

الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieure et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب بليدة 1

Université : SAAD DAHLAB - Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Filière : Hydrobiologie marine et Continentale

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 en :

Ecosystèmes aquatiques

Filière Sciences Biologiques

THÈME :

**Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux souterraines et terrestres
prélevées au niveau de l'oued Chiffa. W. de Blida**

Soutenu par :

NOUI SARAH

ET

KELLOUCHE SERINE

Devant le Jury :

DR BOURIECH M.

MCB

U.S.D. Blida1

PRESIDENTE DR

MOHAMED MAHMOUD F.

MCA

U.D.B. Blida1

EXAMINATRICE

DR GRANDI M

MCA

U.D.B. Blida1

PROMOTEUR

Soutenu le 13/07/2025

Année universitaire : 2024/2025

REMERCIEMENTS

Nous remercions chaleureusement Docteur Bouriech M, président du jury, et Docteur Mohamed Mahmoud F, examinatrice, pour leur patience et leur amabilité ainsi que le temps consacré à l'évaluation de notre mémoire

Nous tenons aussi à remercier tout d'abord notre encadrant, Dr Grandi M, pour sa disponibilité, sa rigueur scientifique, sa confiance et ses conseils qui ont été précieux tout au long de ce travail.

Nous exprimons également notre reconnaissance à l'ensemble des enseignants de l'Université Saad Dahleb Blida 1 pour la transmission de leur savoir et leur accompagnement tout au long de notre cursus.

Nos remerciements vont également à l'équipe ADE (Algérie des eaux de la wilaya de Blida) pour son accueil, sa collaboration et le partage de son expertise.

Un grand merci à nos collègues et camarades, avec qui nous avons partagé ce voyage universitaire, avec ses hauts et ses bas.

Et surtout, un immense merci à nos parents, pour leur soutien inconditionnel, et leur présence toujours là pour nous guider et nous rassurer.

Enfin, merci à toutes celles et ceux qui nous ont soutenus, de près ou de loin, pendant ces années d'études

DÉDICACES

Avant tout, je rends grâce à Dieu, source de toute réussite. Sans Sa volonté, rien n'aurait été possible.

Je dédie ce mémoire à mes parents, qui ont toujours été un repère solide tout au long de mon parcours. Leur patience, leur présence silencieuse mais constante, leur confiance et leur soutien dans les moments les plus décisifs ont été essentiels. Ils m'ont transmis des valeurs qui m'accompagnent encore aujourd'hui la persévérance, le respect et l'honnêteté. Cette réussite est aussi la leur, et je suis infiniment reconnaissante de vous avoir à mes côtés.

Je remercie mon frère Sidahmed et mes sœurs Feriel et Inès pour leur présence discrète mais précieuse.

Je tiens à remercier aussi Moha mon allié celui sur qui j'ai toujours pu compter et qui a toujours été là pour moi, merci pour ta patience, ta gentillesse, et ton soutien constant qui m'a accompagnée tout au long de ce travail, toujours disponibles, a compté plus que des mots.

Je dédie une pensée particulière à ma grand-mère Zineb, pour son affection, sa discrétion et ses prières qui, j'en suis certaine, m'ont accompagnée bien au-delà.

Enfin, je termine par mon binôme et amie, Serine. Ce mémoire représente l'aboutissement D'un travail mené à deux, mais surtout l'accomplissement de toutes nos années d'études Partagées, depuis le début jusqu'à cette étape finale. À travers les projets, les révisions, Les doutes comme les réussites. Merci pour ton sérieux, ton calme, et pour la confiance réciproque qu'on a su construire tout au long de cette aventure.

Sarah

DÉDICACES

Avant tout, je rends grâce à Dieu, source de toute réussite. Sans Sa volonté, rien n'aurait été possible

À vous, mes chers parents, merci pour votre amour inépuisable, vos sacrifices silencieux, vos prières constantes et votre foi en moi, même dans les moments de doute. Vous êtes ma force et mon refuge. Ce travail est le fruit de votre patience et de votre bienveillance

À vous, mes frères Youcef et mohamed Amine, bien que je sois l'aînée, vous m'avez toujours traitée comme votre petite sœur, me couvrant d'attention, de protection et d'affection. Grâce à vous, je me suis sentie choyée, aimée, et jamais seule.

À l'âme de mes tantes disparues et surtout à toi, ma chère tante Leila ma seconde mère, qui veillait sur moi avec tant de soin et de tendresse. Tu n'étais pas qu'une tante, tu étais une gardienne de mon bonheur. Ton absence est une douleur, mais ton souvenir est une lumière À toi, ma grand-mère Zoubida adorée, ton regard doux, tes prières murmurées et ton amour discret mais immense m'ont portée bien plus que tu ne le crois. Ta tendresse a laissé une empreinte éternelle dans mon cœur.

À toi, Aïcha, mon amie d'enfance, ma moitié de cœur, ma complice de toujours. Dix-huit années à tes côtés, à rire, pleurer, espérer... et ce n'est qu'un début. L'avenir est encore vaste, et je suis certaine qu'il nous réserve de merveilleux souvenirs à construire ensemble À mes cousines Safia, Maram et Zohour, que j'aime comme mes propres sœurs. Vous occupez une place précieuse dans mon cœur. Même sans sœur, je ne me suis jamais sentie seule grâce à vous. Cette dédicace est un hommage à votre amour et à votre présence dans ma vie.

À vous, mes chères tantes, merci pour chaque appel, chaque mot d'encouragement, chaque geste d'amour. Vous avez toujours été présentes, soucieuses de mon bien-être, et je vous en suis profondément reconnaissante.

À toi, ma binôme Noui Sarah , merci pour ta patience, ton implication et ton soutien durant ce travail. Travailler avec toi fut un réel plaisir.

À vous tous, amis, camarades, enseignants, visages familiers ou rencontres furtives, qui m'avez aidée, même par un mot ou un geste, sachez que votre impact a compté. Et enfin, à tous ceux que je n'ai pu nommer, mais qui ont laissé leur empreinte sur mon parcours, je vous dis simplement : merci du fond du cœur.

Sirine

Résumé

Ce travail porte sur l'évaluation de la qualité de l'eau potable distribuée dans la wilaya de Blida, à travers l'analyse d'échantillons d'eaux superficielles et souterraines prélevés à la station d'Oued Chiffa. L'étude commence par une présentation des différentes sources d'eau, de leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, ainsi que des principales formes de pollution d'origine humaine.

La partie expérimentale décrit les méthodes de prélèvement, les instruments de mesure et les protocoles analytiques utilisés au laboratoire de l'ADE de Blida. Les analyses portent sur plusieurs paramètres comme le pH, la température, la conductivité, la turbidité, les ions majeurs (nitrates, chlorures, sulfates...), ainsi que la présence de micro-organismes indicateurs de pollution fécale.

Les résultats montrent que la majorité des échantillons respectent les normes de qualité. Les eaux souterraines présentent une composition plus stable et une minéralisation plus élevée. Quelques contaminations ponctuelles ont été détectées, soulignant l'importance d'un contrôle sanitaire régulier pour garantir une eau potable sûre.

Mots clés : Station de la chiffa, eaux souterraines, eaux de surface, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques.

ملخص

يتناول هذا البحث تقييم جودة المياه السطحية والجوفية المجمعة من محطة وادي شفة (ولاية البليدة). تبدأ الدراسة بعرض لمصادر المياه المختلفة وخصائصها الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية، إضافة إلى أبرز أشكال التلوث الناتجة عن النشاط البشري.

يصف الجزء التجريبي طرق أخذ العينات والبروتوكولات التحليلية والأجهزة المستعملة، حيث شملت التحاليل الفيزيائية، بالإضافة إلى تركيز بعض الأيونات (pH) والكيميائية قياس درجة الحرارة، التوصيلية الكهربائية، العكارة، الأس الهيدروجيني الرئيسية مثل النترات، الكلور، الكبريتات وغيرها، مع مقارنتها بالمعايير الجزائرية لجودة مياه الشرب. كما تم إجراء تحاليل

بكتريولوجية للكشف عن الكائنات الحية الدقيقة الدالة على التلوث البرازي.

أظهرت النتائج أن غالبية العينات مطابقة للمعايير المعتمدة لجودة المياه، مع تسجيل بعض حالات التلوث البكتيري المحدودة .
كما تبين أن المياه الجوفية أكثر استقراراً وتتميز بتركيب معدني أعلى مقارنة بالمياه السطحية. تؤكد هذه النتائج أهمية المراقبة
الصحية الدورية لضمان تزويد السكان بمياه شرب آمنة

الكلمات المفتاحية: محطة الشفة، المياه الجوفية، المياه السطحية، التحاليل الفيزيائية-الكيميائية، التحاليل
البكتريولوجية

Summary

This thesis focuses on the evaluation of the quality of drinking water distributed in the wilaya of Blida, through the analysis of surface and groundwater samples collected from the Oued Chiffa station. The study begins with a presentation of the various sources of water, their physical, chemical, and biological characteristics, as well as the main forms of pollution caused by human activities.

The experimental section describes the sampling methods, measuring instruments, and analytical protocols used in the ADE (Algérienne des Eaux) laboratory in Blida. The analyses cover several parameters such as pH, temperature, electrical conductivity, turbidity, major ions (nitrates, chlorides, sulfates...), along with the detection of microorganisms indicating fecal contamination.

The results show that the majority of the samples meet the quality standards. Groundwater shows more stable composition and higher mineralization. Some occasional contamination was detected, highlighting the importance of regular sanitary monitoring to ensure safe drinking water.

Keywords: Chiffa Station, groundwater, surface water, physico-chemical analyses, bacteriological analyses.

Liste des figures

Figure II.1 :	Algérie des eaux ADE	16
Figure II.2 :	La localisation de l'ADE par Google Maps	17
Figure III.01 :	Variation du pH pour l'eau superficielle et souterraine	35
Figure III.02 :	Variation de la température pour l'eau superficielle et souterraine	36
Figure III.03 :	Variation de la conductivité pour l'eau superficielle et souterraine	37
Figure III.04 :	Variation de la turbidité pour l'eau superficielle et souterraine	38
Figure III.05 :	Variation du résidu sec de l'eau superficielle et souterraine	39
Figure III.06 :	Variation du titre alcalimétrique (bicarbonates) en mg/l	40
Figure III.07 :	Variation du titre alcalimétrique en CaCO_3 en mg/l	41
Figure III.08 :	Variation de la dureté totale pour l'eau superficielle et souterraine	42

Figure III.09 :	Variation du calcium (mg/l) pour l'eau superficielle et souterraine 43
Figure III.10 :	Variation du magnésium (mg/l) pour l'eau superficielle et souterraine 44
Figure III.11 :	Variation des sulfates (mg/l) pour l'eau superficielle et souterraine 45
Figure IV.11 :	Variation des nitrates (mg/l) pour l'eau superficielle et souterraine 46
Figure IV.10 :	Variation du chlorure (mg/l) pour l'eau superficielle et souterraine 49

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Types et impacts des polluants de l'eau 7

Tableau I.2 : Critères microbiologiques de l'eau potable 13

Tableau IV.01 :	Résultats des analyses du phosphore en mg/l 46
Tableau III.02 :	Résultats des analyses des nitrites en mg/l 47
Tableau IV.03 :	Résultats des analyses d'ammonium en mg/l 48
Tableau IV.04 :	Résultats des analyses du fer en mg/l 48
Tableau III.05 :	Résultats des coliformes totaux 50
Tableau III.06 :	Résultats des coliformes fécaux 51
Tableau III.07 :	Résultats des streptocoques fécaux 53
Tableau III.08 :	Résultats du taux Microbien Bactérien (TMB) 54

Liste des abréviations

ES	Extrait sec
MES	Matière en Suspension
NTU	Unité de Turbidité Néphélométrique

TAC	Titre alcalimétrique complet
TH	Titre hydrotimétrique
Cl	Chlorure
Fe	Fer
CO2	Dioxyde de carbone
H2S	Sulfure d'hydrogène
NH4	Ammonium
pH	Potentiel d'Hydrogène
CT	Coliformes totaux
CF	Coliformes fécaux
SF	Streptocoques fécaux
Ind	Indénombrable
°C	Degré Celsius
E.Coli	<i>Escherichia Coli</i>
µs/cm	micro-siémens par centimètre
OMS	Organisation mondiale de la santé

Tables des matières

Introduction	1
Chapitre 1 : Généralités sur l'eau	4
Chapitre II: Matériel et méthode	15
• Algérienne des Eaux (ADE)	16
• Présentation	17
• Localisation géographique	17
• Méthode d'échantillonnage	18
• Analyses physico-chimiques	19
• Paramètres physiques	20
• Paramètres chimiques	21

•	Analyse bactériologique	30
Chapitre III : Résultats et discussions		34
•	Résultats des paramètres physico-chimiques	35
•	Potentiel d'hydrogène (pH)	35
•	Température	36
•	Conductivité électrique	37
•	Turbidité	38
•	Résidus secs	39
•	Alcalinité	40
•	Dureté totale (TH)	42
•	Calcium et magnésium	43
•	Sulfates	45
•	Nitrates	46
•	Nitrites	47
•	Ammonium	48
•	Fer	48
•	Chlorures.....	49
•	Résultats des paramètres bactériologiques	50
•	Coliformes totaux	50
•	Coliformes fécaux	51
•	Streptocoques fécaux	53
•	Taux Microbien Bactérien (TMB)	54
Conclusion		55
Référence bibliographiques		59
Annexe		62

Introduction

L'eau est une ressource naturelle essentielle à la vie, au développement socio-économique et à l'équilibre des écosystèmes. Sa qualité constitue un enjeu majeur pour la santé publique, notamment lorsqu'elle est destinée à la consommation humaine. La qualité des eaux deviennent une priorité absolue en Algérie, comme dans de nombreux pays semi-arides, la gestion durable de cette précieuse ressource pose des défis importants, notamment en termes de disponibilité, de potabilité et de protection contre les pollutions diverses.

Ce travail s'inscrit dans cette problématique en étudiant la qualité des eaux superficielles et souterraines de la station d'Oued Chiffa, située dans la région de Blida. Cette zone, caractérisée par une activité agricole intense et une pression démographique croissante, est particulièrement vulnérable aux risques de contamination, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la conformité de ces eaux aux normes nationales et internationales en vigueur, à travers une analyse de leurs caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.

En effet, Les eaux de surface et les eaux souterraines présentent des propriétés distinctes influencées par divers facteurs, tels que la géologie locale, les conditions climatiques et les activités humaines. Les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité électrique, turbidité, dureté, concentrations en nitrates, sulfates, etc.) permettent de déterminer leur composition minérale et leur degré de pollution. Parallèlement, les analyses bactériologiques (coliformes totaux et fécaux, streptocoques, etc.) renseignent sur leur qualité microbiologique et les risques sanitaires potentiels. La combinaison de ces deux approches offre une vision globale de la qualité de l'eau, indispensable pour orienter les stratégies de traitement et de gestion.

Plusieurs études antérieures ont mis en évidence les défis liés à la qualité des eaux en Algérie, notamment la présence de polluants d'origine agricole (nitrates, pesticides), industrielle (métaux lourds) ou domestique (contamination fécale). Les travaux de l'OMS (2017) et les normes du Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2011) servent de références pour évaluer les risques sanitaires et établir des seuils de potabilité. Dans le cas de la station

INTRODUCTION GENERALE

d'Oued Chiffa, une évaluation systématique des paramètres clés permettra d'identifier les éventuelles dégradations et de proposer des mesures correctives adaptées.

Cette étude repose sur une méthodologie rigoureuse incluant des prélèvements périodiques, des analyses en laboratoire et une interprétation des résultats basée sur les normes en vigueur. Les données recueillies couvrent une période significative, offrant ainsi une vision dynamique de l'évolution de la qualité des eaux. Les résultats obtenus seront comparés aux valeurs guides de l'OMS et aux réglementations algériennes pour déterminer si les eaux de la station sont conformes aux exigences de potabilité.

Enfin, ce travail vise non seulement à diagnostiquer l'état actuel des ressources en eau de la région, mais aussi à proposer des recommandations pour améliorer leur gestion. Les conclusions pourront servir de base aux décideurs locaux pour renforcer les politiques de protection des ressources hydriques, optimiser les traitements de potabilisation et sensibiliser les acteurs locaux aux bonnes pratiques environnementales.

Cette étude se structure en plusieurs parties :

- Une revue des paramètres clés de la qualité de l'eau et leurs implications sanitaires.
- Une présentation de la zone d'étude (contexte géographique, hydrogéologique et socio-économique).
- La méthodologie employée pour les prélèvements et les analyses.
- Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Une discussion comparant les données aux normes et aux études similaires. Enfin, des recommandations pour une gestion durable des ressources en eau.

Chapitre I : Généralités sur l'eau

Les sources de l'eau sur terre

Les sources d'eau naturelles se subdivisent en trois groupes :

• Eaux douces de surface

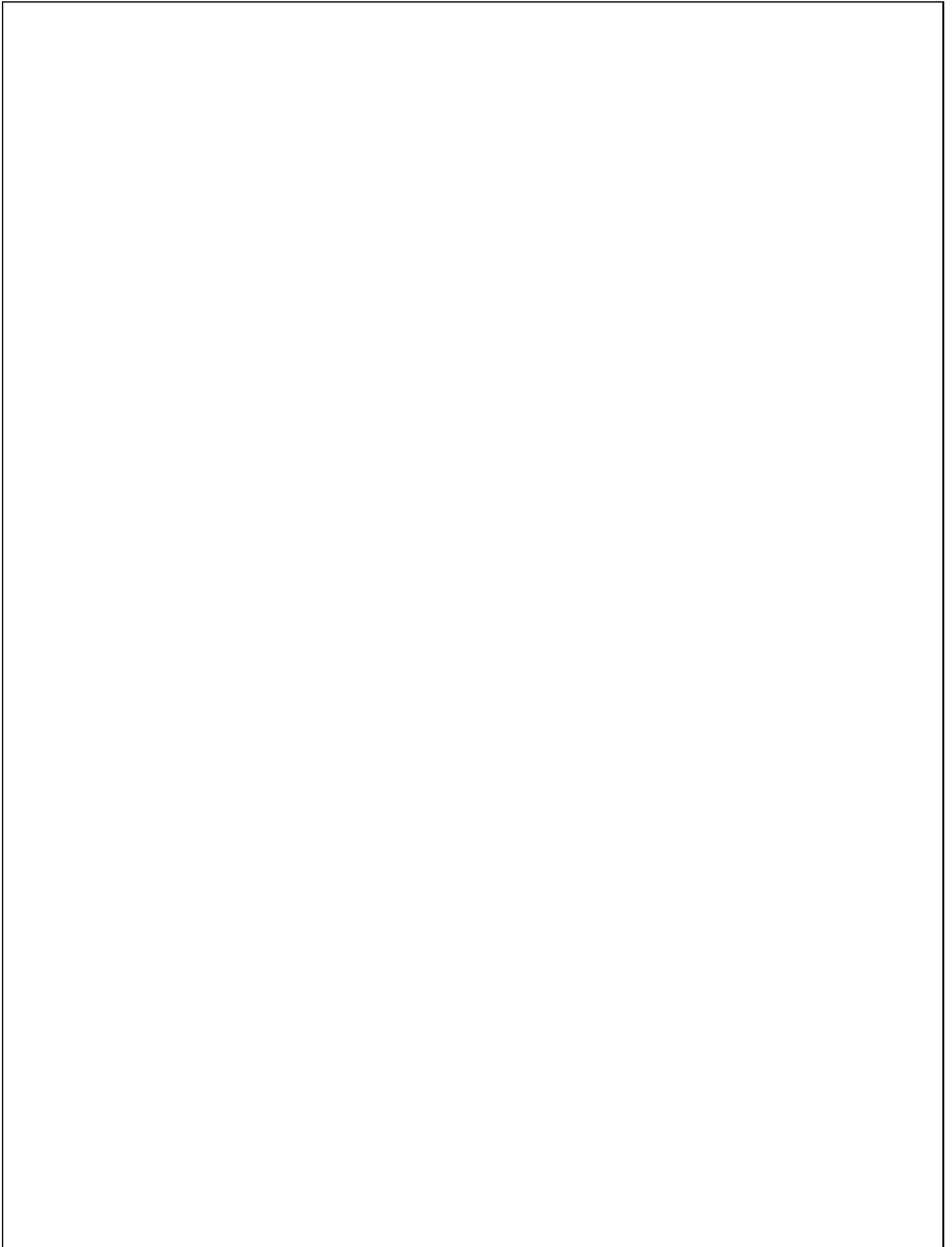
Leur volume total est très faible, il représente 0,18 millions de km³, soit 0,013 % de l'hydrosphère. Elles sont présentes dans les cours d'eau (ruisseaux, rivières, fleuves) et les lacs. Elles sont très vulnérables à la pollution car elles reçoivent directement les eaux de ruissellement, c'est-à-dire les eaux de pluie ruisselant sur le sol, qui s'infiltreront dans le sol ou dans le sous-sol, ou qui rejoignent un cours d'eau.

Ces eaux de surface sont divisées en plusieurs catégories :

- *Rivières et fleuves* : En très haute montagne, les cours d'eau naissent de la fonte des glaciers. La glace qui fond donne naissance à des ruisseaux ou à des torrents qui glissent sous les glaciers et émergent à leur pied : c'est le régime glaciaire. Les autres cours d'eau proviennent du ruissellement des pluies excédentaires et/ou de l'émergence, sous la forme de sources, de nappes d'eaux souterraines : ce type de régime est dit pluvial. Tous les cours d'eau descendent le long des pentes, se rejoignent pour former des rivières de plus en plus imposantes qui finissent par se jeter dans un océan ou une mer intérieure. Tout au long de leur périple, les cours d'eau sont aussi alimentés par les eaux de ruissellement et parfois par des eaux souterraines.
- *Lacs* : Les lacs se forment lorsque les eaux qui coulent le long des pentes, cours d'eau ou eaux de ruissellement, rencontrent un obstacle qui les empêche de poursuivre leur course. Les eaux envahissent alors la dépression ainsi créée, formant des étendues parfois immenses, à tel point que certains grands lacs sont appelés des mers (par exemple, la mer Caspienne : 371 000 kilomètres carrés de superficie). Les lacs sont alimentés par un cours d'eau ou par des eaux de ruissellement et dans certains cas par des eaux souterraines.

• Eaux souterraines

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches constituant le



sol, humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable.

Là, les eaux s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé nappe. La roche plus ou moins poreuse et donc plus ou moins perméable contenant cette eau est appelée aquifère. Les eaux souterraines constituant la nappe cheminent en sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois sur des dizaines voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau nommés exutoires.

Les nappes souterraines fournissent presque le tiers du débit total des cours d'eau de la planète, soit environ 12000 kilomètres cubes d'eau par an. Les aquifères représentent un réservoir d'eaux souterraines correspondant à un volume d'environ 8 millions de km³, soit 0,6 % de l'hydrosphère, Elles constituent notre principale ressource en eau douce .

• Eau de mer

L'eau de mer est l'eau salée des mers et des océans de la Terre. On dit qu'elle est « salée » parce qu'elle contient des substances dissoutes, les sels, constitués d'ions, principalement des ions halogénures comme l'ion chlorure et des ions alcalins comme l'ion sodium. On trouve 30 à 40 g de sels dissous pour 1 kg d'eau de mer. L'eau salée s'oppose à l'eau douce, qui contient moins de 1 g de sels dissous par kilogramme. La masse volumique de l'eau de mer à la surface est d'environ 1,025 g/ml, supérieure de 2,5 % à celle de l'eau douce (1 g/ml) à cause de la masse du sel et de l'électrostriction .

•Les caractéristiques de l'eau

- La présence de gaz dissous, en particulier l'oxygène
- La charge importante en matière en suspension, tout au moins pour les eaux courantes.
- La présence de matières organiques d'origine naturelle.
- La présence de plancton (phytoplancton et zooplancton).
- Les variations journalières (température et pluviométrie).
- Sa qualité de l'eau varie dans le temps. A l'échelle d'une journée, des phénomènes naturels comme la photosynthèse influent sur la teneur en oxygène dissous. Par ailleurs, le débit du cours d'eau peut être très variable ce qui peut avoir une influence sur la qualité de l'eau .

Pollution de l'eau

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

•*Définition*

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques. La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie. .

•*Origine de la pollution*

Les origines de la pollution de l'eau sont variées et intimement liées aux activités humaines, dont :

•*Pollution domestique :*

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et des produits chimiques. La pollution domestique se caractérise par : la preuve des germes fécaux, des fortes teneurs en matières organique, des sels minéraux, et des détergents.

•*Pollution industrielle :*

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration.

○ Les rejets industriels peuvent être constitués des :

- Matières organiques et des graisses (abattoirs, industries agro-alimentaires...) ;
- Hydrocarbures (industries pétrolières, transports) ;
- Métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- Acides, bases, produits chimiques divers (industrie chimique, tanneries.)
- Eaux chaudes (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

•*Pollution agricole :*

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

Elle utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration.

• Principaux types des polluants :

Un polluant est un facteur physique, chimique ou biologique issu de l'activité humaine et provoquant sous une intensité ou une concentration anormale, une altération de la qualité de l'eau naturelle .

Tableau I.1 : Types et impacts des polluants de l'eau

Type de pollution	Catégories/Sous-types	Principaux agents/Exemples	Impacts/Effets
Polluants physiques		Éléments grossiers,	Obstruction,
	Éléments solides	sables, matières en	turbidité,
	entraînés par	suspension (MES)	perturbation des
	l'eau		écosystèmes
			aquatiques
		Rejets d'eaux chaudes	Réduction de la
	Chaleur	(centrales thermiques,	solubilité de
		industries)	l'oxygène,
			déséquilibre
			biologique.
	Radioactivité	Rejets radioactifs	Danger élevé
		(centrales nucléaires,	pour la santé et
		hôpitaux)	l'environnement
			; strictement

			réglementé.
Polluants	Sels minéraux	Nitrates, phosphates,	Toxicité aiguë,

chimiques	dissous	sulfures, nitrites,	cancers,
		carbonates.	bioaccumulation

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

			dans la chaîne
			alimentaire.
	Métaux lourds	Mercure (dose mortelle	Contamination
		: 1-2 g), chrome,	des eaux,
		plomb, cadmium,	toxicité pour les
		cyanures.	organismes non-
			cibles.
	Pesticides	Produits agricoles	Inhibition de
		(insecticides,	l'autoépuration,
		herbicides).	blocage de
			l'oxygénation.
	Détergents	Tensioactifs	
		(ménagers/industriels).	Goût désagréable, asphyxie des écosystèmes, toxicité.
	Hydrocarbures	Essence, pétrole (1 L	Maladies
		pollue 1000-5000 m³).	(choléra,
			dysenterie),
			risques
			sanitaires
			majeurs.
Polluants	Microorganismes	Virus, bactéries (ex: <i>E.</i>	Maladies
biologiques	pathogènes	<i>coli</i>), parasites (ex:	(choléra,
		vers).	dysenterie),
			risques

			sanitaires
			majeurs.

	Origine	Eaux souillées par des matières fécales (humaines/animales).	Limitation des usages (boisson, irrigation).
--	---------	--	---

• Paramètres d'analyse de l'eau

La qualité d'une eau potable est basée à la fois sur des paramètres organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques, les mesures ou l'estimation de ces paramètres sont indispensables pour la prédiction de la qualité de l'eau de consommation.

• Paramètres organoleptiques

Les critères organoleptiques sont des paramètres de confort qui n'ont généralement pas d'incidence directe sur la santé.

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : Certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage.

•Couleur :

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

•Odeur :

L'existence d'une odeur est synonyme de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition, ce qui est trop dangereux pour la santé de consommateurs.

•Goût :

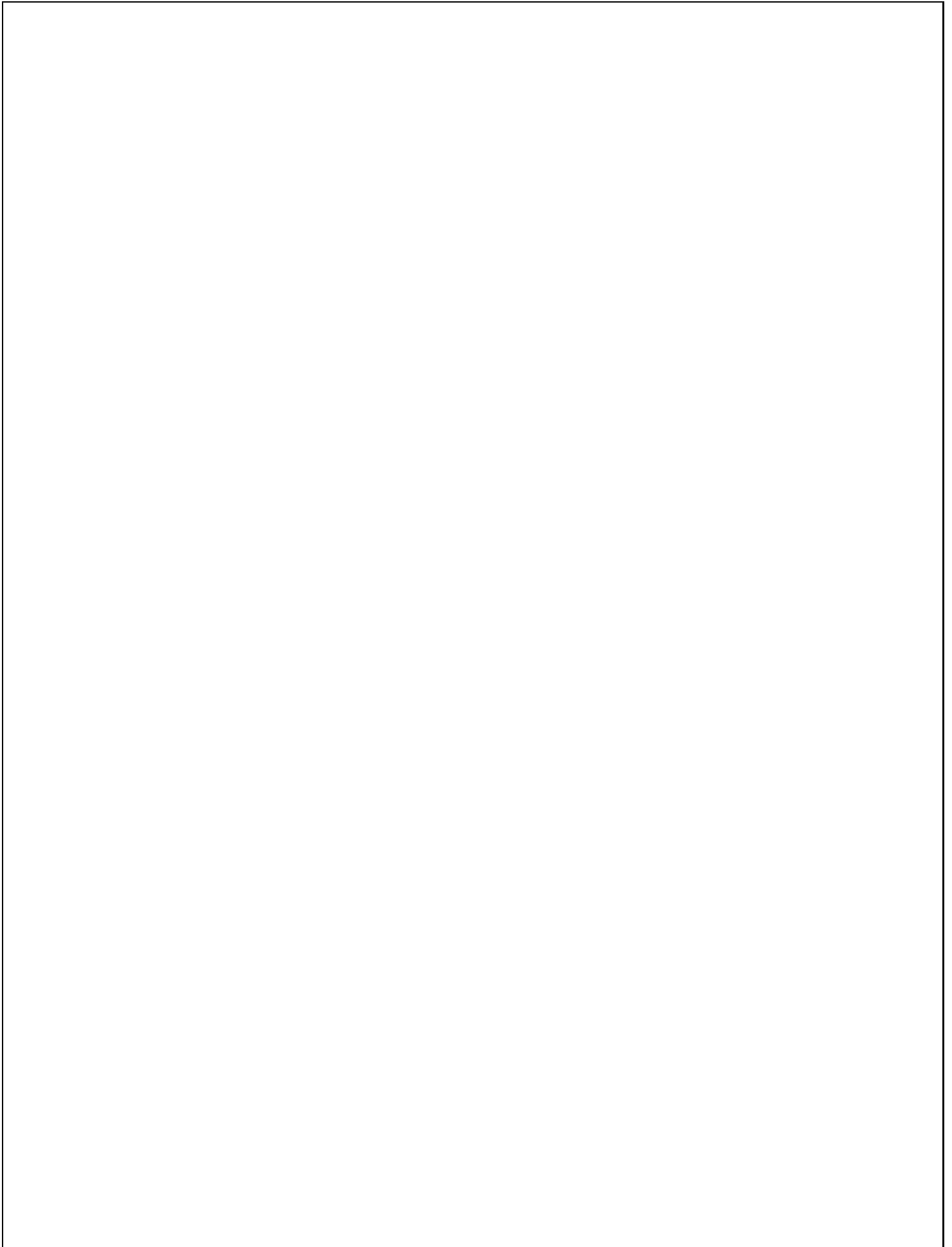
Le goût n'a aucun appareil pour le mesurer. C'est un ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique communes perçues l'aliment ou la boisson set dans la bouche ; selon les physiologistes, il existe trois saveurs principales (le salé, le sucré, l'amer).

•Saveur :

Il s'agit de l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bougeons gustatifs. La qualité de cette sensation particulière provoquée par ces substances.

•Paramètres physico-chimiques

La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et du degré de la pollution d'une eau.



CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

•Paramètres physique

•Température :

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels, agit sur la conductivité et par conséquent dans la détermination du pH. La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air, elle est mesurée soit avec un appareil électro métrique soit avec un thermomètre précis.

•Potentiel hydrique (pH) :

Le pH de l'eau est une mesure de l'acidité de celle-ci, c'est-à-dire de la concentration en ions hydrogène (H^+). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane "7" correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de "4" à "10" en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique. Le pH d'une eau potable doit se situer entre 6.5 et 8.5 (OMS, 1986). Pour cette détermination, nous utilisons une méthode électrométrique avec électrode combinée selon la norme AFNOR. Cette méthode consiste à plonger dans l'échantillon, une électrode spécifique.

•Conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une solution est sa capacité à conduire le courant électrique, elle dépend de la présence des ions et de leur concentration relative, ainsi que de la température à laquelle s'opère la mesure. Cette mesure permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de l'eau ainsi d'avoir une idée sur la teneur en sels dissous, elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre.

•Minéralisation globale :

La minéralisation globale correspond à la concentration de l'ensemble des sels minéraux dissous, la somme des cations et des anions et dépend de la géologie des terrains traversés.

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations calcium, magnésium, sodium, potassium, les anions chlorures, sulfates, nitrates et bicarbonates.

– Chlorures (Cl-) :

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Leur présence est liée principalement à la nature des terrains traversés. La teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau.

– Sulfates (SO₄⁻) :

Les sulfates sont des composés naturels des eaux. Ils sont liés aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux. Les sulfates participent au métabolisme des bactéries contenues dans l'eau. Ces bactéries Sulfite-réductrices transforment les sulfates en sulfures avec dégagement de gaz sulfureux créant des désagréments à l'environnement.

– Bicarbonates (HCO₃⁻) :

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique.

– Calcium (Ca²⁺) :

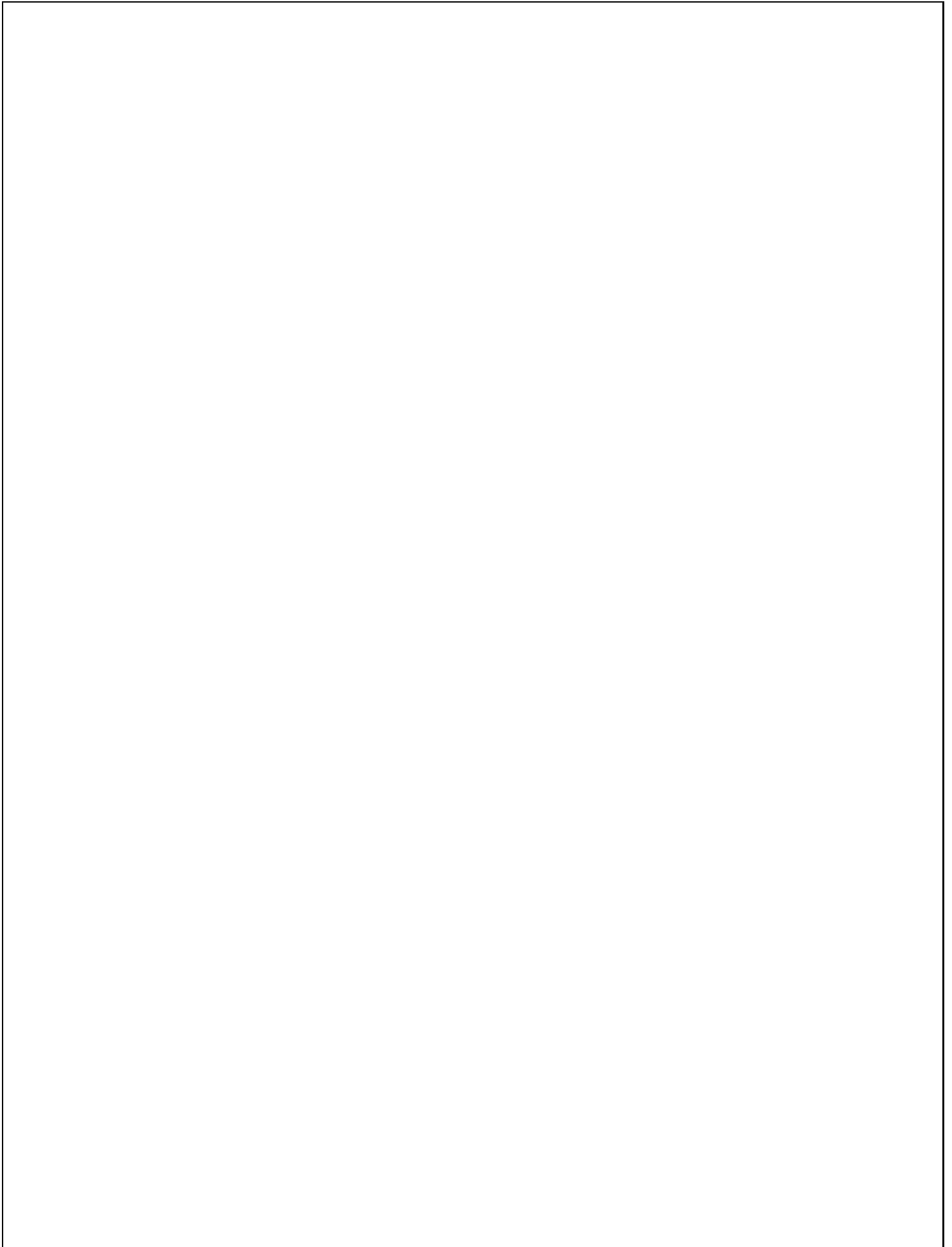
C'est un métal alcalino-terreux et l'élément principal de la dureté de l'eau. Il provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Sa présence en grande quantité peut être aussi due à la dissolution du gypse. La dissolution ou la précipitation du calcaire dépend de la teneur en CO₂ et du pH. Les eaux potables de bonne qualité renferment 100 à 140 mg/l de Ca²⁺.

– Magnésium (Mg²⁺) :

Il peut avoir d'une part une origine provenant de la dissolution des roches dolomitiques, magnésites, basaltes et argiles, et d'autre part origine industrielle. C'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau. (MARCHAND et al., 1989). Il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium.

• Paramètres de pollution

- Azote ammoniacal (NH₄⁺) :



CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

L'azote ammoniacal est souvent rencontré dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+). Il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes.

•Nitrites (NO_2^-) :

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. Sa toxicité augmente avec la température. Ils provoquent une dégradation de l'hémoglobine du sang des poissons qui ne peut plus véhiculer l'oxygène.

•Nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes. Ils constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Ils ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu.

•Ortho phosphates (PO_4^{3-}) :

Dans les eaux, le phosphore se trouve principalement sous forme d'ortho phosphate. Le phosphate est la forme sous laquelle le phosphore peut être assimilé par les êtres vivants, en particulier les algues. [36] Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, poly phosphates des formulations détergentes, eaux traitées aux phosphates, industrie chimique...).

•Paramètres indésirables

•Fer :

son contenu dans l'eau peut être entropique. Dans l'eau potable, la teneur maximale acceptable est de 0,3 mg/l, il se trouve sous forme ferrique et précipite sous forme d'hydroxyde ferrique, il sera donc associé au MES. Leur élimination dans l'eau potable est basée sur l'oxydation chimique ou biologique. L'oxydation chimique aérée permet de faire

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

précipiter le fer sous forme d'hydroxyde ferrique et le retenir ensuite par filtration ou décantation si n'est pas complexé, s'il est complexé il faut utiliser un oxydant plus puissant comme le chlore, le dioxyde de chlore ou l'ozone, avec l'augmentation de pH favorise cette oxydation.

I.5.7 L'examen microbiologique

L'eau potable ne doit contenir aucun microorganisme pathogène et doit être exempte de toutes bactéries indiquant une pollution par excréments. Le principal indicateur bactérien recommandé pour suivre la pollution humaine est constitué par l'ensemble des microorganismes du groupe coliformes. Une eau qui est porteuse d'une seule *Escherichia Coli* par 100 ml devient potentiellement dangereuse. Ce point est important, car le critère de potabilité de l'eau se fixe à partir de la présence ou de l'absence de ces germes témoins .

Une eau de bonne qualité est donc une eau satisfaisante certains critères de teneur bactérienne mesurée en termes de bactéries coliformes.

Tableau I.2: Critères microbiologiques de l'eau potable.

Germes	Coliformes Totaux (37°C)	Coliformes Thermo- tolérants (44°C)	Germes totaux (22°C) (37°C)	Streptocoques Fécaux (37°C)	Anaérobies sulfito- réducteurs (37°C)
Normes	0/100mL	0/100mL	0/100mL	0/100mL	1/20ml

•Paramètres microbiologiques

La mauvaise qualité microbiologique de l'eau est un facteur de risque pour l'environnement, ce qui rend indispensable d'effectuer les analyses microbiologiques afin d'apprécier les risques sanitaires. Le risque sanitaire lié aux microorganismes est un risque immédiat, c'est la raison pour laquelle le suivi sanitaire est plus strict. La stratégie de contrôle sanitaire repose donc sur la recherche de germes dits « témoins de contamination fécale », qui peuvent être révélateurs de la présence éventuelle de germes pathogènes.

•Germes indicateurs de contamination fécale :

La grande majorité de ces microorganismes nocifs diffusent dans l'environnement aquatique par l'intermédiaire des souillures fécales humaines ou animales.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

•Coliformes :

Ce sont des microorganismes indicateurs de contamination fécale. ils sont présents en très grand nombre dans l'intestin et les selles de l'homme. Ils appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae.

•Coliformes totaux (CT) :

sont utilisés depuis très longtemps comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant la dégradation du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé appropriés. Les coliformes totaux sont présents un peu partout dans la nature, dans les eaux riches en éléments nutritifs, dans les sols, sur la végétation et sur les animaux.

•Coliformes fécaux (CF) :

nommées également coliformes thermotolérants, sont un sous- groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* et dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Entérobacter* et *Klebsiella*. La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes détectés .

•Entérocoques :

Les entérocoques sont des bactéries sphériques, en paires ou en chainettes, à Gram positif, catalase négative, anaérobies facultatives qui hydrolysent l'esculine en présence de la bile.

Sous la dénomination générale d'entérocoques

(streptocoques fécaux) et selon l'OMS, les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine.

•Spores Anaérobies Sulfito-Réducteurs :

Ce sont des anaérobies stricts à Gram positif, catalase négative, sporulées, réduisent les sulfites en sulfures d'hydrogènes. Parmi les spores anaérobies sulfito-réducteurs celles de *Clostridium perfringens* est l'espèce la plus souvent associée aux fèces des animaux à sang chaud. Ils peuvent également être d'origine tellurique. Les spores de *Clostridium perfringens* ont une résistance qui se rapproche de celles des micro-organismes fécaux les plus résistants.

Chapitre II : Matériel et méthode

Chapitre II : Matériel et méthode

Algérie des eaux ADE

• Présentation

L'Algérienne des Eaux (ADE), unité de la wilaya de Blida, est une antenne régionale de l'établissement public national chargé de la gestion du service public de l'eau potable en Algérie. Placée sous la tutelle du ministère des Ressources en Eau et de la Sécurité hydrique, cette unité a pour mission principale d'assurer la production, la distribution et la gestion de l'eau potable au profit des citoyens des différentes communes de la wilaya de Blida. Elle intervient également dans l'entretien, la réhabilitation et l'extension des réseaux hydrauliques, en veillant à garantir la continuité et la qualité du service.



Figure II.1 : Algérienne des eaux ADE

Située dans une wilaya à forte densité urbaine et à développement économique soutenu, notamment dans les domaines industriel, agricole et résidentiel, l'ADE de Blida joue un rôle stratégique dans la couverture des besoins croissants en eau. Elle coordonne avec plusieurs acteurs locaux, tels que les APC (Assemblées Populaires Communales), la direction des ressources en eau (DRE), ainsi que les services techniques des zones industrielles.



Figure II.2 : localisation de l'ADE par google maps.

II.1.2 Présentation du site : la station de traitement de la Chiffa

Construite entre 1973 et 1975 par la Compagnie Européenne de Traitement de l'Eau (CTE), la station de traitement de la Chiffa est située entre Médéa et Blida, au sein du Parc National de

Chrèa. Ce parc abrite plus de 105 cours d'eau, dont les principaux sont Oued El Merdja, Oued El Djir, Oued Tamezguida et Oued Médéa. La station a pour mission de traiter les eaux brutes avant leur pompage vers la ville de Médéa. Opérationnelle depuis 1975, la chaîne d'adduction de la Chiffa avait initialement pour objectif d'alimenter en eau potable (AEP) les villes de Médéa (auparavant dépendante de forages et de sources à faible débit) et Berrouaghia (notamment le complexe industriel de l'ex-Sonacome). Conçue pour couvrir les besoins jusqu'en 1985, la station a d'abord exploité deux prises d'eau (Oued El Merdja et Oued Chiffa), avant d'être renforcée en 1980 par une troisième source (Oued El Djir) pour pallier

Chapitre II : Matériel et méthode

les pénuries en période d'été. À partir de 1983, la station Chiffa a été réservée à Médéa, Berrouaghia étant désormais alimentée par le barrage Ghrib. Le dimensionnement de la station repose sur une étude réalisée par la CTE, analysant divers paramètres :

- Qualité des eaux brutes (température, pH, conductivité, matières solides, dureté, alcalinité, etc.)
- Paramètres hydrauliques (débits en période d'été, contributions de chaque oued)

D'une capacité initiale de 10 300 m³/jour, la station produit une eau de bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Cependant, l'urbanisation croissante, le développement industriel non maîtrisé et les pratiques polluantes (rejets d'eaux usées, déchets domestiques, lavages illicites) ont dégradé certaines ressources.

L'eau est un élément essentiel dans tous les domaines : usages domestique, usage industriel et l'agriculture. Et l'eau que nous utilisons quotidiennement provient du réseau public de distribution des eaux. Celui-ci peut être alimenté par les eaux souterraines (une nappe phréatique, une source) ou les eaux de surface (les cours d'eaux, les barrages, les fleuves, les lacs, les rivières), sont alimentés par le ruissèlement des eaux de pluies.

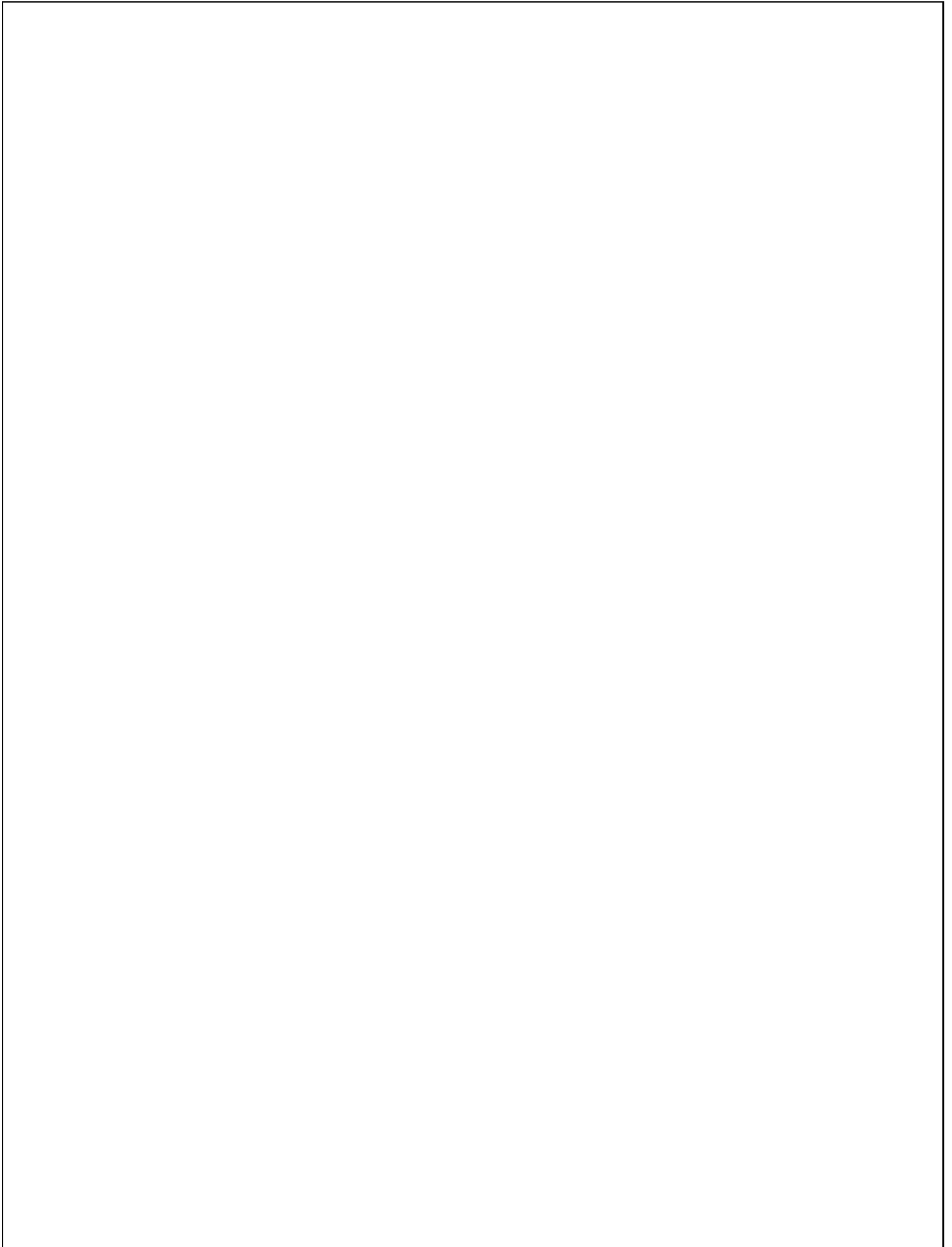
L'eau brute utilisée par ces réseaux de distribution est captée du milieu naturel et elle n'est pas toujours potable. Donc elle doit être prélevée et pompée de son milieu naturel jusqu'à la station de traitement, pour la rendre consommable sans aucun risque

•Méthode d'échantillonnage

•Échantillonnage :

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif. Afin de minimiser le risque associé à la contamination de l'échantillon par le préleveur, il faut s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons.

•Fréquence d'échantillonnage :



Chapitre II : Matériel et méthode

La fréquence d'échantillonnage adoptée durant la période d'observation (de janvier à avril 2025) .Nous avons réalisé chaque mois une sortie où nous avons prélevé des échantillons de chaque eau " eau traité et eau brute ".

Mode de prélèvement :

- Dans des flacons en plastique, un volume de 1,5 litre destinés aux analyses physico- chimiques.
- Dans des flacons en verre stérilisés, un volume de 500ml destiné aux analyses microbiologiques.

Le transport au laboratoire des flacons de prélèvements a été effectué dans une glacière à basse température (+4°C).

Analyses

Les analyses sont effectuées selon les protocoles établis par le laboratoire ADE de Chiffa.

Paramètres physiques Détermination du pH

La détermination électrométrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution.

- Réactifs
- Eau distillée ;
- Solution de KCl à 3 mol/l.
- Matériel pH-mètre; Électrode ;
- Bécher de 50 ml.

Mode opératoire

La mesure est faite à l'aide du pH-mètre (voir photo 4, annexe 5)., par trempage de l'électrode dans l'échantillon.

Expression des résultats

La mesure du pH se fait selon l'instruction de travail du pH-mètre concerné, les mesures sont exprimées en unités de pH, à la température de 25°C.

Détermination de la température

Chapitre II : Matériel et méthode

La mesure de température a été faite à l'aide de l'analyseur portable parallèle Hach SL1000, son récepteur est trempé dans l'échantillon et la valeur est prise après la stabilisation du thermomètre. Les résultats sont exprimés en °C

Détermination de la conductivité

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

Matériel

- Hach SL1000
- Électrode de conductivité. Becher.
- Mode opératoire
- Les mesures de conductivité se font à l'aide l'analyseur portable parallèle Hach SL1000 (voir photo 5, annexe 5), en insérant l'électrode dans le bécher contenant la solution où l'eau a analysé.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la température de 25°C.

Détermination de la turbidité

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale.

La mesure se fait à l'aide du turbidimètre optique (HACH TL2300) (voir photo 7, annexe 5).

Mode opératoire

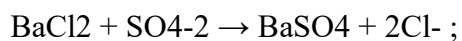
- Remplir la cuvette de mesure
- Insérer la cuvette dans le puit de mesure Fermer le capot
- Appuyer sur entrer
- Prendre la valeur la plus haute puis enlever la cuvette

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en NTU (Nephelometric Turbidity Units) si cette unité est sélectionnée.

II.2.2. Paramètres chimiques Détermination des sulfates

Ce protocole est pour but de déterminer le sulfate spectrophotomètre d'absorption moléculaire. Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction



Réactifs

- 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)

Matériel

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

Mode opératoire

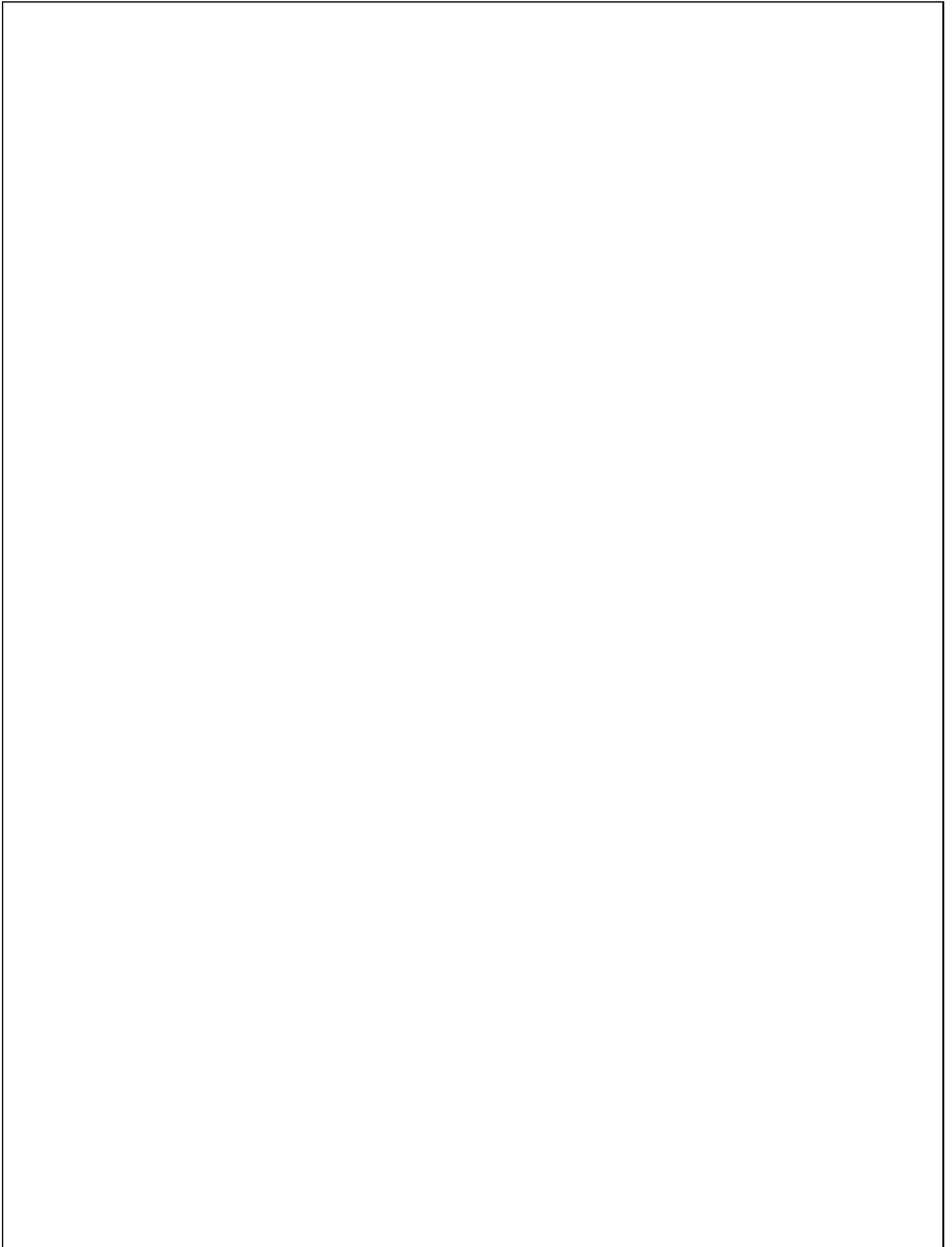
- Prendre 20 ml de l'eau à analyser et on ajoute l'eau distillé jusqu' à 100 ml Ajouter de 05 ml de la Solution stabilisante
- Agiter énergiquement pendant 1 mn. Ajout de 2 ml de la Solution BaCl_2
- Agiter énergiquement pendant 1 mn. (2eme fois)
- Faire la lecture et enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre (HACH DL6000) à la longueur d'onde 420 nm.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en SO_4^{2-} mg/L.

Détermination de l'alcalinité

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, au niveau de pH 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. la première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).



Chapitre II : Matériel et méthode

Réactifs

Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %.

Mode opératoire

- Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; soit V2 le volume total d'acide employé.
- Si $\text{pH} > 8.3$ verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur, noter le volume V1 lu au dosimat..

Expression des résultats

- Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimé en mg/l par litre sont donnés respectivement par les expressions
- $\text{TA} = (V1 \times N \times 1000) \times \text{masse molaire des carbonates} / V$ $\text{TAC} = (V2 \times N \times 1000) \times \text{masse molaire des bicarbonates} / V$ $\text{Masse molaire des bicarbonates} = 61 \text{mg}$
- $\text{Masse molaire des carbonates} = 60 \text{mg}$

Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc $\text{TA} = 0$.

- $\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} = V1 \times 61$.

Si l'eau contient des carbonates et des bicarbonates donc

- $\text{TA} = (\text{CO}_3^{2-}) \text{ mg/l} / 2$. $\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} + 2\text{TA}$.

Où ;

- V est le volume en millilitres, de la prise d'essai (100) ml.
 - V1 est le volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N versé de la burette. V2 est le volume d'acide chlorhydrique en millilitres.
 - N est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique = 0.01N.

Détermination des résidus secs

Évaporation au bain d'eau bouillante d'un volume d'eau choisie en fonction des quantités de matières fixes présentes, dessiccation à l'étuve à température donnée et pesée du résidu.

Matériel

- Capsule en porcelaine Balance
- Étuve réglable

Mode opératoire

Chapitre II : Matériel et méthode

- Nettoyez la capsule à l'acide chlorhydrique (HCl), puis à l'eau distillée. La sécher par passage à l'étuve.
- Laisser refroidir presque jusqu'à la température ambiante puis placer dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser. Soit M0 la masse de la capsule vide.
- Faire évaporer progressivement au bain d'eau bouillante la prise d'échantillon introduite dans la capsule
- Une fois l'eau évaporée, placer la capsule dans l'étuve, réglée à 100-105°C et l'y laisser pendant 1 heure.
- Placer la capsule ensuite dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser. Recommencer le cycle chauffage à 100-105°C- refroidissement- pesés jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0.5 mg. Soit M1 la masse trouvée.

Expression des résultats

Le résidu sec à 100-105°C exprimé en milligrammes par litre est donné par $(M1 - M0) \cdot 1000 / V$

: Le volume, en millilitres, de la prise d'essai.

M0 : La masse, en milligramme de la capsule vide.

M1 : La masse, en milligrammes, de la capsule et de son contenu après étuvage à 100- 105°C.

Dosage des nitrates

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

Réactifs

- Solution de Salicylate de Sodium à 0.5% Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%.
- Solution de tartrate double de sodium et de potassium Acide sulfurique (H2SO4) concentré.

Matériel

- Balance analytique de laboratoire précision 0.1 µg ; Capsules de 100 ml ; - Pipettes ;
- Paires à pipeter ; Etuve pour séchage ;

Chapitre II : Matériel et méthode

- Spectrophotomètre UV-Visible.

Mode opératoire

- Introduire 10ml d'eau à analyser
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30% ; Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 % ; Évaporer à sec au bain-marie ou à l'étuve 75 - 88°C ;
- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré ; Laisser reposer 10 minutes ; - Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium ;
- Faire la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm.

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre UV-Visible en mg/l des nitrates.

Dosage du calcium

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et

13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

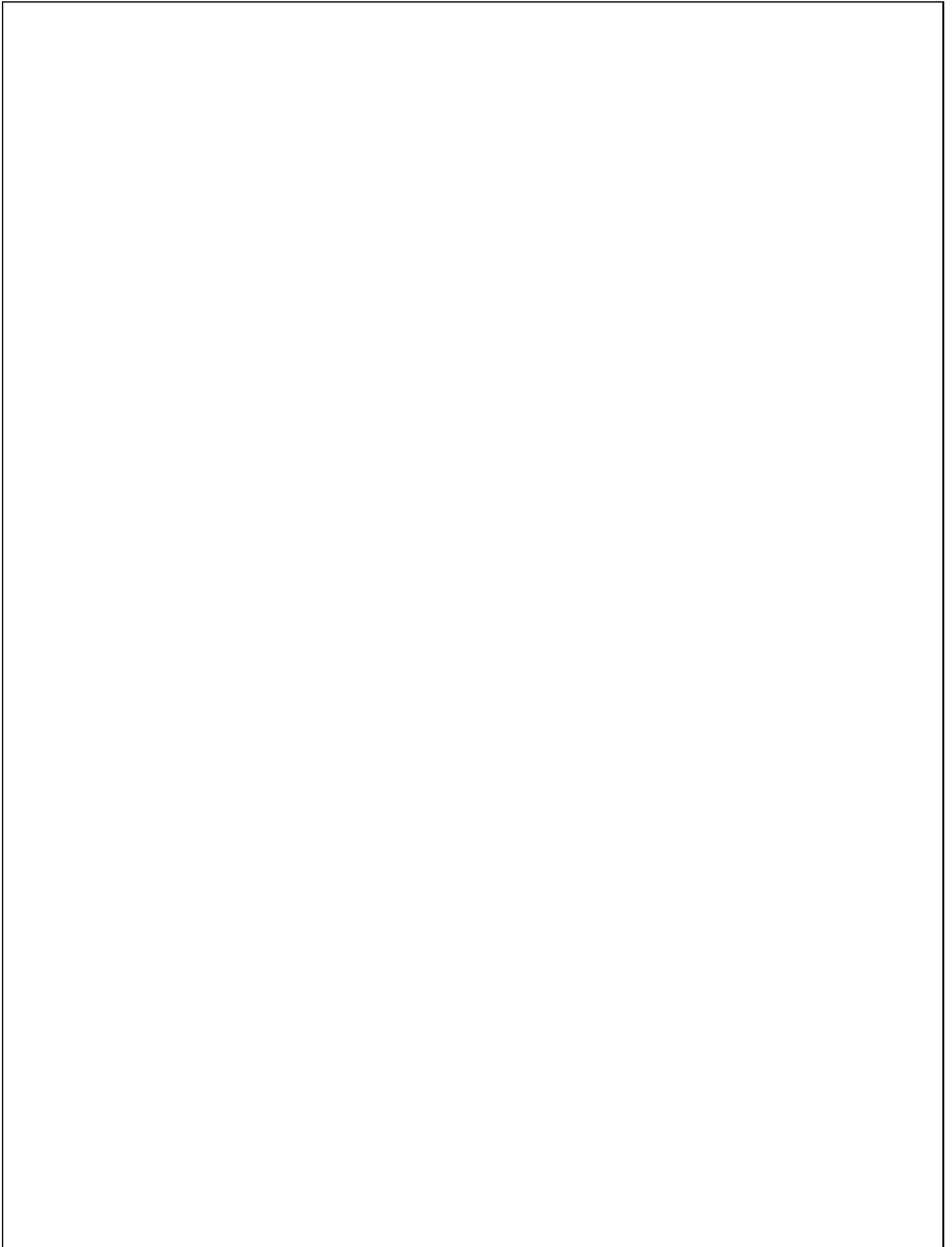
Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

Réactifs

Hydroxyde de sodium, solution 2 N Calcium, solution de référence à 100 mg/l EDTA, solution titrée 0,01 mol/l Murexide (indicateur)

Matériel

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA Matériel courant de laboratoire
- Mode opératoire
- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde 2 N et une pincée d'indicateur (Murexide). Bien mélanger le tout.
- Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement.
- Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.



Chapitre II : Matériel et méthode

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

Expression des résultats

La teneur en calcium, exprimée en mg/l

Dosage de la somme du calcium et magnésium

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique (EDTA) à un pH de 10. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium.

Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Réactifs

EDTA, solution titrée à 0,01 mol/l Solution tampon pH 10

Mordant noir 11, indicateur

Matériel

Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA. Matériel courant de laboratoire.

- pH-mètre

Mode opératoire

- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 4 ml de la solution tampon et une pincée d'indicateur NET Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose.
- Titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu.
- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.
- Expression des résultats
- Le facteur de correction F_c est égal à

Chapitre II : Matériel et méthode

volume theorique (12.5ml)

$$Fc = v0$$

La concentration totale en ions calcium et magnésium ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$), exprimée en °F, ou mg/l ($1^\circ\text{f} = 4\text{mg/l}$) 2408, elle est donnée par la formule

$$\text{TH} = \text{V2} \times 2 \times \text{F} \times \text{Fc}$$

TH : dureté exprimée en °F ;

V2 : est le volume, en millilitres, d'échantillon dosé ;

Fc : facteur de correction ;

F : facteur de dilution ;

Dosage des chlorures

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage.

Réactifs

- Solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0,02 mol/l
- Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO_4) à 100 g/l

Matériel

- Burette ;
- Capsules en porcelaine de 100 ml ; Pipettes ;
- Fioles ; Bécher

Mode opératoire

- Introduire 100 ml de l'échantillon dans un bêcher, placé sur un fond blanc. Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium
- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.

Expression des résultats

Chapitre II : Matériel et méthode

La concentration en chlorure PCl exprimée en milligrammes par litre, est donnée par formule

$$P_{cl} = (V_s - V_b) * C_f$$

$$V_a$$

- PCl : est la concentration en milligramme par litre de chlorure.
- Va : est le volume, en millilitres de l'échantillon pour essai (maximum 100 ml ; les dilutions doivent être prises en compte).
- Vb : est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de du blanc.
- Vs : est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de dû l'échantillon.
- C : est la concentration réelle exprimée en moles d'AgNO₃ par litre, de la solution de Nitrate d'Argent.
- f : est le facteur de conversion f=35453 mg/mol

Détermination du phosphore

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

Réactifs

Réactif mélange (solution molybdate acide) Acide ascorbique

Matériel

- Balance analytique Spectromètre

Mode opératoire

- Introduire 40 ml d'échantillon Ajouter 1 ml d'acide ascorbique Ajouter 2mL de réactif mélange.
- Après un laps de temps compris entre 10 à 30 min faire passer dans le spectromètre a une longueur d'onde de 880 nm

Expression des résultats

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique

Dosage de l'ammonium

Chapitre II : Matériel et méthode

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Réactifs

- Réactif coloré
- Solution de Dichloroisocyanurate de sodium

Matériel

Matériel courant de laboratoire Spectrophotomètre UV/VIS.

Mode opératoire

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre
- 4 ml du réactif coloré homogénéisé ;
- 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.
- Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l d'ammonium.

Dosage des nitrites

La réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino- 4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec mesurage de l'absorbance à 540 nm. **Réactifs**

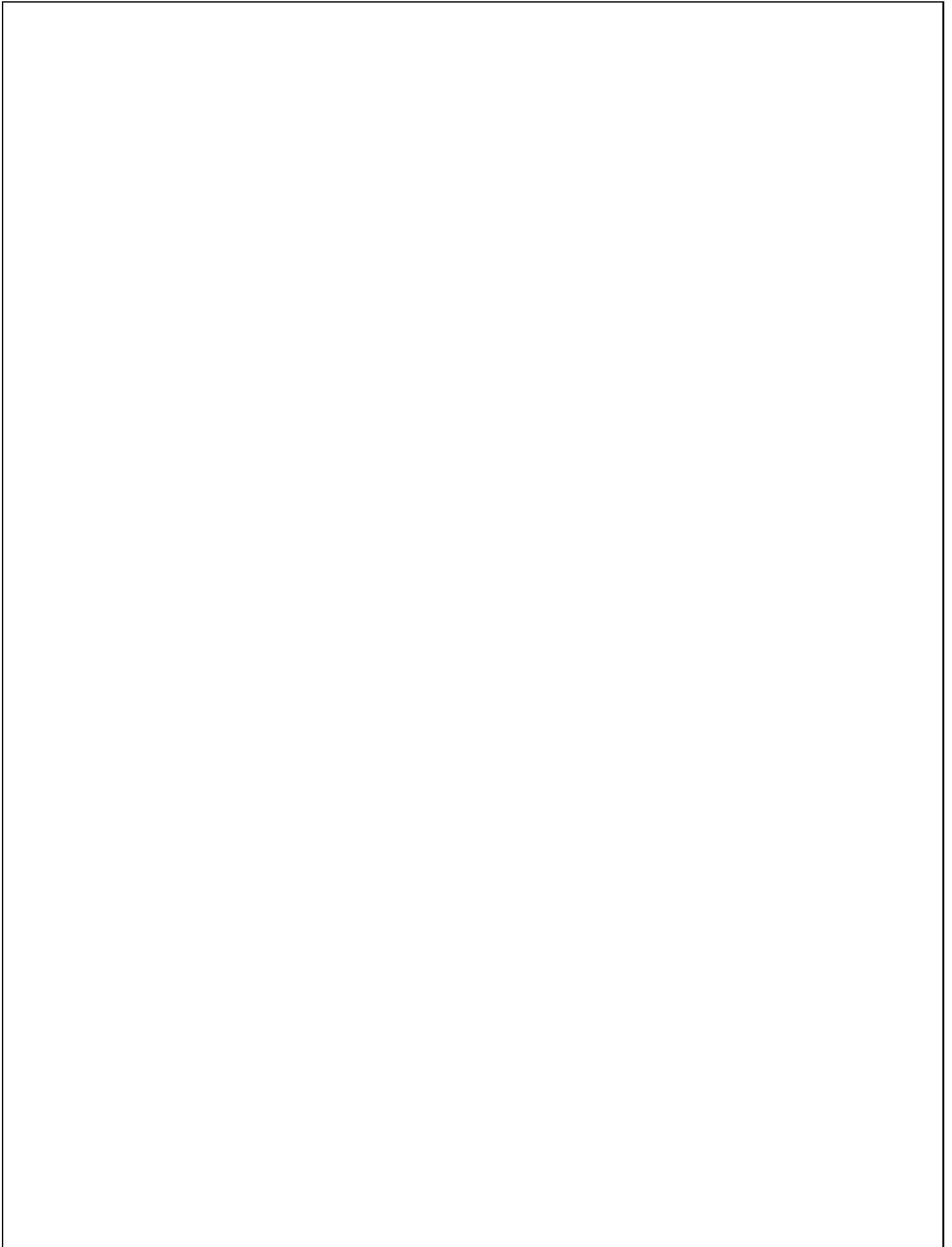
Réactif mixte

Matériel

- Matériel courant de laboratoire Spectrophotomètre UV-Visible.

Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'échantillon,



Chapitre II : Matériel et méthode

- Ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂-
- Mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm).

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l des nitrites.

Dosage du fer

- Addition d'une solution de phénantroline-1.10 a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge- orange à une longueur d'onde de 510 nm.

Réactifs

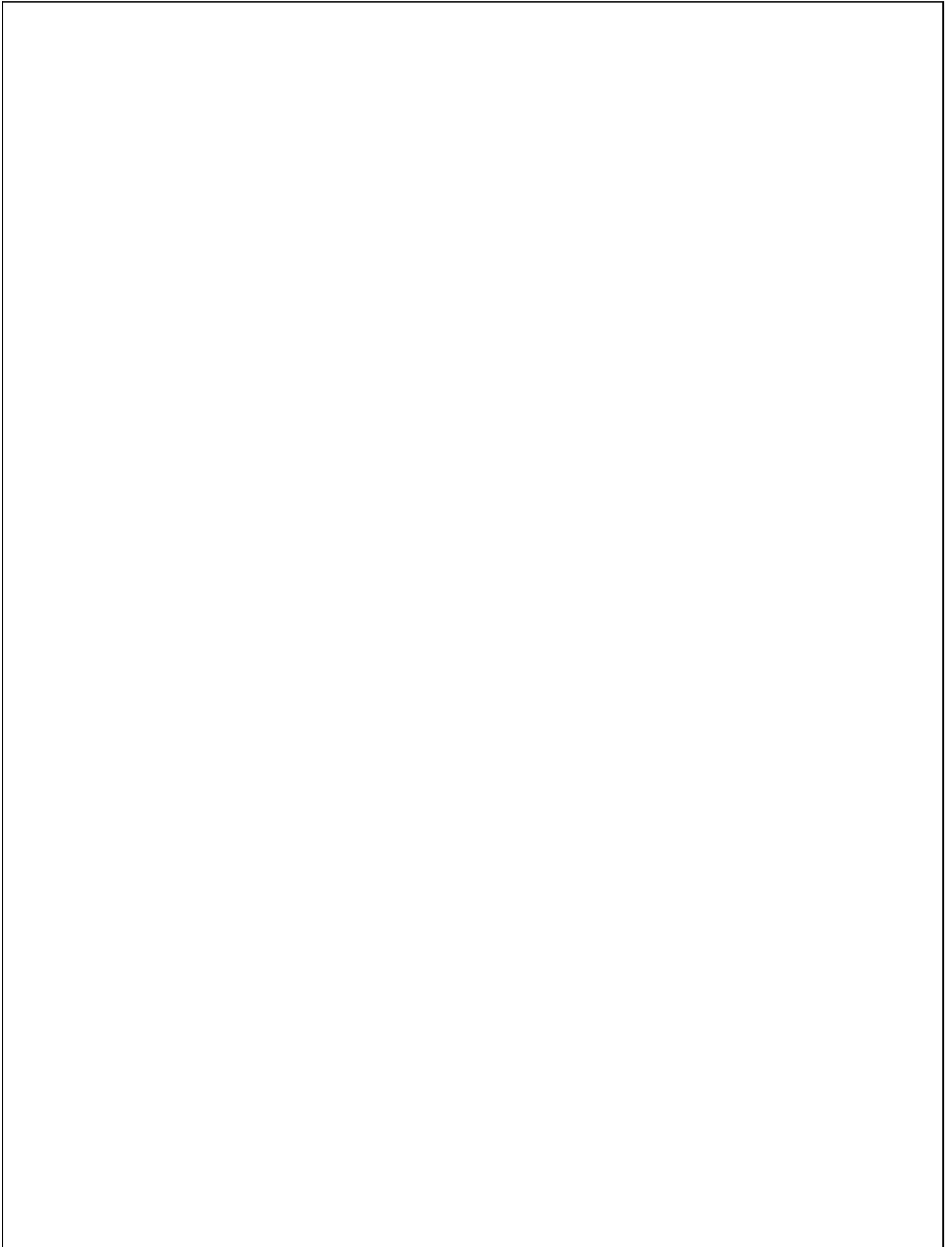
- Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau distillée exempte de toutes traces de fer.
Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l
- Solution de phénantroline-1,10 Solution tampon acétate

Matériel

- La verrerie et flacons de prélèvement. Spectrophotomètre UV-Visible.
- Cuve photométrique,
- Balance analytique de laboratoire. Fioles.
- Pipettes.

Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'échantillon.
- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement
- Ajouter 2.0 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5 de préférence 4.5.
Ajouter 2.0 ml de la solution phénantroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible à 510 nm en utilisant une cuve de 10 mm².
- Établir une courbe d'étalonnage en portant la concentration en fer en mg/l, en abscisses et l'absorbance mesurer correspondante, en en ordonnée.



Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l du fer.

II.3 Analyse bactériologique :

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptible d'être pathogènes soit, ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre, en particulier dans l'intestin de l'homme et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale, donc des maladies associées au péril fécal.

Durant cette analyse nous avons adopté deux méthodes celle des eaux traitées "méthode solide" et celle des eaux brutes "méthode liquide".

□ Pour les eaux traitées :

Principe de la méthode de filtration sur membrane (Norme ISO 9308-1)

La filtration sur membrane consiste à dénombrer les bactéries présentes dans un volume d'eau en le faisant passer à travers une membrane filtrante stérile, dont les pores (pore 0,45µm) du filtre ne laissent pas passer les bactéries.

Recherche et dénombrement des coliformes fécaux :

Mode opératoire :

L'analyse est effectuée selon les étapes suivantes :

- Allumer le bec bunsen pour créer une zone de stérilisation.
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration, la plaque poreuse, le fond et la surface intérieure de l'entonnoir.
- Filtrer sur membrane un volume d'eau examinée. $V = 100\text{ml}$
- Placer les entonnoirs et les supports de filtres dans le stérilisateur pendant deux minutes.
- Mettre les supports sur la rampe de filtration.
- Prendre une membrane filtrante stérile par son rebord avec une pincette stérilisée à l'alcool et flambée au bruleur, et le déposer sur le support de filtre.
- Placer l'entonnoir sur le support et tourner le collier de serrage de l'entonnoir. Fermer les robinets de la rampe de filtration pour couper le vide.

Chapitre II : Matériel et méthode

- Agiter soigneusement le flacon renfermant l'eau à analyser.
- Verser les volumes d'échantillon de 50ml et plus directement dans l'entonnoir. (pour filtration de 100ml, verser 2*5 ml)
- Ouvrir les robinets de la rampe de filtrations pour filtrer l'échantillon.
- Retirer l'entonnoir et déposer la membrane filtrante à l'aide de la pincette stérile dans une boîte de Pétri préalablement identifiée avec le numéro d'échantillon et le volume filtré, contenant 5ml de gélose TTC TERGITOL préalablement préparées.
- Retourner les boîtes ainsi préparées et incubes dans conditions distinctes à 44C°, pendant 24-48 heures pour la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux.
(NI.ISO 9308-1 : 2000).

Lecture

Après incubation, dénombrer les colonies typiques qui se présentent sous forme des petites colonies lisses, légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune "lactose positive".

Confirmation

Il peut être souhaitable de vérifier que les coliformes fécaux mis en évidence à l'étape présomptive appartiennent à l'espèce *E. coli*.

Expression des résultats

Le nombre de colonies dénombrées sera rapporté à 100ml d'eau à analyser.

On compte le nombre de colonies des coliformes totaux ou fécaux par volume d'eau analysée :

C : nombre de colonies caractéristiques dans la boîte gélose tergitol.

N : nombre de coliformes totaux ou fécaux dans 100 ml d'eau analysée. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

- Allumer le bec Bunsen
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration, la plaque poreuse, le fond et la surface intérieure de l'entonnoir.

Chapitre II : Matériel et méthode

- Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince stérile qui devrait être posée sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon renfermant l'eau à analyser. Verser stérilement 100ml d'eau à analyser.
- Mettre en marche la pompe à vide pour vider l'eau.
- Enlever l'entonnoir, Retirer le filtre et le disposer dans la boîte de Pétri contenant le milieu de culture « gélose Slanetz et Bartley » veillant à ce qu'aucune bulle d'air ne soit emprisonnée entre la membrane et le milieu.
- Incubation : à (37°C) pendant (48) heures.

□ La lecture se fait en recherchant des colonies rouge-briques ou roses.

Confirmation des résultats

- S'il y a apparition de colonies rouge-briques ou roses ; on transfère la membrane sur le milieu gélose de BEA préchauffé pendant une heure à 44°C.
- Incubation : se fait à 44°C pendant 2 heures et la lecture se fait en recherchant des colonies avec un halo noir.
- Calcul et Expression des résultats
- On compte le nombre de colonies d'entérocoques par volume d'eau analysée.

C : nombre de colonies dans la boîte BEA.

N : nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau analysée.

- Recherche et dénombrement des Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices
- ASR Méthode par filtration :**

Mode opératoire :

La recherche des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si possible, en disposer en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,22 µm et

filtre

Chapitre II : Matériel et méthode

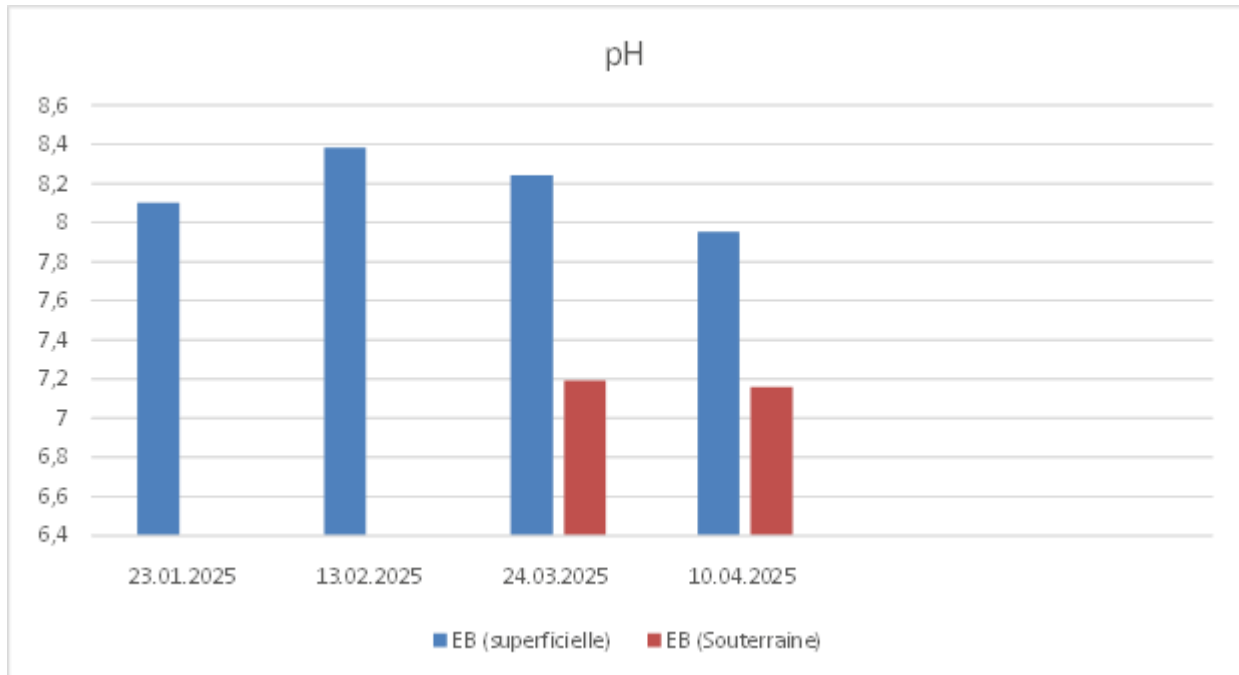
- 100ml de l'échantillon à analyser.
- Après filtration déposé la membrane dans une boîte de Pétri de 90mm de diamètre de façon à ce que la face quadrillée de la membrane adhère au fond de la boîte tout en évitant les bulles d'air sous le filtre.
- Verser par la suite environ 18ml de gélose TSC, fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Après solidification sur paillasse, cette boîte sera incubée couvercle en bas à 36 ± 4 heures puis 44 ± 4 heures.

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques

III.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats de mesure du pH, regroupés dans la figure III.01, montrent la variation du pH des eaux brutes de surfaces et souterraines.



Figures III.01: Variation du pH pour l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

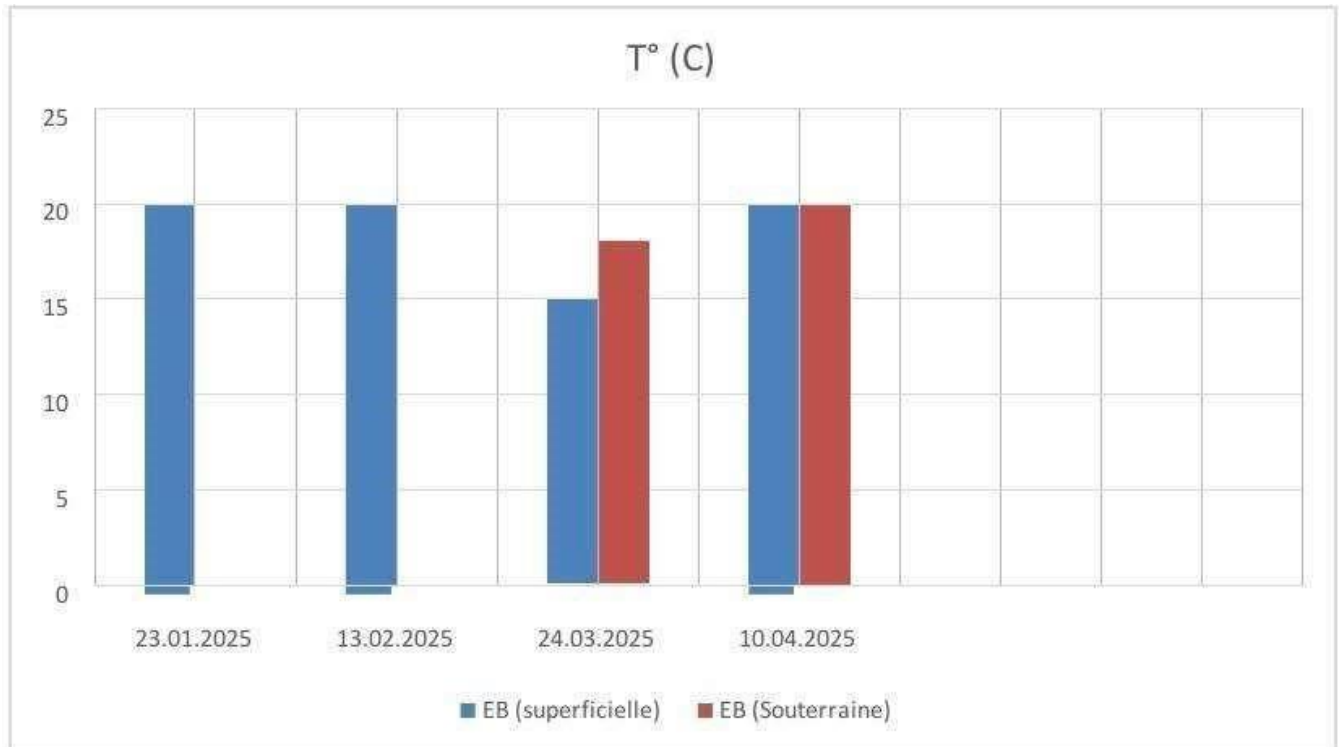
Durant la période d'étude, les valeurs du pH des eaux superficielles ont varié entre 8.10 et 7.95, et les valeurs du pH d'eaux souterraines ont varié entre 7.19 et 7.16.

D'après l'histogramme, nous pouvons directement conclure qu'il n'y a pas une grande différence de pH entre l'eau brute et l'eau traitée.

Ces valeurs sont dans l'intervalle proche de la neutralité (Figure III.01).

Le pH n'a pas d'effets directs sur les consommateurs, il est l'un des paramètres opérationnels les plus importants de la qualité de l'eau (OMS, 2017).

III.1.2 Température



Figures III.02 : Variation de la Température pour l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

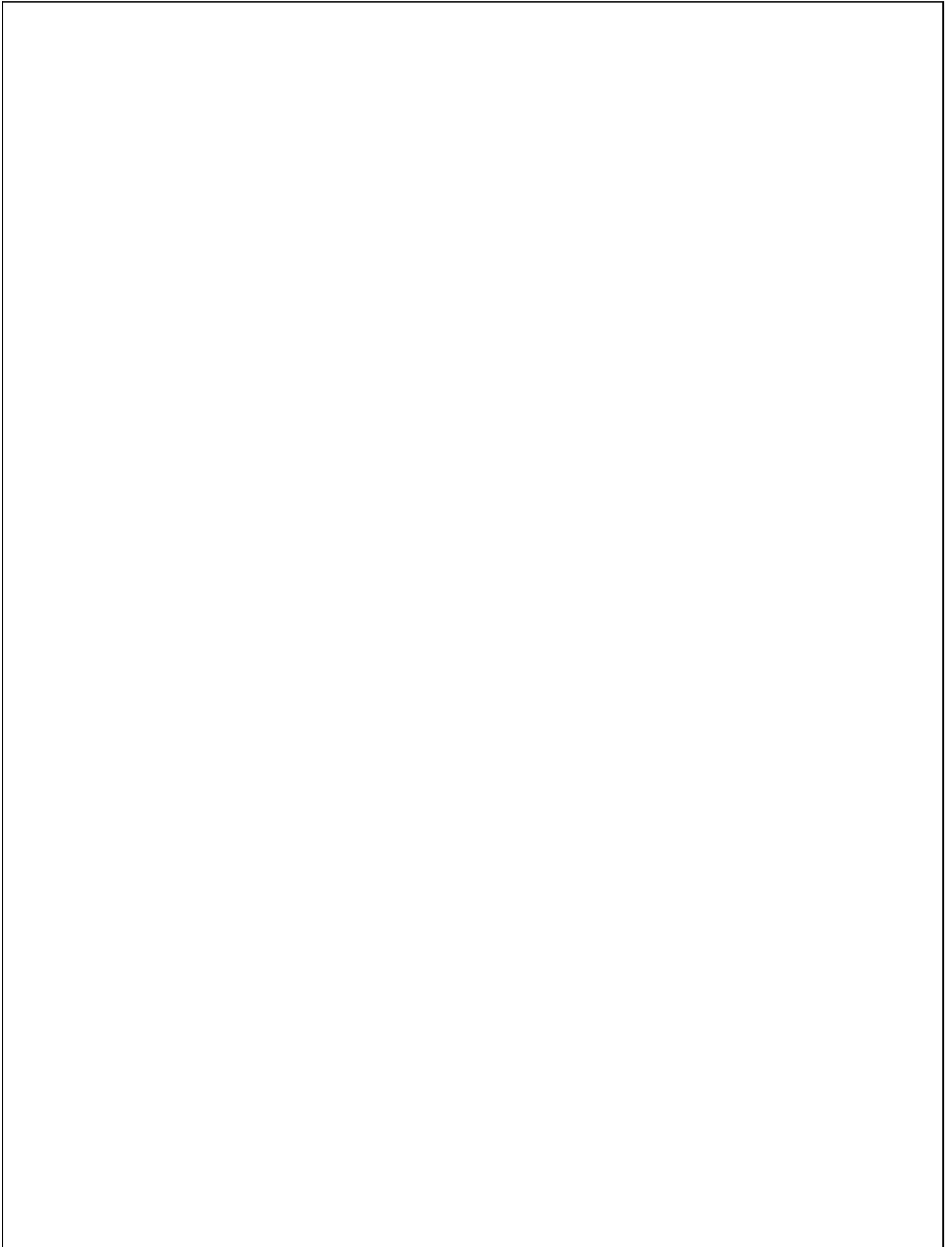
Les valeurs de la température de seaux superficielle (figure III.02) varient entre 17.1°C et 19.5°C, et de 18°C à 19,9°C pour les eaux souterraines.

Nous pouvons observer que les valeurs de température de cette étude, ne dépassent pas la norme (<25°C) (JORA, 2011).

La température et sa variation dépendent du type d'aquifère ainsi que du régime des eaux souterraines, profondeur de l'aquifère, interaction eaux de surface - eaux souterraines (Schürch, 2018).

III.1.3. Conductivité électrique

L'étude de l'évolution de la conductivité électrique montre que cette dernière varie légèrement en fonction des mois pour les deux eaux (Figure III.03)



CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

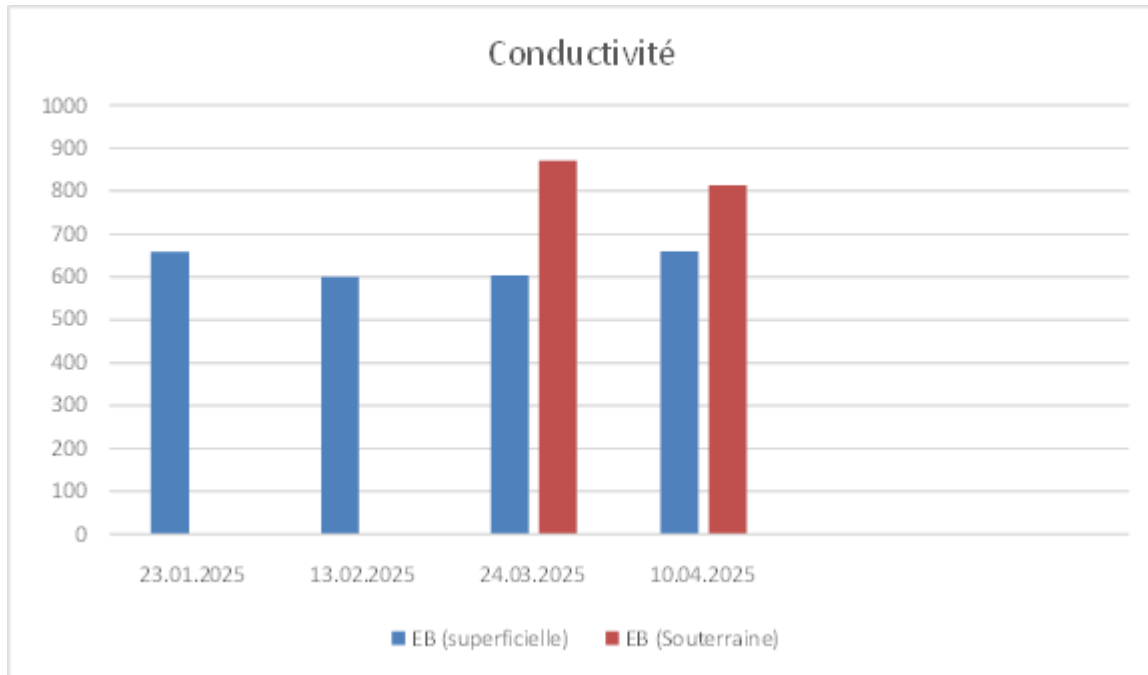


Figure III.03 : Variation de la conductivité pour l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

Les résultats obtenus durant la période d'étude pour les eaux superficielles varient entre 599 µs/cm et 659 µs/cm et de 813 µs/cm à 870 µs/cm pour les eaux souterraines (figure III.03).

Les valeurs de la conductivité correspondent aux normes des eaux destinées à la consommation, elles sont toutes < 2800 µs/cm (JORA, 2011).

Selon Belghiti et al., 2013, la conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé.

La conductivité électrique des eaux souterraines à partir d'ions majeurs prédominants définit le faciès hydrogéochimique des eaux (Kouassi et al., 2017).

III.1.4. Turbidité

Les graphes de la figure III.04 montre la variation des valeurs de la turbidité des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

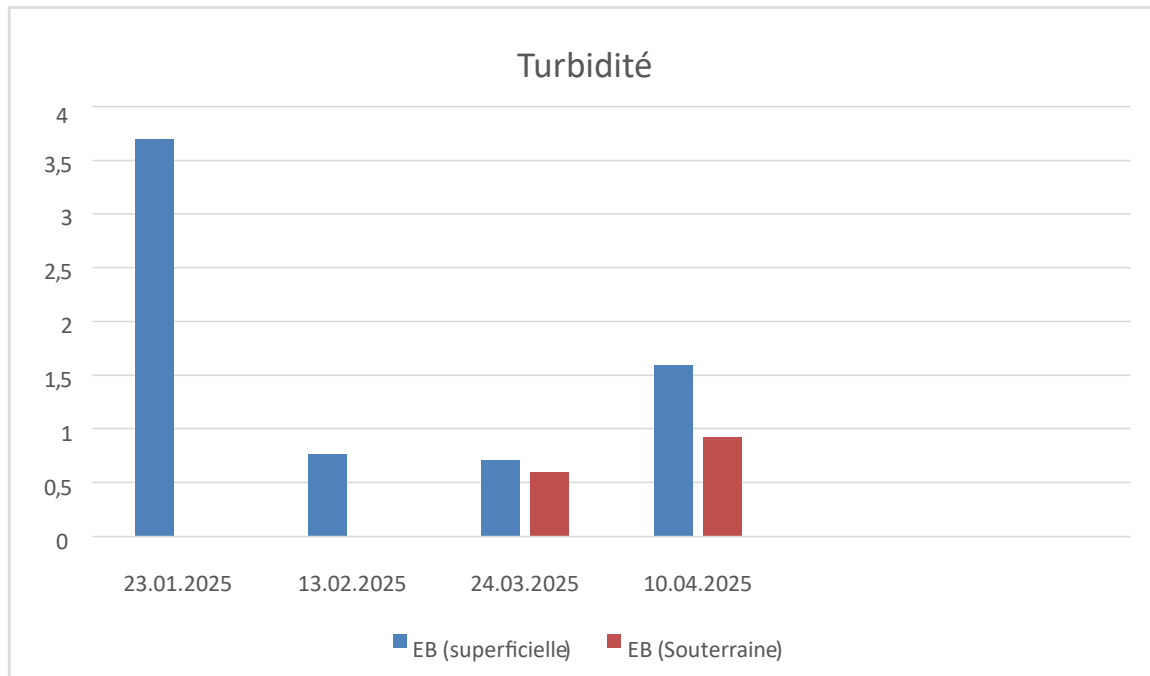
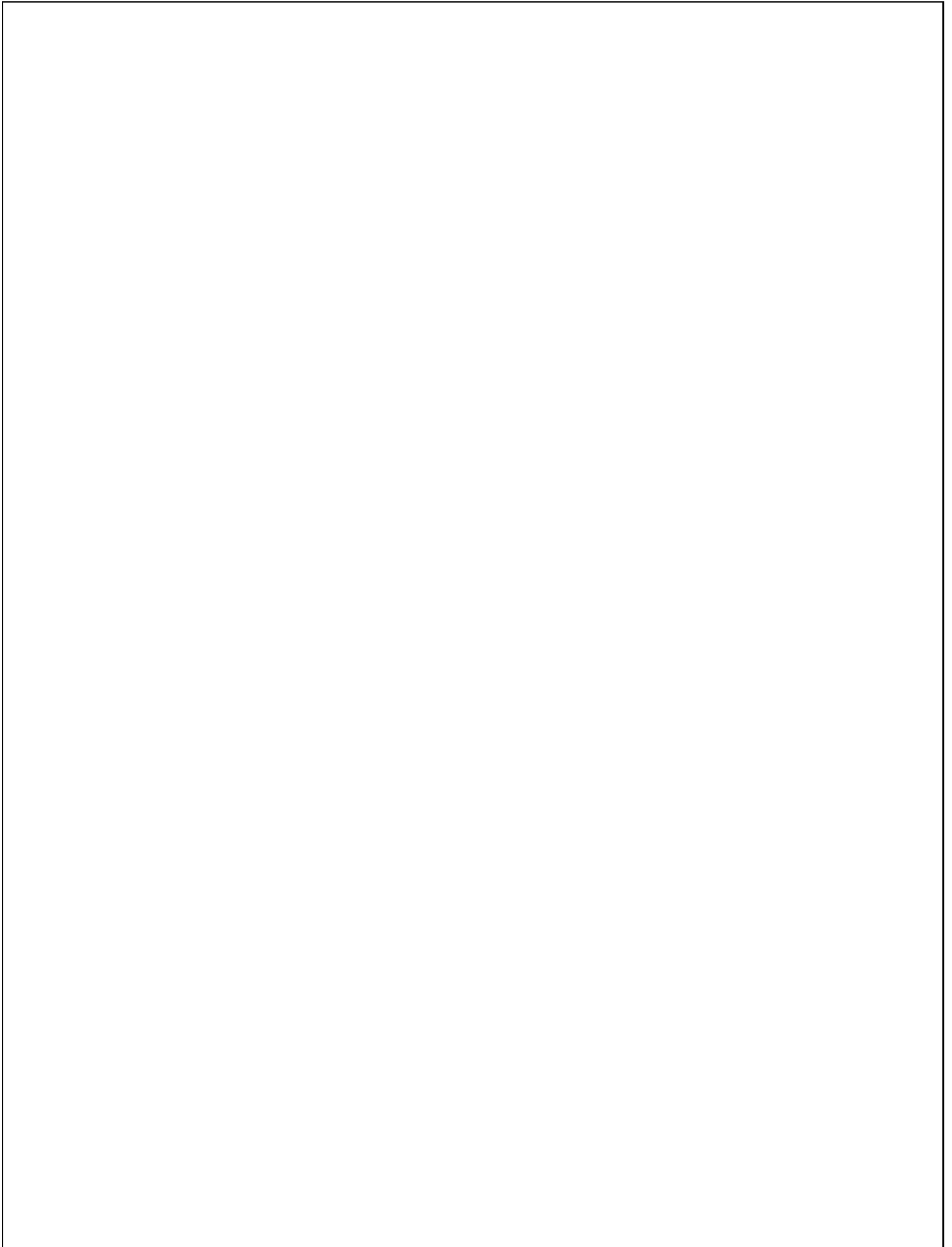


Figure III.04 : Variation de la turbidité pour l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

D'après l'histogramme, nous remarquons clairement une diminution pour l'eau superficielle durant le mois de février.

Ces deux valeurs restent acceptables aux normes nationales >5 NTU (JORA,2011)

Une turbidité visible réduit l'acceptabilité de l'eau de boisson. Bien que la plupart des particules qui contribuent à la turbidité n'aient pas d'impacts sur la santé (OMS,2017).



III.1.5. Résidus secs

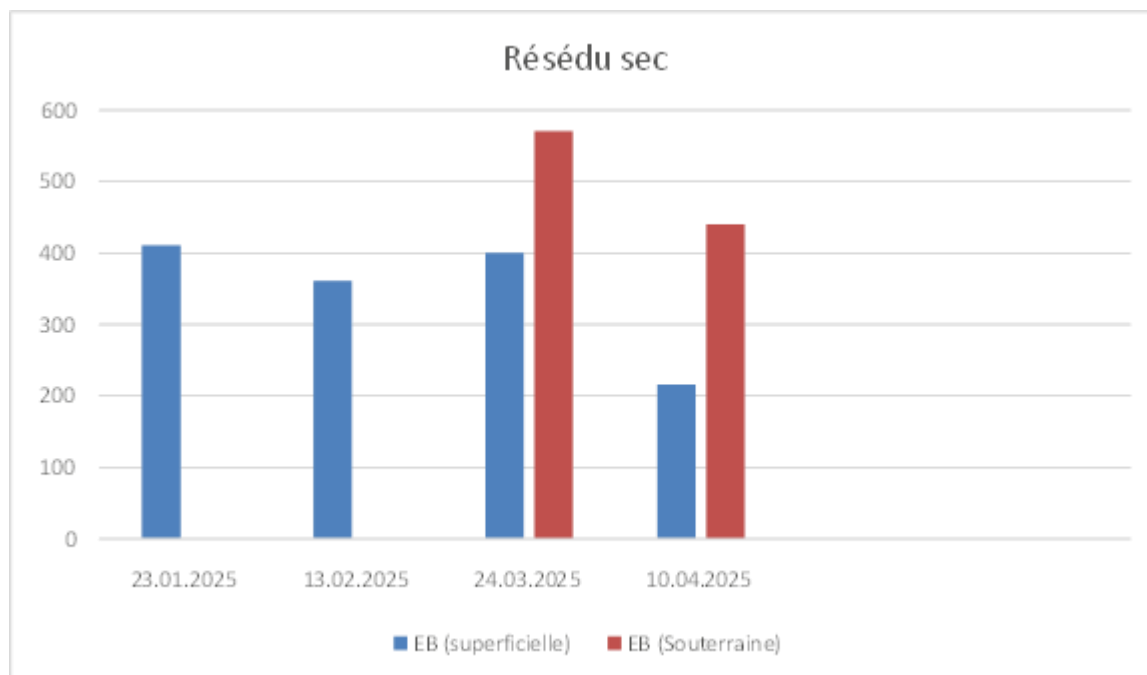
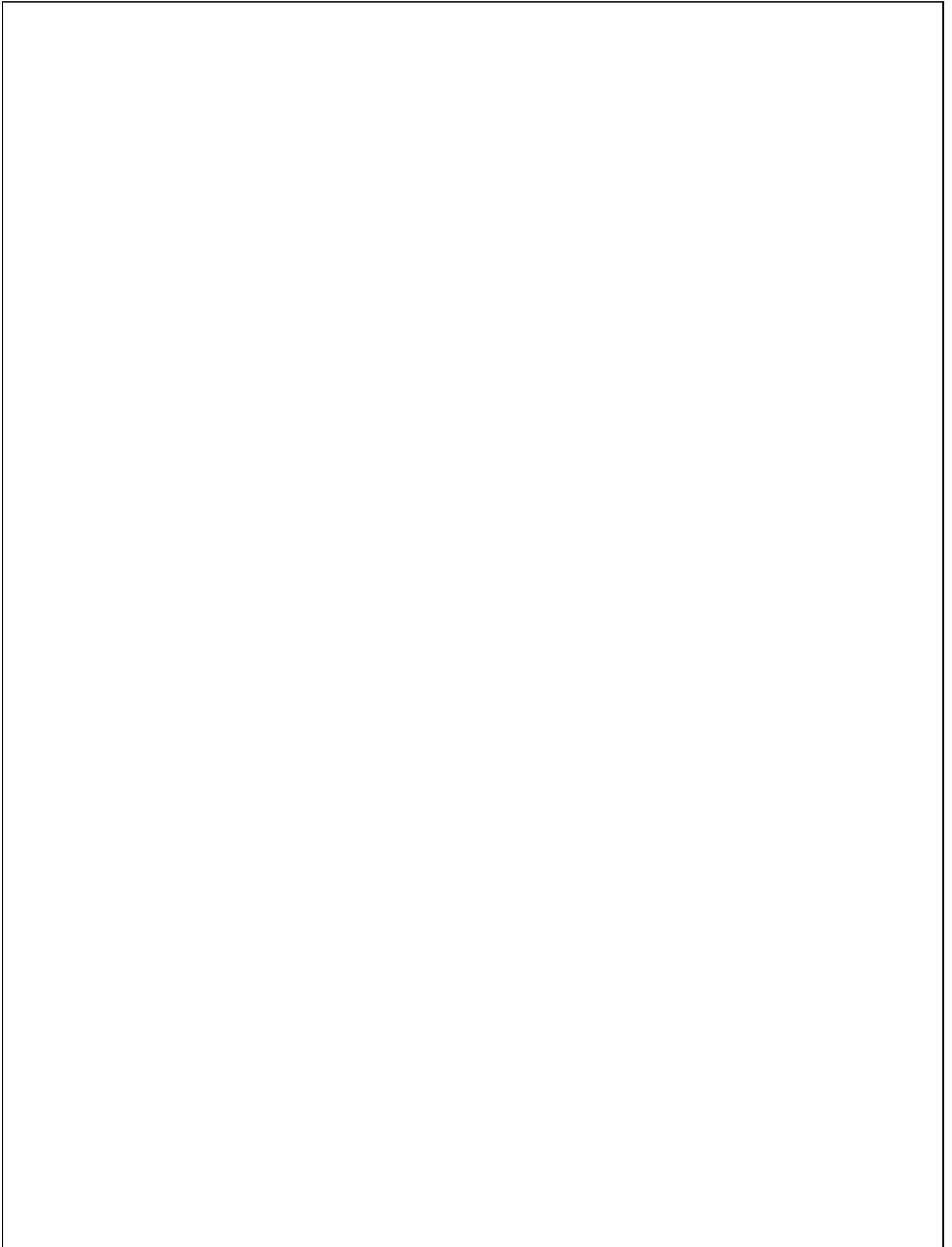


Figure III.05: Variation du résidu sec de l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

D'après la figure III.05 les résultats des résidus secs trouvés dans les eaux des points de forages analysés présentent 215 mg/l comme valeur minimale, et une valeur maximale de 410 pour l'eau superficielle. Pour l'eau souterraine une valeur minimale de 440mg/l et une valeur maximale de 570mg/l.

Toutes les valeurs sont inférieures à la norme nationale <1500 mg/l (JORA, 2011), et à la norme internationale < 1000 mg/l pour les deux eaux.



III.1.6. Alcalinité

A. La teneur en bicarbonates (HCO_3^-)

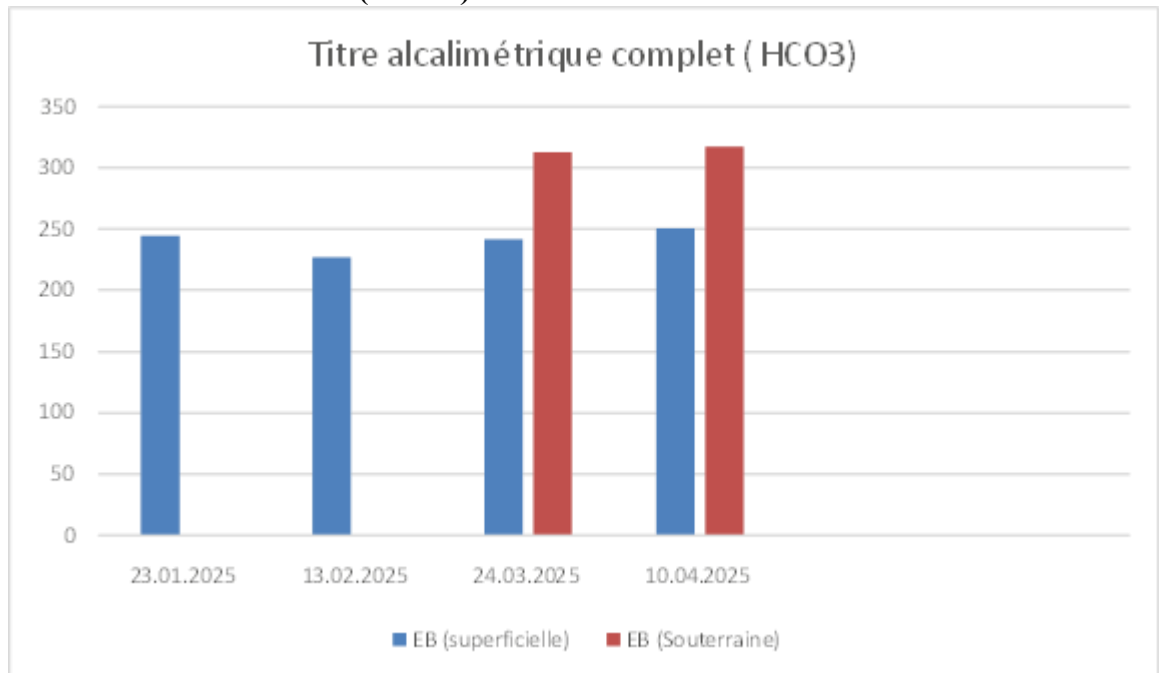
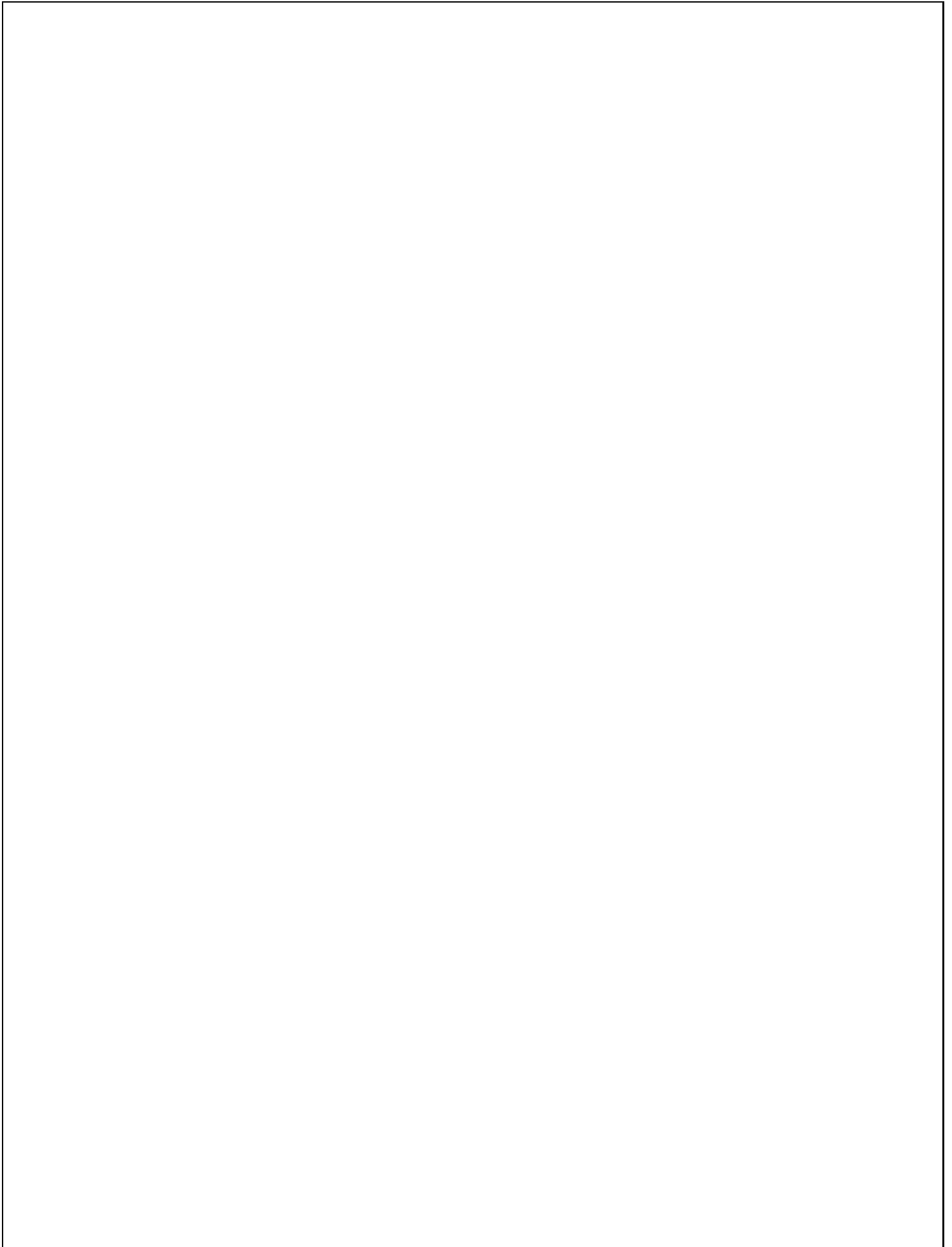
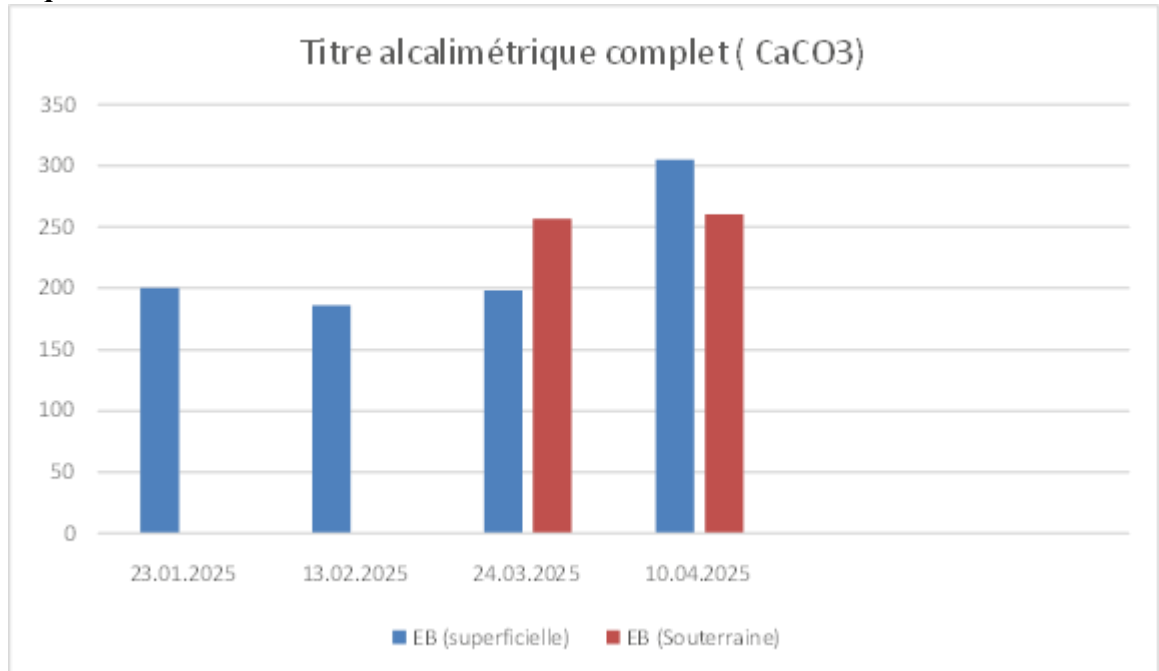


Figure III.06 : La variation du titre alcalimétrique en (mg/l) l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

Les résultats de cette étude, varient de 224,33mg/l à 250mg/l pour les eaux superficielles et de 312,32mg/l à 317,2mg/l pour les eaux souterraines.

Nous observons que les résultats des deux eaux sont inférieurs à la norme nationale <500 mg/l.



B. La quantité d'alcalinité

FigureIII.07 : La variation du titre alcalimétrique en (mg/l) l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

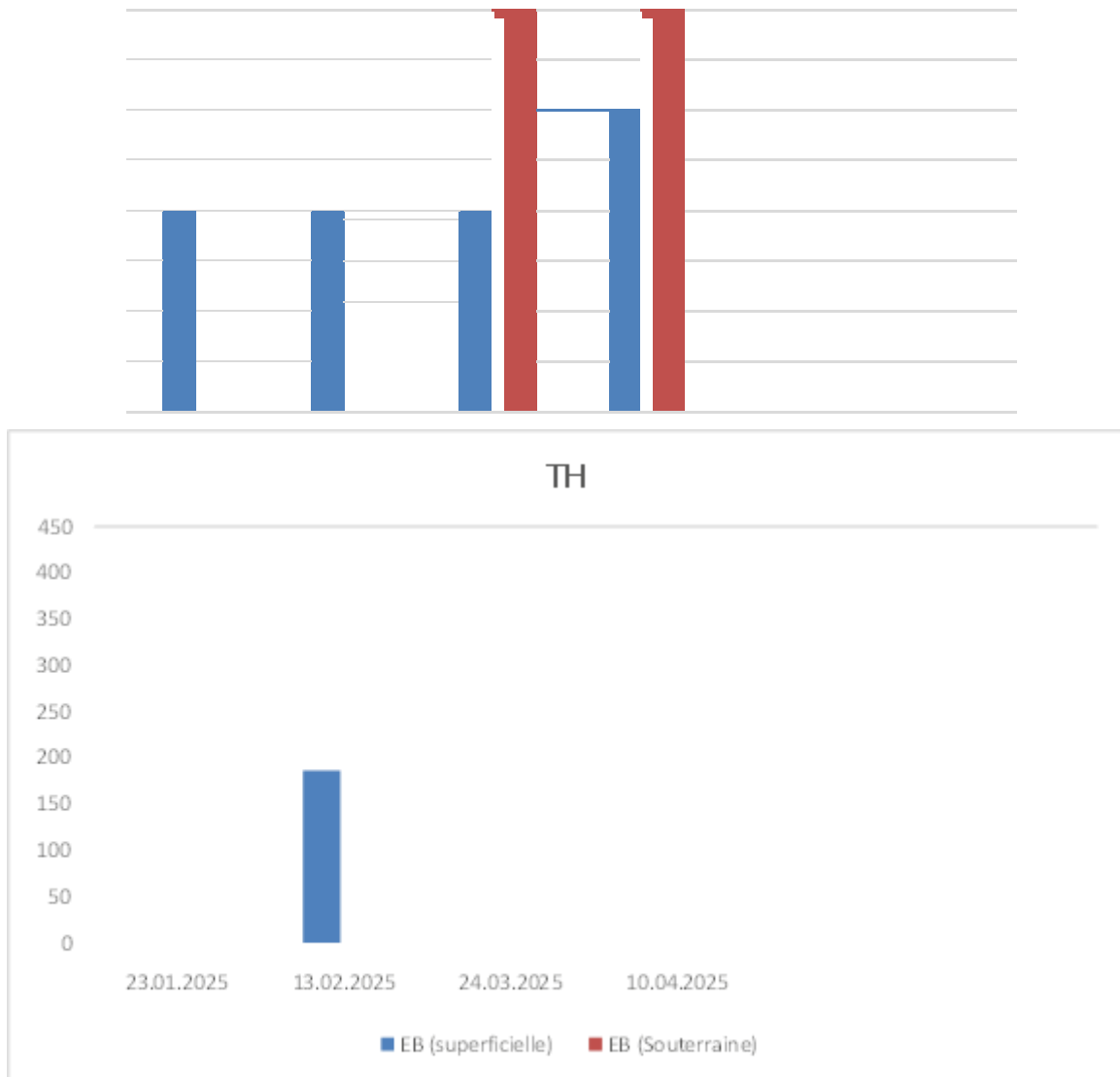
Les résultats montrent une variation du titre alcalimétrique comprise entre 185,95 mg/l et

305 mg/l pour les eaux superficielles, et entre 256 mg/l et 260 mg/l pour les eaux souterraines. On observe que les eaux superficielles présentent une plus grande variabilité du titre alcalimétrique en CaCO_3 que les eaux souterraines, suggérant une influence plus marquée des facteurs externes. En revanche, les eaux souterraines affichent des valeurs relativement stables, traduisant une composition chimique plus constante et protégée des influences immédiates de l'environnement.

III.1.7 Dureté totale(Th)

La dureté totale ou titre hydrotimétrique TH correspond à la somme des concentrations calcium et magnésium ou en fonction de la concentration de carbonate

de



calcium.

Figure III.08: La variation de la dureté totale pour l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

D'après la figure III.08, nous remarquons que la dureté totale des eaux superficielles est nettement plus élevée que celle des eaux souterraines. Les valeurs observées varient entre 258,04 mg/l (valeur minimale) et 335,87 mg/l (valeur maximale) pour les eaux

superficielles, tandis que la dureté des eaux souterraines reste stable autour de 401,04 mg/l.

Ces résultats indiquent que les eaux souterraines présentent une dureté totale plus constante et plus élevée, ce qui peut être attribué à un contact prolongé avec les formations géologiques riches en minéraux.

III.1.8. Calcium et magnésium

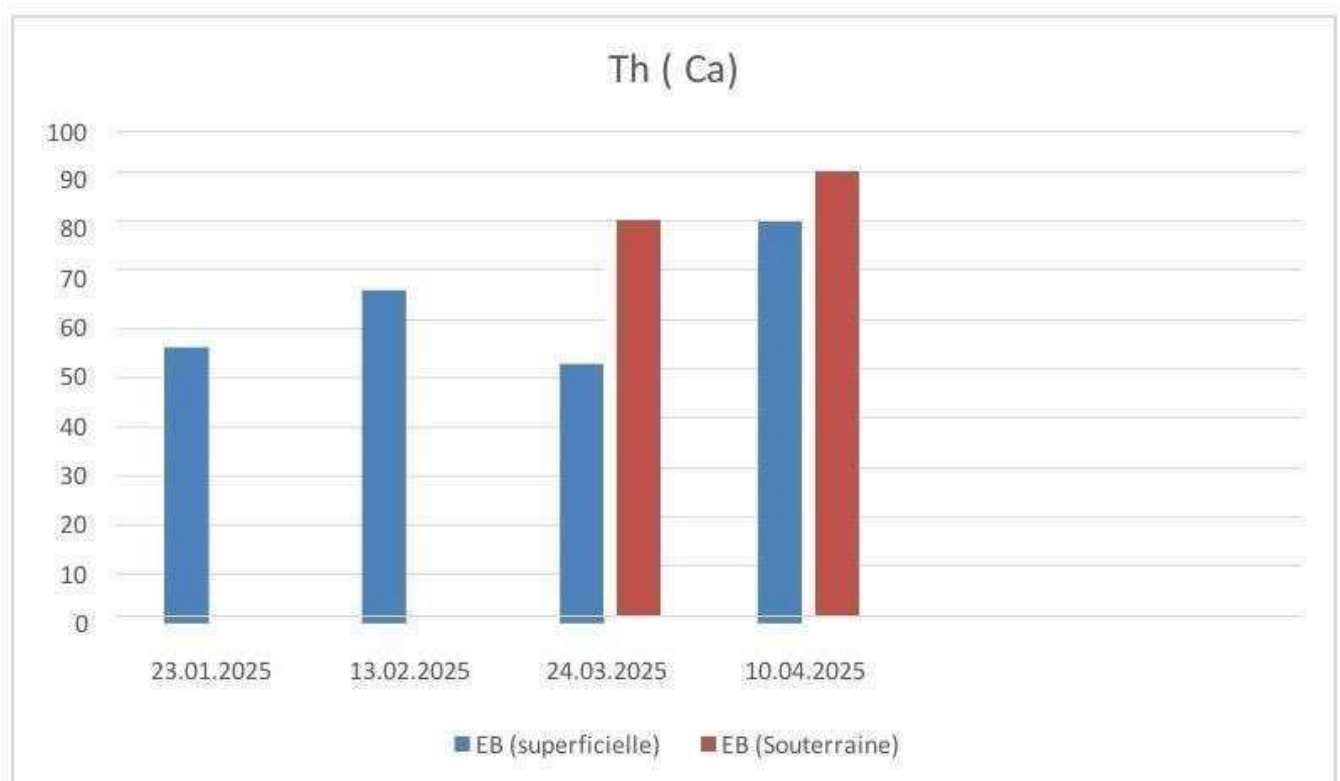
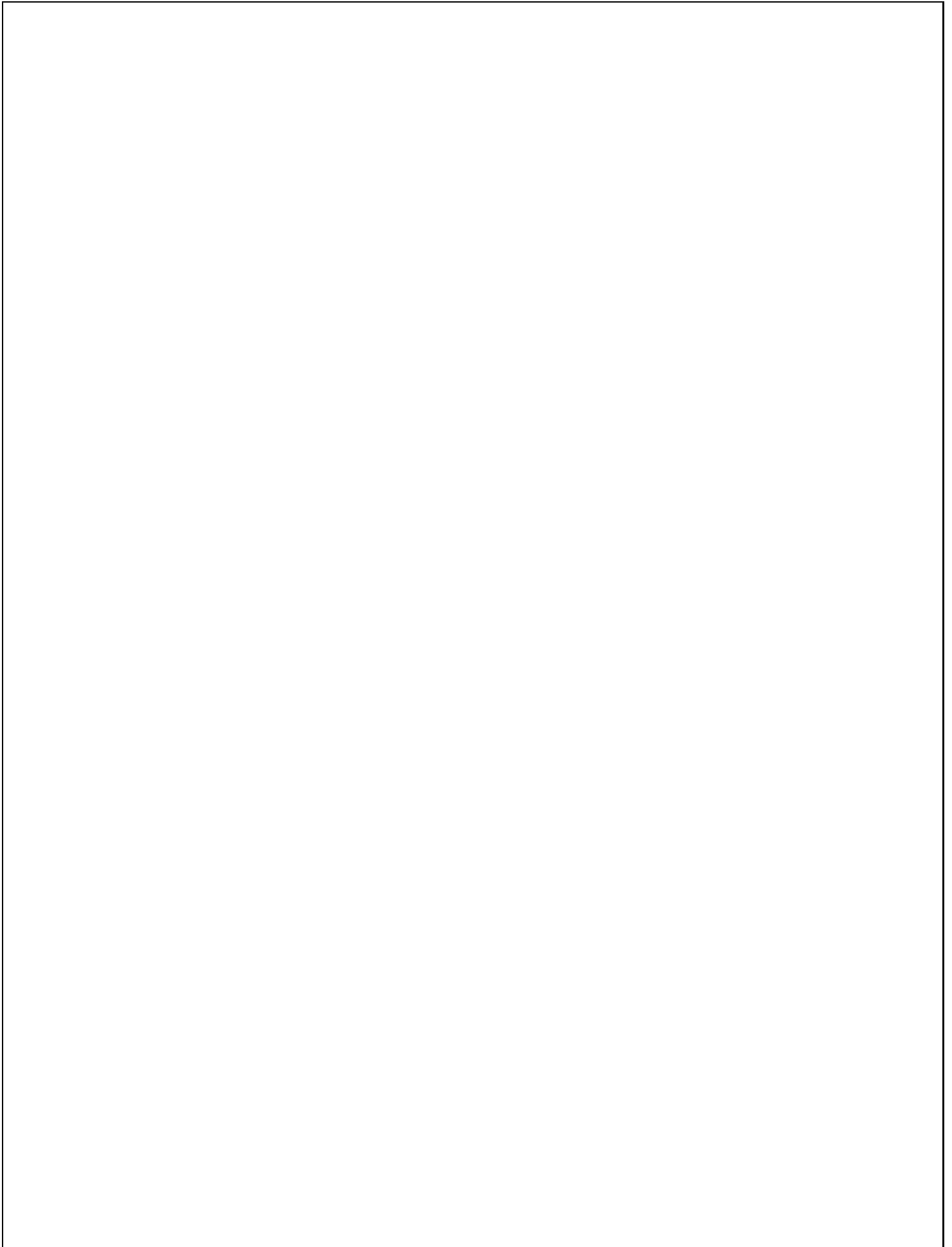


Figure III.9 : La variation du calcium (mg/l) l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

La concentration en calcium (exprimée en mg/l) des eaux superficielles au niveau de la station d'Oued Chiffa varie entre 52,53 mg/l et 77,16 mg/l, tandis qu'elle oscille entre 80,44 mg/l et 90,29 mg/l pour les eaux souterraines.

Ces résultats montrent que les eaux souterraines présentent une teneur en calcium plus élevée que les eaux superficielles, ce qui suggère une minéralisation plus importante due au contact prolongé avec les roches calcaires en profondeur.



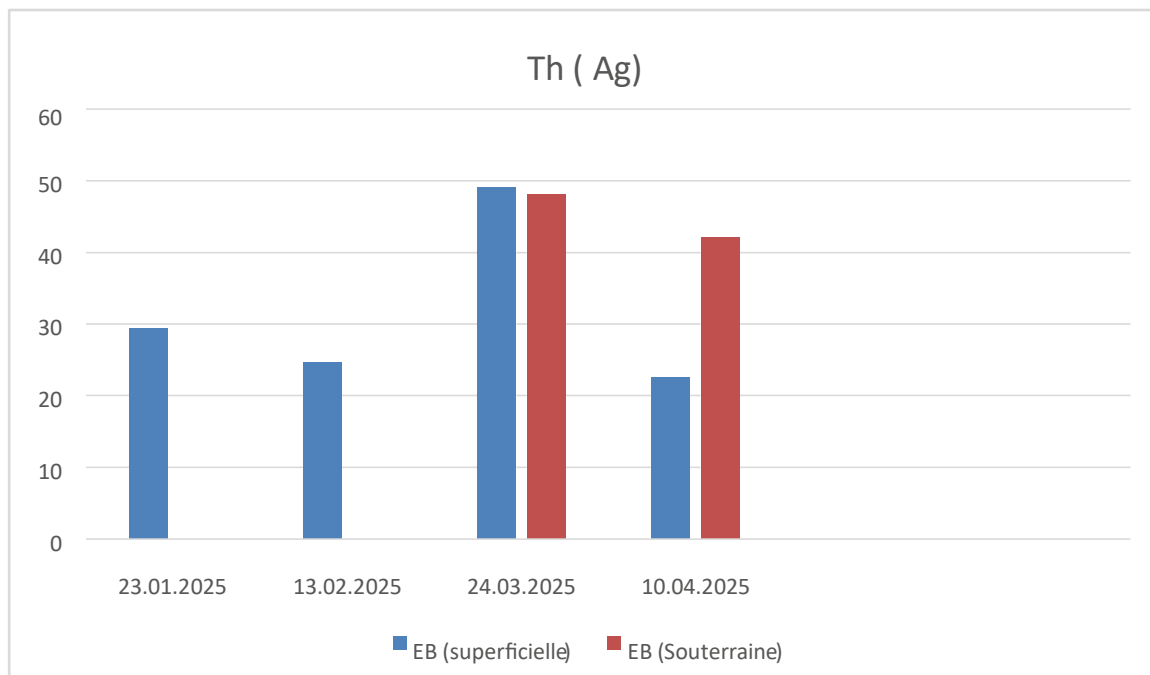


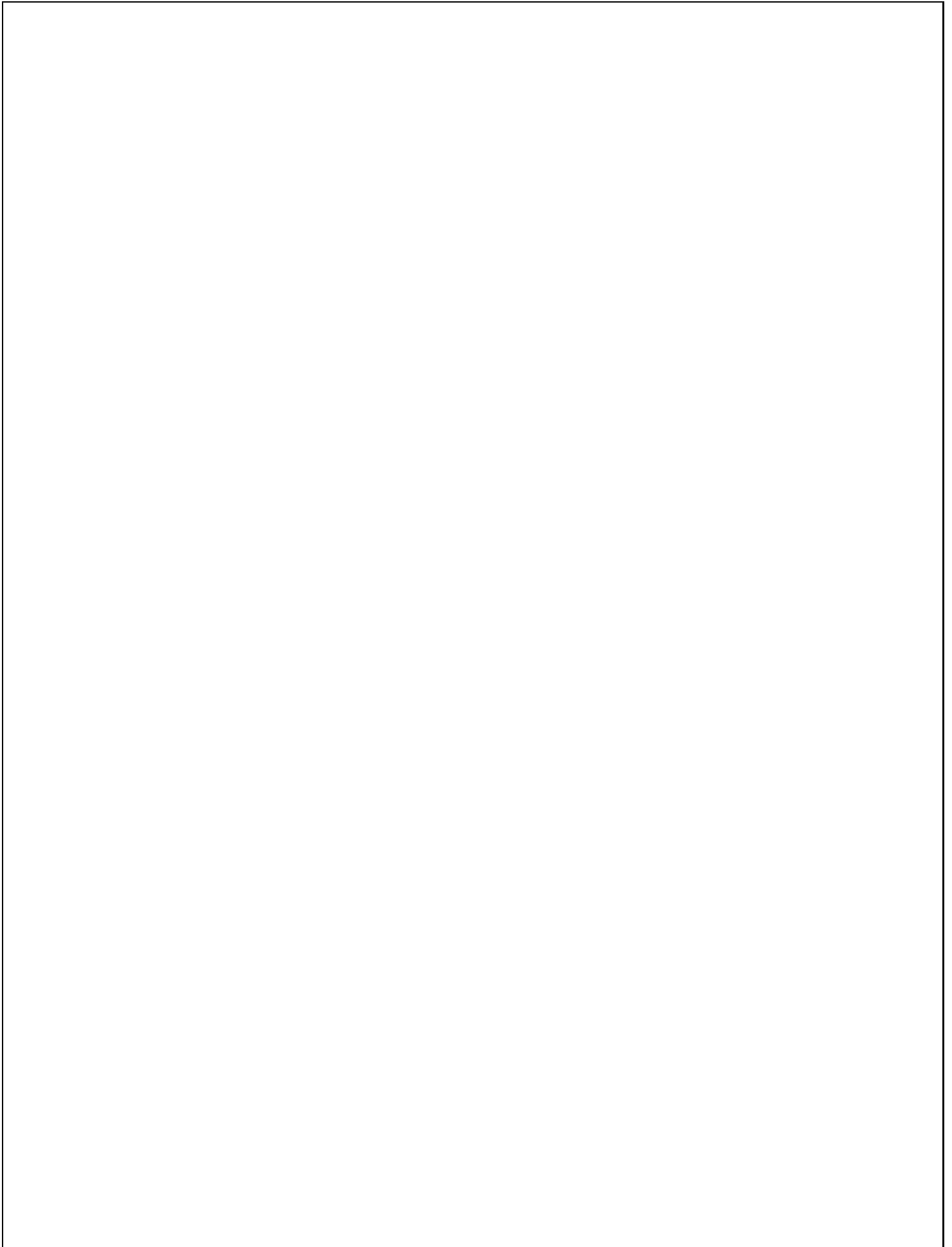
Figure III.10: Variation de magnésium en (mg/l) l'eau superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

La variation de la concentration en magnésium (exprimée en mg/l) dans les eaux superficielles se situe entre 22,52 mg/l et 49,09 mg/l, tandis qu'elle varie entre 42,16 mg/l et 48,07 mg/l dans les eaux souterraines.

Ces données indiquent que les eaux souterraines présentent des teneurs en magnésium globalement plus élevées et plus stables que celles des eaux superficielles, ce qui reflète une influence plus marquée de la géologie locale et un contact plus prolongé avec les roches riches en minéraux.

Généralement la dureté fait référence la quantité de calcium et de magnésium contenue dans l'eau. Ces deux éléments proviennent de l'altération de la roche mère. La teneur en calcium est habituellement plus élevée que le magnésium dans les eaux souterraines (Couture et al., 2004).

Selon Dib (2009) ils proviennent essentiellement de la dissolution des roches carbonatées suite à la présence du gaz carbonique. Le calcium peut provenir également des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), qui sont solubles.



III.1.9. Sulfate



Fig

ure III.11 : Variation de sulfate en (mg/l) des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa

Les concentrations des sulfates dans les eaux analysées varient entre 88,01 mg/l et 115,92 mg/l (figure III.11) pour les eaux superficielles, et de 97,11 mg/l et 99,31 mg/l pour les eaux souterraines.

Les eaux superficielle et souterraine de cette étude sont de bonne qualité, car les valeurs des sulfates sont inférieures aux normes tolérées par la réglementation algérienne 400 mg/l (JORA, 2011).

L'origine de la plupart des composés sulfatés est l'oxydation des minerais de sulfites, la présence des chistes, ou de déchets industriels.

Selon (Bellaredj, 2003) l'abondance, des sulfates pourrait être le résultat de la présence des évaporites.

Les sulfates ont une toxicité aiguë très faible, cependant un effet laxatif est observé pour des teneurs supérieures à 1000 mg/l (Zouaoui, 2014).

III.1.10. Nitrates

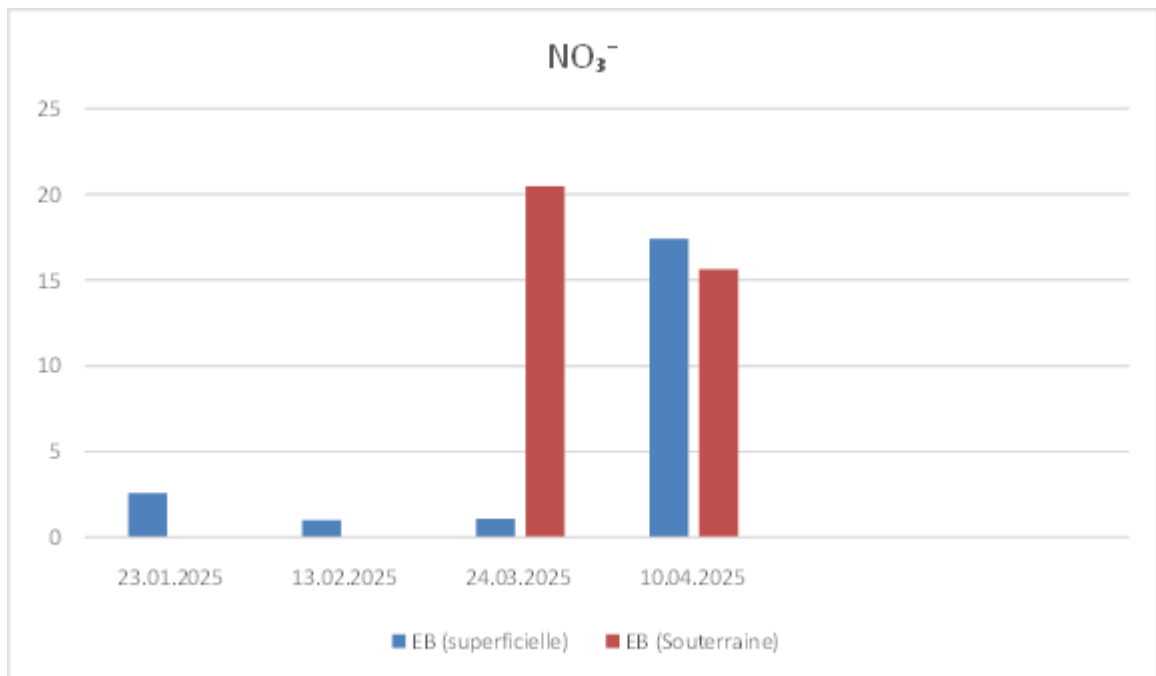


Figure IV.11 : Variation des nitrates des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

Les teneurs en nitrates varient entre 0,97 et 17,36 mg/l dans les eaux superficielles, et entre 15,60 et 20,43 mg/l dans les eaux souterraines. Cette différence s'explique par une accumulation plus importante dans les nappes souterraines, liée à l'infiltration d'eaux polluées, notamment d'origine agricole.

Les faibles taux en surface peuvent être dus à la dilution ou à la biodégradation. Bien que les concentrations restent en dessous des normes de potabilité (50 mg/l), une surveillance régulière est nécessaire pour prévenir tout risque de contamination.

III.1.11. Ortho phosphates

Tableau III.01 : Résultats des analyses du phosphore en mg/l des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Cheffia.

La date	Eaux superficielles	Eaux souterraines
---------	---------------------	-------------------

23.01.2025	<0,01	
------------	-------	--

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

13.02.2025	<0,01	
24.02.2025	<0,01	<0,01
10.04.2025	<0,01	<0,01

Dans les milieux aquatiques, plus de 90 % du phosphore se trouve sous forme organique, et environ 70 % de celui-ci est présent sous forme particulaire.

Le phosphore inorganique soluble ne constitue donc qu'une faible partie du phosphore total présent dans ces milieux aquatiques (Ouakouak, 2017).

Les ortho phosphates sont rarement dosés dans les eaux souterraines : leur contribution à la balance ionique entre cations et anions est en effet minime. Les apports phosphatés dans les eaux souterraines font majoritairement, voire uniquement, référence à des impacts liés à des problèmes d'assainissement, plus qu'à des pratiques agricoles.(Barbieretal., 2000).

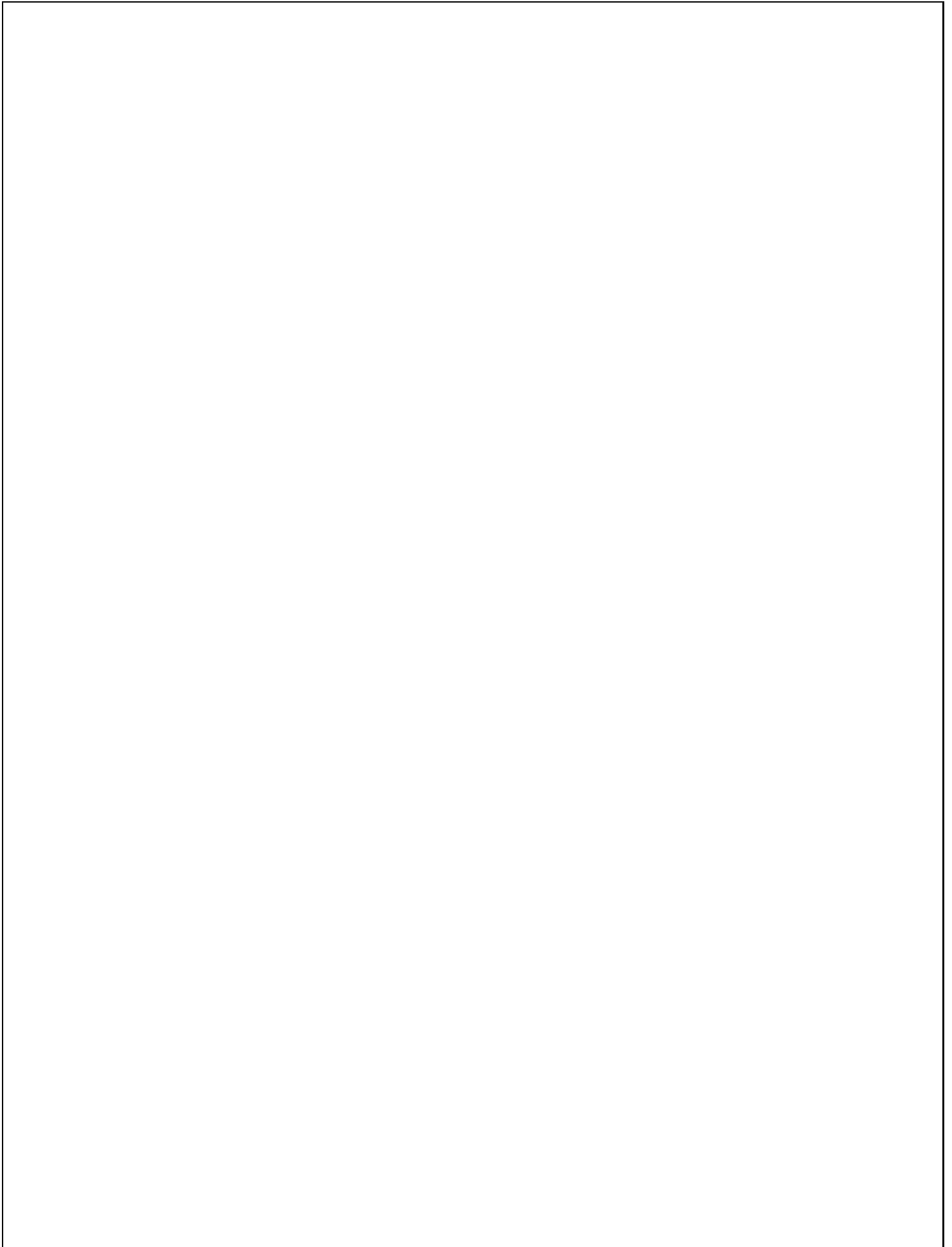
III.1.12. Nitrites

Tableau III.02 : Résultats des analyses des nitrites en mg/l des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

La date	Eaux superficielles	Eaux souterraines
23.01.2025	<0,01	
13.02.2025	<0,01	
24.02.2025	<0,01	<0,01
10.04.2025	<0,01	<0,01

Le tableau III.02 montre une absence totale des nitrites dans l'ensemble des eaux superficielles et souterraines, avec une très faible concentration (< 0,01 mg/L) pour chaque point d'échantillonnage.

Toutes les concentrations observées sont inférieures à la valeur limite nationale (0,2 mg/L ; JORA, 2011) ainsi qu'à la valeur limite internationale (0,1 mg/L ; OMS, 2017).



III.1.13. Ammonium

Le **tableau III.03** montre les concentrations d'ammonium dans les eaux superficielleet souterraines.

Tableau IV.03: Résultats des analyses d'ammonium en mg/l des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Cheffia.

La date	Eaux superficielles	Eaux souterrainnes
23.01.2025	0,02	
13.02.2025	<0,01	
24.02.2025	0,02	<0,01
10.04.2025	0,019	<0,01

Les valeurs enregistrées sont toutes inférieures aux normes de potabilité nationale 0.5mg/l (JORA, 2011) ;et qui dépasse légèrement les normes internationale 0.2 mg/l (OMS, 2017), du au marge d'erreur.

La présence de l'ammonium est habituellement considérée comme un signe de pollution,car cetteforme d'azote en 'exist que dans les eaux riches en matière organique en décomposition surtout lorsque la teneur en O2 est insuffisante pour la transformer en ions NO3- (Dovonou et al., 2012).

La présence de l'ammonium dans l'eau est liée, soit par réduction des formes azotées(nitrates et nitrites) en conditions réduites, soit aux rejets urbains dans les oueds et les chotts(Dib,2009).

III.1.14. Fer

Tableau III.04:Résultats des analyses du fer en mg/l des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.

La date	Eaux superficielles	Eaux souterrainness
23.01.2025	<0,01	
13.02.2025	<0,01	
24.02.2025	<0,01	<0,01
10.04.2025	<0,01	<0,01

D'après le Tableau IV.04 nous remarquons que toutes les valeurs du fer en mg/l des eaux superficielle et souterraines sont inférieure a 0,01mg/l.

Les concentrations de fer dans les eaux sont inférieures aux valeurs spécifiées par le JORA

0.3 mg/l (JORA,2011).

Le fer est un élément peu esthétique, présent généralement dans les eaux souterraines, générant des précipités colorés indésirables. Son origine est naturelle (altération des roches) ou industrielle (activités minières ou métallurgie) (Drouiche, 2012).

Le fer est souvent à l'origine, indirectement, de certaines maladies hydriques (Anonyme,1996) si le fer provient de sources de surface, comme les effluents industriels ou les eaux usées, cela peut indiquer la présence d'éléments pathogènes ou d'autres contaminants provenant des eauxde surface (Drouiche, 2012).

III.1.15. Chlorure

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à lanature des terrains traversés (Rodier et al., 2009), Les résultats des analyses des eaux superficielle et souterraines illustrés dans **la figure III.10**

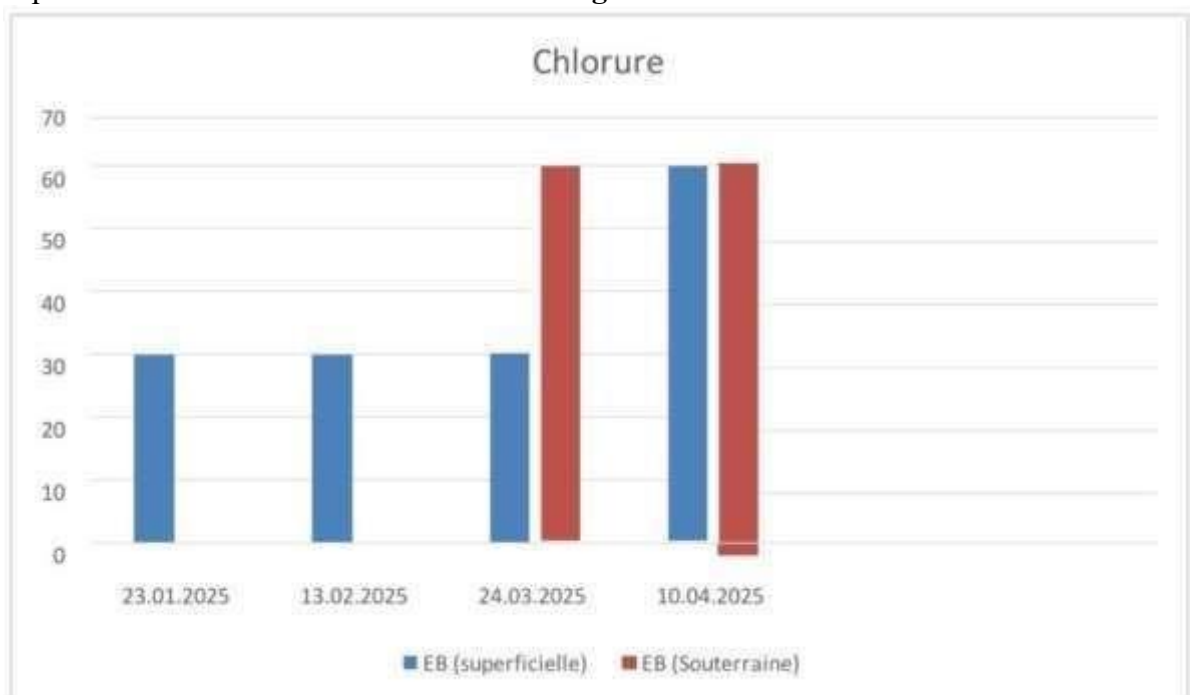
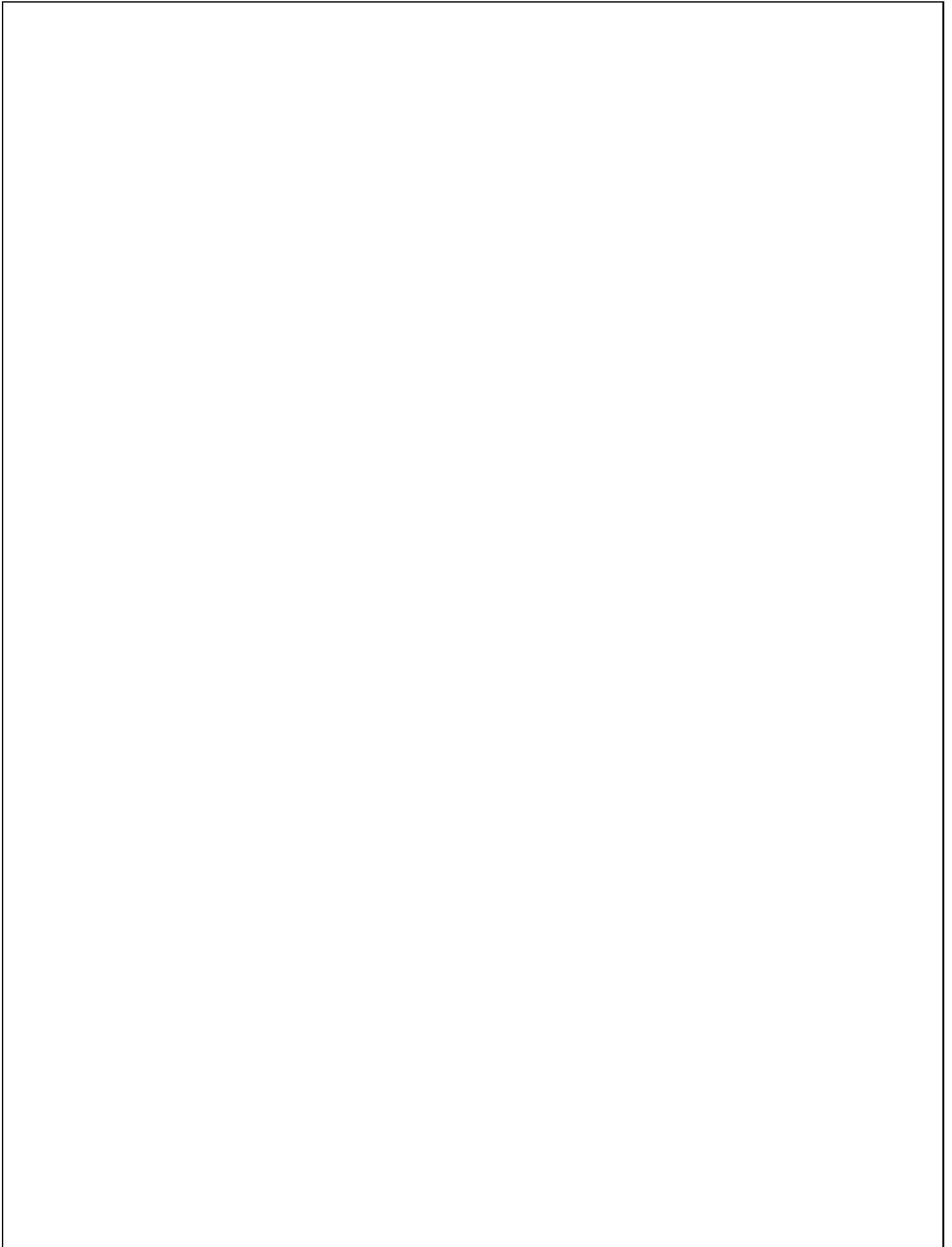


Figure III.10: Variation de chlorure en(mg/l) des eaux superficielle et souterraine de la station d'oued Chiffa.



CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'histogramme montrent des concentrations qui varient entre des valeurs de 28,36mg/l à 59,89mg/l pour les eaux superficielles et de 59,56mg/l à 62,40mg/l pour les eaux souterraines.

Tous les résultats sont inférieurs aux valeurs indicatives de la norme nationale 500 mg/l (JORA,2011). Les eaux sont conformes aux exigences donc acceptable pour la consommation humaine

Selon Dib(2009) les chlorures peuvent avoir une origine multiple; soit par contamination par les eaux usées, soit par la dissolution des sels par lessivage des terrains salifères. La dissolution de ces sels étant très facile d'où leurs présences en fortes concentrations dans les eaux ayant traversées les formations argileuses et marneuses. Les chlorures donnent un goût désagréable et posent le problème de corrosion des canalisations et des réservoirs à partir de 50 mg/l (OMS, 2017).

III.2. Résultats des paramètres bactériologiques

III.2.1. Coliformes totaux

Les résultats de l'étude des CT sont dans le tableau suivant :

Tableau III.05 : Résultats des coliformes totaux

Chlore résiduel	Centre	Point d'eau	Date et heures de prélèvement	Date et heures de l'analyse	CT
EB	Blida	Captage Sidi Madani	23.01.2025 11h 17	21.01.2025 14h 00	308
EE	Blida	Captage Sidi Madani	13.02.2025 11h 45	13.02.2025 13h 05	20
EB	Blida	Captage Sidi Madani	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	19
EB	Blida	F3	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0

EB	Blida	F2	24.02.2025 11h 30	24.03.2025 13h 00	0
----	-------	----	----------------------	----------------------	---

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

EB	Blida	Arriv Captage	10.04.2025 12h 20	10.04.2025 13h 20	40
----	-------	---------------	----------------------	----------------------	----

D'après les résultats du tableau III.05, nous avons observé une forte présence des CT au niveau des eaux superficielle durant le mois de janvier avec une valeur maximale pour le cas de ce dernier de 308.

Le journal officiel Algérienne (**JORA, 2011**) n'a pas cité valeur limite donc on ne peut pas dire si les résultats sont conformes en vertu du règlement.

Selon (**Guessoum et al., 2015**) les valeurs élevées, des CT montrent une détérioration de la qualité de l'eau. Cette contamination peut être causée par la présence à proximité des fosses septiques, de l'épandage de fumier ou d'engrais chimiques à proximité des points de forages. Aussi elle peut être due à une mauvaise protection du forage.

Le risque sanitaire relié à la présence de bactéries du groupe des coliformes totaux est souvent faible, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* et de certaines bactéries

Opportunistes qui peuvent causer de graves maladies chez les personnes malades. (**El Haissoufi et al., 2011**), cependant selon (**Barwick et al., 2000**), il existe des cas où il a été mis en évidence une association entre la détection des coliformes totaux et l'apparition d'épidémies d'origine hydrique.

III.2.2. Coliformes fécaux

La présence des coliformes fécaux comme *Escherichia coli* permet de mettre en évidence une pollution d'origine fécale. Les résultats de l'étude des CF sont portés dans le tableau suivant:

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

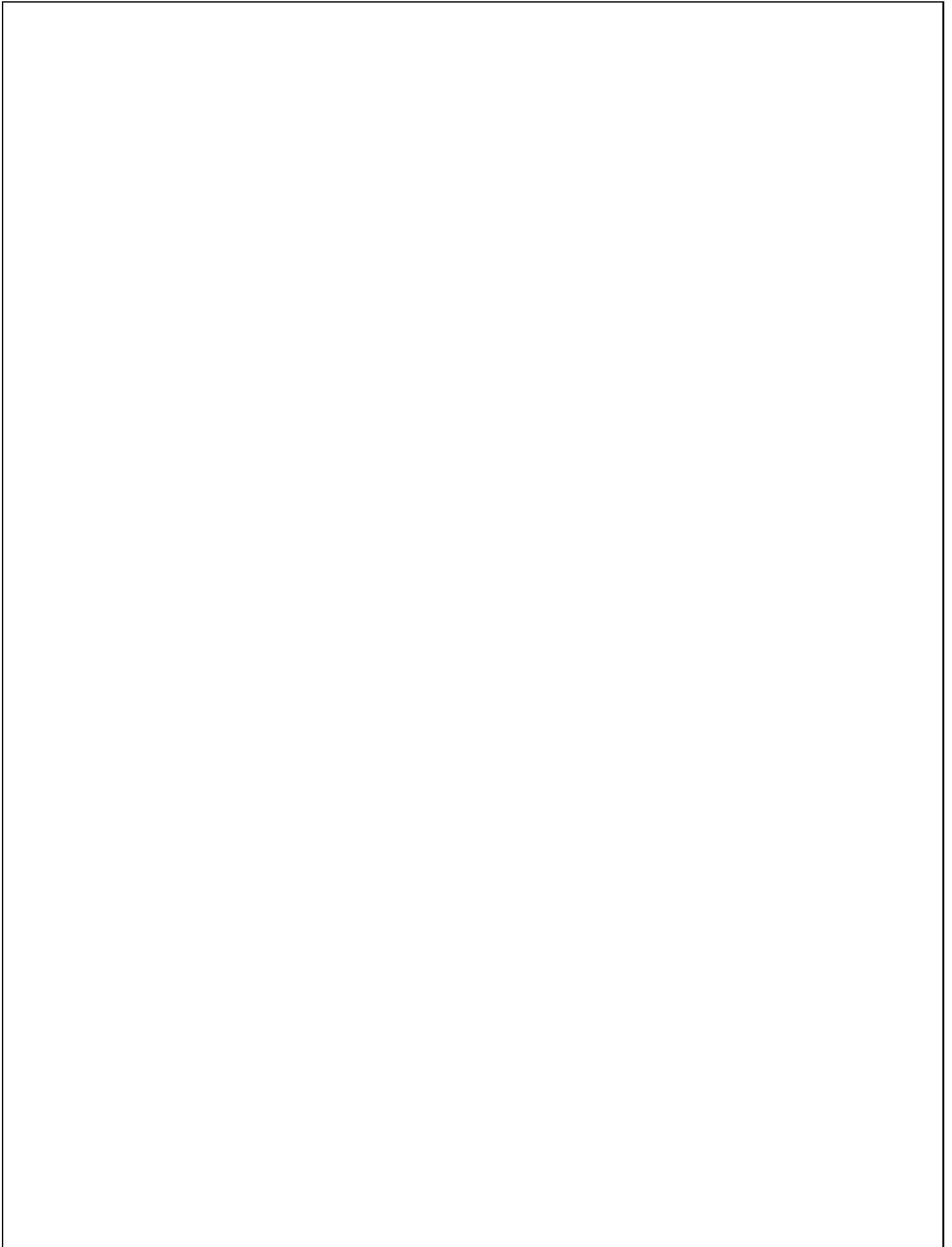
Tableau III.06: Résultats des coliformes fécaux

Chlore residuel	Centre	Point d'eau	Date et heures de prélèvement	Date et heures de l'analyse	CT
EB	Blida	Captage Sidi Madani	23.01.2025 11h 17	21.01.2025 14h 00	148
EE	Blida	Captage Sidi Madani	13.02.2025 11h 45	13.02.2025 13h 05	02
EB	Blida	Captage Sidi Madani	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	03
EB	Blida	F3	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0
EB	Blida	F2	24.02.2025 11h 30	24.03.2025 13h 00	0
EB	Blida	ArrivéCaptage	10.04.2025 12h 20	10.04.2025 13h 20	18

Les CF comme *Escherichia coli* provient généralement des animaux et les humains, il y a plusieurs sources possibles : fumier, pâturage, fosses septiques, latrine et les animaux sauvages.

La présence de coliformes fécaux peut être une indication de la présence de microorganismes entéro- pathogènes (**Zmirou et al., 1987**) comme les salmonelles et le virus de Norwalk (**Goodman et al., 1982**) ; (**Craun, 1986**).

La présence des coliformes fécaux indique aussi un risque sanitaire d'origine hydrique qui se manifeste le plus souvent par des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhée), habituellement de courte durée (**Guessoumet al., 2015**).



III.2.3. Streptocoques fécaux

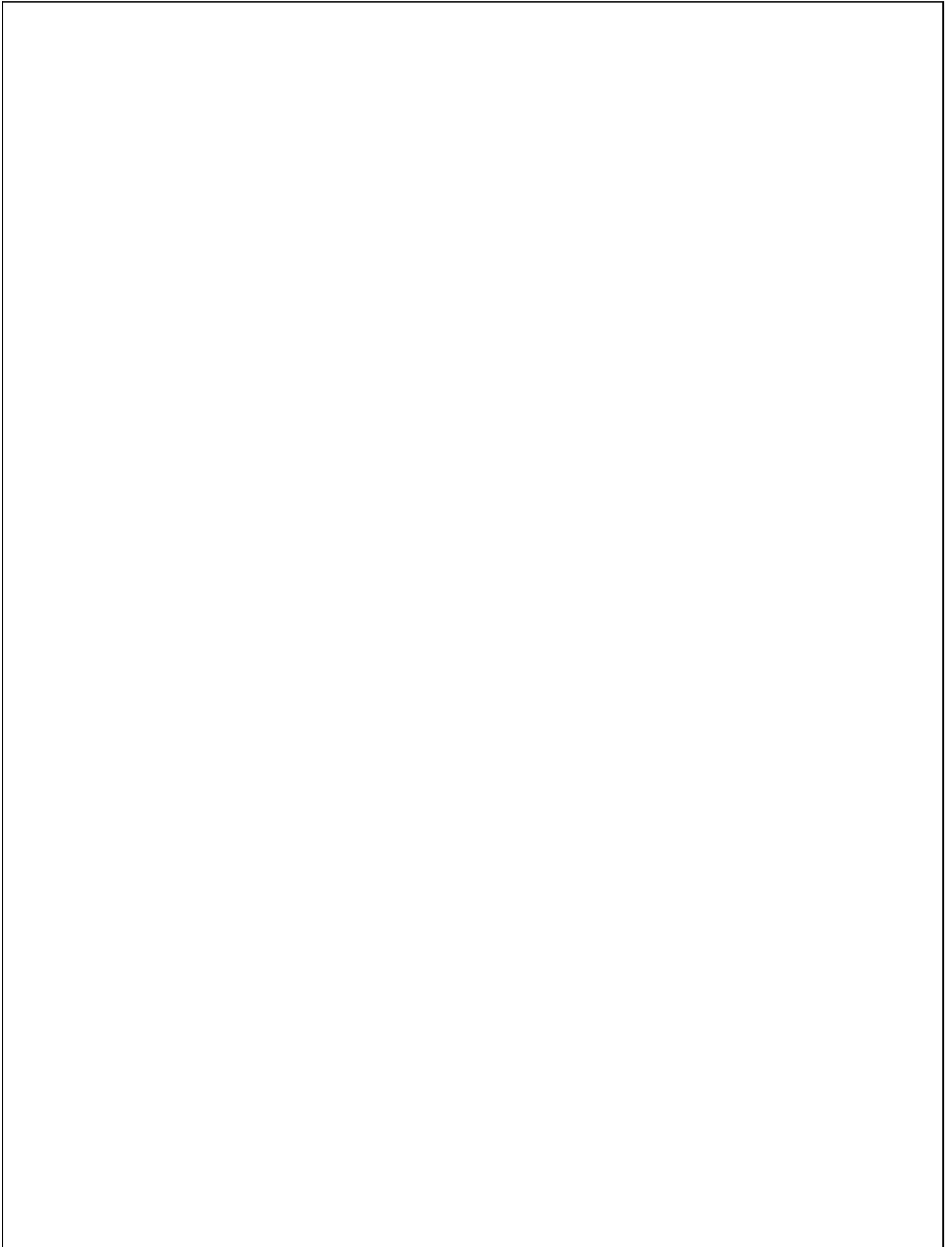
Les résultats de l'étude des SF sont dans le tableau suivant:

Tableau III.07:Résultats des streptocoques fécaux

Chlore résiduel	Centre	Point d'eau	Date et heures de prélèvement	Date et heures de l'analyse	SF
EB	Blida	Captage Sidi Madani	23.01.2025 11h 17	21.01.2025 14h 00	28
EE	Blida	Captage Sidi Madani	13.02.2025 11h 45	13.02.2025 13h 05	0
EB	Blida	Captage Sidi Madani	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	02
EB	Blida	F3	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0
EB	Blida	F2	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0
EB	Blida	ArrivéCaptage	10.04.2025 12h 20	10.04.2025 13h 20	06

Les résultats montrent une forte contamination fécale en janvier 2025 (28 UFC/100 ml) au captage Sidi Madani, suivie d'une nette amélioration en février, avec des valeurs nulles ou très faibles (0 à 2 UFC/100 ml) sur les différents points. Une légère recontamination est observée en avril (6 UFC/100 ml). Cette fluctuation indique une qualité microbiologique variable, nécessitant une surveillance continue et un traitement efficace pour garantir la sécurité de l'eau.

La réglementation algérienne impose l'absence des entérocoques intestinaux dans 100 ml d'eau (JORA, 2011) pour que l'eau de forage soit qualifiée comme une eau de bonne qualité bactériologique.



III.2.4 TMB (Taux Microbien Bactérien)

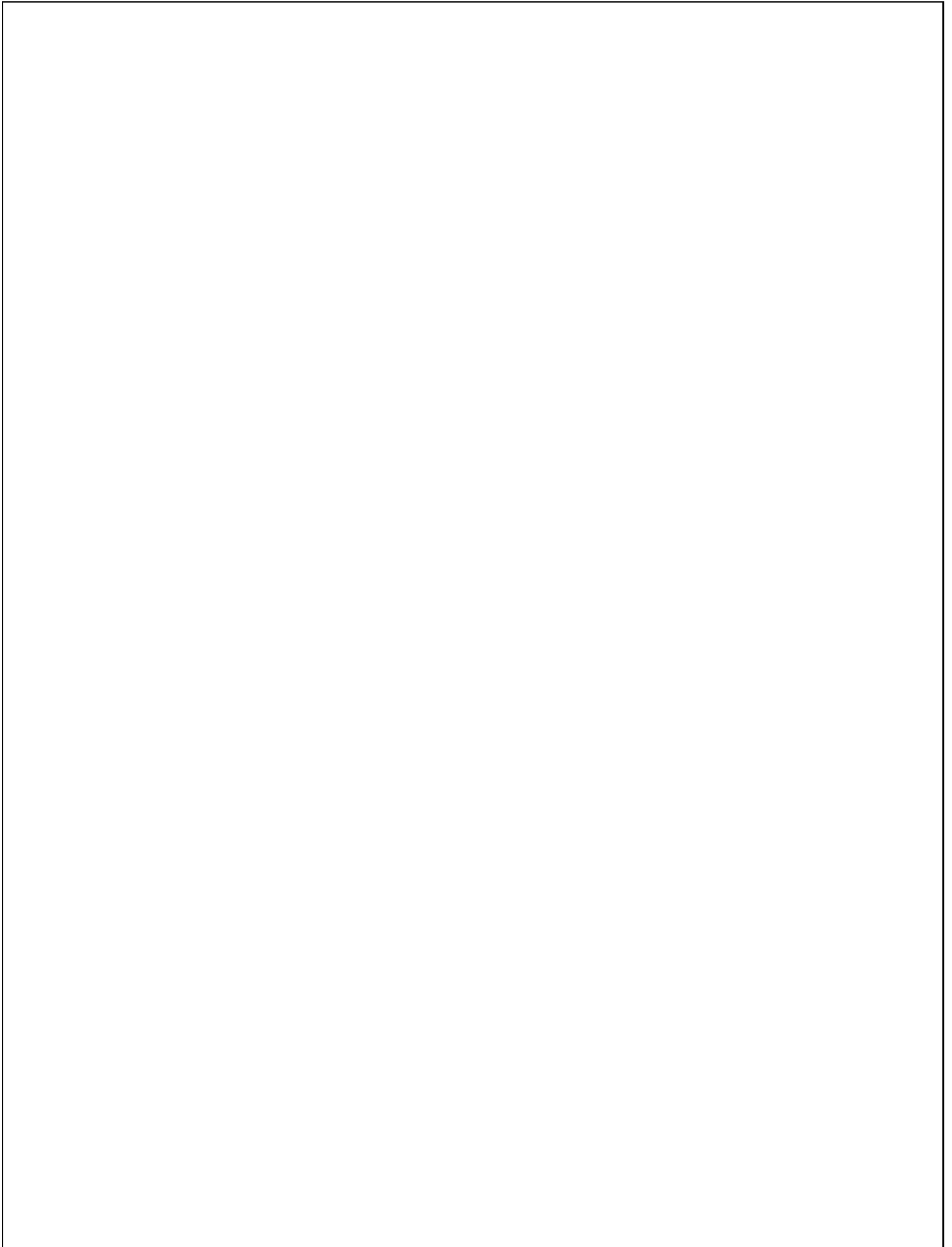
Les résultats de l'étude des TMB sont dans le tableau suivant :

Tableau III.07: Résultats du taux Microbien Bactérien

Chlore résiduel	Centre	Point d'eau	Date et heures de prélèvement	Date et heures de l'analyse	TMB
EB	Blida	Captage Sidi Madani	23.01.2025 11h 17	21.01.2025 14h 00	3,69
EE	Blida	Captage Sidi Madani	13.02.2025 11h 45	13.02.2025 13h 05	0,76
EB	Blida	Captage Sidi Madani	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0,70
EB	Blida	F3	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0,59
EB	Blida	F2	24.02.2025 11h 30	24.02.2025 13h 00	0,32
EB	Blida	Arrivé Captage	10.04.2025 12h 20	10.04.2025 13h 20	

Le TMB le plus élevé (3,69 UFC/ml) est observé le 23/01/2025 au captage Sidi Madani. Ce taux reste faible (bien en dessous du seuil critique de 100 UFC/ml), mais indique une activité microbienne un peu plus importante qu'aux autres dates.

On observe ensuite une diminution progressive du TMB, atteignant 0,32 UFC/ml au point F2 le 24/02/2025, ce qui témoigne d'une amélioration de la qualité microbiologique ou d'un traitement plus efficace.



CONCLUSION GENERALE

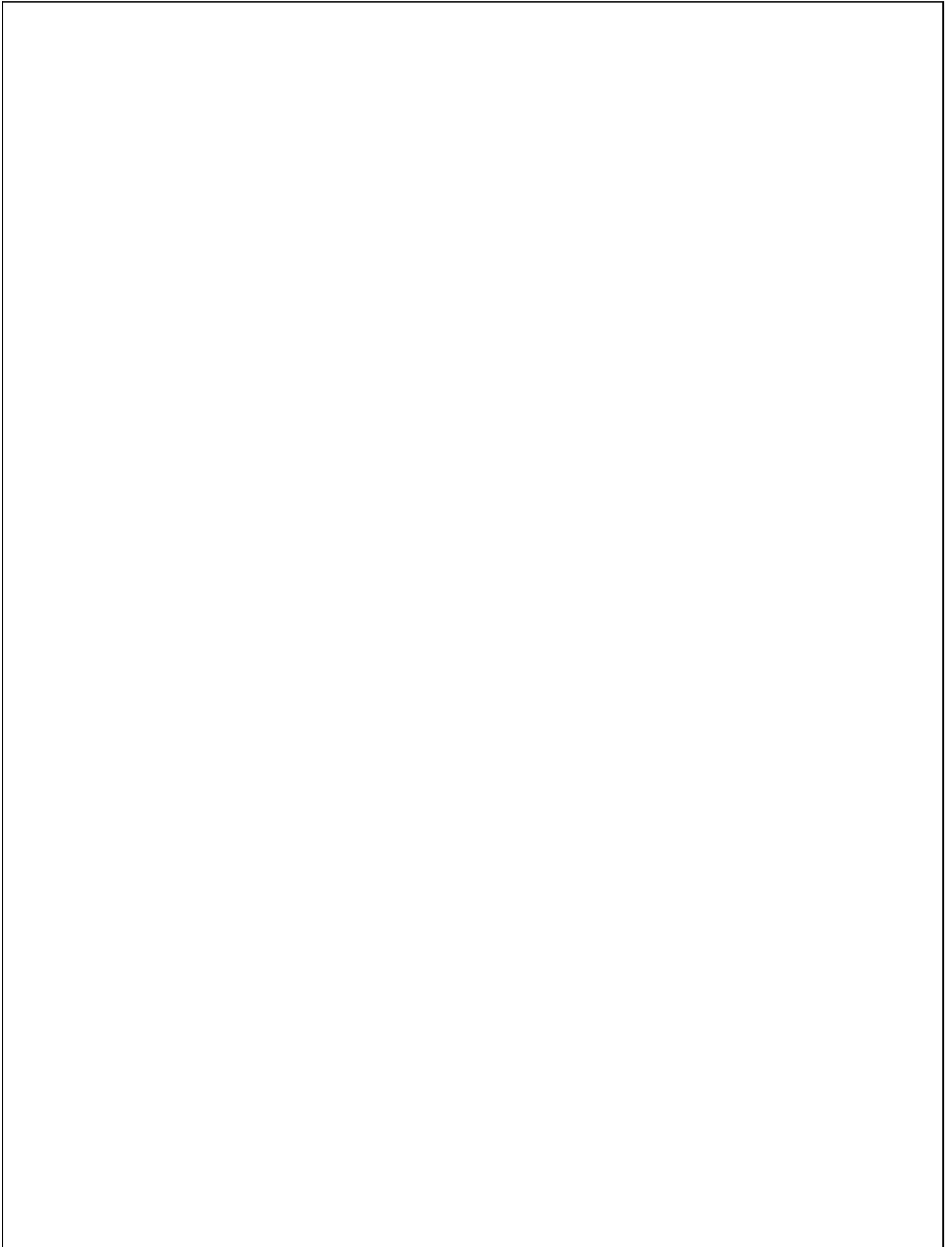
Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Cette étude de la qualité des eaux superficielles et souterraines de la station d'Oued Chiffa, basée sur des analyses physico-chimiques et bactériologiques, révèle une situation globalement conforme aux normes nationales et internationales, mais avec certaines variations nécessitant une attention particulière.

1. Caractéristiques Physico-Chimiques Les paramètres analysés montrent que les eaux de la région présentent une qualité acceptable pour la consommation humaine, mais avec des nuances entre les eaux superficielles et souterraines :

- pH : Proche de la neutralité (7,16–8,10), sans risque direct pour la santé, mais crucial pour l'efficacité des traitements.
- Température : Stable (17,1–19,9°C), sans dépassement des seuils critiques (<25°C), reflétant l'influence du climat et de la profondeur des aquifères.
- Conductivité électrique : Plus élevée dans les eaux souterraines (813–870 $\mu\text{S}/\text{cm}$) que superficielles (599–659 $\mu\text{S}/\text{cm}$), indiquant une minéralisation accrue due au contact prolongé avec les formations géologiques.
- Turbidité : Faible (<5 NTU), bien que légèrement plus marquée en surface, sans impact sanitaire majeur mais pouvant affecter l'efficacité de la désinfection.
- Résidus secs et dureté : Concentrations inférieures aux normes (<1500 mg/l et <500 mg/l respectivement), mais une dureté plus élevée dans les eaux souterraines (401 mg/l), liée à la dissolution des roches carbonatées.
- Sulfates, chlorures et nitrates : Tous dans les limites autorisées (SO_4^{2-} < 400 mg/l, Cl^- < 500 mg/l, NO_3^- < 50 mg/l), bien que les nitrates affichent une légère augmentation en eaux souterraines (15,6–20,43 mg/l), suggérant une infiltration potentielle de polluants agricoles.
- Métaux (Fer) et nutriments (PO_4^{3-} , NH_4^+) : Concentrations négligeables (<0,01 mg/l pour Fe, <0,01 mg/l pour PO_4^{3-}), confirmant l'absence de pollution industrielle ou organique majeure.



CONCLUSION GENERALE

2. Qualité Bactériologique Les analyses microbiologiques mettent en évidence une contamination fécale intermittente, notamment en janvier 2025 :

- Coliformes totaux (CT) : Pic à 308 UFC/100 ml en surface, puis diminution significative (0–40 UFC/100 ml) après février, probablement grâce à une amélioration du traitement.
- Coliformes fécaux (CF) et streptocoques fécaux (SF) : Présence notable en janvier (148 CF, 28 SF), indiquant une pollution d'origine animale ou humaine (fosses septiques, ruissellement agricole). Les valeurs ultérieures (<20 CF, <6 SF) restent préoccupantes mais gérables.
- Taux Microbien Bactérien (TMB) : Maximum de 3,69 UFC/ml en janvier, puis chute à 0,32 UFC/ml, reflétant l'efficacité des mesures correctives (chloration, filtration).

Enjeux et Recommandations Bien que les eaux de la station de Chiffa soient globalement conformes aux normes, certaines problématiques persistent :

- Risques sanitaires : La présence sporadique de bactéries fécales (*E. coli*, streptocoques) exige un renforcement de la désinfection et une protection des périmètres de captage contre les rejets agricoles/domestiques.
- Minéralisation élevée : La dureté et la conductivité des eaux souterraines pourraient poser des problèmes à long terme (entartrage, goût), nécessitant des solutions comme l'adoucissement ou le mélange avec des eaux moins minéralisées.
- Surveillance continue : Des contrôles réguliers des nitrates et des paramètres microbiologiques sont essentiels pour anticiper toute dégradation, surtout en période pluvieuse ou d'intensification agricole.

En Perspectives on dira que cette étude souligne l'importance d'une gestion intégrée des ressources en eau, combinant :

- Technologies de traitement (filtration membranaire, chloration optimisée) pour les pollutions microbiologiques.
- Politiques préventives : Sensibilisation des agriculteurs à l'usage raisonné des engrais,

modernisation des réseaux d'assainissement.

CONCLUSION GENERALE

— Recherche appliquée : Études complémentaires sur l'origine des nitrates et l'impact des changements climatiques sur la recharge des nappes.

En conclusion, les eaux de la station d'Oued Chiffa sont potables et de qualité acceptable, mais leur durabilité dépendra de la mise en œuvre de stratégies proactives pour limiter les risques de contamination et préserver cette ressource vitale face aux pressions anthropiques et environnementales croissantes

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- **ALPHA, S. M. (2005).** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDMSA dans la ville de Bamako. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bamako.
- **AUTRAND, O. (2007).** Le dessalement d'eau de mer : Un avenir pour l'eau potable ? Février 2007.

B

- **BAKALOWICZ, M. (1999).** Connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions karstiques. Agence de l'eau Rhône-Méditerranée, Corse.
- **BANDELIER, P. (2001).** Groupement pour la recherche sur les échangeurs thermiques (GRETh). Direction de la recherche technologique, Grenoble.
- **BANDELIER, P. (2017).** Le dessalement d'eau de mer et des eaux saumâtres. Article : 121, janvier 2017.
- **BOIXADERA, D. (2001).** Le dessalement d'eau de mer. BRL Ingénierie.
- **BRGM. (2011).** Source : Les ressources en eau dans le monde. CIEau. [En ligne] <https://www.cieau.com/connaitre-leau/les-ressources-en-france-et-dans-le-monde/ou-en-sont-les-ressources-en-eau-dans-le-monde/>

C

- **CASTAING, J. B. (2011).** Procédés de traitement de l'eau de mer en conchyliculture pour la sauvegarde et le maintien de la qualité des mollusques bivalves. Thèse de doctorat, Génie des procédés, Université de Nantes.

D

- **DUNGLAS, J. (2014).** Le dessalement de l'eau de mer, une nouvelle méthode pour accroître la ressource en eau. Groupe eau, Académie d'agriculture de France.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I

- **IverDuedall. (s.d.).** Notes de cours - Océanographie. Florida Institute of Technology. [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_de_mer

M

- **MAUREL, A. (2006).** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres (2^e édition). TEC & Doc, 286p.
- **MONIQUE, H. (1991).** Les eaux naturelles et les eaux de consommation. Saint Laurent.

R

- **RENAUDIN, V. (2003).** Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. CNRS, Nancy.

T

- **TSIOURTIS, N. X. (2005).** Desalination and the Environment. Desalination, vol. 141.

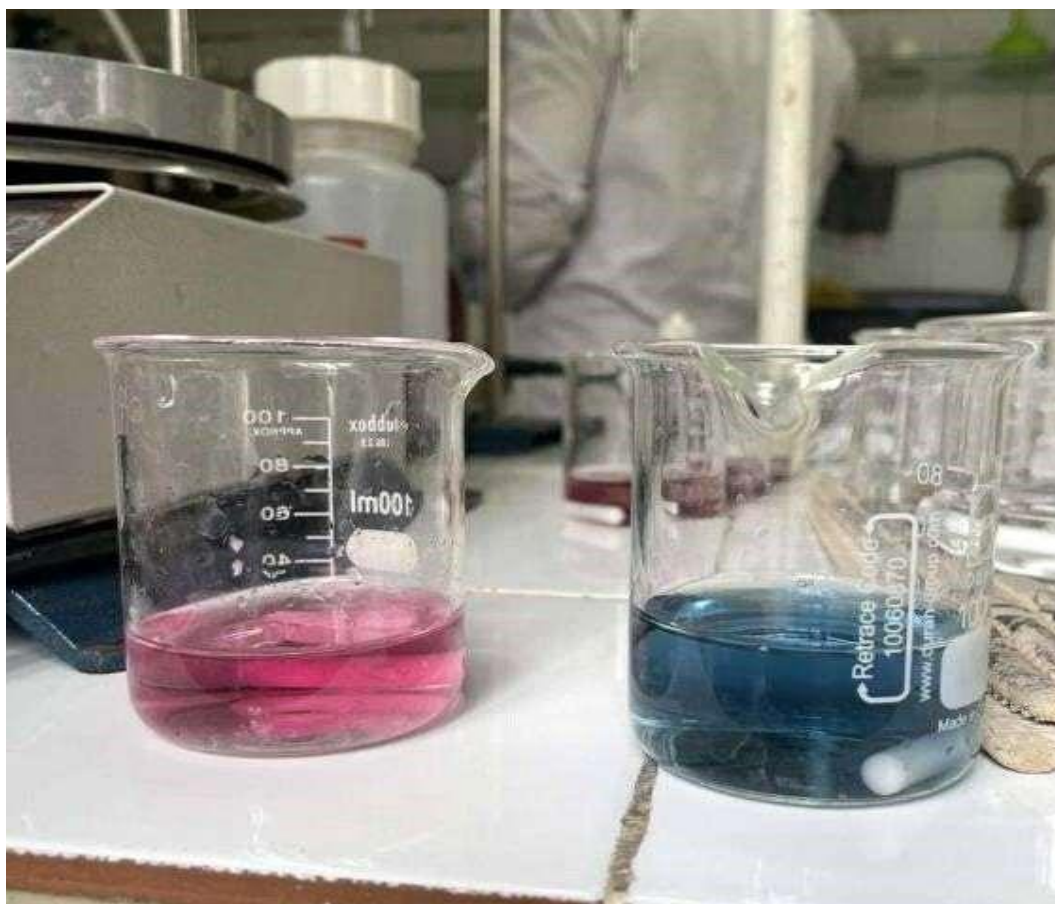
U

- **UNEP/MAP. (2003).** Dessalement de l'eau de mer en Méditerranée : évaluation et lignes directrices. MAP Technical Reports Series No. 139, Athens.

V

- **VALLIRON, F. (1989).** Gestion des eaux : alimentation en eau et assainissement. Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, Paris.

ANNEXES















الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب بليدة |

Université : SAAD DAHLAB - Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Filière : Hydrobiologie marine et Continentale

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 en :

Ecosystèmes aquatiques

Filière Sciences Biologiques

THÈME :

**Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux souterraines et terrestres
prélevées au niveau de l'oued Chiffa. W. de Blida**

Soutenu par :

NOUI SARAH

ET

KELLOUCHE SERINE

Devant le Jury :

DR BOURIECH M.

MCB

U.S.D. Blida1

PRESIDENTE DR

MOHAMED MAHMOUD F.

MCA

U.D.B. Blida1

EXAMINATRICE

DR GRANDI M

MCA

U.D.B. Blida1

PROMOTEUR

Soutenu le 13/07/2025

Année universitaire : 2024/2025