susceptibles de se développer dans les ouvrages et dans le lit de boues. Elle assure alors la propreté des décanteurs et des filtres et elle évite les remontées de boues dans ces décanteurs.
- L'oxydation des matières organiques qui pourraient former des complexes organo-solubles.
- L'oxydation de l'ammoniaque.
- La diminution du seuil de goût et souvent l'amélioration de la décoloration de l'eau.

Pour rendre active cette pré-chloration, il faut assurer la présence d'une petite quantité de chlore libre dans l'eau brute.

3.1.5. Chambre de répartition d'eau brute

Le contrôle et la répartition du débit vers les clarificateurs sont réalisés par des déversoirs rectangulaires. La chambre de répartition est composée de quatre (4) compartiments (1 compartiment/clarificateur).

Le débit est réparti dans les clarificateurs restant par l'intermédiaire des déversoirs. Le dosage du sulfate d'alumine s'effectue sur les déversoirs de répartition. À la sortie de chacun des compartiments de l'ouvrage de mélange des réactifs, l'eau est admise dans chaque décanteur par une canalisation avec une vitesse de 0,76 m/s).

L'ouvrage d'entrée est également muni d'un dispositif de vidange des chambres, de prises d'eau pour lavage et d'accès aux points d'injection des réactifs.

3.2. Clarification

3.2.1. Généralités

Pour assurer la clarification de l'eau brute par capture des MES, et pour une élimination efficace des matières organiques, la décantation s'effectue dans un appareil lamellaire à recirculation de boues. Une installation de quatre (4) clarificateurs Densadeg, chacun composé de quatre (4) modules:

- *Le mélangeur rapide.*
- *Le réacteur.*

- *Le prédécanteur-épaississeur.*
- *Le décanteur lamellaire.*

3.2.2. Fonctionnement de la clarification

L'alimentation des décanteurs s'effectue par des conduites avec une vitesse de 0,76 m/s au débit maximum de 173 000 m³ /j. Des déversoirs permettent une répartition égale du débit entre les différents clarificateurs.

Cette équi-répartition est précise et fiable puisque réalisée de façon purement hydraulique. Elle ne nécessite aucune intervention ou vérification de la part de l'exploitant.

La clarification s'effectue en plusieurs étapes.

3.2.3. Coagulation

La coagulation est l'étape de déstabilisation des particules colloïdales par addition de coagulant. Cette opération a lieu dans une cuve de mélange équipée d'un agitateur à vitesse rapide **Cerist.dz**. Le volume unitaire de chaque cuve de mélange est de 60 m³. Ce volume correspond à un temps de rétention de 100 secondes environ à débit d'eau brute maximale de 8650 m³/h.

L'adjonction d'un sel métallique (sulfate d'alumine) assure la coagulation des particules colloïdales et contribue par la formation d'un floc d'hydroxyde à l'absorption d'une partie importante des matières organiques.



Figure N°07: Chambre mélange (pré-coagulation)

3.2.4. Flocculation

L'eau prétraitée, préalablement coagulée, est admise à la base d'un réacteur agité. L'addition d'un polymère et le maintien d'une concentration élevée dans le réacteur facilite les rencontres entre particules et contribue à leur agrégation rapide, ce qui facilitera leur séparation. Le floculant ainsi que la boue recirculée sont injectés sous la turbine pour un meilleur mélange. Le réacteur est constitué d'une chambre de floculation lente en réacteur piston. Cette zone permet d'obtenir des floes de taille importante, denses et présentant une grande homogénéité.

La floculation permet l'agglomération des particules colloïdales déchargées en microflocs, puis en flocons denses et décantables **UNV TELMCEN 2012**



Figure N°08: Turbine (floculateur)

3.2.5. Décantation

Les eaux floculées pénètrent dans le décanteur par une large zone d'alimentation qui évite de briser le floc et de créer des remous, assurant ainsi dans cette zone la décantation de la majeure partie des matières en suspension. C'est la zone de prédécantation et d'épaississement.

Les eaux floculées traversent à contre-courant les boues qui s'écoulent gravitairement du champ de décantation lamellaire de finition. Ce parcours agit comme une filtration en lit fluidisé optimisant les performances de la clarification.

Le décanteur lamellaire élimine le floc résiduel. Cette zone de décantation équipée de modules lamellaires tubulaires de décantation rapide dans lesquels l'eau circule à contre-courant des boues, est installée au-dessus de la zone de prédécantation.

Dans le Densadeg, la superposition de la zone de prédécantation et de la zone de décantation lamellaire alimentée à faible vitesse, assure une utilisation totale de la surface lamellaire sans « zone morte ». La partie inférieure cylindro-conique de cet organe est équipée d'une herse et d'un racleur de fond assurant un épaississement intégré des boues.

Une partie des boues concentrées dans le prédécanteur-épaississeur est recyclée au niveau de l'amenée d'eau clarifiée dans le réacteur.

La recirculation des boues, en augmentant la probabilité que les floccs naissant se rencontrent, optimise significativement la réaction de floculation. Pour parvenir à une floculation homogène, une concentration minimum de boues est nécessaire dans le floculateur. Ainsi, en sortie du réacteur de floculation on obtient des floccs de grande taille, particulièrement homogènes, formés à partir des petits floccs.



Figure N°09: Décanteur lamellaire.

3.3. La filtration (filtres AQUAZUR)

3.3.1. Introduction

L'eau clarifiée est filtrée sur une batterie de 8 filtres Aquazur V, à double cellule, à fonctionnement gravitaire, comprenant une couche de sable de granulométrie homogène et dont le lavage se fait à l'air et à l'eau au même moment.

Les filtres à sable que nous proposons sont des filtres du type AQUAZUR V à grande hauteur d'eau.

Les filtres seront du type gravitaire ouvert, à filtration rapide de haut en bas fonctionnant suivant le principe de « niveau constant » à l'aide d'un système de mesure de perte de charge constitué par un dispositif de contrôle de débit à la sortie de chaque filtre.

3.3.2. Fonctionnement de la filtration

En filtration, l'eau est admise dans le filtre depuis le canal d'eau décantée. Un déversoir permet l'équirépartition des débits entre les filtres en service.

L'eau est ensuite filtrée gravitairement à travers un matériau filtrant (sable). L'eau filtrée est ensuite collectée par des buselures traversant la dalle planchée qui supporte les matériaux filtrants.

Des vannes régulatantes augmentent ou diminuent le débit de manière à garder un niveau d'eau stable au-dessus du filtre, quelque soit le niveau de colmatage. L'eau est ensuite dirigée vers le canal d'eau filtrée.

Il s'agit de filtres à sable de granulométrie homogène, fonctionnant par gravité, lavables simultanément à l'air et à l'eau. Ils peuvent fonctionner dans un domaine de vitesses de filtration de 7 à 20 m/h.

Le lavage est accompagné d'un balayage en surface à l'eau décantée, suivi d'un rinçage à l'eau, sans mise en expansion du lit filtrant. Ce balayage permet d'évacuer plus rapidement les impuretés à l'égout, ce qui réduit la durée du lavage.

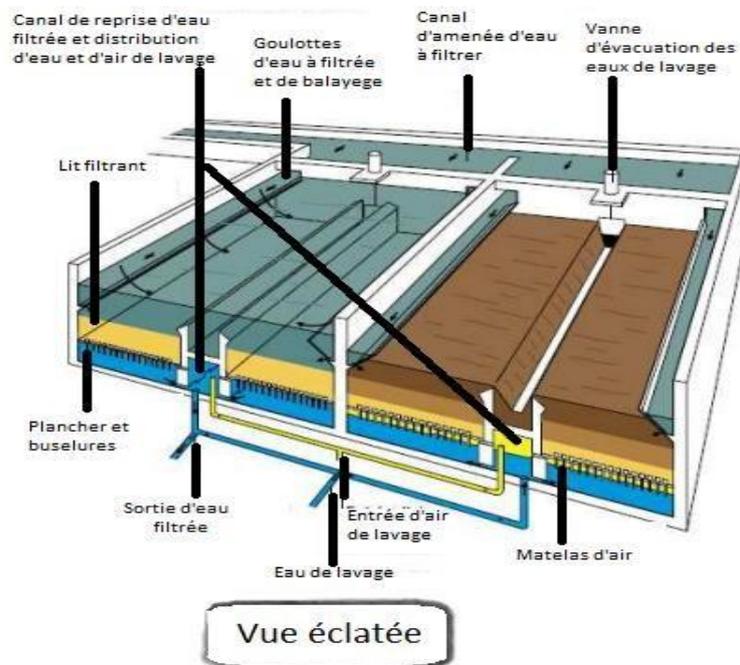


Figure N°10: Vues de Filtres Aquazur V

3.3.3. Fonctionnement de lavage des filtres

La perte de charge au travers du filtre est mesurée en permanence et indique le niveau de colmatage du filtre. Lorsque le filtre est colmaté, une demande de lavage automatique est générée.

Elle consiste principalement en l'injection d'air et d'eau au travers du filtre, à contre-courant. L'eau permet d'entraîner les particules capturées par le sable. L'air permet de fluidiser et de brasser la couche de sable. Un matelas d'air est formé sous le plancher de manière à distribuer uniformément l'air sur toutes les buselures.

L'eau de lavage est fournie par des pompes à partir du réservoir d'eau filtrée, et l'air de lavage par des surpresseurs. Les pompes et surpresseurs sont situés dans le bâtiment d'exploitation des filtres.



Figure N°11 : Filtres en état de lavage.

3.4. Désinfection

3.4.1. Post-chloration

La plupart des eaux, qu'elles aient subi ou non un traitement préalable et même si elles sont parfaitement limpides, se trouvent souvent contaminées par des microbes dangereux pour l'organisme humain.

Le chlore, par sa grande efficacité à l'état de traces et par sa facilité d'emploi, est le réactif le plus utilisé pour assurer la désinfection de l'eau.

L'action microbicide à faible dose s'explique par la destruction des diastases indispensables à la vie des germes microbiens.

On introduit dans l'eau une dose de chlore légèrement supérieure au "test", si la température est inférieure à 10° et légèrement inférieure au "test" si la température est supérieure à 15°.

3.5. Cuve contact

L'eau filtrée passe dans la cuve de contact. L'injection du chlore s'effectue à la sortie des filtres. La cuve est pourvue de chicanes pour minimiser la mise en court-circuit. Le volume de la cuve est de 2700 m³ soit un temps de rétention de l'ordre de 20 minutes à débit maximal

d'eau traitée. Afin de maintenir le niveau de l'eau dans la cuve de contact, l'évacuation de l'eau vers les réservoirs d'eau traitée se fait par l'intermédiaire de deux (2) déversoirs noyés dont la cote de crête se situe légèrement au-dessous du niveau normal d'exploitation du réservoir d'eau traitée.

3.6. Réservoir d'eau traitée

Le réservoir d'eau traitée est de construction solidaire avec la cuve de contact. Nous l'avons dimensionné pour que celui-ci ait un volume de 26 000 m³. Le réservoir est formé de deux (2) compartiments.

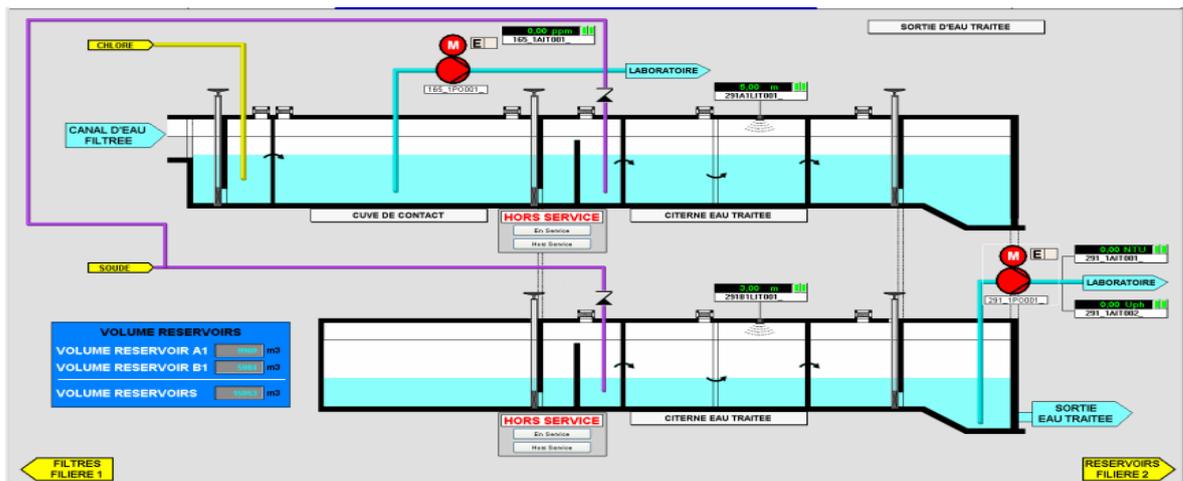


Figure N°12 : Schéma de réservoir d'eau traitée

4. Présentation de laboratoire

La station de Koudiat Acerdoune est dotée d'un laboratoire destiné au contrôle de qualité de l'eau distribuée (Figure N°13), sur le plan physico-chimique et bactériologique ces analyses se font trois fois par jours pour l'analyse partielle et trois fois par semaine pour l'analyse complète.



Figure N°13: Laboratoire de la station Koudiat Acerdoune

Chapitre 2

Méthodes et
appareillage.

Chapitre 2 : Méthodes et appareillage

Introduction

Ce chapitre présente les analyses effectuées quotidiennement ou mensuellement pour garantir la potabilité de l'eau traitée par la station de potabilisation du barrage Koudiat Acerdoune. La station dispose d'un laboratoire physico-chimique chargé de réaliser des analyses et des essais chimiques sur des échantillons d'eau brute pour le traitement.

Le contrôle de qualité de l'eau s'effectue en deux étapes distinctes : le contrôle physico-chimique et le contrôle bactériologique. Le laboratoire effectue des analyses approfondies pour évaluer les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau traitée. Ces tests sont essentiels pour s'assurer que les normes de potabilité sont respectées.

1. Prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle un grand soin doit être apporté afin d'éviter la modification de leur caractéristique. Au cours de notre étude, le prélèvement s'est fait dans deux points différents de la station de production d'eau potable Koudiat Acerdoune de Bouira, le premier est à l'entrée (eaux brutes) le deuxième à la sortie (eau traitée), dans des flacons stériles. La méthode appliquée dans cette station est celle de

l'échantillon composite, cette méthode permet de récolter une fraction de l'ensemble de matière polluante qui s'écoule durant la journée à travers l'installation.

2. Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques

Afin d'évaluer la performance de la station de traitement Koudiat Acerdoune, une série d'analyses physico-chimiques à été effectué à l'entrée et à la sortie de cette station, dont nous avons suivi les paramètres suivants : T°, pH, Turbidité, Conductivité, Aluminium, Ammonium, Dureté, Chlorures, Nitrites, Nitrates...

2.1. Potentiel d'hydrogène (pH) de la température(T°)

Principe

La méthode utilisée pour déterminer le pH et la température est électro-Métrique **ISO 7027**

Matériel

- pH-mètre.
- électrode.

Mode opératoire

- Prendre un bécher et verser 50 ml d'eau à analyser.
- Plonger l'électrode dans le bécher.
- Les résultats s'affichent directement sur le pH-mètre.



Figure N°14: pH mètre

2.2. turbidité:

Principe

La mesure de la turbidité est effectuée à l'aide d'un turbidimètre optique **ISO 7027** (voir Figure N°15).

Mode opératoire :

1. Plonger la sonde dans un bécher contenant l'eau à analyser.
2. Attendre 5 secondes.
3. Prendre note de la valeur.

Les résultats sont affichés directement sur le turbidimètre TL 2300.



Figure N°15: Turbidimètre « TL 2300 ».

2.3. Conductivité électrique

Principe

La méthode électrique pour déterminer la conductivité des eaux nécessite l'utilisation des équipements suivants **NA 749** :

- Un conductimètre. (Voir Figure N°16)
- Une électrode de conductivité.
- Un bécher de 50 ml.

Mode opératoire

- Plonger la sonde dans un bécher contenant l'eau à analyser.
- Attendre 5 secondes.

La valeur sont affichés directement sur le conductimètre.



Figure N°16: Conductimètre.

2.4. Dosage des sulfates SO_4^{2-}

Principe:

La méthode de dosage des sulfates implique l'utilisation de la spectroscopie avec les équipements et réactifs suivants :

- Matériel courant de laboratoire, tels que verrerie, fioles, pipettes, éprouvettes, poires à pipeter.
- Spectrophotomètre UV/VIS [DR_2800].
- Solution d'acide hydrochlorique.
- Solution stabilisante.

Mode opératoire:

Voici les étapes à suivre :

- Prendre une fiole de 50 ml pour effectuer la dilution.
- Ajouter 5 ml d'eau à analyser et compléter avec de l'eau distillée jusqu'à atteindre 50 ml.
- Ajouter 1 ml de solution d'acide hydrochlorique 0.1N.
- Ajouter 5 ml de solution stabilisante.
- Après 15 à 20 minutes, attendre le développement de la couleur.
- Effectuer les mesures spectrophotométriques à une longueur d'onde de 655 nm, comme nous l'avons fait pour la gamme d'étalonnage.
- Les résultats seront affichés directement en mg/l de sulfates sur le spectromètre. **Rodier, 2005.**

2.5. Dosage des chlorures (Cl⁻)

Le dosage des chlorures est réalisé par titrimétrie en utilisant le matériel et les réactifs suivants **ISO 5667-3. 2004:**

- Un bécher.
- Un agitateur magnétique avec un aimant.
- Une pipette jaugée et une pipette.
- Des fioles.
- Une solution de chromate de potassium (K₂CrO₄) à une concentration de 100 g/l.
- Une solution de nitrate d'argent (AgNO₃) à une concentration de 0,02 mol/l.

Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'échantillon (50 ml d'eau distillée + 50 ml d'eau à analyser).
- Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium pour obtenir une couleur jaune.
- Titrer la solution en ajoutant goutte à goutte la solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur orange.
- Noter le volume de nitrate d'argent ajouté à la solution en utilisant la burette.

La concentration des chlorures $[Cl^-]$, exprimée en (mg/l), peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$[Cl^-] = (V_b \times C \times F) / (V_a \times V_s)$$

Avec :

$[Cl^-]$: représente la concentration de chlorure en mg/l.

V_a : volume de l'échantillon à analyser.

V_b : le volume de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage du blanc (0,5 ml).

V_s : volume de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de l'échantillon (en ml).

C : la concentration réelle de nitrate d'argent en moles par litre (mol/l).

F : le facteur de conversion, égal à 35453 mg/mol.

2.6. dureté (TH) ou bien dosage de calcium et magnésium

La mesure de la dureté se fait par la détermination des concentrations en Calcium en magnésium d'une eau par la méthode titrimétrique à l'EDTA **ISO 6059**, à l'aide de :

- Matériel courant de laboratoire.
- Agitateur magnétique.
- Solution tampon pH=10.
- Mordant noir 11, indicateur (NET).

Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'échantillon (25 ml d'eau distillé+ 25ml d'eau à analyser) dans une fiole.
- Ajouter 2 ml de la solution tampon pH=10.
- Ajouter quelques gouttes de l'indicateur (NET) qui donne une couleur violette.
- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution EDTA jusqu'à ce que la solution prenne un couleur bleu.
- Déduire le volume d'EDTA ajouté à la solution à partir de la burette.

Expression des résultats :

$$F_c = \text{volume versé} / \text{volume théorique (12.5 ml)}$$

Si $0.96 \leq F_c \leq 1.04$, alors la solution d'EDTA est utilisable pour le dosage avec :

F_c : facteur de correction.

La concentration totale en ion calcium et magnésium ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), exprimé en °F est donnée par la formule suivante :

$$TH_{\text{totale}} = V_2 * 2 * F * F_c$$

Avec :

TH_{totale} : Dureté totale (la concentration en ions calcium et magnésium) exprimée en °F.

V_2 : volume d'échantillon dosé en ml.

F_c : facteur de correction.

F : facteur de dilution.

La concentration totale en ions calcium et magnésium ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), exprimé en mg/l, donnée par la formule suivante :

$$TH_{\text{totale}} = V_{\text{EDTA}} \times 20$$

Avec :

V_{EDTA} : Volume d'EDTA en ml..

2.7. dureté calcique (dosage du calcium)

Cette méthode à pour objet la détermination du dosage du calcium par la méthode titrimétrique l'EDTA **ISO 6058, (1984)** . En utilisant :

- Burette graduée.
- Agitateur magnétique.

- Matériels courant de laboratoire.
- Hydroxyde de sodium (NaOH), solution 2N.
- Murexide (indicateur).
- EDTA, solution titrée 0.01 mol/l.

Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'échantillon (25 ml d'eau distillé + 25 ml d'eau à analyser) ;
- Ajouter 2 ml de la solution de NaOH ;
- Ajouter quelque pincée de Murexide (donne une couleur rose) ;
- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution d'EDTA jusqu'à ce que la solution prenne une couleur violette ;
- Déduire le volume de nitrate d'argent ajouté à la solution à partir de la burette.

Expression des résultats

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

$$TH_{\text{calciq}} = (C_1 \times V_1 \times A \times F_c \times 1000 \times F / V_0)$$

Avec :

- TH_{calciq} : La dureté calcique (la concentration de calcium) en mg/l.
- C_1 : Concentration de la solution d'EDTA en mol/l. soit : 0.01 mol/l.
- V_0 : Volume de prise d'essai soit : 50 ml.
- V_1 : Volume de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage en ml.
- A : la masse atomique de calcium (40.08).
- F_c : facteur de correction de titre.
- F : facteur de dilution.

Ou bien directement

$$TH_{\text{calciq}} = V_{\text{EDTA}} \times 7.77$$

Remarque :

La dureté magnésienne égale directement, selon (Rodier et al, 2009) :

$$TH_{\text{magnésienne}} = TH_{\text{totale}} - TH_{\text{calcique}}$$

3-Méthodes d'analyses des paramètres des pollutions**3.1. Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium, méthode à chaude en milieu acide**

La méthode décrit la détermination de l'indice de $KMnO_4$, ou « oxydabilité », permettant d'évaluer la contamination en matières organiques et matières inorganiques oxydable dans des eaux peu ou moyennement polluées **ISO 8467**. En utilisant le matériel et réactifs suivants :

- Plaque chauffante.
- Agitateur magnétique, barreaux magnétique.
- Matériels courant de laboratoire (fioles, pipettes, éprouvettes...)
- Burette graduée.
- Acide sulfurique H_2SO_4 .
- Oxalate de sodium $Na_2C_2O_4$.
- Permanganate de potassium $KMnO_4$.
- Résorcinol.

Mode opératoire

- Transférer à l'aide d'une pipette 100ml d'échantillon dans un bécher.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique et mélanger en agitant doucement.
- Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition Ajouter 20 ml de $KMnO_4$ et démarrer le chronomètre et maintenir à l'ébullition pendant 10 min.

- Ajouter 20 ml de la solution d'oxalate de sodium et attendre que la solution décolore.
- Titrer avec KMnO_4 jusqu'au virage de la solution rose clair.

Expression des résultats :

$$[\text{O}] = ((V_1 - V_0) \times f) V_2$$

Avec :

O : Indice d'oxydabilité

V_0 : volume de la solution KMnO_4 consommé dans le dosage du blanc en ml.

V_1 : volume de la solution KMnO_4 consommé dans le dosage de la prise d'essai en ml.

V_2 : volume de la solution KMnO_4 consommé lors de la vérification de la solution titrant en ml.

F : facteur correctif utilisé ($f= 16$).

3.2. Le dosage d'Aluminium (Al^{+3})

Le dosage d'aluminium spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire **ISO 8467 NA 2064.**, en utilisant le matériel et réactifs suivants :

- Matériel courant de laboratoire (verrerie, fioles, pipettes, éprouvettes...)
- Spectrophotomètre UV/VIS.
- Acide ascorbique.
- Chlorure de calcium (CaCl_2).
- La solution tampon pH= 4,6.
- Rouge d'alizarine ($\text{C}_{14}\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2 \text{ S}$).

Mode opératoire

- Prélever 25ml d'échantillon à analyser.

- Ajouter 1ml d'acide ascorbique, 2,5ml de chlorure de calcium (CaCl_2), 5ml de la solution tampon ($\text{pH}=4,6$) et 1ml de rouge d'alizarine ($\text{C}_{14}\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_2 \text{ S}$).
- Après 90 à 120 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures.

Spectrophotométries à la longueur d'onde de 655nm

Les résultats sont affichés directement en mg/l d'aluminium sur le spectromètre.

3.3. Dosage des ions nitrites NO_2^-

Le dosage des nitrites se fait par spectrométrie d'absorption moléculaire pour les eaux potables, eaux brutes (Figure 17). **ISO 5667/2004**. En utilisant :

- Matériel courant de laboratoire (verrerie, fioles, pipettes, éprouvette...)
- Spectrophotomètre UV/VIS.
- Réactif coloré homogénéisé.

Mode opératoire

- Prélever 50ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 1ml du réactif homogénéisé ;
- Après 20 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 540nm

Les résultats sont affichés directement, en mg/l de nitrite, sur le spectromètre.

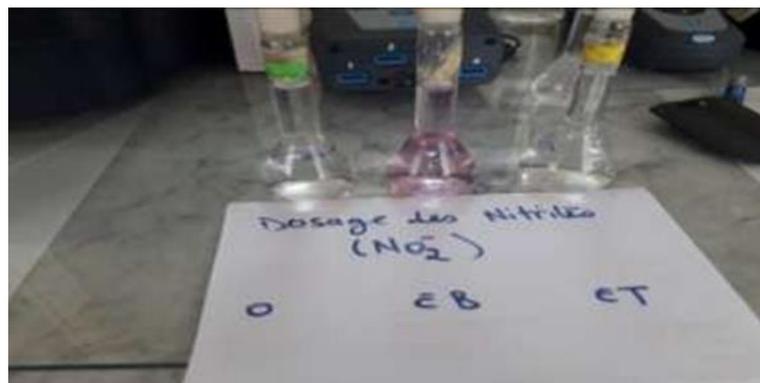


Figure N°17: Dosage des nitrites.

3.4. Dosage de l'ammonium NH_4^+

Le dosage d'ammonium se fait par spectrométrie d'absorption (Figure 15) **ISO 7150**, en utilisant le matériel et réactifs suivants :

- Matériel courant de laboratoire (verrerie, pipettes, éprouvette ...).
- Spectrophotomètre UV/VIS.
- Réactif coloré homogénéisé.
- Réactif de Dichloroisocyanurate de sodium.

Mode opératoire

- Prélever 40ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 4 ml du réactif coloré homogénéisé et 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.
- Après au moins 60 minutes, attendre le développement de la couleur, effectuer les mesures spectrophotométrique à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.



Figure N°18: Dosage d'ammonium.

3.5. La concentration de phosphate (PO_4^{3-})

C'est de décrire la mesure des ortho-phosphate par spectrométrie (Figure 18) **ISO 6878/1** : 1998.. En utilisant :

- Matériel courant de laboratoire (verrerie, fioles, pipettes, éprouvettes...)
- Spectrophotomètre UV/VIS.
- Acide ascorbique ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$).

- Réactifs mélange (solution molybdate acide).

Mode opératoire

- Prélever 40ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 1ml d'acide ascorbique ($C_6H_8O_6$) et 2ml de réactif mélange (solution molybdate acide).
- Après 10 à 30 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 880nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.

Les résultats sont affichés directement en mg/l sur le spectromètre

4- Méthodes d'analyses bactériologiques

4.1- Analyses de l'eau brute

Les microorganismes recherchés dans une eau destinée à la consommation humaine sont : les coliformes fécaux (CF) « E. coli », les coliformes totaux (CT), clostridium sulfite réducteurs (CSR), les streptocoques fécaux (SF) et les microorganismes revivifiables (MR).

4.1.1. Techniques d'analyse

Les méthodes d'analyse et du dénombrement des indicateurs de contamination fécale de l'eau **ISO 6222 ISO 9308-1 ISO 7899-2** sont :

- ✓ La méthode du nombre le plus probable (NPP).
- ✓ La méthode d'incorporation en gélose.

- **Principe de la méthode (NPP)**

Cette méthode permet de révéler de plus faibles quantités de germes que la plupart des méthodes de numération en milieu solide. Elle repose sur une analyse statistique et fournit par calcul des nombres les plus probables. Cette méthode est applicable aux échantillons ayant une teneur plus ou moins élevée en MES. Elle consiste à ensemercer deux milieux de culture par dilution, les tubesensemencés contiennent un milieu nutritif, BCPL pour les coliformes totaux avec

introduction de cloche de Durham. Dans ce dernier, après incubation on note la croissance et la production de gaz dans chaque tube, enfin on compte le nombre des tubes positifs pour chaque dilution et on fait la lecture du NPP correspondant en utilisant la table de MAC GRADY.

Expression des résultats :

Le nombre des colonies par 100ml est obtenu en comptant le nombre de tube positifs en se référant à la table de MAC Grady qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).

La formule utilisée est la suivante :

$$N = (NPP / V_{\text{ensemencé}}) \times FD$$

NPP : le nombre le plus probable trouvé dans la table de MAC Grady.

FD : le facteur de dilution : égale à l'inverse de la dilution la plus faible.

N : nombre de bactéries exprimées en coliformes/ml.

Si on travaille sans dilution le N sera égale au NPP trouvé sur la table de Mac Grady.

Les milieux de cultures utilisés

Bouillon de BCPL : ce milieu est utilisé pour le test présomptif des coliformes dans les eaux par la méthode de NPP (Figure 21).



Figure N°19: Tube de Bouillon BCPL à double et à simple concentration.

- **L'incorporation sur gélose**

La méthode est fréquemment utilisée pour la recherche des bactéries aérobies revivifiables, elle consiste à étaler dans une boîte de pétri 1ml d'échantillon et 15ml de milieu gélosé, fondu et ramené à une température de 45°C environ. Dans ces conditions, le nombre maximum de

colonies acceptable pour éviter les phénomènes de confluence et de compétition bactérienne est généralement estimé à 100 colonies. Les conditions d'incubation sont :

- A 22°C : on trouve les bactéries adaptées à la température de l'eau.
- A 37°C : on trouve les bactéries pathogènes, qui se développent à la température du corps humain.

Milieu de culture utilisé

La gélose TGEA : est un milieu utilisé pour le dénombrement des microorganismes aérobies revivifiables. C'est un milieu nutritif sans inhibiteurs, et dont l'intérêt est de favoriser le développement des microorganismes qu'on y a déposés. L'ensemble de tous les microorganismes s'appelle la flore totale (Figure 22).



Figure N°20: Gélose TGEA.

4.1.2. Dénombrement des spores clostridium sulfito-réducteur

L'échantillon d'eau à analyser est met au bain marie préchauffé à 80°C pendant 10 minutes suivi d'un refroidissement brutale sous l'eau de robinet froide, après le refroidissement on prend 20ml d'échantillon qui sera répartie sur 4 tubes (5ml dans chaque tube) ajouter 18ml de la gélose de VF, 1ml de sulfite de sodium et 5 gouttes d'alun de fer après l'agitation manuelles on incube à 37°C pendant 48h. Le tableau 05 illustre les techniques et les méthodes du travail.

Tableau N°04 : Principales étapes d'analyse de l'eau brute.

	CT	CF (E. Coli)	SF	CSR	MR
--	-----------	---------------------	-----------	------------	-----------

Techniques	NPP	NPP	Filtration sur	Filtration	Incorporation
d'analyses			membrane	Sur membrane	en gélose
Teste présumé	BCPL	Repiquage sur Schubert	SLANETZ ET BARTELY	VF	TGEA
Incubation	37°C à 48h	44°C à 24h	37°C à 48h	37°C à 48h	37°C et 22°C à 48h
Résultats	Dégagement de gaz et troubles	Dégagement de gaz et troubles	Colonies suspectés (rouge, brique et marron)	Halo noire autour des colonies	Appariation des colonies
Teste de confirmation		Schubert + réactif de kovacs	Confirmation sur BEA	/	/
Incubation		Quelque mn	37°C à 2h	/	/
Résultats	10UFC/100ml	appariation d'un anneau rouge	20UFC/20ml	/	/

4.2. Analyse bactériologique de l'eau traitée

L'analyse bactériologique de l'eau traitée est effectuée par la technique de la membrane filtrante. Il s'agit des germes recherchés lors d'une analyse réduite des eaux de consommation, qui ce sont :

- Les coliformes thermotolérants ou fécaux, dans 100ml d'eau.
- Les streptocoques fécaux (entérocoques intestinaux) dans 100ml d'eau.

- **Principe de la technique de la membrane filtrante**

C'est la plus utilisée au laboratoire, elle est applicable à toute les eaux et en particulier à celle contenant une faible quantité de MES et un nombre relativement faible de germes (eaux traitées). Généralement, on procède à une filtration par un appareil de filtration sur membrane. La membrane est en esters de cellulose, de porosité 0,45µm, susceptible de retenir les bactéries. Un échantillon de 100ml d'eau est filtré à travers cette membrane qui sera déposé sur un milieu gélosé solide pour les streptocoques fécaux et les coliformes (totaux et fécaux). Après 24h d'incubation, on compte le nombre de colonies exprimé en UFC/100ml.

Les tests de confirmation s'effectuent par un repiquage de 1 à 2 colonies suspectées sur un milieu confirmatif (test de confirmation). Le tableau 06 illustre les techniques et les méthodes du travail.

Tableau N°05 : Principales étapes d'analyse de l'eau traitée.

	CT	CF (E. Coli)	CSR	SF
Milieu	ENDO	Repiquage sur milieu Schubert	Viande de foie (VF)	SLANETZ
Incubation	37°C à 24h	44°C à 24h	37°C à 48h	37°C à 24h
Résultats	Colonies avec reflet vert métallique	Troubles et production gaz de	Halo noire autour des colonies	Colonies rouge à marron
Test confirmatif	Repiquage Sur milieu TSI (rouge)	Schubert + réactif kovacs		Repiquage sur milieu BEA
Incubation	37°C à 24h	Quelque min		44°C à 2h
Résultats	Virage de couleur(jaune) + production de gaz	Anneau rouge		Disque noir

- **Milieux de culture utilisés**

ENDO : Ce milieu permet d'effectuer la recherche et le dénombrement des *E. coli* et des bactéries coliformes. Le milieu inhibe la croissance des microorganismes à Gram positif et favorise la récupération des coliformes (Figure 21).

SLANETZ : C'est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des entérocoques intestinaux dans les eaux d'alimentation, par la technique de la membrane filtrante. L'acide de sodium permet d'inhiber la croissance des microorganismes à Gram négatif (Figure 22).



Figure N°21: Milieu de culture ENDO



Figure N°22: Milieu de culture SLANETZ.

Chapitre 3

Résultats et
interprétation.

Chapitre 3: Résultats et interprétation

Durant mon stage au niveau de la station de traitement Koudiat Acerdoune, j'ai obtenu les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques concernant les eaux brutes et les eaux traitées effectuées au niveau de laboratoire de la station qui seront comparés aux valeurs de norme algérienne **JORAD 2014**

1. Résultats des analyses physico-chimiques

1.1. Concentration en ions hydrogène (pH)

Tableau N°06 : les résultats du pH

Paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A (ET)
pH	30/03/2023	8.00	7.58	≥6.5 et ≤ 9
	06/04/2023	8.13	7.60	
	27/04/2023	8.14	7.67	
	04/05/2023	8.11	7.77	

Les valeurs de pH sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

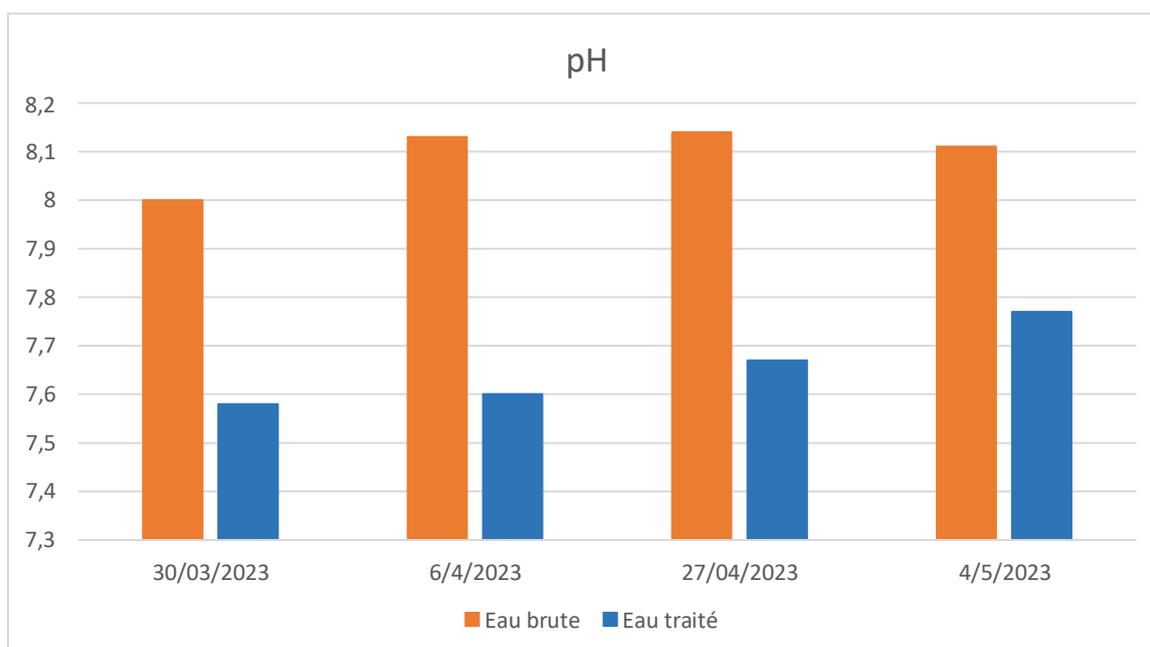


Figure N°23: Variation de pH des eaux du barrage Koudiat Acerdoune avant et après traitement.

Interprétation

La figure présente les valeurs du potentiel hydrogène. Pour les eaux brutes le pH est compris entre 8 et 8.14 et pour les eaux traitées on marque une légère baisse du pH entre 7.58 et 7.77. Selon la norme algérienne JORAD 2014 on constate que ces résultats sont compris dans l'intervalle ≥ 6.5 et ≤ 9 .

Le pH des eaux du barrage Koudiat Acerdoune est voisin de neutralité et répond aux normes fixées par JORAD 2014 qui varie entre 6,5 et 9. L'eau du barrage ne nécessite pas une neutralisation et un recours à l'acide et la soude pour assurer la correction du pH. La légère baisse du pH de l'eau traitée par rapport à l'eau brute est due à l'utilisation de différentes doses de coagulant lors du traitement.

1.2. Conductivité

Tableau N°07 : les résultats de la conductivité à 25°

Paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A (ET)
la conductivité à 25° ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	30/03/2023	1150	1161	2800
	06/04/2023	1136	1183	
	27/04/2023	1146	1183	
	04/05/2023	1132	1136	

Les valeurs de la conductivité sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

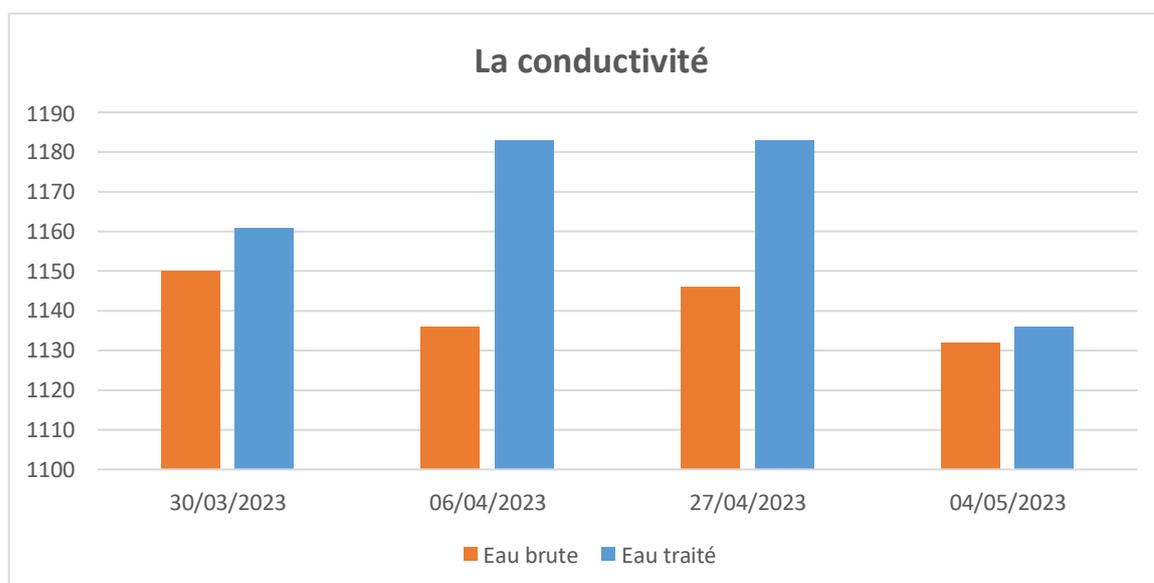


Figure N°24 : Variation de la conductivité électrique des eaux du barrage Koudiat.Acerdoun avant et après traitement

Interprétation

Les résultats concernant la conductivité électrique sont indiqués sur la figure, qui montrent que les valeurs augmentent, qui varient entre 1132 μ S/cm et 1150 μ S/cm pour l'eau brute et entre 1136 μ S/cm et 1183 μ S/cm pour l'eau traitée, ceci indique qu'elles sont conformes à la norme algérienne qui fixe une valeur limite de 2800 μ S/cm.

La conductivité de l'eau traitée augmente par rapport à l'eau brute cela s'explique par l'utilisation de sulfate d'alumine qui se dissocie en Al^{3+} et SO_4^{2-} . Ce sont également des ions chlorures, des ions Na^+ qui sont issus de l'hypochlorite de sodium utilisé pour l'oxydation. Ces ions augmentent la concentration des sels minéraux, aussi au changement de la température.

1.3. Température

Tableau N°08 : les résultats de la température

Paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A
Température (°C)	30/03/2023	18.9	19.8	25
	06/04/2023	15.6	16.2	
	27/04/2023	20.5	20.1	
	04/05/2023	21.8	21.5	

Les valeurs de la température sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

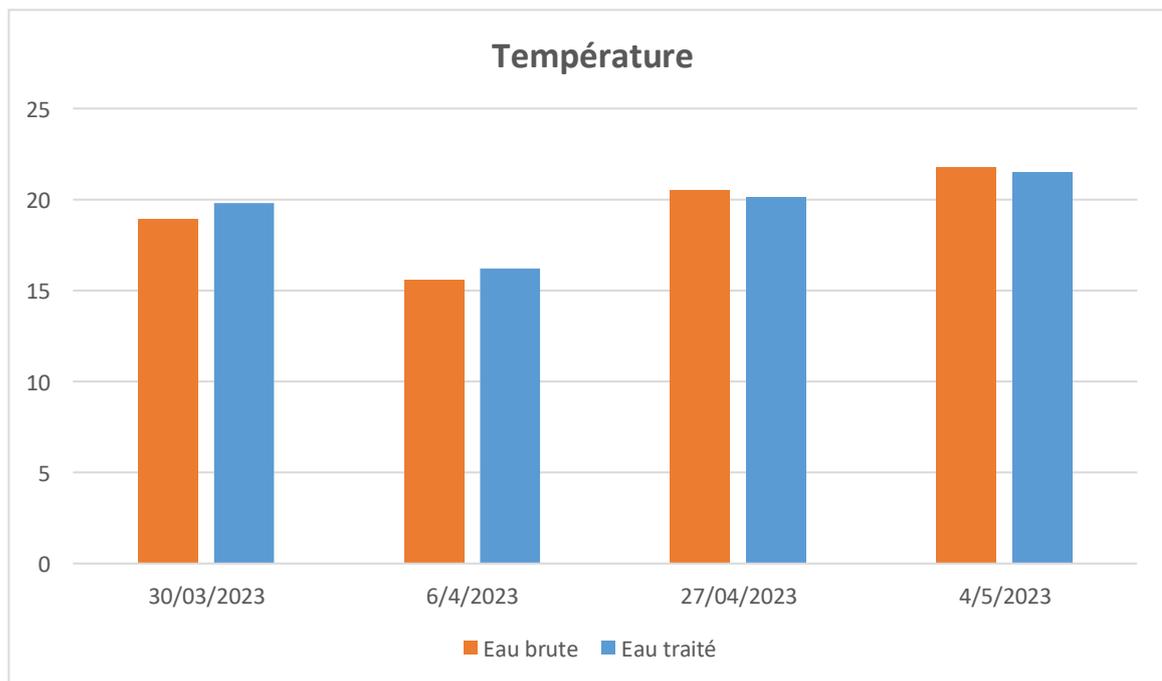


Figure N°25 : Variation de la température des eaux du barrage Koudiat Acerdoune avant et après traitement

Interprétation

Les températures enregistrées de l'eau brute varient entre 18,9 °C et 21,8 °C, tandis que celles de l'eau traitée se situent entre 19,2 °C et 21,5 °C. Il n'y a pas de grande différence entre les températures de l'eau brute et de l'eau traitée. Cependant, ces valeurs sont inférieures à la norme de 25 °C fixée par le N.A.

La température des eaux de surface dépend du climat et des conditions atmosphériques.

1.4- Turbidité

Tableau N°09: résultats de la turbidité.

Les valeurs de la turbidité sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

Paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
Turbidité (NTU)	30/03/2023	8.7	0.54	5
	06/04/2023	8.61	0.29	
	27/04/2023	8.66	0.46	
	04/05/2023	6.25	0.45	

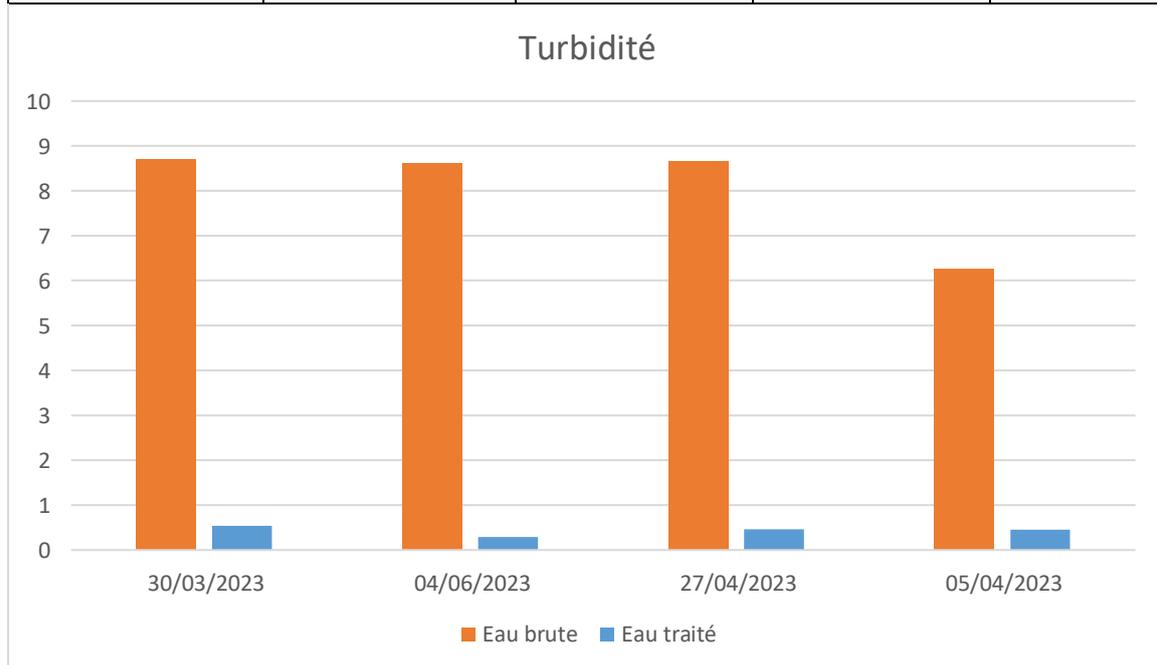


Figure N°26: Variation de la turbidité des eaux du barrage K.A avant et après traitement.

Interprétation

Les résultats indiquent que les valeurs de turbidité varient de 8.7 à 6.25 NTU avant le traitement. Et après le traitement tandis qu'à la sortie de la station sont entre 0,29 NTU et 0.54 NTU. Ce qui indique une conformité à la norme algérienne qui fixe une valeur limite de 5 NTU.

Nous constatons que la turbidité de l'eau du barrage Koudiat Acerdoune est élevée. Cela est dû à l'état actuel du barrage, qui présente un niveau d'eau bas. Cette situation a entraîné un mélange de boue dans le barrage, ce qui a provoqué une augmentation de la valeur de la turbidité de l'eau

Les valeurs de la turbidité de l'eau brute enregistrée sont dues à la présence des matières en suspensions MES finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques etc. Par contre les valeurs enregistrées pour l'eau traitée montrent que la turbidité diminue d'une manière remarquable par rapport à celle de l'eau brute et cela grâce à l'ajout de sulfate d'aluminium et l'injection du chlore durant les procédés de traitement.

1.5. Le calcium Ca^{2+}

Tableau N°10: les résultats du calcium.

paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A
Le calcium Ca^{2+} (mg/l)	30/03/2023	124.33	111.33	200
	06/04/2023	108.78	133.44	
	27/04/2023	108.78	110.33	
	04/05/2023	111.88	110..33	

Les valeurs de la turbidité sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

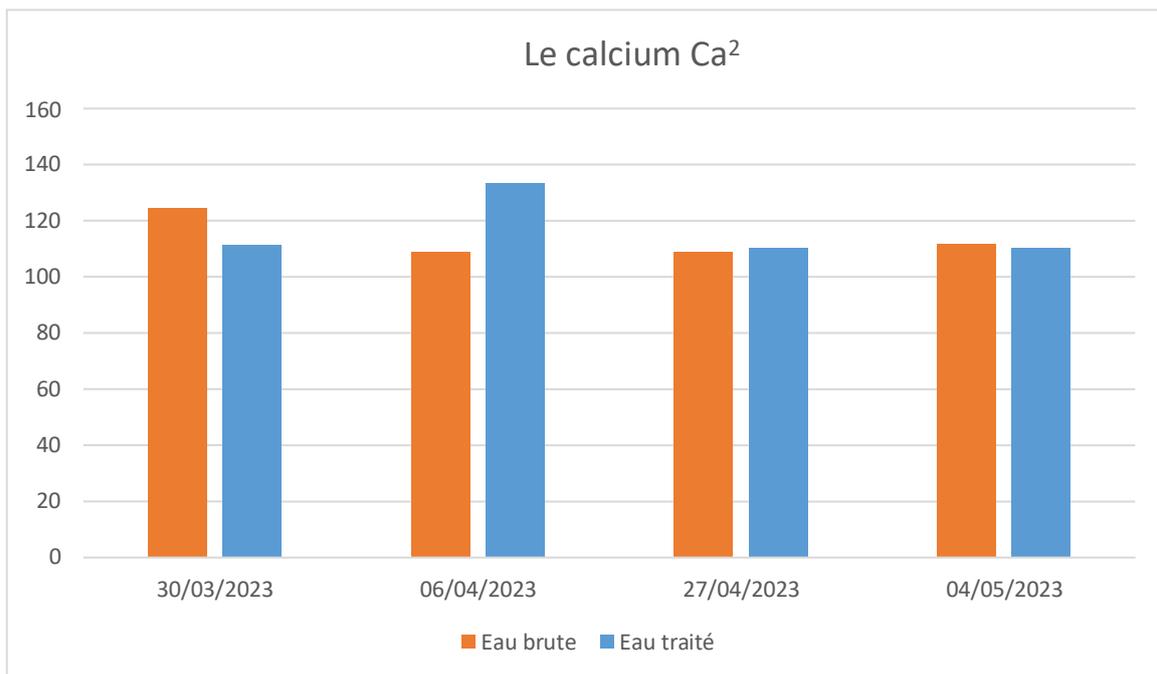


Figure N°27: Variation de calcium Ca²⁺ des eaux du barrage Koudiat Acerdoune avant et après traitement.

Interprétation

La réglementation algérienne indique 200 mg/l comme concentration maximale. Les analyses de l'eau traitée donnent 110.33 mg/l comme valeur minimale et 133.44mg/l comme valeur maximale. Ces teneurs restent sous la valeur de N.A. Selon les résultats obtenus, il n'y a pas de différence significative entre les concentrations de Ca²⁺ avant et après le traitement. Cela suggère que le traitement n'a pas d'influence sur la concentration de Ca²⁺.

1.6-Le magnésium Mg²⁺ :

Tableau N°11: les résultats du magnésium

paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
	30/03/2023	37.68	37.68	

Le magnésium Mg ²⁺ (mg/l)	06/04/2023	42.39	44.27	150
	27/04/2023	42.39	39.56	
	04/05/2023	42.39	42.39	

Les valeurs de magnésium Mg²⁺ sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

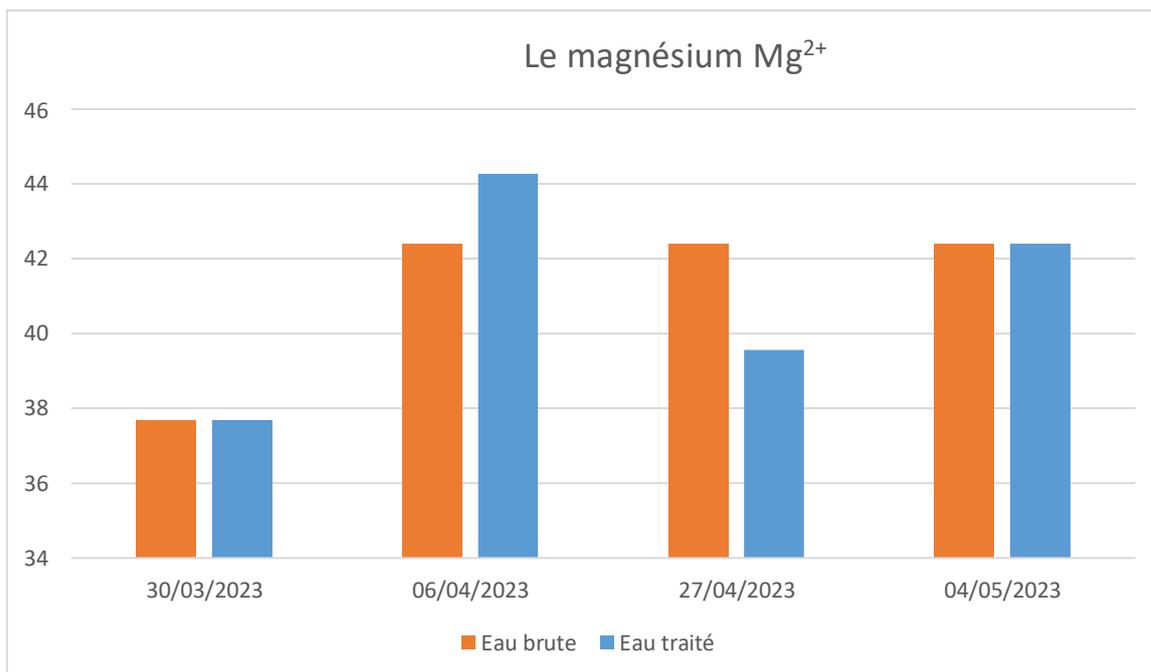


Figure N°28: Variation de magnésium des eaux du barrage K.A avant et après traitement

Interprétation

La réglementation algérienne indique 150 mg/l comme concentration maximale. Les analyses de l'eau traitée donnent 37.68 mg/l comme valeur minimale et 44.27 mg/l comme valeur maximale. Ces teneurs restent sous la valeur de N.A. Selon les résultats obtenus, il n'y a pas de différence significative entre les concentrations de Ca²⁺ avant et après le traitement. Cela suggère que le traitement n'a pas d'influence sur la concentration de Ca²⁺

1.7. La dureté TH :

Tableau N°12: les résultats de la dureté.

paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A (ET)
La dureté TH	30/03/2023	480	460	

mg/l en CaCO ₃	06/04/2023	460	480	500
	27/04/2023	460	452	
	04/05/2023	468	464	

Les valeurs de la température sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

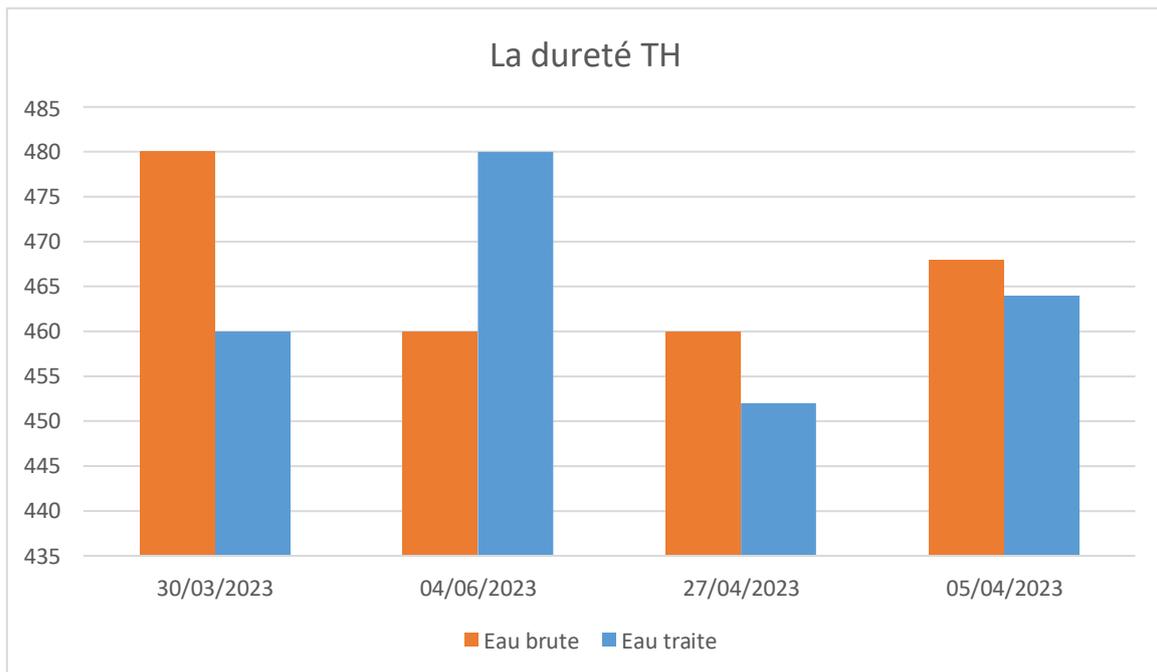


Figure N°29: Variation de la dureté des eaux du barrage Koudiat Acerdoune avant et après traitement

Interprétation

La figure montre les variations de la dureté des eaux traitées qui varient entre 452 mg/l et 480mg/l au niveau de l'unité de production K.A. Ainsi que ces valeurs sont conformes aux normes recommandées par la norme algérienne.

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en Calcium et en Magnésium. Les eaux provenant des terrains calcaires et surtout des terrains gypseux peuvent avoir des duretés très élevées. Par contre, les eaux en provenance des terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront une dureté très faible

1.8. Les chlorures Cl⁻ :

Tableau N°13: les résultats des chlorures

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Le chlorure Cl⁻</i> (mg/l)	30/03/2023	181.36	177.5	500
	06/04/2023	187.44	191.7	
	27/04/2023	187.44	190.28	
	04/05/2023	176.08	197.38	

Les valeurs des chlorures sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

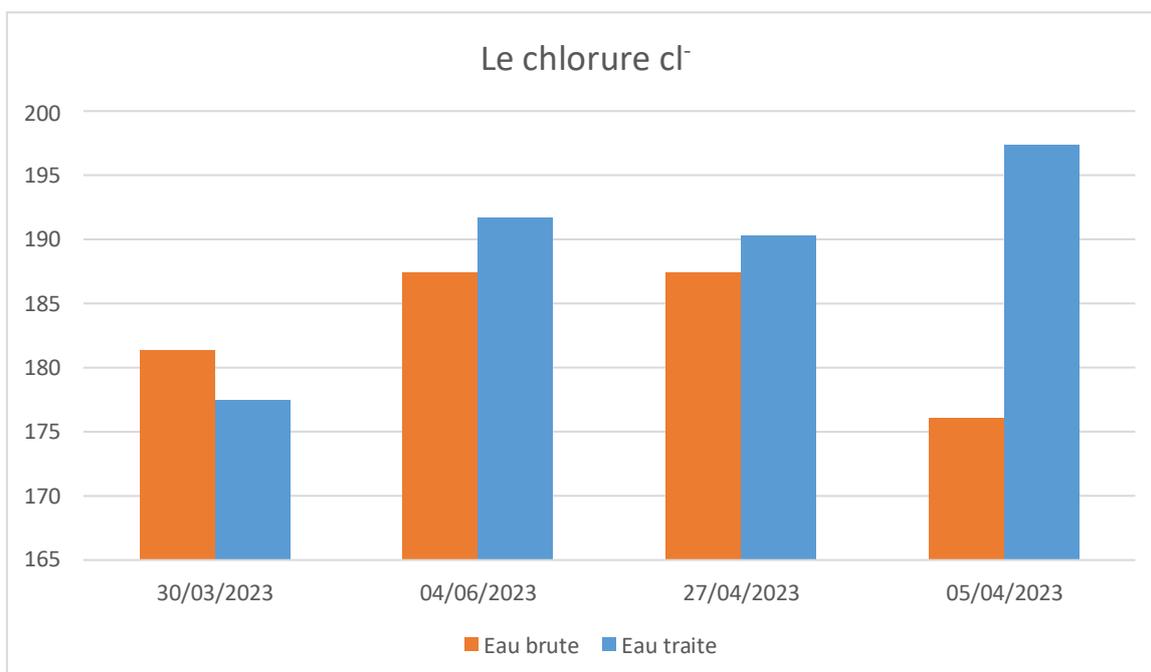


Figure N°30: Variation des chlorures des eaux du barrage KA avant et après traitement

Interprétation

La teneur en ions chlorures présente une légère élévation après le traitement, elle est due à l'injection de chlore gazeux, mais reste inférieure aux normes recommandées par le journal officie JORAD 2014 fixées à 500mg/l.

1.9. Les sulfates SO_4^{2-}

Tableau N°14: les résultats des sulfates SO_4^{2-}

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Les sulfates SO_4^{2-}</i> (mg/l)	30/03/2023	230.1	271.0	400
	06/04/2023	223.5	245.8	
	27/04/2023	223.5	147.1	
	04/05/2023	292.0	243.5	

Les valeurs des sulfates sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

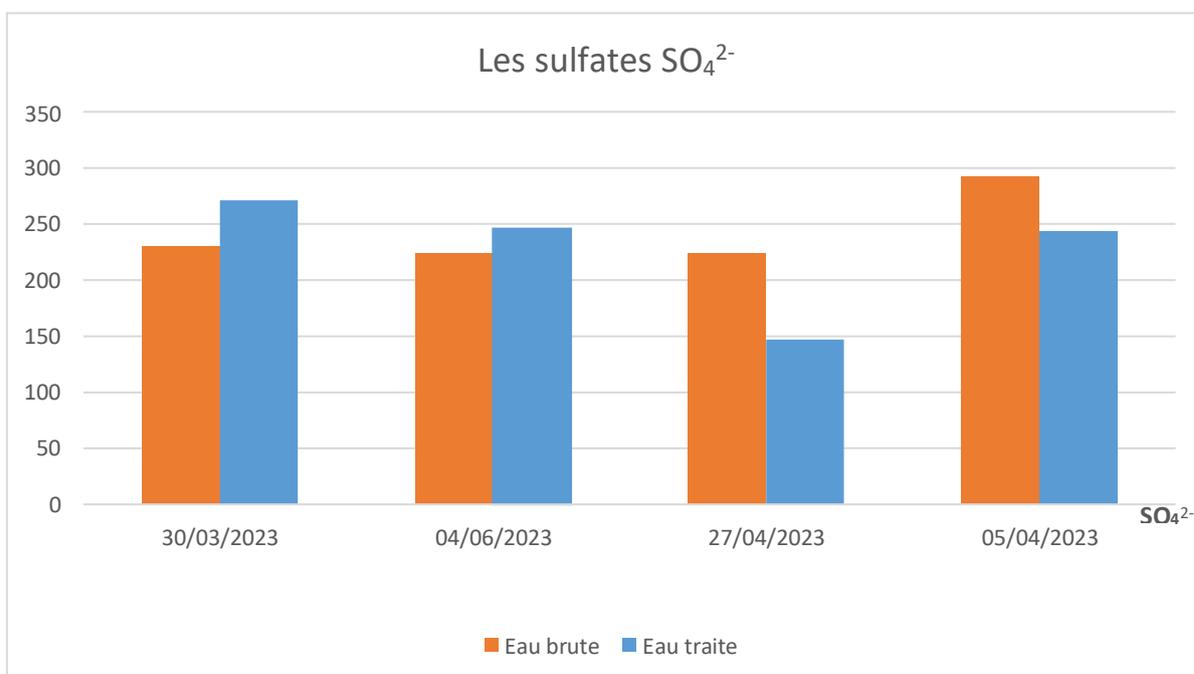


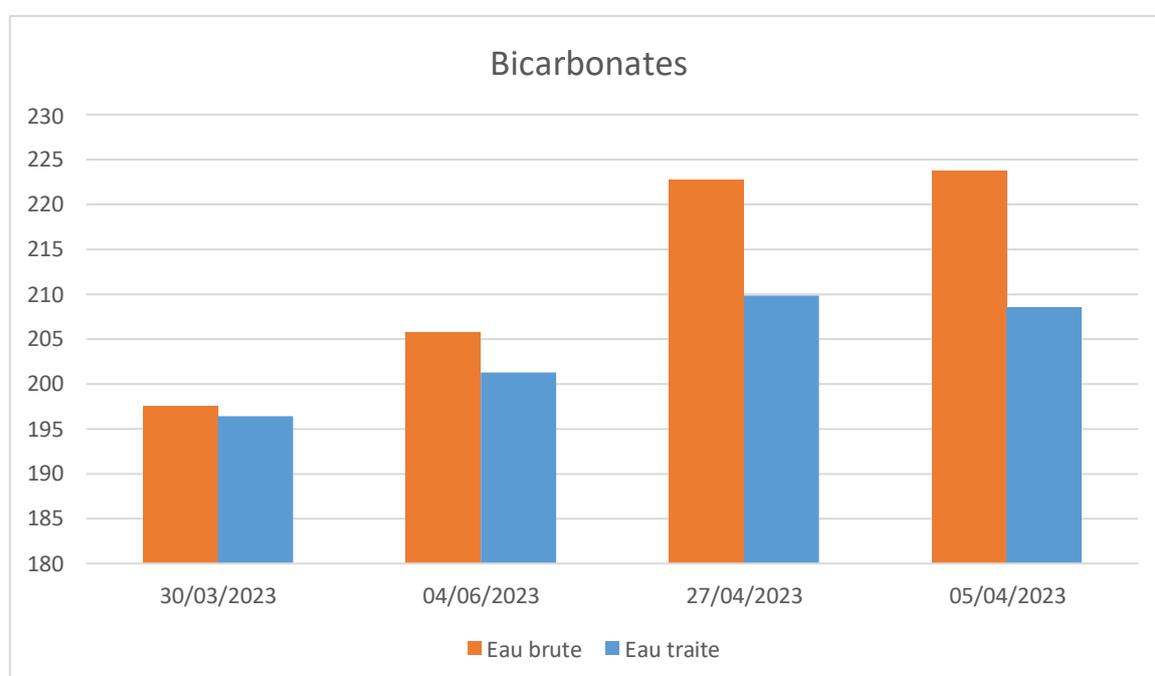
Figure N°31: Variation des sulfates des eaux du barrage K.A avant et *après traitement***Interprétation**

Les teneurs en sulfate marque une légère augmentation à cause d'injection de sulfate d'aluminium utilisé dans le traitement mais ne dépasse pas les normes recommandées par JORAD 2014 qui sont fixées à 500 mg/l.

1.10. Bicarbonates (HCO_3^-)**Tableau N°15:** les résultats du titre alcalimétrique complet (TAC)

paramètre	La date de prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Bicarbonates</i> <i>HCO_3^- (mg/l)</i>	30/03/2023	197.64	196.42	
	06/04/2023	205.8	201.3	
	27/04/2023	222.7	209.84	
	04/05/2023	223.8	208.55	

Les valeurs des Bicarbonates sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

**Figure N°32:** Variation de Bicarbonates des eaux du barrage K.A avant et *après traitement*

Interprétation

En remarque que la concentration du HCO_3^- démunie après le traitement parce que Les bicarbonates sont en relation directe avec le TH qui sont conformes à la norme algérienne. Et cette dernière ne fixe aucune valeur pour les HCO_3^- , donc quel que soit les teneurs en bicarbonates la potabilité de l'eau n'est pas affectée.

1.11. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Tableau N°15: les résultats du titre alcalimétrique complet (TAC)

paramètre	La date de prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
TAC mg/l en CaCO_3	30/03/2023	162	161	/
	06/04/2023	185	165	
	27/04/2023	185	172	
	04/05/2023	185	180	

Les valeurs des TAC sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

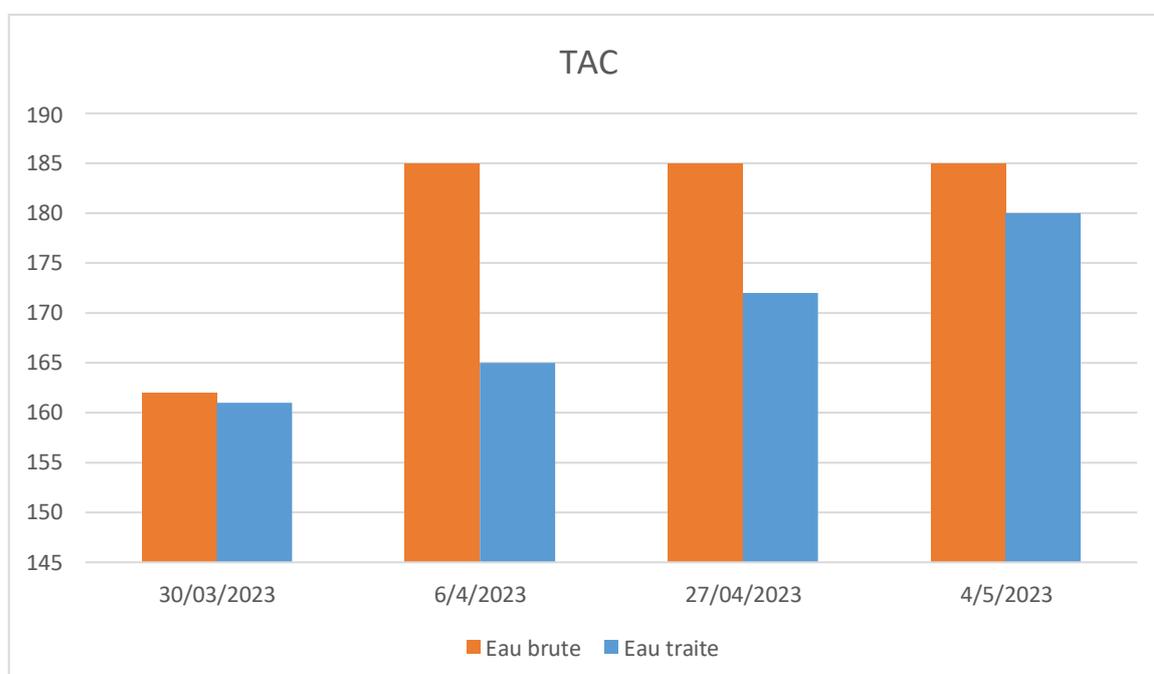


Figure N°34: Variation de TAC des eaux du barrage K.A avant et *après traitement***Interprétation**

N'existe aucune norme spécifique en Algérie pour ce paramètre. Cependant, il est important de ne pas considérer uniquement le TAC, mais de le prendre en compte dans un ensemble de paramètres comprenant le pH, le TH, la température, etc.

Le TAC diminue parce que la concentration de HCO_3^- dégrade après le traitement.

2. Résultats des paramètres de pollution**2.1. L'ammonium NH_4^+** **Tableau N°16:** résultats d L'ammonium NH_4^+

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
L'ammonium NH_4^+ (mg/l)	30/03/2023	0.17	0.03	0.5
	06/04/2023	0.12	0.02	
	27/04/2023	0.14	0.02	
	04/05/2023	0.12	0.03	

Les valeurs de L'ammonium sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

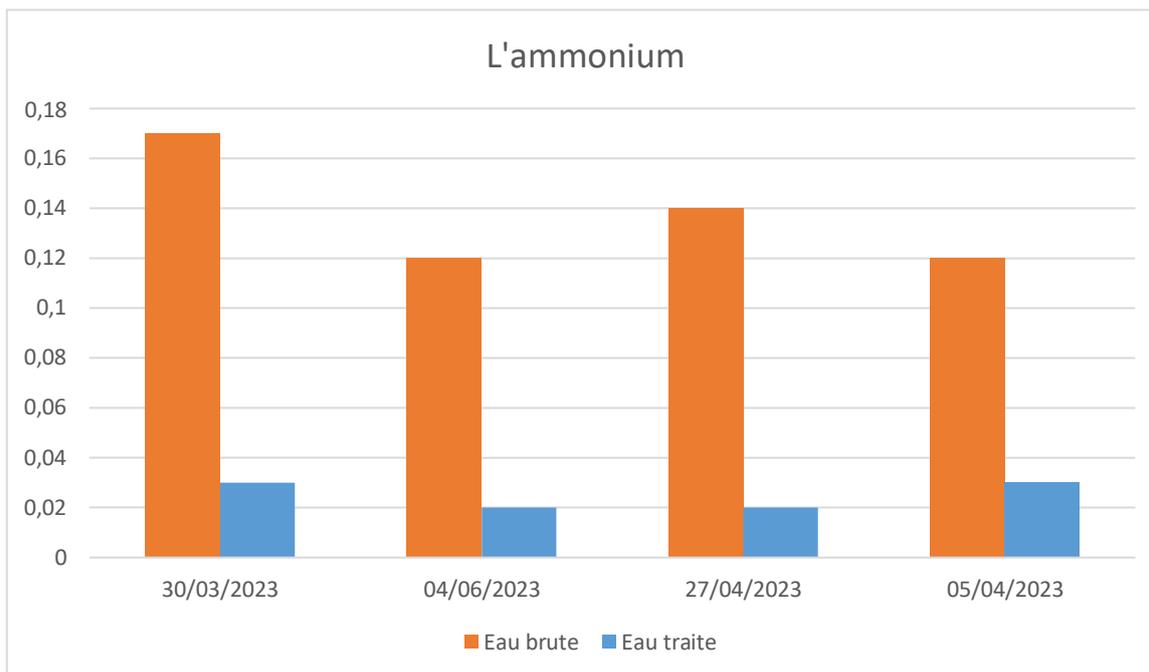


Figure N°35: Variation de L'ammonium NH_4^+ des eaux du barrage K.A avant et *après* traitement

Interprétation

La concentration d'ammonium dans les eaux du barrage Koudiate Acerdoune à l'état brut varie entre 0,12 et 0,17 mg/L. Après traitement, cette concentration varie entre 0,02 et 0,03 mg/L

Il est possible que la concentration en azote ammoniacal enregistrée soit due à deux facteurs. D'une part, il se peut que la préoxydation soit mal pratiquée, ce qui signifie que la quantité de chlore introduite est insuffisante pour détruire complètement l'azote ammoniacal. D'autre part, il est également possible que la concentration mesurée soit influencée par la présence de chloramines dans l'eau.

Il convient de souligner que les concentrations relevées sont largement inférieures à la concentration maximale acceptable selon les normes algériennes, qui est de 0,5 mg/L.

2.2. Nitrites NO_2^-

Tableau N°17: résultats des nitrates

paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Les nitrites NO_2^-</i> (mg/l)	30/03/2023	0.10	0.01	0.2
	06/04/2023	0.11	0.01	
	27/04/2023	0.13	0.01	
	04/05/2023	0.11	0.01	

Les valeurs de Les nitrites sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

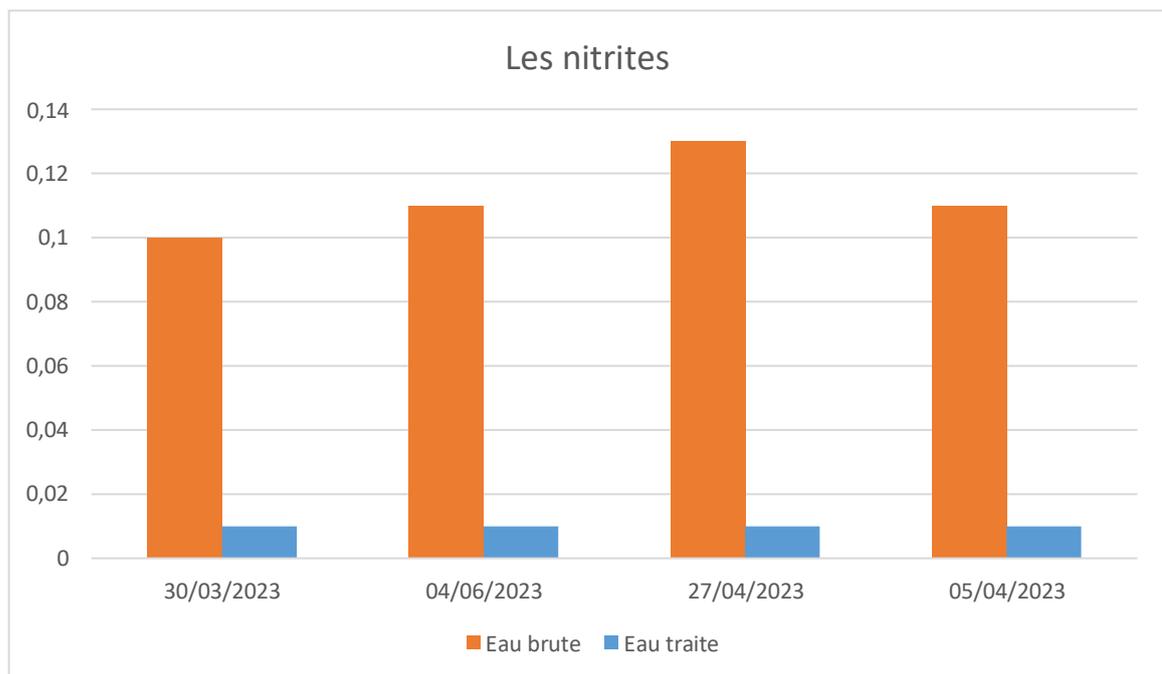


Figure N°36: Variation des nitrites NO_2^- des eaux du barrage K.A avant et après traitement

Interprétation

L'analyse des nitrites montre une valeur de 0,106 mg/l à 0.013 pour l'eau brute et 0.01 mg/l pour l'eau traitée, ces valeurs sont relativement égales à la valeur recommandée par la valeur recommandée par la norme algérienne (≤ 0.01).

2.3. Nitrates

Tableau N°18: résultats des nitrates

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Les nitrates NO₃⁻</i> (mg/l)	30/03/2023	2.01	3.14	50
	06/04/2023	2.08	2.98	
	27/04/2023	2.08	2.96	
	04/05/2023	2.03	1.67	

Les valeurs de Les nitrites sont représentées graphiquement par le diagramme suivant :

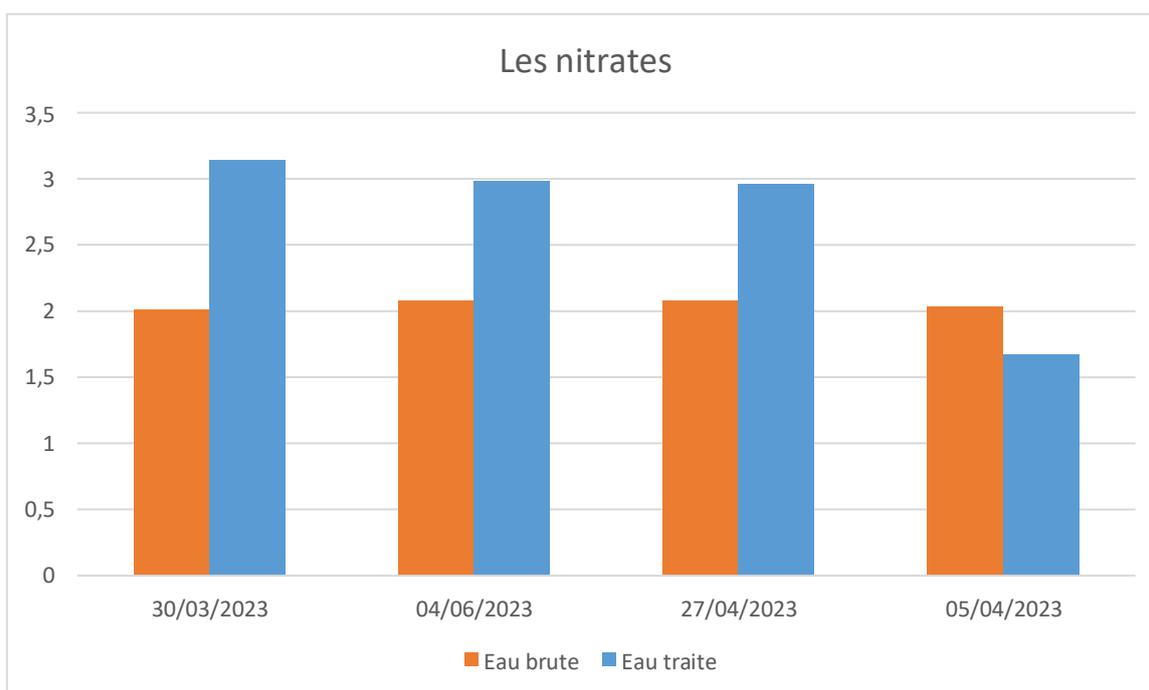


Figure N°37: Variation des nitrates des eaux du barrage K.A avant et après traitement

Interprétation

L'analyse des nitrates varie entre 1.67 et 3.14 mg/l pour l'eau traitée et 2 mg/l pour l'eau brute, elles sont aussi inférieures à la valeur limite qui est de 50 mg/l.

2.4. Les phosphates :

Tableau N°19 : résultats des phosphates

paramètre	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Le phosphate</i> PO_4^{3-} (mg/l)	30/03/2023	≤ 0.08	≤ 0.08	5
	06/04/2023	≤ 0.08	≤ 0.08	
	27/04/2023	≤ 0.08	≤ 0.08	
	04/05/2023	≤ 0.08	≤ 0.08	

Interprétation

Les phosphates sont naturellement présents dans les eaux superficielles en faible quantité, ils font partie des anions facilement fixée par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique.

3-Résultats des paramètres indésirables :

Les tableaux ci-dessous représente les résultats d'analyses de fer et d'aluminium durant la période d'étude :

Discussions des résultats des paramètres indésirables :

3.1-Le fer :

Tableau N°20 : les résultats de fer

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
<i>Le fer</i> (mg/l)	30/03/2023	≤ 0.07	≤ 0.07	0.3
	06/04/2023	≤ 0.07	≤ 0.07	
	27/04/2023	≤ 0.07	≤ 0.07	

	04/05/2023	≤0.07	≤0.07	
--	------------	-------	-------	--

Interprétation

La quantité de fer présente dans les eaux superficielles est généralement très faible, rarement dépassant 1 mg/l. Dans notre situation, la teneur en fer de l'eau brute est inférieure à 0,07 mg/l. Après avoir traversé la cascade d'aération, le fer est oxydé pour former des hydroxydes de fer insolubles (Fe(OH)₃), ce qui entraîne une diminution significative de la concentration totale de fer dans l'eau traitée. Par conséquent, la concentration résiduelle de fer peut être considérée comme négligeable.

Des taux très élevés de fer, pourraient augmenter les risques de maladies cardiovasculaires et de cancers.

3.2-Aluminium

Tableau N°21 : les résultats du l'aluminium

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traité	N.A(ET)
Aluminium	30/03/2023	/	0.03	0.2
	06/04/2023	/	0.01	
	27/04/2023	/	0.01	
	04/05/2023	/	0.01	

Interprétation

La présence d'aluminium dans l'eau traitée est due à l'injection de quantités massives de sulfate d'aluminium utilisé comme coagulant dans le processus de traitement. Dans l'eau traitée les valeurs d'aluminium varient entre 0,01 mg/l, qui sont un peu élevés mais ne dépasse pas la norme fixée de 0.2mg / l le journal officiel (2014).

4-Paramètres bactériologiques

Les analyses bactériologiques effectuées au niveau de laboratoire de la station K.A, consiste à la recherche des coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito- réducteurs. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau.

On constate l'absence des coliformes fécaux (E. Coli) et des streptocoques fécaux dans les eaux (brute et traitée) de la station K.A. Contrairement à l'eau brute du barrage où on remarque la présence d'une faible quantité des coliformes totaux avec une moyenne de 4UFC/100ml et les Clostridium sulfito-réducteurs avec une moyenne de 09 UFC/20ml mais. Après traitement on remarque l'absence totale de tous les germes indicateurs de la contamination fécale pour l'ensemble des eaux traitées étudiées.

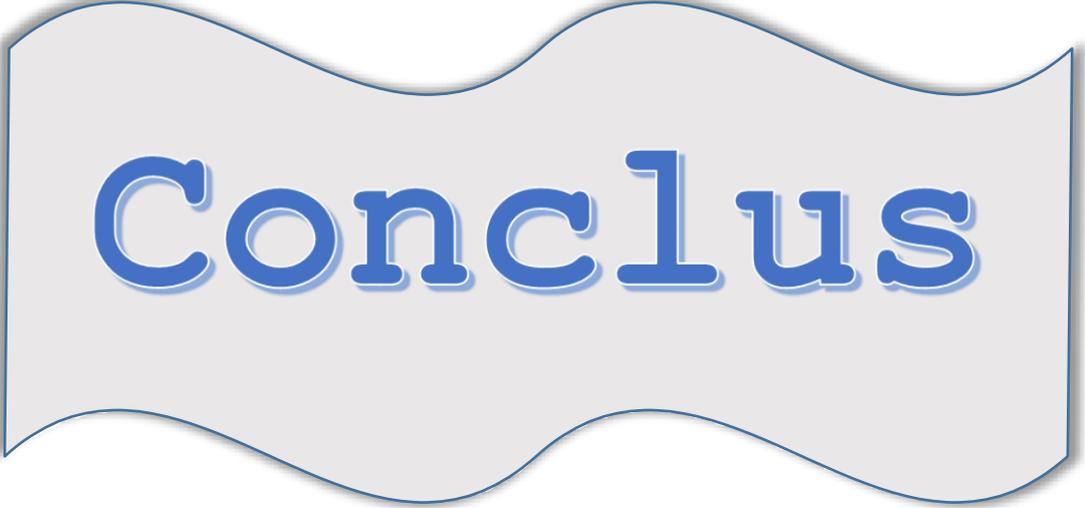
Tableau N°22: Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau brute et de l'eau traitée.

Germe recherché	Eau brute	JORAD 2014	Eau traitée	N.A
Coliformes totaux (UFC/100 ml)	04	/	Abs	/
Coliformes fécaux (E.Coli) (UFC/100 ml)	Abs	<20000 UFC /100 ml	Abs	/
Streptocoques fécaux (UFC/100 ml)	00	<10000 UFC /100 ml	Abs	/
A.S.R (UFC/ 20 ml)	09		Abs	/

Interprétation

L'étude bactériologique des eaux du barrage de K.A nous a permis d'évaluer leur qualité microbiologique. Selon les résultats obtenus, nous avons observé la présence de coliformes totaux dans l'échantillon d'eau brute, avec une concentration de 4 UFC/ml. En revanche, aucun germe pathogène (coliformes totaux, coliformes fécaux tels que E. coli et streptocoques fécaux) n'a été détecté dans l'échantillon d'eau traitée. Cette absence confirme l'absence de pollution fécale, ce qui atteste de l'efficacité des étapes de traitement effectuées. La réglementation de

notre pays stipule clairement l'absence d'*Escherichia coli* dans 100 ml d'eau, ainsi qu'un seuil maximal de 10 UFC/100 ml pour les coliformes totaux. Selon DESJARDINS (1997), la présence d'un quelconque organisme coliforme dans l'eau traitée révèle soit une inefficacité du traitement, soit une contamination post-traitement.



Conclus

Conclusion

Après avoir effectué des analyses physico-chimiques et bactériologiques avant et après le traitement du barrage de Koudiat Acerdoune, il a été constaté que l'eau traitée répond aux normes algériennes en matière de qualité de l'eau. Cette conformité indique l'efficacité du traitement appliqué.

Les analyses physico-chimiques ont évalué les caractéristiques chimiques et physiques de l'eau, telles que la turbidité, le pH, la dureté, la concentration en oxygène dissous, les ions spécifiques (comme le fer, le calcium, le magnésium, etc.), ainsi que la présence de contaminants chimiques potentiellement nocifs. Les résultats ont montré que les valeurs obtenues après le traitement étaient conformes aux normes établies, ce qui indique que le traitement a réussi à éliminer ou réduire efficacement les polluants chimiques présents dans l'eau.

Les analyses bactériologiques ont quant à elles porté sur la présence de micro-organismes pathogènes tels que les bactéries, les virus et les parasites dans l'eau. Les résultats ont démontré que le traitement a été efficace pour éliminer ces micro-organismes, réduisant ainsi les risques potentiels pour la santé humaine. L'eau traitée respectait donc les normes bactériologiques en vigueur, confirmant ainsi l'efficacité du processus de traitement.

Ces constatations indiquent que les mesures de traitement appliquées au barrage de Koudiat Acerdoune ont été efficaces pour purifier l'eau et la rendre conforme aux normes de qualité de l'eau en Algérie. Cela garantit que l'eau provenant de ce barrage est sûre à consommer et qu'elle ne présente pas de risques majeurs pour la santé publique. Il est important de souligner l'importance continue de surveiller et de maintenir le traitement pour assurer la qualité de l'eau à long terme.

Les références

Cerist.dz : Etude des étapes d'oxydation/désinfection de la station de traitement des eaux d'Ain Tinn (Mila, Est Algérien)

ISO 7027-3., (1999). Qualité de l'eau. Détermination de la turbidité (3eme édition) International Standards Organisation.

ISO 5667., (2004). Qualité de l'eau. Echantillonnage. Dosage des nitrites. International Standards Organisation.

ISO 6878/1., (1998). Qualité de l'eau. Dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium. International Standards Organisation.

ISO 7150 : Qualité de l'eau. Dosage de l'ammonium. International Standards Organisation.

ISO 6332 : Qualité de l'eau. Dosage du Fer, méthode spectrométrique à la phénanthraline International Standards Organisation.

ISO 5667-3., (2003). Technique généralement appropriées pour la conservation des échantillons, méthode spectrométrique manuelle. International Standards Organisation

ISO 6059 : La somme du calcium et magnésium (dureté totale), International Standards Organisation.

ISO 6058., (1984). Qualité de l'eau. Dosage du calcium, méthode titrimétrique à l'EDTA., International Standards Organisation.

ISO 8467 NA 2064. Qualité de l'eau. Détermination de l'oxydabilité au KMnO_4 (indice de permanganate), méthode à chaude en milieu acide. International Standards Organisation.

ISO 6222 : Dénombrement des germes revivifiâbles. International Standards Organisation.

ISO 9308-1 : Recherche et détermination des coliformes totaux et fécaux (E. coli). International Standards Organisation

ISO 7899-2 : Dénombrement des streptocoques fécaux. International Standards Organisation.

JORAD., (2014). Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique décret exécutif N°13-96 du Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014, relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, 17p.

RODIER.J., (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers.8ème édition : Dunod, Paris. France, 1381p.

UNV UMMBB:<http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:808/>

UNV TELMCEN 2012: www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/125/14/3/56916

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE 2014

**Paramètres de qualité de l'eau de
consommation humaine**

**Tableau :
Paramètres avec leurs valeurs limites**

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	-Eau conventionnelles :1 -Eau dessalées ou deminéralisées :1,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanures	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
Zinc	mg/l	5	

Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux Fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo(11,12) fluoranthène, benzo(3,4) pyrène, benzo(1,12) pérylène indéno(1,2,3-cd) pyrène,	µg/l	0,2
benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,1
Benzène	µg/l	10

Toluène	µg/l	700
---------	------	-----

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques (suite)	Xylènes	µg/l	500
	Styrène	µg/l	100
	Agents de surface régissant au bleu de méthylène	mg/l	0,2
	Epychlorehydrine	µg/l	0,4
	Microcystine LR	µg/l	1
	Pesticides par substance individualisée		
	-Insecticides organochlorés persistants	µg/l	0,1
	-Insecticides organophosphorés et carbamates	µg/l	0,1
	-Herbicides	µg/l	0,1
	-Fongicides	µg/l	0,1
	-P.C.B	µg/l	0,1
	-P.C.T	µg/l	0,1
	-Aldrine	µg/l	0,03
	-Dieldrine	µg/l	0,03
	-Heptachlore	µg/l	0,03
	-Heptachlorépoxyde	µg/l	0,03
	Pesticides (Totaux)	µg/l	0,5
	Bromates	µg/l	10
	Chlorites	µg/l	0,07
	Trihalométhanes par substances individualisée :		
	-Chloroforme	µg/l	200
	-Bromoformes	µg/l	100
	-Dibromochlorométhane	µg/l	100
-Bromodichlorométhane	µg/l	60	
Chlorure de vinyle	µg/l	0,3	
1,2-Dichloroéthane	µg/l	30	
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	1000	
1,4- Dichlorobenzène	µg/l	300	
Trichloroéthylène	µg/l	20	
Tetrachloroéthylène	µg/l	40	
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15
	Particules bêta	Millirems/a n	4
	Tritium	Bequerel/l	100

	Uranium	µg/l	30
	Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	0,15
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices (les spores)	n/20ml	0

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO ₃	65 Pour les eaux dessalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlorure	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO ₃	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	µg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	

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

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 inférieur	Limite Supérieur
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