

الجمهوريّة الجزائريّة الديموقراطية الشعبيّة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعيدة - د. مولاي الطاهر

UNIVERSITÉ DESAÏDA - Dr MOULAY TAHAR



Faculté de technologie

Département de génie civil et de l'hydraulique

PROJET DE FIN DE CYCLE

Présenté pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique

Spécialité : hydraulique urbaine

Les eaux dans les établissements de santé : catégorisation, traitement, projet de proposition d'une assise d'une réglementation adaptée

Présenté par :

SAIDI khalfallah

BAIRI belftouh

Soutenu le 19/06/2023, devant le jury composé de :

Mr.	HADJEM	Mohamed	Président
Mr.	AIMER	Hadj	Examinateur
Mr.	HAZZAB	Abdelkrim	Encadreur

Année universitaire 2023/2024

**LES EAUX DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE :
CATEGORISATION, TRAITEMENT, PROJET DE PROPOSITION
D'UNE ASSISE D'UNE REGLEMENTATION ADAPTEE.**

RESUME

Cette étude est intitulée : Les eaux dans les établissements de santé : catégorisation, traitements, projet de proposition d'une assise d'une réglementation adaptée. La partie introductive analyse les différents types d'eau utilisés et rejetés dans les établissements de santé. Elle souligne l'importance de considérer les caractéristiques physico-chimiques de chaque type d'eau pour déterminer les traitements appropriés et développer une réglementation adaptée. Le document présente ensuite les méthodes de traitement des eaux dans les établissements de santé. Les technologies disponibles comme la filtration, la désinfection et l'osmose inverse ainsi que leurs avantages et inconvénients sont présentés et décrits.

Les méthodes d'analyse des eaux sont également abordées. Les techniques d'analyse comme la chromatographie et la spectrométrie et leurs applications dans le domaine de la santé sont aussi décrites.

Une analyse de la réglementation internationale et algérienne concernant l'utilisation et le rejet des eaux dans les établissements de santé est présentée. Cette analyse met en évidence les lacunes de la réglementation actuelle au niveau des textes nationaux. Une réglementation adaptée pour une gestion durable de l'eau dans les établissements de santé en Algérie est ensuite proposée. Finalement, une étude de cas portant sur l'analyse des eaux de l'hôpital Ahmed Medeghri et les rejets de la ville de Saida est présentée. L'étude conclut sur la nécessité de mettre en place une réglementation appropriée pour assurer la sécurité et la qualité de l'eau dans les établissements de santé en Algérie.

ABSTRACT

The title of this study is "Water in Healthcare Facilities: Categorization, Treatments, and Proposal for an Adequate Regulatory Framework." The various forms of water used and disposed of in Algerian healthcare institutions are examined in the first section. It indicates the importance that it is to take each type of water's physic-chemical properties into account when choosing the best treatments and creating an appropriate regulatory framework. The methods for treating water in healthcare institutions are then discussed in the document. The advantages and drawbacks of various methods, including filtration, disinfection, and reverse osmosis, are discussed.

There is also a discussion of the techniques for water analysis. The uses of methods like chromatography and spectrometry in the healthcare industry are described.

Regarding the usage and discharge of water in healthcare institutions, an examination of international and Algerian rules is done. This examination draws attention to the flaws of the existing rules. Then, a suitable rule for environmentally friendly water management in healthcare facilities in Algeria is suggested. The analysis of water in the Ahmed Medeghri Hospital and the wastewater from the city of Saidais provided in a case study that is offered at the end. In order to maintain the safety and purity of water in healthcare institutions in Algeria, the study's conclusion emphasizes the need for the establishment of an effective regulatory framework.

المملخص

تحمل هذه الدراسة المجزأة في إطار تحضير مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة الماستر في اختصاص الري الحضري كعنوان: المياه في المؤسسات الصحية: التصنيف والمعالجة واقتراح مشروع قاعدة تنظيمية ملائمة

يحلل الجزء التمهيدي للدراسة الأنواع المختلفة من المياه المستخدمة والمصرفة في المؤسسات الصحية. ويؤكد على أهمية مراعاة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لكل نوع من أنواع المياه لتحديد طرق وتقنيات المعالجة المناسبة ووضع النصوص التنظيمية المناسبة. تعرض الدراسة بعد ذلك طرق معالجة المياه في مرافق الرعاية الصحية. وتم وصف التقنيات المتاحة مثل الترشيح والتطهير والتناضح العكسي جنبا إلى جنب مع مزاياها وعيوبها.

تم أيضا تغطية موضوع طرق تحليل المياه. ووصف التقنيات التحليلية مثل التحليل اللوني وقياس الطيف وتطبيقاتها في مجال الصحة.

بعد ذلك وفي بحر تناولها لموضوع الدراسة تعرض وثيقة المذكورة عرض نقد وتحليل للنصوص التنظيمية والتشريعية الدولية منها والجزائرية والخاصة باستخدام وتصريف المياه في المؤسسات الصحية. ويسلط هذا التحليل الضوء على بعض أوجه القصور في النصوص الحالية في الجانب التنظيمي الوطني. بعد ذلك تم اقتراح مسودة نص تنظيمي مناسب للإدارة المستدامة للمياه في المؤسسات الصحية في الجزائر.

أخيرا، تم تقديم وعرض نتائج دراسة حالة عن تحليل المياه في مستشفى أحمد مدغري ومياه الصرف——مدينة سعيدة. وخلصت الدراسة إلى ضرورة وضع النصوص التنظيمية المناسبة لضمان سلامة وجودة المياه في المؤسسات الصحية في الجزائر.

Table des matières

PROJET DE FIN DE CYCLE	1
Les eaux dans les établissements de santé : catégorisation, traitement, projet de proposition d'une assise d'une réglementation adaptée	1
INTRODUCTION GENERALE	15
INTRODUCTION GENERALE	1
I. CHAPITRE PREMIER :.....	3
DEFINITIONS ET CATEGORISATION DES EAUX DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE.....	3
Définitions et catégorisation des eaux dans les établissements de santé :	3
I.1 Introduction du chapitre :	3
I.2 Eau potable	3
I.2.1 Eau de réseau	3
I.3 Caractéristiques de l'eau potable.....	4
I.3.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de consommation :	5
I.3.2 Les caractéristiques Bactériologiques :.....	6
I.4 Eau utilisée pour les soins	8
I.4.1 L'eau stérile :	8
I.4.2 L'eau purifiée :	9
I.5 Caractéristiques de l'eau de soins dans les établissements de santé.	9
I.5.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de soins :.....	9
I.5.2 Caractéristiques bactériologiques de l'eau de soins :.....	10
I.6 Eau rejetée	11
I.6.1 Les eaux usées sanitaires :	12
I.6.2 Les eaux usées techniques :	12
I.7 Caractéristiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé.	12
I.7.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé :	
13	

I.7.2	Caractéristiques bactériologiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé : 14
I.8	Conclusion du chapitre 15
II.	CHAPITRE DEUXIEME : 16
II.1	Introduction du chapitre : 16
II.2	Les risques liés à l'eau dans les établissements de santé 16
II.2.1	Les risques chimiques et toxicologiques 16
II.2.2	Risques infectieux : 17
II.3	Les différentes sources de contamination de l'eau dans les établissements de santé : 18
II.4	Prévention de la prolifération de pathogènes dans les réseaux d'eau : 19
II.4.1	Prévention des légionnelles, dans les réseaux d'eau chaude sanitaire des établissements de santé : 19
II.5	Méthodes de traitement de l'eau utilisées pour les établissements de santé : 20
II.5.1	Méthodes de traitement physiques de l'eau : 21
II.5.2	Méthodes de traitement chimique de l'eau : 22
II.5.3	Autres méthodes de traitement ‘traitement biologique’ : 23
II.6	Défis d'une gestion adéquate de l'eau dans les établissements de santé : 24
II.6.1	Les stratégies de gestion de l'eau : 25
II.6.2	Gestion de la qualité de l'eau 25
II.7	Les pratiques actuelles de gestion de l'eau en Algérie 26
II.8	Conclusion du chapitre : 26
III.	CHAPITRE TROIS 16
	METHODES D'ANALYSE AU LABORATOIRE 16
	Méthodes d'analyse au laboratoire 28
III.1	Introduction du chapitre 28
III.2	Cadre technique de qualification des eaux : 28
III.3	Propriétés organoleptiques : 29
III.4	Caractères physico-chimiques : 29
III.5	Les substances indésirables et toxiques : 31

III.6	Cadre technique de qualification bactériologique :	31
III.6.1	Coliformes totaux (CT) :.....	31
III.6.2	Escherichia coli :.....	32
III.6.3	Pseudomonas Aéroginosa :.....	32
III.7	Méthodes d'analyse de l'eau :	33
III.7.1	Méthodes d'analyse physico-chimique :.....	33
III.7.2	Méthodes d'analyse bactériologique :.....	35
III.8	Conclusion du chapitre :	36
IV.	Chapitre quatre :	36
CADRE REGLEMENTAIRE DES EAUX DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE		36
Cadre règlementaire des eaux dans les établissements de santé.....		38
IV.1	Introduction du chapitre.....	38
IV.2	Textes de références de l'OMS, pour les eaux dans les établissements de santé :	39
IV.2.1	Directives antérieures de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson.....	39
IV.2.2	Directives de qualité pour l'eau de boisson : quatrième édition intégrant le premier additif	41
IV.2.3	Textes de référence de l'OMS, pour les eaux de soins dans les établissements de santé	
	43	
IV.2.4	Textes de référence de l'OMS, pour les eaux de rejet dans les établissements de santé	
	48	
IV.3	Principaux textes réglementaires Algériennes de l'eau destinée à la consommation humaine.....	49
IV.3.1	Lecture du décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.	49
IV.3.2	Lecture du décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine..	50
IV.4	Réflexions sur la régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie.....	52
IV.5	Cadre règlementaire des eaux de rejet en Algérie	53

IV.5.1	Au sujet des lois de régulation des rejets	54
IV.5.2	Règlementation spécifique des rejets liquides	54
IV.5.3	Lecture et analyse du Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets	55
IV.5.4	Lecture et analyse du Décret exécutif n° 10-23 du 12 janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées	57
IV.6	Conclusion du chapitre	58
V.	Chapitre cinq :	59
	Proposition d'une régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé	59
	Proposition d'une régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé Algériennes.	59
V.1	Introduction du chapitre	59
V.2	Orientation associée à la mise en place d'une régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie	60
V.3	Méthode de l'élaboration d'un texte de projet de réglementation pour les établissements de soins en Algérie.....	61
V.4	Ebauche de la proposition du texte :	62
V.5	Annexe au projet de régulation des eaux de soins dans les établissements de santé en Algérie.....	65
V.5.1	Inventaire des normes de qualité pour l'eau utilisée pour les soins en milieu de santé en Algérie et les valeurs limites proposées conformément aux recommandations de l'OMS : 65	65
V.6	Normes de laboratoire :	66
V.7	Points supplémentaires à prendre en considération concernant les normes de l'eau utilisée dans les établissements de santé en Algérie :.....	67
V.8	Conclusion du chapitre	68
VI.	Chapitre six :	57
	Expérimentation, analyse, résultats et interprétation	57
	Expérimentation, analyse, résultats et interprétation	69
VI.1	Expérimentation et analyse.....	69

VI.1.1	Echantillonnage et mode de prélèvement	69
VI.1.2	Présentation des sites de prélèvement.....	70
VI.1.3	Méthodes d'analyse physico-chimiques	70
VI.2	Résultats & discussion.....	72
VI.2.1	Résultats d'analyse des eaux de consommation humaine de l'hôpital Ahmed Medeghri 73	
VI.2.2	Résultats d'analyse des eaux de rejet au niveau du service de l'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri.	80
VI.2.3	Résultats d'analyse des eaux de rejet urbain de la ville de Saida avant et après le traitement par la station d'épuration de Saida.....	83
VI.3	Analyse des résidus de la station d'épuration de Saida.....	101
VI.3.1	Présentation des résultats	101
VI.3.2	Analyse temporelle des paramètres du résidu de La STEP de Saida.....	102
VI.3.3	Interprétation des résultats :	102
VI.4	Evaluation du processus épuratoire des eaux usées de la station d'épuration de Saida .	104
VI.4.1	Evaluation des performances épuratoires	104
VI.4.2	Recommandations pour améliorer le fonctionnement de la STEP	105
VI.5	Conclusion du chapitre	105
	Conclusion générale :.....	107
	Références bibliographiques :.....	110

Liste des tableaux

Tableau I- 1 : Principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable selon l'OMS (OMS 2017)	5
Tableau I- 2 : Principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau de soins selon l'OMS	10
Tableau I- 3: Normes de l'OMS relatives aux caractéristiques bactériologiques	11
Tableau III- 1 : Classification des eaux d'après leur pH (Fresenius, Quentin, & Schneider, 1988)..	30
Tableau V- 1 : Normes de qualité physico-chimiques pour les eaux utilisée pour les soins en milieu de santé en Algérie	65
Tableau V- 2 : Normes de qualité bactériologiques pour les eaux utilisée pour les soins en milieu de santé en Algérie.....	66

LISTE DES FIGURES ET ILLUSTRATIONS

Figure VI- 1 : Séances d'analyse et d'observation dans la STEP de Saida	71
Figure VI- 2 : évolution temporelle du pH	74
Figure VI- 3 : évolution temporelle de la température.....	74
Figure VI- 4 : évolution temporelle de la conductivité	74
Figure VI- 5 : évolution temporelle de la TDS	74
Figure VI- 6 : évolution temporelle de la Salinité	75
Figure VI- 7 : évolution temporelle de la turbidité	75
Figure VI- 8 : évolution temporelle du Chlore	75
Figure VI- 9 : évolution temporelle du l'Ammonium.....	75
Figure VI- 10 : évolution temporelle du Débit	96
Figure VI- 11 : évolution temporelle de la Conductivité	96
Figure VI- 12 : évolution temporelle de la température.....	96
Figure VI- 13 : évolution temporelle du pH	97
Figure VI- 14 : évolution temporelle des MES	97
Figure VI- 15 : évolution temporelle de la DBO5	97
Figure VI- 16 : évolution temporelle de la DCO	97
Figure VI- 17 : évolution temporelle de l'O ₂	98
Figure VI- 18 : évolution temporelle du N-NO ₂	98
Figure VI- 19 : évolution temporelle du N-NO ₃	98
Figure VI- 20 : évolution temporelle du PO ₄ ⁻³	98
Figure VI- 21 : évolution temporelle des déchets	103
Figure VI- 22 : évolution temporelle du Sable	103
Figure VI- 23 : évolution temporelle des Huiles.....	103

Liste des abréviations

(demande biochimique en oxygène), (DBO).....	12
(demande chimique en oxygène), (DCO).....	12
(environmental Protection Agency) (EPA)	36
(nanogrammes par litre ng/l	14
(Water and Sanitation for Health Facility Improvement Tool) WASH.....	45
carbone organique total (COT).....	66
Coliformes totaux (CT).....	31
l'Aluminium (Al -).....	14, 31
l'Ammonium (NH4+).....	14, 31
L'Escherichia coli (E. coli).....	32
l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	4
le fer (Fe-).....	14, 31
Matières en suspension (MES).....	13
Nitrates (No ₃ ⁻) (No3-).....	14, 31
Nitrites (NO-2).....	14, 31
objectifs de développement durable (ODD)	44
Phosphates (P +)	14, 31
unités formant colonies (UFC)	56

Liste du symbole

UTN : procédure emblématique de réalisation

Mg/l : unité de densité

$\mu\text{S}/\text{cm}$: unité de l'électricité

CO₂ : dioxyde de carbone

O₂ : l'oxygène

CaCO₃ : carbonate de calcium

DBO : demande biochimique en oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

pH : potentielle hydrogène

HAP : hydrocarbure aromatique polycycliques

MES : matières en suspension

UV : lumières ultraviolettes

CT : coliformes totaux

HPC : calcule haute performance

TDS : total Dissolved solide

UFC : unité format colonie

PPM : partie par million

RO: osmose inverse

(NH₄⁺): Ammonium

(Fe⁺) : Le Fer

(Al⁻) : L'Aluminium

(NO⁻²) : Les Nitrites

(P⁺) : phosphore

(No₃⁻) : Les Nitrates

E. Coli : Escherichia coli

ARN : acide ribonucléique

MΩ·cm : résistivité électrique

M³ : unité de volume

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est un élément essentiel pour la survie de l'homme. Dans les établissements de santé, son utilisation est déterminante pour offrir des soins de qualité et sécurisés aux patients, au personnel de santé et aux visiteurs. Ainsi, les normes relatives à l'eau potable, à l'eau utilisée pour les soins et à l'eau rejetée doivent être strictement respectées pour prévenir les infections et protéger l'environnement ([Hunter, MacDonald, and Carter 2010](#)).

En effet, les établissements de santé doivent garantir l'accès à une eau notamment potable et de soins de qualité supérieure. L'eau potable est utilisée pour la préparation des aliments, la consommation, la prise des traitements médicaux, les nettoyages et autres activités liées aux soins.

De même, l'eau soins est utilisée pour les pratiques de soins et doit être haute qualité pour prévenir les infections et éviter les complications chez les patients ([Lesne 1998](#)).

Par ailleurs, les établissements de santé doivent également veiller à la gestion responsable de l'eau post utilisation. Ainsi, l'eau rejetée doit être traitée conformément aux normes environnementales pour éviter toute contamination des sols et des eaux souterraines.

De plus, les établissements de santé doivent adopter des pratiques durables en matière de consommation d'eau pour préserver les ressources naturelles et réduire leur empreinte écologique ([Génevaux et al. 2018](#)).

Les relevés statistiques au niveau des structures de distribution de l'eau, montrent que les établissements de santé, tels que les hôpitaux, les cliniques et les centres de santé, ont une consommation d'eau importante. Ceci est dicté légalement et socialement par le devoir de garantir un environnement propre et hygiénique pour les patients et le personnel de santé([WHO/UNICEF 2019](#)).

Cependant, cette consommation accrue d'eau peut entraîner des problèmes tels que le gaspillage, la contamination, la surcharge des réseaux de traitement des eaux usées et la dégradation de l'environnement([Benhalima 2019](#)), ([Cabral 2010](#)).

La gestion de l'eau dans les établissements de santé est donc un enjeu crucial pour garantir des soins de qualité tout en protégeant l'environnement. En Algérie, la gestion de l'eau dans les établissements de santé est réglementée par des normes et des protocoles spécifiques. Cependant, l'application et le respect de ces normes peuvent varier en fonction des établissements de santé et de leur niveau d'équipement et de ressources([WHO/UNICEF 2019](#)).

Dans le cadre de notre note travail, nous allons examiner, à travers l'étude bibliographique, les différentes catégories d'eau utilisées et rejetées par les établissements de santé en Algérie, notamment l'eau potable, l'eau utilisée pour les soins et l'eau rejetée.

Nous abordons par la suite la problématique des risques éventuels d'une utilisation non contrôlée des eaux dans les établissements de santé.

Les méthodes de traitement utilisées pour chaque type d'eau dans les établissements de santé, sont explorées d'une manière détaillée.

Par la suite, l'étude s'est orientée vers l'aspect technique. Dans cette partie nous exposons les procédures d'analyse et de contrôle des eaux dans les établissements de santé.

Des résultats d'analyse relative à l'eau de consommation humaine sont présentés. L'analyse des eaux du rejet concerne particulièrement les eaux du réseau de l'hôpital Ahmed Medeghri. D'autres résultats concernent les le traitement des rejets au niveau de la station d'épuration de Saida sont aussi présentés et analysées.

Le cadre réglementaire est aussi examiné. Dans cette partie la réglementation en vigueur en Algérie relative à chaque type d'eau est présentée et analysée.

Toutefois, par manque de textes spécifiques aux établissements de santé en Algérie, des normes internationales sont revues et présentés.

L'étude se termine ainsi par la présentation et la mise en valeur de réglementation adaptée à l'eau utilisée pour les soins. L'objectif étant de mettre à la disposition des établissements de santé un cadre réglementaire et un outil qui permettra aux établissements de santé en Algérie de gérer efficacement et de manière responsable en plus de l'eau potable, l'eau et l'eau rejetée, l'eau utilisée pour les soins tout en assurant des soins de qualité et en protégeant l'environnement.

I. CHAPITRE PREMIER :

DEFINITIONS ET CATEGORISATION DES EAUX DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE

Définitions et catégorisation des eaux dans les établissements de santé :

I.1 Introduction du chapitre :

Pour une gestion efficace et responsable de l'eau dans ces établissements, la catégorisation ou la typologie des eaux dans les établissements de santé représente un élément clef

Les eaux utilisées dans les établissements de santé peuvent être globalement divisées en trois catégories distinctes : l'eau potable, l'eau utilisée pour les soins et l'eau rejetée([Arsac 2010](#)),([Ohayon-Courtès, Roques, and Squinazi 2016](#))

I.2 Eau potable

L'eau potable dans les établissements de santé est généralement classée en deux types : l'eau de réseau et l'eau traitée localement.

I.2.1 Eau de réseau

L'eau de réseau est l'eau potable fournie par le réseau public de distribution d'eau. Elle doit respecter les normes sanitaires en vigueur et être régulièrement contrôlée pour garantir sa qualité. Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau de réseau sont la turbidité, la dureté, le pH, la conductivité, la teneur en chlorures et la présence de contaminants tels que les bactéries, les virus, les métaux lourds et les pesticides.

I.2.1.1 L'eau traitée localement

L'eau traitée localement est l'eau potable produite sur place par des unités de traitement d'eau. Cette eau peut être produite à partir d'eau de réseau ou de sources alternatives telles que les eaux de pluie ou les eaux souterraines. Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau traitée localement sont similaires à celles de l'eau de réseau, mais elles peuvent varier en fonction de la qualité de la source d'eau et des méthodes de traitement utilisées.

L'eau potable est celle qui est utilisée pour la consommation humaine, la préparation des aliments et les besoins hygiéniques. Cette eau doit être d'une qualité supérieure, conforme aux normes

sanitaires, pour garantir la santé des patients et du personnel de santé. On trouve souvent dans les établissements de santé, que la majeure partie de l'eau potable est fournie par le réseau d'eau potable local avec un additif généré par le système de traitement d'eau interne.

En somme, la Typologie de l'eau potable dans les établissements de santé est la suivante : eau de réseau, eau de source, eau de puits, eau de pluie. Ainsi, les caractéristiques physicochimiques de l'eau potable peuvent varier en fonction de l'origine de l'eau et des traitements appliqués.

I.3 Caractéristiques de l'eau potable

Quel que soit la typologie des eaux potables des établissements de santé, leurs caractéristiques doivent respecter des exigences strictes, car l'eau est destinée à des personnes vulnérables. Ces caractéristiques doivent répondre aux normes locales. Ces dernières sont généralement établies conformément aux directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS),[\(OMS 2017\)](#).

Il faut noter qu'il n'existe pas de normes spécifiques de l'OMS concernant les caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable dans les établissements de santé. Les indications fournies par les directives de l'OMS concernent d'une manière générale l'eau destinée pour la consommation que ce soit dans les établissements de soins ou ailleurs. Le document de la directive de l'OMS[\(OMS 2017\)](#), représente la quatrième édition des Lignes directrices de l'OMS pour la qualité de l'eau potable. Il s'appuie sur plus de 50 ans d'orientations sur la qualité de l'eau potable qui font autorité en matière de mesures de santé publique lorsqu'il s'agit de mettre en place des réglementations et des normes nationales pour garantir la sécurité de l'eau. Elles sont aussi utilisées, ainsi que les documents associés, comme source d'informations sur la qualité et l'hygiène de l'eau et sur les stratégies de gestion efficaces.

Pour établir ces normes l'OMS s'appuie sur des sources de données qui comprennent des études toxicologiques sur les effets de l'exposition à différents contaminants, polluants et pathogènes sur la santé humaine. Des évaluations des risques pour la santé, qui combinent les données épidémiologiques, toxicologiques et autres pour établir des concentrations maximales pour différents paramètres de qualité de l'eau. Des consultations avec des experts et des parties prenantes, notamment des scientifiques, des agences gouvernementales et des professionnels de la santé publique et de l'eau. Ces caractéristiques englobent les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.

Toutefois, il est important de noter que les lignes directrices de l'OMS fournissent des normes générales pour garantir la qualité de l'eau potable dans le monde entier. Ces normes varient légèrement en fonction des réglementations de chaque pays.

Les principales caractéristiques physico-chimiques sont généralement les suivantes ([OMS 2017](#)):

I.3.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de consommation :

Comme mentionnées ci-dessus, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de consommation répondent essentiellement aux normes définies par la réglementation en vigueur. En référence de la directive de l'organisation mondiale de la santé, les limites des principaux paramètres physico-chimiques sont :

Tableau I- 1 : Principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable selon l'OMS ([OMS 2017](#))

N° Paramètre	Unité	Valeurs limites	Observation
1 Couleur	[/]	[-]	Absence de coloration perceptible
2 Odeur	[/]	[-]	
3 Le potentiel hydrogène (pH)	[/]	[6.5 – 8.5]	Pour être agréable et non corrosif
4 Turbidité	UTN ¹	<5	
5 Matières en suspension	Mg/l	50	
6 Conductivité	µS/cm	2000	Pour indiquer une faible salinité
7 Dureté totale	Mg/l(CaCO ₃)	500	Pour éviter les incrustations dans les tuyaux et les appareils
8 Substances chimiques ²	Mg/l	Limites de l'OMS	
9 Matières organiques	Mg/l	< 1	Pour indiquer peu de matières organiques dissoutes

1(NephelometricTurbidityUnit) (UTN en français) ; 2(organiques et inorganiques comme les oligo-éléments, pesticides, HAP, solvants chlorés...)

D'une manière générale, le respect des caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable recommandées par l'OMS, notamment dans les établissement de santé, est extrêmement important pour plusieurs raisons([OMS 2017](#)) :

- Tout d'abord, c'est une question de santé publique. Une eau qui ne respecte pas ces normes peut contenir des contaminants ou des pathogènes qui peuvent causer des maladies graves, en particulier chez les populations vulnérables comme les malades en particulier les enfants et les personnes âgées.
- L'eau impropre à la consommation représente un risque important pour la santé humaine.

- Ensuite, ces caractéristiques garantissent la potabilité et l'agrément de l'eau. Une eau ayant une couleur, une odeur ou une dureté anormale peut être désagréable à boire et à utiliser, ce qui diminue son acceptabilité par la population. L'eau doit être agréable à consommer pour être véritablement potable.
- De plus, le respect de ces normes permet d'éviter les problèmes pratiques liés à une eau de mauvaise qualité comme les encrassements et l'entartrage. Une eau trop dure ou avec trop de matières organiques peut boucher les tuyaux, dégrader les appareils et diminuer l'efficacité des procédés de traitement de l'eau.
- Enfin, la garantie de la qualité physico-chimique de l'eau est essentielle pour construire la confiance de la population dans son approvisionnement en eau et plus particulièrement dans l'établissement de santé.
- Lorsque les normes de l'OMS sont respectées, les citoyens qu'il soit à l'intérieur des établissements de santé ou ailleurs, peuvent avoir confiance que l'eau qu'ils consomment est propre et saine. Cela renforce l'acceptabilité sociale de l'eau du robinet.

En résumé, le respect des caractéristiques physico-chimiques recommandées par l'OMS ou par les législations locales permet de fournir une eau sûre, agréable à boire et utiliser, pratique au quotidien et qui inspirer confiance. Ce sont là des éléments clés pour garantir l'accès à une eau potable de qualité pour tous([Keyashian 2014](#)), ([Dinka and Dinka 2018](#)).

I.3.2 Les caractéristiques Bactériologiques :

Les caractéristiques bactériologiques doivent être strictement conformes aux normes définies par la réglementation en vigueur. Cette exigence est requise pour n'importe qu'elle eau potable et en particulier pour l'eau de consommation dans les établissements de santé. Ainsi ; les sources de pathogènes doivent répondre aux limites telles que préconisent selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), les indications suivantes pour les principales caractéristiques bactériologiques ([OMS 2017](#)):

1. Absence totale de coliformes fécaux : Les coliformes fécaux, comme E. coli, indiquent une contamination fécale et donc la possible présence d'autres pathogènes. L'eau ne doit contenir aucune bactérie coliforme fécale.
2. Absence d'entérocoques : Les entérocoques sont d'autres bactéries indicatrices d'une contamination fécale. Leur présence dans l'eau indique un risque pour la santé.

3. Absence de cryptosporidies et de giardia : Ces parasites protozoaires, véhiculés par les matières fécales, peuvent causer des maladies diarrhéiques. Ils doivent être absents de l'eau potable.
4. Absence d'Escherichia Coli O157 : H7 et de Salmonella typhi : Ces bactéries pathogènes spécifiques doivent être absentes de l'eau potable, car elles peuvent causer des maladies graves.
5. Nombre de bactéries hétéro-tropes à 22°C inférieur à 100 ufc/ml : Les bactéries hétérotrophes ne sont pas pathogènes mais indiquent la qualité globale de l'eau et le niveau d'entretien du réseau de distribution. Leur nombre doit rester faible.
6. Nombre total d'algues, champignons et bactéries inférieur à 1 000 ufc/ml : L'eau destinée à la consommation humaine doit avoir un niveau de contamination microbiologique le plus bas possible, tant au niveau des bactéries que des microorganismes eucaryotes.

En résumé, l'analyse bactériologique de l'eau potable doit confirmer l'absence de bactéries et microorganismes fécaux ainsi qu'un faible niveau de contamination microbienne globale.

Ainsi, le respect des caractéristiques bactériologiques de l'eau potable recommandées par l'organisation mondiale de la santé([OMS 2017](#)), est particulièrement important dans les établissements de santé pour plusieurs raisons :

1. Tout d'abord, une eau contaminée représente un risque majeur d'infections nosocomiales, c'est-à-dire contractées au sein des établissements de santé. Les patients hospitalisés, en particulier ceux qui sont immunodéprimés, sont très vulnérables aux contaminations bactériennes et virales véhiculées par l'eau. Une eau non conforme aux normes peut facilement conduire à des épidémies au sein des hôpitaux.
2. Ensuite, les établissements de santé utilisent massivement l'eau, notamment dans les soins aux patients et les procédures médicales. L'eau sert à la préparation de médicaments, aux lavages chirurgicaux, aux soins d'hygiène etc. Toute contamination de l'eau utilisée dans ces contextes présente donc un risque élevé pour la santé des patients.
3. De plus, le contrôle de la qualité bactériologique de l'eau est essentiel dans les établissements de soins pour prévenir la prolifération de bactéries multi-résistantes. Ces bactéries, qui peuvent se propager via les réseaux d'eau, représentent une menace de plus en plus grave en milieu hospitalier.
4. Enfin, le respect strict des normes en matière d'eau potable renforce la confiance des patients et du personnel médical dans la capacité de l'établissement à assurer des conditions d'hygiène optimales. C'est un facteur clé pour lutter contre les infections nosocomiales.

En conclusion, comme pour les caractéristiques physicochimiques, la garantie d'une eau potable conforme aux exigences bactériologiques est absolument vitale notamment dans les hôpitaux et les cliniques et ce pour préserver la santé des patients et du personnel, la lutte contre les infections nosocomiales et le maintien des conditions hygiéniques rigoureuses. La qualité de l'eau est un enjeu majeur de santé publique dans les établissements de soins([Ohayon-Courtès, Roques, and Squinazi 2016](#)).

I.4 Eau utilisée pour les soins

Dans les établissements de santé, l'eau est une ressource essentielle pour les soins médicaux. Elle doit être tout d'abord gérée d'une manière optimale. Une gestion responsable de la consommation d'eau nécessite que les établissements de santé doivent minimiser leur consommation d'eau pour réduire les coûts et minimiser leur impact environnemental. Les normes de l'OMS recommandent que la consommation d'eau dans les établissements de santé soit limitée à 100 litres par lit et par jour. Par ailleurs, l'eau utilisée pour les soins, est utilisée pour des procédures critiques telles que le nettoyage des instruments médicaux, le rinçage des plaies et la préparation des solutions médicamenteuses. L'utilisation spécifique de ce type d'eau nécessite qu'elle doive être de qualité supérieure et exempte de toute contamination afin de ne pas compromettre les soins médicaux prodigués([Guo et al. 2017](#)), ([PAHO 2020](#)).

Cette catégorie d'eau peut être classée en plusieurs types en fonction de l'usage spécifique, tels que :

I.4.1 L'eau stérile :

L'eau stérile est utilisée pour les procédures médicales invasives telles que les injections et les perfusions. Elle doit être exempte de tout type de contamination, y compris les bactéries, les virus et les endotoxines. Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau stérile sont la stérilité, la pyrogénicité, la conductivité, le pH et la teneur en particules.

I.4.2 L'eau purifiée :

L'eau purifiée est utilisée pour les procédures de laboratoire et pour la préparation des solutions médicamenteuses. Elle doit être exemptée de certains contaminants spécifiques tels que les ions, les micro-organismes et les particules. Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau purifiée sont la conductivité, le pH, la teneur en ions et la teneur en particules.

I.5 Caractéristiques de l'eau de soins dans les établissements de santé.

Pour garantir la sécurité et la santé des patients, l'eau de soins dans les établissements de santé doit répondre à des normes de qualité strictes en termes de caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.

Ces normes aident à garantir que l'eau utilisée dans les soins de santé est de qualité et ne contient pas de contaminants qui pourraient nuire aux patients ou au personnel médical. Toutefois, Il est important de se référer aux normes spécifiques de chaque pays ou région pour s'assurer de la conformité locale.

La qualité de l'eau de soins est ainsi déterminée par plusieurs caractéristiques clés.

Les lignes directrices de l'OMS pour les établissements de santé recommandent des normes pour les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau utilisée dans les soins de santé.

I.5.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de soins :

Du point de vue physico-chimique, l'eau de soins doit être tout d'abord de qualité supérieure en termes de pureté et de clarté. Les impuretés telles que les sédiments, les minéraux et les matières organiques peuvent altérer la qualité de l'eau et affecter les résultats des tests de qualité. De plus, l'eau doit être exempte de saveur et d'odeur pour éviter toute confusion avec d'autres solutions médicamenteuses.

Le tableau I-2 illustre les principales caractéristiques physico-chimiques requises pour l'eau destinée aux opérations de soins dans les établissements de santé :

Du tableau, on note que pour les impuretés telles que les sédiments, les minéraux et les matières organiques, les normes de l'OMS recommandent que l'eau de soins ne contienne pas plus de 0,5 mg/l de matières en suspension et pas plus de 1 mg/l de matières organiques.

La température de l'eau est également importante. L'eau utilisée pour le nettoyage des plaies ou le bain doit être maintenue à une température appropriée pour éviter toute irritation ou brûlure de la peau des patients. Ainsi, les normes de l'OMS recommandent que l'eau utilisée pour le nettoyage des plaies ne dépasse pas 42°C et que l'eau utilisée pour le bain ne dépasse pas 37°C([Atiyeh, Dibo, and Hayek 2009](#)).

Il est important de noter que ces normes sont des recommandations minimales et que les réglementations nationales et régionales peuvent spécifier d'autres exigences pour l'eau pour les soins de santé.

Tableau I- 2 : Principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau de soins selon l'OMS

N°	Paramètre	Unité	Valeurs limites	Observation
1	Couleur	[/]	[-]	Absence de coloration perceptible
2	Odeur	[/]	[-]	Absence
3	Température	°C	[20 – 28]	Pour minimiser la croissance microbiologique
3	Le potentiel hydrogène (pH)	[/]	[6.5 – 8.5]	Pour être agréable et non corrosif
4	Turbidité	UTN ¹	< 1	
5	Matières en suspension	Mg/l	50	
6	Conductivité	µS/cm	400	Pour indiquer une faible salinité
7	Dureté totale	Mg/l(CaCO ₃)	500	Pour éviter les incrustations dans les tuyaux et les appareils
8	Substances chimiques ²	Mg/l	Limites de l'OMS	
	Oxygène dissous	Mg/l	> 6	Pour éviter les dommages aux équipements de soins de santé
9	Matières organiques	Mg/l	< 1	Pour indiquer peu de matières organiques dissoutes

1(Nephelometric Turbidity Unit) (UTN en français) ; 2(organiques et inorganiques comme les oligo-éléments, pesticides, HAP, solvants chlorés...)

I.5.2 Caractéristiques bactériologiques de l'eau de soins :

En plus des principales caractéristiques physicochimiques de l'eau utilisée pour les soins dans les établissements de santé, elle doit encore répondre à des normes de qualité bactériologiques strictes pour éviter toute contamination bactérienne. La présence de bactéries peut entraîner des infections chez les patients et mettre leur santé en danger.

Ainsi, l'eau de soins doit être donc exempte de bactéries et de contaminants chimiques. Les bactéries présentes dans l'eau peuvent causer des infections chez les patients, tandis que les contaminants chimiques peuvent altérer l'efficacité des médicaments ou causer des effets secondaires indésirables.

Les normes de l'OMS recommandent que l'eau de soins doive être exempte de bactéries pathogènes. Ainsi, les indications données dans le tableau I-3 doivent être respectées :

Tableau I- 3: Normes de l'OMS relatives aux caractéristiques bactériologiques

Paramètres	Normes
Coliformes totaux	Absence dans 100 ml
Coliformes fécaux	Absence dans 100 ml
Staphylocoques dorés	Absence dans 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	Absence dans 100 ml

Par conséquent, les établissements de santé doivent effectuer des tests réguliers pour surveiller la qualité de l'eau de soins. Les tests bactériologiques doivent être effectués au moins une fois par mois pour surveiller la qualité de l'eau. Des tests de pureté et de température doivent également être effectués régulièrement pour s'assurer que l'eau répond aux normes de qualité.

Les établissements de santé doivent donc effectuer des tests réguliers sur leur eau pour s'assurer qu'elle répond aux normes de qualité requises.

Enfin, il est important de noter que la gestion de l'eau dans les établissements de santé doit être effectuée de manière responsable et durable. Les établissements de santé doivent prendre en compte les impacts environnementaux de leur utilisation de l'eau et mettre en place des mesures pour réduire leur consommation d'eau et minimiser les déchets générés.

I.6 Eau rejetée

L'eau rejetée est l'eau qui est utilisée dans les établissements de santé et qui est évacuée par les systèmes de drainage et de traitement des eaux usées. Cette eau peut contenir des contaminants tels que des agents pathogènes, des produits chimiques et des substances médicamenteuses, qui peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement si elle n'est pas correctement traitée avant d'être rejetée dans les égouts ou dans la nature([Kumari, Maurya, and Tiwari 2020](#)).

L'eau rejetée dans les établissements de santé est généralement classée en deux types : les eaux usées sanitaires et les eaux usées techniques.

I.6.1 Les eaux usées sanitaires :

Elles sont les eaux usées produites par les installations sanitaires telles que les toilettes, les lavabos et les douches. Elles contiennent des matières organiques, des bactéries, des virus et des produits chimiques tels que les désinfectants. Les principales caractéristiques physico-chimiques des eaux usées sanitaires sont la DBO (demande biochimique en oxygène), la DCO (demande chimique en oxygène), le pH, la teneur en matières solides et la présence de micro-organismes pathogènes.

I.6.2 Les eaux usées techniques :

Ces eaux sont les eaux usées produites par les équipements techniques tels que les appareils de dialyse, les systèmes de climatisation et les équipements de traitement d'eau. Elles peuvent contenir des produits chimiques tels que les désinfectants, les produits de nettoyage et les produits pharmaceutiques. Les principales caractéristiques physico-chimiques des eaux usées techniques sont la teneur en matières solides, le pH, la teneur en produits chimiques et la présence de micro-organismes pathogènes.

L'eau des rejets des établissements de santé suscite une attention particulière du fait du risque de pollution et de danger aussi bien sur la vie humaine que pour l'environnement. Ainsi et afin de minimiser son impact sur la qualité de l'eau et sur la santé publique, elle doit être donc traitée avant d'être rejetée dans l'environnement.

Rappelons que la typologie de cette eau est constituée en général des eaux de lavage, eau de rinçage, eau de nettoyage et eau de refroidissement des systèmes de climatisation et de la chaîne de froid dans les établissements de santé.

I.7 Caractéristiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé.

L'eau de rejet est un sujet important dans les établissements de santé, car elle peut contenir des substances potentiellement toxiques ou infectieuses qui peuvent avoir des conséquences sur la santé publique et sur l'environnement dans son ensemble. Les caractéristiques de l'eau de rejet peuvent varier en fonction des différents établissements de santé et des activités qui y sont menées.

L'eau de rejet peut contenir des produits pharmaceutiques, des produits de nettoyage, des bactéries, des virus et d'autres contaminants biologiques et chimiques. Ces contaminants peuvent être dangereux pour la santé humaine et peuvent également avoir un impact négatif sur l'environnement.

Les établissements de santé doivent donc prendre des mesures pour limiter et contrôler la quantité et la qualité des contaminants présents dans leur eau de rejet. Cela peut inclure la mise en place de systèmes de traitement des eaux usées, la réglementation des produits chimiques et pharmaceutiques utilisés dans l'établissement, et la formation continue du personnel sur les pratiques de gestion de l'eau de rejet.

Il est également important de noter que les caractéristiques de l'eau de rejet peuvent varier en fonction de la géographie et des conditions environnementales locales. Les établissements de santé doivent donc être conscients de la qualité de l'eau locale et s'adapter en conséquence pour garantir la santé et la sécurité de leur communauté.

I.7.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé :

Leurs caractéristiques physicochimiques peuvent comprendre : Le pH : 6,5 - 9,5, la Température qui est variable, la Turbidité qui elle aussi peut être variable, la conductivité qui est aussi variable et le Chlore résiduel libre Mg/l.

En référence de la littérature, Les principales indications relatives aux caractéristiques physicochimiques des eaux usées des établissements de santé sont :

- pH : généralement compris entre 6,5 et 9, en raison de la présence de produits désinfectants alcalins.
- Demande chimique en oxygène (DCO) : élevée, de l'ordre de 1000 à 4000 Mg/l, provenant des rejets de produits pharmaceutiques, produits d'entretien, désinfectants, etc.
- Demande biochimique en oxygène (DBO5) : entre 500 et 2000 Mg/l.
- Matières en suspension (MES) : entre 200 et 1000 Mg/l.
- Azote Kjeldahl : entre 100 et 350 Mg/l, principalement sous forme d'azote organique.
- Phosphore total : entre 30 et 150 Mg/l.
- Métaux lourds : présence de métaux comme le cuivre, le zinc, le plomb, le chrome principalement venant des équipements médicaux.
- Substances toxiques : présence de substances comme les antibiotiques, les radios pharmaceutiques, les antiseptiques, les agents de contraste iodés, etc.

I.7.2 Caractéristiques bactériologiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé :

L'eau de rejet dans les établissements de santé se trouve naturellement chargée des microorganismes pathogènes : bactéries, virus, parasites, etc. pouvant provenir des déchets infectieux et des prélèvements biologiques.

Les caractéristiques bactériologiques de l'eau de rejet peuvent varier en fonction des établissements de santé et des interventions médicales effectuées. Les eaux usées des hôpitaux contiennent souvent des concentrations élevées de bactéries, y compris des bactéries pathogènes potentielles telles que les souches de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcusfaecalis*, *Klebsiellapneumoniae* et *Escherichia coli*. Ces bactéries peuvent être dangereuses pour la santé humaine et peuvent causer des infections nosocomiales, c'est-à-dire des infections transmises dans les hôpitaux.

Les eaux usées de l'établissement peuvent également contenir des bactéries anaérobies, telles que *Bacteroidesfragilis*, qui peuvent produire des toxines potentiellement dangereuses pour les humains. En outre, les eaux usées peuvent également contenir des bactéries résistantes aux antibiotiques, qui sont un problème croissant dans les établissements de santé.

Les établissements de santé doivent donc prendre des mesures pour éliminer ou réduire les bactéries présentes dans les eaux usées, ce qui peut être accompli par des méthodes de traitement spécifiques, telles que l'utilisation de dispositifs de désinfection de l'eau. De plus, le personnel doit être bien formé sur les pratiques de gestion de l'eau de rejet pour minimiser les risques de propagation d'infections.

Toutefois, pour l'estimation des indications chiffrées sur les caractéristiques de l'eau de rejet dans les établissements de santé, il est important de préciser que les concentrations et les types de contaminants peuvent varier considérablement d'un établissement à l'autre.

Les eaux usées de l'établissement de santé peuvent contenir des concentrations élevées de bactéries, y compris des bactéries pathogènes comme *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcusfaecalis*, *Klebsiellapneumoniae*, et *Escherichia Coli*. Les concentrations de bactéries peuvent atteindre plusieurs milliers de colonies par millilitre.

Les concentrations de médicaments dans les eaux usées de l'établissement varient considérablement en fonction du nombre et du type de patients, ainsi que des médicaments prescrits. Des études ont montré que certaines classes de médicaments, comme les antibiotiques et les anticancéreux, peuvent être détectées dans les eaux usées de l'établissement à des concentrations allant de quelques ng/l (nanogrammes par litre) jusqu'à plusieurs dizaines de µg/L (microgrammes par litre).

Les eaux usées de l'établissement peuvent également contenir des produits chimiques de nettoyage, des désinfectants et des produits de désinfection de surface. Les concentrations de ces produits varient en fonction des protocoles de nettoyage et de désinfection utilisés.

Enfin, en raison de leur nature, les eaux usées de l'établissement peuvent contenir des quantités importantes de matières organiques, telles que les graisses, les huiles et les protéines.

Ces chiffres ne sont pas exhaustifs et il est important de noter que les caractéristiques de l'eau de rejet peuvent varier considérablement en fonction des installations et des pratiques de gestion de l'eau. Les établissements de santé doivent donc effectuer des évaluations régulières de leur eau de rejet pour garantir le respect des normes de sécurité sanitaire et environnementale.

En règle générale, les eaux usées hospitalières sont de qualité médiocre avec une forte charge organique et contaminant.

Cette situation suggère que les données techniques correspondantes pour le traitement des eaux rejetées comprennent des technologies telles que la filtration, la décantation, la digestion anaérobiose, la désinfection chimique et la désinfection par rayonnement ultraviolet, selon les besoins spécifiques de l'établissement de santé.

I.8 Conclusion du chapitre

En conclusion, la catégorisation des eaux dans les établissements de santé est essentielle pour garantir la sécurité et la qualité de chaque type d'eau que ce soit potable, l'eau utilisée pour les soins et l'eau rejetée.

En plus de la catégorisation, les caractéristiques physico-chimiques de chaque type d'eau doivent être prises en compte pour déterminer les technologies de traitement appropriées et élaborer une réglementation adaptée pour assurer une gestion durable et responsable de l'eau dans les établissements de santé d'une manière générale et en Algérie, en particulier.

Enfin, il est important de noter que chaque catégorie d'eau nécessite des méthodes de traitement différentes pour garantir sa qualité et sa sécurité. L'eau potable doit être traitée pour éliminer les contaminants tels que les bactéries, les virus et les produits chimiques, tandis que l'eau utilisée pour les soins doit être stérilisée pour éliminer tout risque d'infection. L'eau rejetée doit également être traitée pour éliminer les contaminants avant d'être rejetée dans l'environnement. Cette question sera traitée ultérieurement dans le chapitre suivant.

II. CHAPITRE DEUXIEME :

LES RISQUES LIES A L'EAU ET LEUR GESTION DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE

Les risques liés à l'eau et leur gestion dans les établissements de santé.

II.1 Introduction du chapitre :

L'eau est essentielle au fonctionnement des établissements de santé. Elle est utilisée pour l'hygiène des patients et du personnel, le nettoyage des locaux et des équipements, la préparation des médicaments, etc. Cependant, une eau non contrôlée ou contaminée peut présenter des risques sanitaires importants dans ces établissements.

Autant qu'elle est nécessaire et importante, pour assurer une bonne hygiène et des soins de santé de qualité dans les établissements de santé, l'eau peut également être sources de risques et présenter des menaces pour la santé des patients et du personnel si elle est mal gérée.

Les risques liés à l'eau dans les établissements de santé incluent la présence de micro-organismes pharmaço résistants, la contamination bactérienne, la prolifération de légionnelles et la formation de biofilms.

Pour éviter ces risques, il est nécessaire de mettre en place des mesures de gestion de l'eau efficaces, telles que le contrôle régulier de la qualité de l'eau, la mise en place de protocoles d'hygiène stricts et la formation du personnel. Dans ce chapitre, nous allons examiner de plus près les risques liés à l'eau dans les établissements de santé, ainsi que les stratégies de gestion de ces risques ([Marras, Cocco, & Schintu, 2018](#)).

II.2 Les risques liés à l'eau dans les établissements de santé

Les risques liés à l'eau sont de deux ordres : le risque chimique et toxicologique, et le risque microbiologique et infectieux. La section précise que le risque microbiologique est plus important que le risque chimique dans les établissements de santé ([Lesne, 1998](#)), ([Van Lieverloo Blokker, E. J. M. and Medema, G., 2006](#)).

II.2.1 Les risques chimiques et toxicologiques

Le risque chimique se caractérise par la présence dans l'eau de substances toxiques et/ou indésirables, susceptibles d'avoir un effet nocif sur la santé.

En effet, l'eau peut aussi être contaminée par des substances chimiques indésirables issues des canalisations ou des réservoirs de stockage : Plomb, cuivre, etc. L'exposition à ces polluants chimiques peut avoir des effets néfastes sur la santé, surtout à long terme. On cite à titre exemple les problèmes rénaux ou les risques pendant la grossesse. Ainsi, la forte teneur en sels (dureté, calcium, magnésium) peut favoriser l'apparition de calculs rénaux et de problèmes rénaux à long terme. Par ailleurs, l'ingestion d'eau polluée par des substances chimiques indésirables peut avoir des conséquences néfastes sur le fœtus avec un risque accru de malformations congénitales et de fausses couches.

La Toxicité peut être causée par diverses substances comme les produits pharmaceutiques (antibiotiques, antiseptiques, agents de contraste,), les substances radioactives, les produits chimiques d'entretien, etc. Ces substances peuvent être nocives voire cancérogènes à forte concentration.

Cependant, dans les établissements de santé, le risque chimique est moins important que le risque microbiologique. Les substances chimiques peuvent provenir de différentes sources, telles que les canalisations, les produits de traitement de l'eau, les médicaments, les produits de nettoyage, etc.

II.2.2 Risques infectieux :

Le risque microbiologique et infectieux est plus important dans les établissements de santé. Les micro-organismes pathogènes peuvent se développer dans les canalisations, les réservoirs d'eau, les fontaines à eau, les bains, les douches, les humidificateurs, les systèmes de climatisation, etc. Les bactéries les plus courantes sont les légionnelles, les Pseudomonas, les Staphylocoques, les Streptocoques, les Entérobactéries, etc. Les virus et les parasites peuvent également être présents dans l'eau.

Les risques microbiologiques est le résultat de la présence de microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites) et peuvent entraîner des infections nosocomiales, c'est-à-dire des infections contractées à l'hôpital et maladies diverses comme la gastro-entérite, la dysenterie, l'hépatite A, la typhoïde, etc. Les patients les plus vulnérables sont ceux qui ont un système immunitaire affaibli, tels que les personnes âgées, les nouveau-nés, les personnes immunodéprimées, les patients atteints de cancer, de maladies chroniques, etc. Les infections nosocomiales peuvent être graves et même mortelles ([Marras et al., 2018](#)).

II.3 Les différentes sources de contamination de l'eau dans les établissements de santé :

Dans les établissements de santé, différentes sources de contamination peuvent être distinguées ([Patil, Kar, Shastri, & Gupta, 2023](#)):

1. La première source de contamination est la contamination initiale du réseau de distribution publique. Si l'eau brute qui entre dans le réseau de distribution est de mauvaise qualité, elle peut contaminer l'ensemble du réseau interne de l'établissement. Cette contamination peut être due à la présence de métaux lourds, de substances organiques (type pesticides, solvants, détergents, etc.), de composants habituels de l'eau en quantité excessive (nitrates, fluorures, calcium, sodium, etc.).
2. La deuxième source de contamination est la stagnation des eaux dans des bras morts du réseau. Lorsque l'eau stagne dans des parties du réseau peu utilisées, elle peut favoriser la formation d'un biofilm qui peut contenir des micro-organismes pathogènes.
3. La troisième source de contamination est les retours d'eau contaminée dans le réseau. Cela peut se produire en cas de dépressurisation (siphonnage) ou de surpression (refoulement) du réseau. L'eau contaminée peut alors être aspirée dans le réseau interne de l'établissement.
4. La quatrième source de contamination est les travaux réalisés sur le réseau sans respect des règles d'hygiène. Les travaux peuvent perturber le réseau et favoriser la libération de substances potentiellement dangereuses pour la santé.
5. Enfin, la cinquième source de contamination est la concentration de population de sujets malades. Les établissements de santé accueillent souvent des patients immunodéprimés ou atteints de maladies infectieuses. Ces patients peuvent être porteurs de germes pathogènes qui peuvent contaminer l'eau.

En conclusion, les différentes sources de contamination de l'eau dans les établissements de santé sont multiples et peuvent provenir de l'eau brute, du réseau interne de l'établissement ou des patients eux-mêmes. Il est donc essentiel de mettre en place des mesures de prévention et de contrôle pour garantir la qualité de l'eau et éviter la propagation d'infections nosocomiales.

II.4 Prévention de la prolifération de pathogènes dans les réseaux d'eau :

La maîtrise des risques liés à l'eau est donc indispensable dans les établissements de santé. Elle requiert une surveillance régulière de la qualité de l'eau, un entretien strict des réseaux ainsi que l'application de procédures d'hygiène strictes pour tous les usages de l'eau. L'objectif est de fournir de l'eau saine et sûre à tous les patients et au personnel. La première mesure est la prévention. Dans ce cadre, plusieurs stratégies peuvent être mises en place pour prévenir la prolifération de pathogènes ([Sharma, 2018](#)).

II.4.1 Prévention des légionnelles, dans les réseaux d'eau chaude sanitaire des établissements de santé :

Parmi les risques qui existent dans les établissements de santé est prolifération de légionnelles. Pour faire face à ce risque les mesures suivantes sont recommandées :

1. Effectuer une bonne conception initiale des réseaux d'eau, en évitant les bras morts et les zones de stagnation de l'eau. Privilégier une circulation d'eau à vitesse élevée.
2. Procéder à une désinfection thermique initiale de tous les réseaux d'eau chaude sanitaire neuf ou rénovés. Cette opération consiste à porter l'ensemble du circuit à une température de 70°C pendant au moins 30 minutes.
3. Mettre en place un traitement continu de l'eau comme la chloration ou l'ozonation à une dose adaptée pour limiter la prolifération microbienne.
4. Effectuer une maintenance et un nettoyage réguliers des réseaux, notamment par des purges des points d'usage les moins utilisés.
5. Vérifier régulièrement la température de l'eau en différents points du circuit de distribution. La température ne doit pas descendre en dessous de 50-55°C, température létale pour les légionnelles.
6. Procéder périodiquement à des chocs thermiques, c'est-à-dire porter la totalité du réseau à 70°C pendant 30 minutes pour détruire les micro-organismes. La fréquence des chocs thermiques dépend du type d'établissement et des analyses microbiologiques de l'eau.
7. Faire des analyses régulières pour détecter la présence de légionnelles. En cas de résultat positif, des actions correctives doivent être menées (choc thermique, désinfection, etc.).
8. Former le personnel en charge de la maintenance des réseaux d'eau aux bonnes pratiques de prévention de la prolifération des légionnelles.

9. Sensibiliser les usagers à un usage quotidien de l'eau chaude sanitaire, même dans les zones peu utilisées.

II.5 Méthodes de traitement de l'eau utilisées pour les établissements de santé :

La qualité de l'eau est déterminée par ses paramètres physicochimiques et bactériologiques. Par conséquent, les procédés de traitement de l'eau visent à éliminer les contaminants et les micro-organismes qui peuvent nuire à la santé humaine Ces procès de traitement visent de s'assurer que l'eau utilisée dans les établissements de santé est traitée pour éliminer ces contaminants et maintenir les paramètres physico-chimiques et bactériologiques requis ([Ghosh, Medhi, & Purkait, 2010](#)),([Kumari, Maurya, & Tiwari, 2020](#)).

Dans cette partie du présent chapitre, nous aborderons les méthodes de traitement de l'eau utilisées dans les établissements de santé. D'une manière générale, on dénombre dans le domaine de traitement de l'eau, plusieurs méthodes qui sont utilisées, individuellement ou en combinaison, pour atteindre des normes pour des paramètres clés, notamment la contamination microbiologique, les constituants chimiques, la turbidité, le pH et les métaux lourds([Javed & Usmani, 2016](#)).

Ces méthodes comprennent les traitements physiques (tels que la filtration, la sédimentation et la désinfection UV), les traitements chimiques (tels que la chloration et l'ozonation) et les traitements biologiques (tels que le traitement des boues activées).

Chaque méthode a son propre procédé et liée à un ensemble de paramètres physicochimiques et bactériologiques ciblés. Les valeurs standards de ces paramètres peuvent varier selon le type d'établissement de santé et l'utilisation prévue de l'eau. Toutefois, il y'a des paramètres communs ciblés dans le traitement de l'eau pour les établissements de santé. Ils comprennent le pH, la turbidité, l'alcalinité totale, la dureté totale et le chlore résiduel le total des solides dissous, ([Omer, 2019](#)).

II.5.1 Méthodes de traitement physiques de l'eau :

Les méthodes de traitement de l'eau utilisées dans les établissements de santé dépendent de la source de l'eau, de l'utilisation prévue de l'eau et des paramètres physico-chimiques et bactériologiques requis. Les méthodes de traitement physique les plus courantes et les plus utilisées dans les établissements de santé comprennent la sédimentation, la filtration, la désinfection et le traitement chimique.

II.5.1.1 La sédimentation

En matière de traitement physique, la méthode la plus courante est la sédimentation. Le processus de cette méthode consiste à l'élimination des particules en suspension de l'eau en leur permettant de se déposer, sous l'effet de la gravité, au fond d'un réservoir. Cette méthode est utilisée pour éliminer les grosses particules telles que le sable, le limon et l'argile de l'eau. La sédimentation est souvent précédée par la flocculation processus naturelle qui améliore l'agrégation des particules avant la sédimentation, améliorant ainsi l'efficacité d'élimination. La combinaison de la flocculation et de la sédimentation réduit notablement la turbidité à <1 NTU (unités de turbidité néphéломétrique), selon les normes de l'OMS([OMS, 2017](#)).

La filtration lente sur sable élimine en outre toutes les particules ou agents pathogènes, permettant d'éliminer > 99 % des bactéries, virus et protozoaires lorsque le sable est correctement entretenu. L'eau filtrée doit avoir une turbidité <0,1 NTU.

II.5.1.2 La filtration

La filtration est le processus d'élimination des particules de l'eau en la faisant passer à travers un milieu poreux dont la constitution diffère d'un filtre à l'autre selon les particules à piégées et selon le milieu d'utilisation. Cette méthode est utilisée pour éliminer les petites particules qui ne peuvent pas être éliminées par sédimentation. La filtration permet d'éliminer les particules solides en suspension, de la turbidité et d'autres matières particulières de l'eau. Le processus de filtration est réalisé à l'aide de filtres physiques ou mécaniques qui piègent les solides en suspension et autres particules. Les filtres physiques peuvent être constitués de sable, de gravier ou d'autres matériaux poreux, tandis que les filtres mécaniques peuvent être constitués de papier, de tissu ou d'autres matériaux synthétiques.

Les paramètres physico-chimiques ciblés pour l'eau filtrée dans les établissements de santé comprennent le pH, la turbidité et le total des solides dissous (TDS). Pour les établissements de

santé, la plage de pH acceptable pour l'eau filtrée se situe entre 6,5 et 8,5. La plage acceptable pour la turbidité est inférieure à 1 NTU et la plage acceptable pour le TDS est inférieure à 500 ppm (parties par million) ([WHO & Unicef, 2019](#)).

Pour certains cas sensibles, le filtre est constitué de charbon actif : L'eau osmosée passe à travers un filtre au charbon actif qui retient les molécules organiques résiduelles, les pesticides, les odeurs, etc. L'efficacité est élevée (80 à 90%) et les filtres ont une longue durée de vie([Bonadonna et al., 2017](#)).

II.5.2 Méthodes de traitement chimique de l'eau :

Le traitement chimique est le processus d'utilisation de produits chimiques pour éliminer ou réduire des contaminants spécifiques dans l'eau. Les produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau dans les établissements de santé comprennent les coagulants, les floculants et les correcteurs de pH. Les coagulants et les floculants sont utilisés pour éliminer les solides en suspension et la turbidité, tandis que les ajusteurs de pH sont utilisés pour ajuster le pH de l'eau.

Les paramètres physicochimiques ciblés pour l'eau traitée chimiquement dans les établissements de santé comprennent le pH, l'alcalinité totale, la dureté totale et le chlore résiduel. La plage acceptable pour le pH se situe entre 6,5 et 8,5, tandis que la plage acceptable pour l'alcalinité totale et la dureté totale est inférieure à 500 ppm. La plage acceptable pour le chlore résiduel se situe entre 0,2 et 0,5 ppm.

II.5.2.1 Stabilisation :

Cette méthode consiste à ajouter de produits stabilisants pour contrôler le pH, la dureté et la teneur en oxygène dissous de l'eau afin d'éviter la corrosion des tuyauteries et d'améliorer la qualité organoleptique de l'eau.

Outre les paramètres physicochimiques, le traitement chimique avec ajout des produits chimiques est utilisé pour la désinfection de l'eau d'agents pathogènes.

II.5.2.2 Désinfection

La désinfection est le processus de destruction ou d'inactivation des bactéries, virus et autres micro-organismes nocifs dans l'eau. Le processus de désinfection est réalisé à l'aide de désinfectants chimiques tels que le chlore, l'ozone. Le choix du désinfectant dépend de l'utilisation prévue de l'eau, du niveau de désinfection requis et du coût du désinfectant.

Les paramètres bactériologiques ciblés pour l'eau désinfectée dans les établissements de santé comprennent les coliformes totaux, les coliformes fécaux et la numération sur plaque hétérotrophe (HPC). La limite acceptable pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux dans l'eau désinfectée des établissements de santé est de zéro, tandis que la limite acceptable pour les HPC est inférieure à 500 unités formant colonies (UFC) par millilitre.

La méthode de désinfection la plus couramment utilisée dans les établissements de santé est la chloration, où du chlore est ajouté à l'eau pour tuer les bactéries et les virus. La désinfection au chlore ou au dioxyde de chlore est quasi universelle dans les établissements de santé. Le chlore résiduel de 0,5 mg/L fournit au moins 99,9 % d'inactivation des micro-organismes pathogènes conformément à la réglementation. Le dioxyde de chlore offre des avantages avec une formation moindre de sous-produits de désinfection et un risque réduit de croissance d'agents pathogènes. Cependant, l'un ou l'autre des désinfectants doit maintenir un résidu dans tout le système de distribution.

II.5.3 Autres méthodes de traitement ‘traitement biologique’ :

II.5.3.1 Désinfection par la lumière ultraviolette (UV)

L'irradiation par la lumière ultraviolette (UV) est une méthode de désinfection non chimique qui inactive les agents pathogènes en endommageant leur ADN. Les UV peuvent atteindre au moins 99,9 % de désinfection de tous les micro-organismes pathogènes qui affectent les établissements de santé. La lumière UV est un processus non toxique qui ne forme pas de sous-produits de désinfection ; cependant, il nécessite un temps de contact plus court et une eau claire pour une efficacité maximale. Les UV peuvent être utilisés pour la désinfection au point d'utilisation ou au point d'entrée dans les installations. Il faut noter que face à l'efficacité du procédé de la désinfection par la lumière ultraviolette (UV) qui est proche de 100%, son coût d'investissement est très élevé par rapport à la chloration.

II.5.3.2 Traitement par osmose inverse :

L'osmose inverse est un processus de filtration qui élimine les sels et les minéraux dissous de l'eau. Il est utilisé pour produire de l'eau de haute qualité pour les équipements médicaux et les appareils de dialyse.

L'osmose inverse utilisant des membranes semi-perméables est très efficace pour l'élimination chimique et particulaire à des fins médicales. Cependant, l'osmose inverse est surtout utilisée pour le traitement microbiologique. Outre son efficacité dans l'élimination des métaux lourds, de la turbidité, des pesticides, des composés organiques volatils et des sous-produits de désinfection, elle permet d'éliminer > 99 % des bactéries. Ainsi, et pour de opérations de haute sensibilité, on procède à ce qu'on appelle le prétraitement par osmose inverse. L'eau brute est soumise à une forte pression à travers une membrane semi-perméable qui ne laisse passer que l'eau. C'est une technique coûteuse mais très efficace pour produire une eau de haute qualité.

Notons que RO nécessite un préfiltre pour éviter l'encrassement de la membrane et une consommation d'énergie élevée pour le système sous pression. Pour tenir compte de cela, l'osmose inverse est souvent utilisée pour les zones de patients à haut risque ou immunodéprimés.

II.6 Défis d'une gestion adéquate de l'eau dans les établissements de santé :

Face à la sensibilité dans les établissements de santé et en particulier dans les milieux hospitaliers, la gestion de l'eau quel que soit son utilisation est imposé comme problématique prioritaire tout comme les équipements médicaux, les produits pharmaceutiques, et alimentaires. Ainsi, une gestion adéquate de l'eau est essentielle pour assurer la santé et le bien-être des patients et du personnel.

Les défis liés à la gestion de l'eau sont nombreux dans les hôpitaux en raison de la complexité des systèmes et des exigences strictes en matière d'hygiène et de qualité de l'eau. Ceci nécessite la mise en place de stratégie adaptée et efficace pour la gestion de l'eau et une gestion rigoureuse de la qualité de l'eau.

II.6.1 Les stratégies de gestion de l'eau :

La stratégie visée consiste à la mise en place d'un plan de gestion de l'eau global couvrant tous les aspects du cycle de l'eau. Il doit inclure :

1. La sensibilisation du personnel à une utilisation rationnelle de l'eau et à des gestes simples d'économie.
2. La définition de protocoles spécifiques de gestion de l'eau dans les blocs opératoires, les laboratoires, les cuisines, etc. afin d'optimiser l'utilisation et la qualité.
3. Une surveillance étroite de la consommation d'eau des équipements (chauffe-eau, climatiseurs, laveuses, etc.) et l'entretien régulier pour limiter les gaspillages
4. Des procédures spécifiques d'utilisation et de traitement de l'eau dans le cadre des actes médicaux pour éviter les infections nosocomiales.
5. La vérification rigoureuse de la qualité de l'eau par des analyses régulières et la mise en place des mesures correctives en cas de problèmes détectés.

II.6.2 Gestion de la qualité de l'eau

La gestion de la qualité de l'eau dans les hôpitaux est essentielle pour :

1. La sécurité des patients en évitant les infections liées à l'eau.
2. Le bon fonctionnement des équipements médicaux sensibles.
3. La conformité avec les normes et réglementations en vigueur.
4. La maîtriser la qualité de l'eau, requiert :
 1. La mise en œuvre d'un système de traçabilité complet du parcours de l'eau dans l'hôpital.
 2. Le maintenir les installations de production et de distribution en bon état.
 3. Le contrôle des analyses d'eau effectuées en laboratoire.
 4. La mise en place d'un plan d'actions en cas de non-conformité (recherche de la source de contamination, désinfection supplémentaire, interdiction d'utilisation, ...).

II.7 Les pratiques actuelles de gestion de l'eau en Algérie

Nous finissons le présent chapitre par un rappel qui aborde d'une manière sommaire de gestion de l'eau dans les milieux hospitalier de l'Algérie. Les remarques relevées sont inspirées de discussions qu'on a eues avec les responsables des services de prévention du secteur de santé de la wilaya de Saida. Il ressort de notre discussion qu'en Algérie, la gestion de l'eau dans les hôpitaux reste perfectible :

1. Les infrastructures de production et de distribution de l'eau potable sont encore insuffisantes dans certains établissements de santé.
2. Le suivi de la consommation d'eau et la mise en place de stratégies d'économie d'eau ne sont pas systématiques.
3. La maintenance des réseaux et des installations de traitement de l'eau n'est pas toujours optimale, ce qui favorise les contaminations.
4. Les analyses de la qualité de l'eau ne couvrent pas tous les paramètres requis et ne sont pas toujours fiables.

Cependant, et à travers notre discussion avec des cadres jeunes nous avons senti que des initiatives émergent pour améliorer la gestion de l'eau dans les hôpitaux algériens, notamment au niveau de la formation du personnel et de la mise à jour des équipements adéquats.

II.8 Conclusion du chapitre :

Les différentes problématiques abordées dans le chapitre aboutissent à une principale conclusion qui consiste à dire que devant la sensibilité et la vulnérabilité des patients, la qualité de l'eau distribuée dans les établissements de santé doit faire l'objet d'une surveillance particulièrement attentive.

Des mesures strictes doivent être préconisées pour la surveillance des eaux dans les établissements de santé. Ces mesures passent par le contrôle des paramètres tels physico-chimiques, éléments indésirables et toxiques et surtout les organismes pathogènes. Pour les eaux et face aux risques qu'elles contiennent, les paramètres tels que la demande chimique en oxygène, la demande biologique en oxygène et les bactéries coliformes doivent être surveillés ([Obaideen et al., 2022](#)).

Pour qu'elle soit efficace et rentable, la surveillance de la qualité de l'eau dans les établissements de santé, doit être accompagnée par des procédés de prétraitement et traitement des eaux selon leurs utilisations. Ainsi, les étapes de traitement individuel ou combiné associé à un contrôle régulier de

la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau, permettent de produire une eau conforme aux normes en vigueur et sans risque pour la santé.

En conclusion, un équilibre doit être trouvé entre les différentes techniques en fonction des impuretés à éliminer, de l'efficacité requise et du budget disponible. Une supervision et un entretien réguliers des installations sont essentiels pour optimiser les coûts de traitement.

Une gestion adéquate et rigoureuse de toutes les eaux utilisées dans les hôpitaux est indispensable pour assurer la sécurité des patients et du personnel ainsi que le bon fonctionnement des équipements médicaux. Elle nécessite une approche globale combinant des aspects techniques, managériaux et de surveillance de la qualité. Les pratiques actuelles en Algérie doivent encore progresser mais des initiatives prometteuses émergent. Des plans de développement pour la situation algérienne sont nécessaires pour proposer des solutions adaptées et efficaces.

III. CHAPITRE TROIS

METHODES D'ANALYSE AU LABORATOIRE

Méthodes d'analyse au laboratoire

III.1Introduction du chapitre

L'analyse de la qualité de l'eau est d'une importance capitale pour la santé publique et la préservation de l'environnement. Elle permet de détecter la présence de contaminants pathogènes et des polluants tels que les bactéries, les virus, les métaux lourds, les produits chimiques ou les pesticides, qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et les écosystèmes. Pour effectuer ces analyses, les laboratoires utilisent essentiellement des méthodes physicochimiques et bactériologiques qui permettent de quantifier la présence de ces contaminants et polluants dans l'eau. Dans ce chapitre, nous allons examiner de plus près les différentes méthodes utilisées pour effectuer ces analyses et expliquer comment les résultats sont interprétés pour évaluer la qualité de l'eau. Nous allons également aborder les normes de qualité de l'eau applicables à différents contextes, notamment pour les eaux destinées à la consommation humaine.

III.2Cadre technique de qualification des eaux :

L'analyse et la qualification de l'eau fait référence à toutes les actions de détermination d'une valeur sur un échantillon, qu'il s'agisse d'analyses, de mesures, d'observations, etc. Ces dernières sont souvent effectuées en laboratoire, ou sur le site (*in situ*) pour certains paramètres (Rodier, 2009) .

Habituellement, pour la surveillance de la potabilité des eaux, les institutions de gestion ou les organismes de contrôle agréés effectuent ces analyses selon un programme prédefini (OMS, 2017). Les analyses portent sur un certain nombre de paramètres, regroupés en deux groupes : les éléments physico-chimiques et les éléments bactériologiques (Festy et al., 2015) .

Les résultats d'analyse de l'eau fournis par le laboratoire en charge des analyses permettent d'évaluer la qualité de l'eau analysée. Cependant, le laboratoire précise dans quelle mesure ces résultats sont fiables et représentatifs des conditions réelles du milieu d'où provient l'échantillon d'eau analysé. En effet, les données issues des analyses de laboratoire n'ont de valeur que si l'échantillon prélevé dans le milieu aquatique étudié est représentatif de l'ensemble de ce milieu. Dans son rapport d'analyses, le laboratoire indique donc si les résultats qu'il communique correspondent effectivement à l'état réel de l'eau du milieu prélevé, ou s'ils doivent être considérés avec précaution compte tenu des limites du prélèvement et des analyses effectuées. Ainsi, le laboratoire s'engage plus ou moins sur la

pertinence et la fiabilité des résultats communiqués, en fonction de la représentativité des prélèvements d'eau effectués et de la qualité des analyses réalisées ([Sharma, 2018](#)).

Dans ce chapitre, nous examinerons en détail les méthodes et techniques utilisées pour mener ces analyses physicochimiques et bactériologiques de l'eau au laboratoire, ainsi que les normes de qualité applicables ([EPA, 2013](#)). Il est à noté que des organismes tels que l'Organisation mondiale de la santé et ont établi des protocoles normalisés pour ces analyses ([OMS, 2017](#)). Mais avant d'entamer la partie méthode, nous avons jugé utile de dresser les principaux indicateurs liés à la qualification d'eau.

III.3 Propriétés organoleptiques :

La qualité organoleptique de l'eau peut être définie comme le résultat d'une évaluation basée sur l'odeur, le goût, la couleur et la turbidité. D'une manière générale, les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur non désagréables. Les odeurs présentes dans l'eau peuvent être causées par la présence de substances organiques volatiles telles que les esters, les alcools ou de substances inorganiques telles que le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre et le sulfure d'hydrogène.

Cependant, une eau traitée peut avoir un goût plus prononcé qu'une eau non potable en raison de la présence de chlore résiduel ou de la formation de certains dérivés chlorés. En outre, une eau soigneusement bouillie, même si elle est stérile, peut être fade et avoir un goût peu agréable en raison de l'absence de CO₂ et d'oxygène dissous.

Lorsqu'une eau présente un goût ou une odeur inhabituelle, ou si elle est trouble ou colorée, cela peut être interprété comme un risque pour la santé. Il est donc crucial d'identifier rapidement la source de ces anomalies. Les molécules odorantes ou gustatives indésirables peuvent provenir de différentes sources et leur identification peut être difficile. De ce fait, il est important de déterminer la source de la contamination et de mettre en place des mesures correctives appropriées pour assurer la qualité de l'eau ([OMS, 2017](#)).

III.4 Caractères physico-chimiques :

La caractérisation physicochimique de l'eau repose sur plusieurs paramètres qui permettent de déterminer sa qualité et son aptitude à la consommation. En plus des propriétés organoleptiques, la température, le pH, La conductivité électrique, la turbidité, constituent des indicateurs majeurs

(Resalat et al., 2019). La température de l'eau doit être inférieure à 15°C pour éviter la prolifération de micro-organismes. La turbidité de l'eau, qui correspond à la présence de particules en suspension, peut être un indicateur de la présence de bactéries et d'autres micro-organismes.

L'une des premières étapes de l'analyse physico-chimique de l'eau consiste à mesurer le pH. Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau.

Une eau avec un pH inférieur à 7 est acide, tandis qu'une eau avec un pH supérieur à 7 est alcaline. Un pH de 7 est considéré comme neutre (Bartram & Gareth, 2002).

La conductivité électrique est une autre propriété importante de l'eau qui peut être mesurée lors de l'analyse physico-chimique. La conductivité électrique mesure la capacité de l'eau à conduire l'électricité. Une eau pure a une conductivité électrique très faible, mais une eau contenant des ions tels que le chlorure, le sodium et le calcium aura une conductivité électrique plus élevée.

La turbidité de l'eau est également une propriété importante qui peut être mesurée. La turbidité mesure la quantité de matières en suspension dans l'eau. Cette matière en suspension peut inclure des particules organiques, des sédiments ou des produits chimiques. La turbidité peut être mesurée à l'aide d'un turbidimètre.

D'autres paramètres, tels que la dureté de l'eau, la concentration de matières organiques et inorganiques, sont également des éléments à prendre en compte dans l'évaluation de la qualification physico-chimique de l'eau. En somme, la caractérisation physicochimique de l'eau est basée sur plusieurs paramètres clés qui permettent de garantir la sécurité et la qualité de l'eau potable pour la consommation humaine.

Tableau III- 1 : Classification des eaux d'après leur pH (Fresenius, Quentin, & Schneider, 1988)

Valeurs de pH	Nature
pH < 5	Présence d'acides minéraux ou organiques dans l'eau naturelle
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée → majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Eaux souterraines pH = 8 Alcalinité forte
pH = 8	Alcalinité forte

III.5Les substances indésirables et toxiques :

Les substances indésirables regroupent les éléments tels que l'Ammonium (NH_4^+), le fer (Fe^-), l'Aluminium (Al^-), les Nitrites (NO_2^-), les Nitrates (NO_3^-), les Phosphates (P^+) etc....

Ces substances doivent être analysées dans le cadre de la qualification de l'eau pour déterminer leur présence et leur concentration dans l'eau. Quant aux substances toxiques, elles regroupent l'Arsenic, le Cadmium, le Plomb, le Mercure le Chrome etc...

Les substances indésirables et toxiques représentent un danger pour la qualité et la sécurité de l'eau potable, et leur surveillance régulière est essentielle pour garantir la santé publique et la protection de l'environnement (Kumar & Puri, 2012), (Tchounwou, Yedjou, Patlolla, & Sutton, 2012).

III.6Cadre technique de qualification bactériologique :

La qualification bactériologique concerne les micro-organismes pathogènes, comme les bactéries, les virus et les parasites. Ces derniers peuvent causer des problèmes de santé et doivent également être surveillés et analysés. L'évaluation quantitative des bactéries ou l'évaluation du contenu microbien des échantillons d'eau présente un facteur déterminant, notamment dans le cas de l'eau potable. Ainsi, il est important de mentionner que la plupart des techniques analytiques appliquées pour détecter et quantifier les bactéries présentes dans les échantillons d'eau nécessitent des étapes de pré concentration laborieuses effectuées avant la détection.

Les principaux organismes microbiologiques sont étalés comme suit :

III.6.1 Coliformes totaux (CT) :

Les coliformes totaux sont des bactéries capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à des températures entre 35 et 37°C. Bien que sensibles au chlore, leur présence dans l'eau peut indiquer un biofilms ou un traitement inefficace. Cependant, ils ne sont pas des indicateurs fiables de contamination fécale car on les trouve naturellement dans l'environnement et ils ne sont pas spécifiques aux intestins humains ou animaux à sang chaud.

Les entérocoques, eux, sont omniprésents dans le sol, l'eau, les aliments fermentés et l'intestin des vertébrés. Ils peuvent causer des maladies humaines. Les streptocoques fécaux, quant à eux, révèlent mieux la pollution fécale car ils proviennent spécifiquement des fèces et survivent plus longtemps que les coliformes. Les entérocoques peuvent aussi indiquer une contamination fécale

des eaux récréatives. En résumé, si les coliformes ont été traditionnellement utilisés comme indicateurs de pollution fécale, leur usage est remis en cause car ils ne sont pas spécifiques à l'intestin humain. Les entérocoques et les streptocoques révèlent mieux cette pollution, même s'ils ne sont pas non plus spécifiques à l'intestin humain et peuvent être trouvés dans l'environnement.

III.6.2 Escherichia coli :

L'Escherichia Coli (E. Coli) est une bactérie à Gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriace. On trouve les E. Coli de façon commensale dans la flore intestinale et fécale, tant chez les humains que chez certains animaux.

La bactérie Escherichia Coli est l'indicateur d'agents entéropathogènes le plus fiable, et donc le meilleur moyen de détecter une contamination fécale récente dans les réseaux d'eau potable.

L'absence d'Escherichia Coli dans l'eau potable indique généralement que celle-ci ne contient pas de bactéries intestinales pathogènes. Mais elle n'indique pas nécessairement une bonne qualité sanitaire de l'eau, car cette bactérie et les autres coliformes sont en général plus sensibles à la désinfection que les agents pathogènes plus résistants au chlore tels que les virus et les oocystes de cryptosporidies.

III.6.3 Pseudomonas Aéroginosa :

Le Pseudomonas Aéroginosa est une bactérie à Gram négatif ubiquitaire, présent notamment dans le sol et dans les milieux aquatiques, non sporulant de forme droite ou légèrement courbée ; ayant un métabolisme oxydatif, non fermentaire, aérobiose stricte. C'est une bactérie mésophile capable de se multiplier à l'intérieur d'un large spectre de température allant de 4 à 45°C. La température optimale de croissance se situe entre 30 et 37°C. La morphologie de P.a, de même que pour tout le genre Pseudomonas, est facilement distinctive grâce à la production de la pyocyanine, un pigment bleu-vert diffusible dans le milieu extracellulaire, d'où le nom de bacille pyocyanique, ([Kamal ELMeskini 2011](#)).

III.7 Méthodes d'analyse de l'eau :

L'analyse de l'eau est essentielle pour la santé publique et la protection de l'environnement. Pour obtenir des résultats fiables, il est nécessaire d'utiliser des méthodes et techniques d'analyse adaptées à chaque type de paramètre physicochimique et chaque contaminant microbiologique.

Les paramètres physico-chimiques permettent de donner un premier aperçu général de l'état de l'eau. Ces paramètres regroupent la température, le pH, la conductivité, la turbidité et la teneur en oxygène dissous.

Les analyses chimiques permettent de déterminer la composition de l'eau, notamment la concentration des principaux ions dissous (Calcium, Magnésium, Sodium, Chlorures, Sulfates, Nitrates...) ainsi que la concentration en éléments traces. Nous utiliserons des méthodes de chromatographie ionique et d'absorption atomique.

Pour analyser la présence éventuelle de micropolluants organiques, nous aurons recours à la chromatographie en phase gazeuse et à la chromatographie liquide haute performance.

Enfin, des analyses biologiques et microbiologiques permettront d'évaluer la présence d'éléments vivants tels que des bactéries, des algues ou des microorganismes pouvant indiquer une pollution organique.

Au travers de ces diverses analyses physico-chimiques, chimiques, organiques et microbiologiques, nous serons en mesure de donner une caractérisation complète de l'état de l'eau étudiée et d'évaluer son degré de pollution.

Dans cette partie du texte, nous allons explorer les différentes méthodes et techniques d'analyse de l'eau, en présentant leur utilité, leur fonctionnement et leurs limites. Nous aborderons les différentes étapes de l'analyse, de l'échantillonnage à la mesure des contaminants, en expliquant les protocoles spécifiques pour chaque type d'analyse. L'objectif est de fournir aux professionnels et aux amateurs de l'analyse de l'eau une compréhension approfondie des différentes méthodes et techniques à leur disposition.

III.7.1 Méthodes d'analyse physico-chimique :

L'analyse physico-chimique de l'eau est une méthode utilisée pour déterminer les propriétés physiques et chimiques de l'eau. Cette analyse est importante pour évaluer la qualité de l'eau et s'assurer qu'elle est propre et sûre pour la consommation humaine.

Les propriétés chimiques de l'eau peuvent également être analysées lors de l'analyse physico-chimique. La présence de certains composés chimiques tels que les nitrates, les phosphates et les métaux lourds peut indiquer une contamination de l'eau. Ces composés peuvent être mesurés à l'aide de tests chimiques spécifiques.

Il existe plusieurs techniques utilisées pour réaliser l'analyse physico-chimique de l'eau :

- Pour la mesure du pH, on peut utiliser un pH-mètre ou des papiers pH. Les normes correspondantes à cette technique sont la norme NF EN ISO 10523 :2015 pour l'eau potable et la norme NF EN ISO 10304-1 :2009 pour l'eau naturelle et les eaux usées.
- Pour la mesure la conductivité électrique, on utilise un conductimètre. Les normes correspondantes à cette technique sont la norme NF EN ISO 7888 :1997 pour l'eau potable et la norme NF EN 27888 :1995 pour l'eau naturelle et les eaux usées.
- Pour mesurer la turbidité, on utilise un turbidimètre. Les normes correspondantes à cette technique sont la norme NF EN ISO 7027 :2016 pour l'eau potable et la norme NF EN 27027 :1993 pour l'eau naturelle et les eaux usées.

Pour mesurer les composés chimiques tels que les nitrates, les phosphates et les métaux lourds, on utilise des tests chimiques spécifiques tels que la spectrophotométrie ou la chromatographie. Les normes correspondantes à ces techniques varient en fonction des composés chimiques mesurés. Sont données ci-après quelques exemples :

- Pour mesurer les nitrates, les normes correspondantes sont la norme NF EN ISO 7890-2 :2000 pour l'eau potable et la norme NF EN ISO 13395 :1997 pour l'eau naturelle et les eaux usées.
- Pour mesurer les phosphates, les normes correspondantes sont la norme NF EN ISO 6878 :2004 pour l'eau potable et la norme NF EN ISO 15681-2 :2005 pour l'eau naturelle et les eaux usées.
- Pour mesurer les métaux lourds tels que le plomb, le cuivre et le mercure, les normes correspondantes sont la norme NF EN ISO 11885 :2009 pour l'eau potable et la norme NF EN ISO 17294-2 :2016 pour l'eau naturelle et les eaux usées.

Il convient de noter que les normes varient en fonction du pays et de la région où l'analyse est effectuée. Les normes mentionnées ici sont des exemples de normes internationales communément utilisées, mais il est important de se référer aux normes spécifiques de chaque pays ou région pour les analyses d'eau.

En résumé, l'analyse physico-chimique de l'eau est une méthode importante pour évaluer la qualité de l'eau. Elle permet de mesurer des propriétés physiques et chimiques telles que le pH, la

conductivité électrique, la turbidité et la présence de composés chimiques et de micro-organismes. Cette analyse est essentielle pour s'assurer que l'eau que nous consommons est propre et sûre. Les résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau peuvent être comparés aux normes de qualité de l'eau établies par les organismes gouvernementaux pour déterminer si l'eau est conforme aux normes de sécurité. En cas de non-conformité, des mesures peuvent être prises pour améliorer la qualité de l'eau et protéger la santé publique.

III.7.2 Méthodes d'analyse bactériologique :

La mesure des caractéristiques bactériologiques de l'eau est une étape essentielle pour s'assurer de la qualité microbiologique de l'eau. Les bactéries présentes dans l'eau peuvent causer des maladies telles que la gastro-entérite, la typhoïde et le choléra.

Pour mesurer ces caractéristiques bactériologiques, plusieurs techniques sont utilisées.

La méthode la plus courante pour mesurer les bactéries dans l'eau est la méthode de filtration sur membrane. Cette méthode consiste à filtrer une quantité connue d'eau à travers une membrane spéciale qui retient les bactéries. La membrane est ensuite placée sur un milieu de culture approprié pour permettre la croissance des bactéries. La quantité de bactéries dans l'eau est déterminée en comptant le nombre de colonies bactériennes qui se sont développées sur la membrane. Cette méthode est largement utilisée pour mesurer les coliformes fécaux et E. coli dans l'eau.

Une autre méthode courante pour mesurer les bactéries dans l'eau est la méthode de culture sur milieu solide. Cette méthode consiste à prélever un échantillon d'eau et à l'incuber sur un milieu de culture approprié. Les bactéries présentes dans l'échantillon d'eau se développent sur le milieu de culture et forment des colonies bactériennes. La quantité de bactéries dans l'eau est déterminée en comptant le nombre de colonies bactériennes qui se sont développées. Cette méthode peut être utilisée pour mesurer différents types de bactéries dans l'eau, y compris les bactéries pathogènes telles que la Légionnelle.

Pour mesurer la présence de virus dans l'eau, une méthode courante est la méthode de concentration par filtration. Cette méthode consiste à filtrer un grand volume d'eau à travers une membrane spéciale pour concentrer les virus dans un petit volume. Les virus sont ensuite extraits de la membrane et détectés en utilisant des tests d'ADN ou d'ARN spécifiques pour chaque type de virus.

Les normes associées à ces techniques varient en fonction des pays et des régions. En Europe, les normes les plus couramment utilisées pour la mesure des bactéries dans l'eau sont les normes de la

série NF EN ISO 9308. Ces normes décrivent les méthodes pour la détection et le dénombrement des coliformes fécaux, d'E. Coli et d'autres bactéries dans l'eau.

La norme NF EN ISO 9308-1 :2014 correspond à la détection des coliformes fécaux

La norme NF EN ISO7899-2 :2000 pour la recherche d'E. Coli dans l'eau potable

La norme NF EN ISO 11731 est utilisée pour la détection de Légionnelle dans l'eau.

Pour les eaux naturelles et les eaux usées, les normes suivantes sont utilisées :

La norme NF EN ISO 11731 :2017 est utilisée pour la détection de Légionnelle

La norme NF EN ISO 18752 :2016 pour la détection de protozoaires tels que Giardia et Cryptospridium.

Aux États-Unis, les normes couramment utilisées pour la mesure des bactéries dans l'eau sont les normes de (Environmental Protection Agency (EPA)). Les méthodes d'analyse bactériologique de l'eau sont décrites dans le manuel de l'EPA pour les méthodes d'analyse de l'eau potable.

En conclusion, la mesure des caractéristiques bactériologiques de l'eau représente une étape importante et cruciale pour s'assurer de la qualité microbiologique de l'eau. Les méthodes telles que la filtration sur membrane et la culture sur milieu solide sont couramment utilisées pour mesurer les bactéries dans l'eau, tandis que la concentration par filtration est utilisée pour mesurer les virus. Les normes associées à ces techniques varient en fonction des pays et des régions, mais les normes de la série NF EN ISO 9308 sont couramment utilisées en Europe et les normes de l'EPA sont couramment utilisées aux États-Unis.

III.8Conclusion du chapitre :

Pour conclure ce chapitre, nous remarquons que les nombreux paramètres physico-chimiques, chimiques et microbiologiques présentés dans ce chapitre permettent de qualifier exhaustivement l'eau et d'évaluer sa qualité. Ceci nous conduit à souligner l'importance de comprendre la qualité de l'eau dans le but de protéger l'environnement et la santé publique.

La qualité de l'eau est surveillée avec diligence par les professionnels de la gestion de l'eau et les autorités de réglementation pour garantir à la fois que l'eau distribuée soit propre et sûre à la consommation et celle du rejet soit sans danger.

Les méthodes d'analyse utilisées, basées sur des techniques normées et reconnues, fournissent des résultats fiables et précis pour la caractérisation de l'eau. L'analyse de l'eau reste un domaine vaste et complexe, mais les mesures des principaux paramètres présentés précédemment constituent une

base essentielle pour la compréhension de la composition et de l'état de l'eau. L'étude plus approfondie des eaux naturelles et des effluents industriels nécessitera bien entendu le recours à d'autres analyses plus spécifiques adaptées aux enjeux et problématiques rencontrés. Néanmoins, les techniques d'analyse de l'eau exposées dans ce chapitre fondamental constituent un outil indispensable pour la bonne gestion, la protection et la préservation de la ressource en eau.

IV. Chapitre quatre :

CADRE REGLEMENTAIRE DES EAUX DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE

Cadre règlementaire des eaux dans les établissements de santé

IV.1 Introduction du chapitre

On distingue dans les établissements de santé, trois grandes catégories d'eau. Les eaux destinées à la consommation humaine, les eaux utilisées pour les soins et les eaux du rejet. Chaque catégorie de ces eaux peut être subdivisée en plusieurs types. Du fait de sa nécessité et de ses diverses utilisations, les eaux dans les établissements de santé revêtent une importance capitale pour la sécurité sanitaire des patients et du personnel. Elles nécessitent donc un encadrement réglementaire strict afin de garantir leur qualité et leur adéquation à leur usage.

Cet encadrement touche en priorité la qualité et par la suite la gestion de ces eaux. Chaque catégorie d'eau nécessite donc une régulation spécifique pour répondre à la fois aux exigences de qualité et celles de gestion. Le concept de régulation inclut des exigences en matière de qualification exprimées en valeurs limites ou normes de la surveillance et des contrôles. Le non-respect des normes sanitaires et microbiologiques fixées par la réglementation peuvent entraîner des risques sanitaires et environnementaux importants. C'est pourquoi l'application de cet encadrement réglementaire est primordiale pour garantir un environnement de travail sûr et sain ([Meshi et al. 2022](#)).

Ainsi, les eaux destinées à la consommation humaine, qui incluent l'eau courante utilisée notamment pour la boisson, la préparation des aliments et le nettoyage, doivent impérativement respecter les normes en vigueur de consommation humaine pour éviter tout risque pour la santé ([OMS 2017a](#)).

En revanche, les eaux utilisées pour les soins font l'objet d'exigences spécifiques selon leur usage (douche, lavage, bains, nettoyage et désinfection du matériel médical...). La qualité et la composition de ces eaux conditionnent directement l'efficacité et l'innocuité des soins délivrés ([Guo et al. 2017](#)).

Enfin, les eaux usées et rejets provenant des établissements de santé nécessitent un traitement approprié avant leur rejet dans le milieu naturel afin d'éliminer les agents infectieux et substances médicamenteuses pouvant polluer l'environnement ([OMS 2019](#)).

La stricte application des réglementations en vigueur concernant les différentes catégories d'eau dans les établissements de santé est donc essentielle pour assurer la sécurité des patients et du

personnel, ainsi que la qualité des soins prodigués. Le respect de l'encadrement légal relatif aux eaux constitue ainsi un enjeu majeur de santé publique.

IV.2 Textes de références de l'OMS, pour les eaux dans les établissements de santé :

Les principaux textes de référence établis par l'OMS concernant les différents types d'eau dans les établissements de santé. Ces eaux et les textes de référence qui leurs sont associés sont :

- 1. Eaux destinées à la consommation humaine :** Les lignes directrices pour la qualité de l'eau de boisson de l'OMS fixent les normes de qualité pour assurer la potabilité de l'eau du robinet. Elles couvrent des paramètres microbiologiques, chimiques et physiques([OMS 2017a](#)).
- 2. Eaux utilisées pour les soins :** Les lignes directrices sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé de l'OMS établissent des recommandations pour les eaux à usage médical (bains, lavage, nettoyage)([WHO and Unicef 2019](#)). Elles portent notamment sur les paramètres à contrôler, les traitements et désinfections requis.
- 3. Eaux usées et rejets :** Le Règlement sanitaire international de l'OMS donne des indications sur le traitement des eaux usées et excrétas avant rejet par les établissements de santé. Le règlement vise à réduire les risques sanitaires liés aux rejets vers le milieu naturel([OMS 2012](#)), ([OMS 2019](#))

L'OMS produit également d'autres recommandations et guides spécifiques concernant l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé. Ces textes de référence servent de base aux réglementations nationales et locales en la matière.

IV.2.1 Directives antérieures de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson

Les directives de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS sont des normes internationales qui couvrent un large éventail de paramètres microbiologiques, chimiques et physiques pour assurer la sécurité de l'eau potable.

La dernière édition des directives de l'OMS concernant la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine est intitulée : Il s'agit du texte des Directives de qualité pour l'eau de boisson : Quatrième édition intégrant le premier additif([OMS 2017a](#)).

Cette édition a été publiée en 2011 et a été révisée pour tenir compte des avancées scientifiques et des nouvelles preuves. Elle offre des lignes directrices plus strictes pour les niveaux de contaminants dans l'eau potable, ainsi que des directives pour la gestion de la sécurité de l'eau.

Avant la publication de cette directive, il y a eu plusieurs éditions des directives de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS antérieures à la quatrième édition intégrant le premier additif. Les éditions précédentes comprenaient également des normes et des lignes directrices pour la qualité de l'eau potable, ainsi que des directives pour la gestion de la sécurité de l'eau. Ces éditions ont également été révisées au fil du temps pour tenir compte des nouvelles preuves scientifiques et des avancées technologiques.

Un rappel historique, de la publication des directives antérieures de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson, est donné comme suit ([OMS 2004](#)): Les premières et deuxièmes éditions des Directives de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS ont été publiées respectivement en 1983-1984 et 1993-1997. Elles faisaient suite aux précédentes Normes internationales de l'OMS et comprenaient trois volumes. En 1995, il a été décidé de faire évoluer les Directives par le biais d'un processus de révision continu. Ce travail a mené à la publication du premier additif à la deuxième édition des Directives en 1998, 1999 et 2002. Le travail réalisé portait sur les aspects chimiques et microbiologiques.

Un document intitulé (Toxic Cyanobacteria in Water) a également été publié et des experts ont mené des examens approfondis de questions clés en vue d'élaborer la troisième édition des Directives.

Pour résumer, après les deux premières éditions des Directives publiées respectivement en 1983-1984 et 1993-1997, l'OMS a adopté une approche itérative consistant à réviser régulièrement les recommandations au fil des progrès scientifiques. Cela s'est traduit par la publication d'un additif à la deuxième édition en 1998-2002 et par des travaux préparatoires à la troisième édition des Directives.

Les éditions précédentes incluaient la troisième édition. Les directives de 2004 : additif à la troisième édition, traitant des défis émergents à la sécurité de l'eau potable. Elles introduisent notamment de nouvelles valeurs guides pour des produits désinfectants.

La quatrième édition publiée en 2017 constitue donc une mise à jour majeure des directives précédentes, actualisant et élargissant considérablement les recommandations de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson, comme détaillé dans notre discussion précédente :

1. Mise à jour de très nombreuses valeurs guides chimiques et microbiologiques
2. Introduction de valeurs guides pour des contaminants émergents

3. Élargissement du conseil sur la gestion de la qualité de l'eau
4. Plus forte approche fondée sur la santé publique et l'évaluation des risques

La quatrième édition constitue donc une référence importante, intégrant les toutes dernières données scientifiques, pour aider les pays à assurer la qualité de leur eau potable et réduire les risques sanitaires.

IV.2.2 Directives de qualité pour l'eau de boisson : quatrième édition intégrant le premier additif

La quatrième édition, publiée en 2017, intègre des ajustements pour tenir compte des avancées scientifiques et des préoccupations environnementales ([OMS 2017a](#)).

En ce qui concerne les paramètres microbiologiques, les directives de l'OMS exigent que l'eau potable ne contienne aucun micro-organisme pathogène. Cela inclut les bactéries telles qu'*Escherichia Coli* et les virus tels que les entérovirus. Les directives de l'OMS définissent également des limites pour des paramètres tels que la turbidité, la couleur, le goût et l'odeur de l'eau potable.

En ce qui concerne les paramètres chimiques, les directives de l'OMS établissent des limites pour un grand nombre de contaminants solides, liquides et gazeux. Par exemple, les directives de l'OMS établissent des limites pour les métaux lourds tels que le Mercure, le Plomb, le Cadmium et le Cuivre, ainsi que pour les composés organiques comme les pesticides et autres produits chimiques.

Les directives de l'OMS exigent également que les niveaux de Fluorure soient conformes aux exigences de sécurité pour éviter les effets négatifs sur la santé tels que la fluorose dentaire.

En ce qui concerne les paramètres physiques, les directives de l'OMS établissent des limites pour des paramètres tels que la conductivité, la dureté, le pH et la température. Cela aide à évaluer la qualité globale de l'eau potable et à déterminer si elle est adaptée à la consommation humaine. Les directives de l'OMS concernant la qualité de l'eau potable incluent également des lignes directrices sur la surveillance de la qualité de l'eau et la gestion des risques pour la santé.

Les ajustements opérés dans la quatrième édition intégrant le premier additif, concernent principalement les éléments énumérés ci-après et peut être illustrés comme suit :

1. La 4^{ème} édition a été publiée en 2017 et représente une mise à jour majeure des directives, intégrant de nombreuses recommandations révisées et nouvelles.

2. Elle met davantage l'accent sur les principes de santé publique et l'évaluation des risques, fixant des objectifs de qualité de l'eau basés sur la réduction réalisable des risques sanitaires. Cependant, le principe de précaution est encore appliqué pour les contaminants émergents.
3. Elles comprennent de nouvelles recommandations chimiques. Ces dernières ont été établies pour plus de 100 produits chimiques et contaminants selon les données scientifiques et évaluations des risques les plus récentes. Elles comprennent les produits pharmaceutiques, les sous-produits de désinfection et autres produits chimiques émergents préoccupants.
4. Pour la première fois, des valeurs seuils ont été fixées pour plusieurs contaminants pour lesquels les valeurs toxicologiques de référence ne pouvaient pas être déterminées auparavant, notamment l'Aluminium et le Manganèse.
5. Les recommandations microbiologiques ont été mises à jour selon l'évaluation quantitative des risques microbiens, avec de nouvelles valeurs pour E. Coli, les virus et les parasites protozoaires.
6. Les directives offrent désormais plus de flexibilité aux pays pour développer des normes locales basées sur des facteurs de risques spécifiques et les technologies disponibles. Cependant, les valeurs recommandées restent strictes afin d'assurer un haut niveau de protection sanitaire.
7. Le conseil sur la gestion et la surveillance de la salubrité de l'eau potable a été considérablement élargi, reflétant les meilleures pratiques actuelles.

Dans l'ensemble, la 4^{ème} édition a permis de garantir que l'eau potable est à la fois sûre pour les consommateurs et acceptable en termes d'apparence, de goût et d'odeur. Les objectifs conjoints de protection de la santé et d'amélioration des services et de l'approvisionnement en eau ont été soulignés.

Ainsi, les nouvelles dispositions de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS représentent une mise à jour importante avec les recommandations les plus récentes basées sur la science pour aider les pays à garantir que leur eau potable respecte des normes de qualité rigoureuses et réduit les risques évitables pour la santé publique.

Les principaux éléments concernés par l'ajustement introduit dans la quatrième édition intégrant le premier additif des Directives de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS peuvent rappeler comme suit :

Ainsi et comme ça été mentionné plus haut, les recommandations suggérées pour de nombreux produits chimiques, notamment pour les contaminants émergents :

1. Les valeurs guides pour des contaminants chimiques classiques comme l'Arsenic, le Fluor, les pesticides et le Plomb ont été révisées.
2. Des valeurs guides ont été établies pour la première fois pour l'Aluminium et le Manganèse.

Avec de nouvelles valeurs, les recommandations microbiologiques, guides sont :

1. E. Coli et les entérocoques intestinaux, confirmées à 0 UFC/100 ml.
2. Les virus, dont la valeur guide est 0 unité de particules virales infectieuses par litre.
3. Les protozoaires kystes.

En plus les recommandations insistent sur

1. La gestion et la surveillance de la qualité de l'eau, dont les conseils ont été considérablement élargis.
2. Une approche plus fondée sur l'évaluation des risques et la fixation de cibles de qualité basées sur la réduction réaliste des risques pour la santé.
3. Plus de flexibilité offerte aux pays pour développer leurs propres normes en fonction des facteurs de risques et technologies locaux, tout en maintenant des valeurs recommandées suffisamment strictes.

L'ajustement introduit dans la quatrième édition comporte principalement la mise à jour et élargissement des recommandations de l'OMS concernant les paramètres microbiologiques et chimiques, tout en ancrant plus fermement les directives dans une approche fondée sur la santé publique et l'évaluation des risques.

IV.2.3 Textes de référence de l'OMS, pour les eaux de soins dans les établissements de santé

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié en 2019 ([WHO and Unicef 2019](#)), des directives et des normes sanitaires pour l'eau, l'assainissement et l'hygiène (WASH) dans les établissements de santé(OMS-UNICEF 2016).

Ces directives avaient comme objectifde garantir que les établissements de santé disposent d'un approvisionnement en eau salubre, d'installations d'assainissement adéquates et de pratiques d'hygiène appropriées pour prévenir les infections et protéger la santé des patients et du personnel.

Selon la stratégie WASH de l'OMS pour (2018-2025),([OMS 2019](#)), l'OMS s'est engagée à travailler avec les États membres pour améliorer les services WASH dans tous les établissements de santé.

La stratégie WASH de l'OMS a été élaborée en réponse à la résolution WHA64.4 des États membres et dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030 et de ses objectifs de développement durable (ODD).

Le document associé à cette stratégie est intitulé "l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé" est structuré en quatre sections principales([WHO and Unicef 2019](#)).

Le document qui est considéré comme une référence mondiale en la matière est subdivisé en quatre sections :

La première section, intitulée "Contexte", explique pourquoi les services WASH présentent une priorité dans les établissements de santé. Pour prévenir les infections et améliorer la qualité des soins dans les établissements de santé, ces services sont essentiels. Lorsqu'elles font défaut, les patients et le personnel sont exposés à un risque accru d'infection.

Par exemple, l'absence d'eau potable et de dispositifs de lavage des mains peut faciliter la propagation des infections par contact direct ou indirect. De même, l'absence de services d'assainissement adéquats peut entraîner une contamination de l'environnement et augmenter le risque de transmission de maladies([Guo et al. 2017](#)).

L'eau, l'assainissement et l'hygiène jouent également un rôle important dans la sauvegarde des vies et la dignité des patients. L'accès à des toilettes propres et sûres est essentiel pour préserver la dignité et le bien-être des patients, en particulier des femmes et des filles. De même, l'accès à l'eau potable est essentiel pour assurer une bonne hydratation et prévenir la déshydratation, en particulier chez les enfants et les personnes âgées([Breen, Curtis, and Hynes 2018](#)).

La deuxième section du document est, intitulée "Engagements et encadrement". Elle décrit les engagements pris par les gouvernements et les partenaires pour améliorer les services WASH dans les établissements de santé. Ces engagements viennent suite à l'appel du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies lancé en 2018. Cet appel avait pour but de renforcer l'encadrement stratégique et la redevabilité afin de fournir des services WASH dans tous les établissements de santé. L'appel qui a été soutenu par de nombreux gouvernements et partenaires avait trouvé des échos favorables pour investir davantage dans l'amélioration des services WASH dans les établissements de santé.

Pour soutenir ces engagements, l'OMS et l'UNICEF ont élaboré un ensemble de cibles mondiales pour améliorer les services WASH dans les établissements de santé. Ces cibles comprennent des objectifs pour l'accès universel aux services WASH élémentaires et avancés dans tous les établissements de santé d'ici 2030. En plus des engagements et des cibles mondiales, il existe également des normes sanitaires, des lignes directrices et des outils de portée mondiale pour aider

les gouvernements et les partenaires à améliorer les services WASH dans les établissements de santé. Ces ressources comprennent des normes pour la qualité de l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé, ainsi que des lignes directrices pour la mise en œuvre de programmes d'amélioration des services WASH.

Lesdites normes sanitaires avaient des portées mondiales pour la qualité de l'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé. Pour aider les gouvernements et les partenaires à améliorer les services WASH dans les établissements de santé, ces normes sont élaborées par des organisations telles que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).

Dans ce cadre, l'OMS avait publié auparavant en 2016, des lignes directrices pour l'eau potable, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire([OMS-UNICEF 2016](#))

Ces lignes directrices fournissent des recommandations pour la qualité de l'eau, la gestion des excréta et des eaux usées, le lavage des mains, la gestion des déchets médicaux et d'autres aspects des services WASH dans les établissements de santé. En plus des lignes directrices de l'OMS, il existe également d'autres ressources pour aider les gouvernements et les partenaires à améliorer les services WASH dans les établissements de santé. On cite à titre exemple, l'outil (Water and Sanitation for Health Facility Improvement Tool)([Hirai et al. 2021](#)). Cet outil pratique aide les établissements de santé à évaluer et à améliorer leurs services WASH. Cet outil a été développé conjointement par l'OMS et l'UNICEF.

La troisième section du document est intitulée "Huit mesures pratiques pour l'amélioration et le maintien des services WASH dans les établissements de santé". Elle présente huit mesures que les États membres peuvent prendre pour améliorer ces services. Ces mesures comprennent la réalisation d'une analyse de la situation et d'une évaluation, la fixation de cibles et l'élaboration d'une feuille de route, l'établissement de normes nationales et de mécanismes de redevabilité, l'amélioration et l'entretien des infrastructures, le suivi et l'examen des données, le développement des compétences du personnel de santé, la mobilisation des communautés et l'effectuation de travaux de recherche opérationnelle et le partage des enseignements.

Ces mesures sont les suivantes ([WHO and Unicef 2019](#)):

1. Réaliser une analyse de la situation et une évaluation : Une analyse de la situation permet d'examiner les politiques concernant la santé, ainsi que l'eau, l'assainissement et l'hygiène, les structures de gouvernance et les flux de financement. Une évaluation fournit des chiffres actualisés sur la couverture par les services WASH et leur conformité aux normes.

Ensemble, ces documents servent de base pour la hiérarchisation des actions à mettre en œuvre et la mobilisation des ressources.

2. Fixer des cibles et élaborer une feuille de route : La feuille de route, soutenue par une équipe nationale intersectorielle, devrait définir clairement l'approche, les domaines d'intervention, les responsabilités, les cibles et le budget pour améliorer les services WASH sur une période déterminée.
3. Établir des normes nationales et des mécanismes de redevabilité : Les normes nationales devraient refléter le contexte national et servir de base pour la conception, le calcul des coûts, la mise en œuvre et le fonctionnement des services WASH. Les mécanismes de redevabilité devraient garantir que tous les établissements satisfont aux normes nationales.
4. Améliorer et entretenir les infrastructures : Il faudrait améliorer les infrastructures WASH pour qu'elles répondent aux normes nationales et prévoir également des politiques, des ressources et des stratégies visant au maintien du bon fonctionnement des infrastructures et des services dans le temps.
5. Suivre et examiner les données : Les indicateurs WASH peuvent être intégrés à la collecte systématique des données et aux processus de revue des soins de santé. Les données peuvent être utilisées pour mesurer les progrès réalisés et assurer la redevabilité des partenaires.
6. Développer les compétences du personnel de santé : Toutes les personnes qui travaillent dans le système de santé, des médecins aux infirmières, aux sages-femmes et aux agents d'entretien devraient avoir accès à des informations actualisées sur les pratiques concernant l'eau, l'assainissement et l'hygiène et la lutte contre les infections pendant la formation avant l'emploi et dans le cadre du développement professionnel normal.
7. Mobiliser les communautés : Les membres d'une communauté jouent un rôle important dans la définition, la demande et l'utilisation des services de santé, ainsi que dans la fourniture des retours d'information sur ces services. Ils devraient être associés à l'élaboration des politiques sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène et à la revue régulière des données relatives à la mise en œuvre et à la couverture des services WASH.
8. Effectuer des travaux de recherche opérationnelle et partager les enseignements : L'examen externe et la recherche sont importants pour expérimenter et développer des approches novatrices et pour examiner et réviser les stratégies programmatiques.

La quatrième section est intitulée "Réponse à l'appel mondial à l'action". Cette section décrit la réponse mondiale à l'appel à l'action du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies pour renforcer l'encadrement stratégique et la redevabilité afin de fournir des services WASH dans tous les établissements de santé.

Le document se termine par une liste de références et quatre annexes qui fournissent des informations supplémentaires sur les définitions essentielles, les réalisations clés depuis 2015, l'outil WASH FIT pour améliorer les services WASH dans les établissements de santé et les outils concernant l'eau, l'assainissement et l'hygiène et leur application dans ces établissements. Il y a également une liste de ressources additionnelles et une section remerciements.

IV.2.3.1 Directives de l'OMS pour la prévention et le contrôle des infections associées aux soins (OMS 2017b)

Le document de cette directive contient des Lignes Directrices sur les Principales Composantes des Programmes de Prévention et de Contrôle des Infections au Niveau National et au Niveau des Établissements de Soins (PCI). Il donne ainsi des recommandations pour la mise en place de ces programmes de prévention et de contrôle des infections dans les établissements de soins (PCI), tels que les hôpitaux, les cliniques et les maisons de soins de courte durée.

Le document couvre un large éventail de sujets pertinents tels que (1) la sensibilisation à l'hygiène des mains, (2) l'usage rationnel des antibiotiques, (3) la gestion de l'eau et de l'environnement, (4) le suivi de la sécurité des patients et (5) la prévention des infections associées aux soins.

Les lignes directrices décrivent donc les principales composantes requises pour des programmes efficaces de (PCI) aux niveaux nationaux et des établissements de soins. Ainsi, au niveau national, les lignes directrices suggèrent qu'un programme efficace de (PCI) repose sur :

1. Un cadre politique et législatif favorable avec des directives claires et obligatoires.
2. Une supervision et une coordination nationale par une autorité désignée en charge de la (PCI).
3. Un programme de surveillance des infections nosocomiales afin de suivre l'épidémiologie et l'impact des infections, et d'évaluer l'efficacité des interventions de (PCI).
4. Un soutien technique et des programmes de formation pour les équipes de (PCI) au niveau des établissements de soins.
5. Des directives et standards nationaux sur les procédures et pratiques de (PCI), basés sur des preuves.

Au niveau des établissements de soins, un programme effectif de (PCI) repose sur :

1. Des politiques et procédures écrites selon les directives nationales.
2. Une équipe de (PCI) multidisciplinaire en charge de la mise en œuvre et du suivi du programme.
3. Une surveillance des infections nosocomiales spécifique à l'établissement.

4. Un programme d'éducation, de formation et de sensibilisations continue pour l'ensemble du personnel et des patients.
5. Des pratiques optimales d'hygiène des mains et de contrôle des infections.
6. Une gestion appropriée des équipements médicaux et des déchets.

Les lignes directrices soulignent l'importance d'une collaboration étroite entre les niveaux nationaux et des établissements de soins pour assurer la réussite des programmes de (PCI). Elles présentent également de nombreuses recommandations concrètes pour la mise en œuvre des principales composantes des programmes.

IV.2.4 Textes de référence de l'OMS, pour les eaux de rejet dans les établissements de santé

Dans la littérature, plusieurs textes sont identifiés. Les principaux textes de l'OMS sur les eaux usées dans les établissements de santé :

1. Guide OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux résiduaires
2. Directives de l'OMS pour la prévention et le contrôle des infections associées aux soins

IV.2.4.1 Guide OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux résiduaires ([OMS 2012](#))

Le document intitulé "Guide OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux résiduaires" est un guide élaboré par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Il fournit des directives et des recommandations pour l'utilisation en toute sécurité des eaux usées, des excréta et des eaux résiduaires dans les activités humaines. Le guide est destiné à aider les décideurs politiques, les planificateurs et les professionnels de la santé publique à élaborer des politiques et des programmes pour assurer l'utilisation sûre et efficace de ces ressources limitées. Le guide contient des informations détaillées sur les différents types d'eaux usées et les risques pour la santé associés à leur utilisation, ainsi que des recommandations concernant les technologies et les pratiques les plus appropriées pour réduire ces risques. Il aborde également des questions connexes telles que la gestion des boues d'épuration et la réutilisation des eaux traitées.

Le guide fournit également des informations détaillées sur les avantages potentiels de l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation agricole et la recharge des eaux souterraines, ainsi que sur les risques pour la santé et l'environnement associés à ces pratiques. Il examine également les impacts

économiques de l'utilisation des eaux usées et propose des stratégies pour maximiser les avantages économiques tout en minimisant les risques environnementaux.

IV.3 Principaux textes réglementaires Algériennes de l'eau destinée à la consommation humaine.

Les principaux textes réglementaires Algériens de l'eau destinée à la consommation humaine sont :

1. Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, ([Anonyme_11-125 2011](#))
2. Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, ([Anonyme_14-96 2014](#)).

IV.3.1 Lecture du décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

En Algérie, le premier texte **complet** qui a règlementé et définit les limites des valeurs de caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau destinée à la consommation humaine est le décret exécutif publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne, numéro 18, en date du 23 mars 2011, ([Anonyme_11-125 2011](#)). Le décret porte sur la qualité de l'eau de consommation humaine en Algérie.

Dans son article premier (Article 1er), le décret définit l'objet du texte qui est de fixer les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine ainsi que les modalités de contrôle de conformité.

Son champ d'application concerne toute l'eau potable fournie au public, à l'exception des catégories exemptées comme les eaux minérales, les eaux de source, les eaux embouteillées et les eaux thermales. Cependant, celles-ci ont également leurs propres réglementations et normes(Article 2).

Par la suite, le décret définit les termes des valeurs limites et les valeurs indicatives (Article 3. Les valeurs limites sont des valeurs maximales fixées pour certains paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques, dont le dépassement constitue un risque et un danger potentiel pour la santé des personnes. Elles permettent de déterminer si l'eau est potable ou non. Les valeurs indicatives sont des valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-

chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes. Dans le sillage du contenu de l'article 3, l'article 4 mentionne que pour les paramètres de qualité, les valeurs limites et les valeurs indicatives des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine sont annexées au décret. Les paramètres de qualité incluent des paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques (Article 4).

La question de la vérification et l'évaluation de la conformité est abordée dans le l'article 5. Ainsi, le texte suggère que la vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine aux paramètres de qualité est effectuée au moyen d'analyses d'échantillons prélevés au niveau

- (1) des compteurs particuliers pour les eaux fournies par un réseau public de distribution ;
- (2) au point d'utilisation pour les eaux prélevées dans le domaine public hydraulique naturel en vue de la fabrication de boissons gazeuses et de glace ou de la préparation,
- (3) au point du conditionnement et de la conservation de denrées alimentaires ; et enfin
- (4) les eaux fournies à partir de citernes mobiles dont l'activité est régie conformément à la réglementation en vigueur (Article 5).

La question de responsabilité est traitée dans l'article 6, où le texte stipule que la vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine incombe, suivant le cas, à :

L'exploitant tout ou partie du service public d'alimentation en eau potable ;

Au titulaire de l'autorisation ou de la concession d'utilisation des ressources en eau ;

Au titulaire de l'autorisation d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine par citernes mobiles ;

À toutes les institutions de contrôle habilitées par la législation et la réglementation en vigueur (Article 6).

IV.3.2 Lecture du décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

Le décret est intitulé décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine([Anonyme_14-96 2014](#)). Le décret comme son nom l'indique porté sur la modification et la compléction du décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de

consommation humaine. Le décret modifie ainsi certaines dispositions du décret exécutif n°11-125 du 22 mars 2011 ([Anonyme_11-125 2011](#)) et fixe les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine ainsi que les modalités de contrôle de conformité. Il établit également de nouvelles valeurs limites et des valeurs indicatives pour les paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques.

Les principales modifications, apportées par le décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 par rapport au décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, concernent :

La définition des valeurs indicatives,

La modification des valeurs limites et des valeurs indicatives des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine,

Ainsi que l'ajout d'une nouvelle disposition concernant la concentration minimale du chlore résiduel libre dans l'eau fournie aux usagers par le réseau de distribution.

Les modifications sont les suivantes :

IV.3.2.1 Modification des valeurs indicatives :

L'article 2 du décret modifie l'alinéa 2 de l'article 3 du décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 en ce qui concerne la définition des "valeurs indicatives". Les valeurs indicatives sont désormais définies comme des "valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau".

IV.3.2.2 Mesures à prendre en cas de non-conformité :

L'article 3 modifie l'article 7 du décret exécutif n°11-125 pour préciser les mesures à prendre en cas de non-conformité de l'eau de consommation humaine aux valeurs limites fixées par le décret.

IV.3.2.3 Modification des tableaux annexés :

L'article 4 du décret modifie les tableaux 1 et 2 annexés au décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 en ce qui concerne les valeurs limites et les valeurs indicatives des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine.

IV.3.2.4 Ajout d'une nouvelle disposition :

L'article 5 du décret ajoute une nouvelle disposition à l'article 4 bis du décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011. Cette nouvelle disposition fixe la concentration minimale du chlore résiduel libre dans l'eau fournie aux usagers par le réseau de distribution à 0,1 Mg/l.

Pour les analyses et les procédures indiquées, l'encadrement règlementaire est assuré par le décret exécutif n° 09-414 du 15 décembre 2009, fixant la nature la périodicité et les méthodes d'analyses de l'eau de consommation([Anonyme_09-414 2009](#)). Le décret fixe en annexe les paramètres à analyser. Dans son article 3, ledit décret exige qu'un contrôle de conformité aux valeurs guide soit effectué, par l'administration chargé des ressources en eau, au niveau des ouvrages et installations de mobilisation d'eau à savoir : Puits, forages et autre ouvrage de captages d'eaux souterraines.

IV.4 Réflexions sur la régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie.

A travers la recherche bibliographique menée dans le cadre la préparation de notre travail, nous n'avons pas trouvé de texte spécifique établit pour réguler les eaux de soins dans les établissements de santé en Algérie. la loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé ([Anonyme_Loi_ 18-11 2018](#)) considérée comme le cadre légal de tous ce qui en relation avec la santé porte des indications sommaires en la matière.

Ainsi l'article 106 du chapitre 4 de la section 8 de ladite loi, stipule que les institutions et les organismes concernés doivent mettre en place des systèmes de surveillance et de contrôle de la qualité physique, chimique et biologique des facteurs d'environnement, notamment ceux de l'eau, de l'air et du sol. L'aspect de surveillance et de contrôle est mentionné dans l'article 107, dont le contenu révèle que les activités de surveillance et de contrôle du respect des normes et de la qualité des eaux, de l'air atmosphérique et des denrées alimentaires sont assurées par les collectivités locales et les services des ministères concernés, en coordination avec les services de santé. Quant à l'article 108, il indique clairement que l'eau destinée à la boisson, à l'hygiène corporelle, à l'usage ménager, à l'irrigation et les eaux de baignade doivent satisfaire aux normes définies par la réglementation en vigueur.

Par ailleurs, notre attention a été portée sur un document du ministère de la santé et qui peut être citée en raison de son utilité et sa relation avec l'hygiène d'une manière générale. Le document est une instruction numérotée 11/MSP/MIN datée du 10 septembre 2001 ([MSP 2010](#)).

Le sujet de l'instruction est l'amélioration de l'hygiène dans les établissements de santé. Le document discute de l'importance économique et sociale de l'hygiène dans les structures et services de santé en tant qu'indicateur de qualité et de sécurité. Il souligne également la nécessité d'une formation et d'une éducation pour le personnel de santé, en particulier le personnel de nettoyage, afin d'améliorer l'hygiène dans les hôpitaux. L'instruction décrit un programme national de formation pour le personnel de nettoyage qui sera lancé en octobre 2001. Le programme vise à normaliser les techniques de nettoyage et de désinfection dans les hôpitaux et à améliorer les conditions d'hygiène globales dans les établissements de santé. L'instruction précise que le programme de formation doit tenir compte de la nature spécifique du travail du personnel d'entretien et de leur niveau d'éducation. Le contenu de la formation doit être simple, homogène et normalisé pour atteindre le niveau d'efficacité escompté. Le programme doit également enseigner et promouvoir des pratiques techniques conformes aux normes internationales et utiliser du matériel et des produits d'entretien et de désinfection spécifiques. Le programme de formation doit être lancé en octobre 2001 et s'accompagnera d'une campagne de sensibilisation pour encourager la participation du personnel concerné. L'instruction souligne également que le succès du programme de formation dépend de l'implication directe des directeurs et chefs de service qui doivent veiller à ce que les connaissances acquises soient appliquées en pratique et fournissent les moyens nécessaires pour améliorer les conditions d'hygiène dans leurs établissements de santé ([MSP 2010](#)).

IV.5 Cadre réglementaire des eaux de rejet en Algérie

Comme pour les autres type de l'eau, celle de rejet est posée comme une problématique prioritaire en Algérie ([Toumi et al. 2004](#)). Une attention particulière est donnée au problème ces dernières années. ([Agire 2018](#))

Dans le même sillage, La question des eaux de rejets des établissements de santé mérite d'être étudiée attentivement. En effet, certains travaux mettent en garde contre les risques que peut poser la non prise en compte de ce problème. En réalité, la majeure partie des rejets pharmaceutiques des établissements de santé arrive aux stations d'épuration via le réseau d'assainissement. Or le traitement des eaux usées urbaines et industrielles effectué dans les stations d'épuration par boues activées ne permet pas d'éliminer complètement les produits pharmaceutiques. Selon certaines études, ces résidus médicamenteux se retrouvent dans les eaux rejetées et peuvent constituer une source de contamination pour les milieux récepteurs. ([Naitali and Ghoualem 2015](#)).

IV.5.1 Au sujet des lois de régulation des rejets

Pour la régulation des eaux de rejet d'une manière générale, la littérature nous révèle qu'il existe plusieurs lois environnementales en Algérie. En plus de la loi fondamentale liée à la protection de l'environnement et qui la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable([Anonyme_03-10 2003](#)), il y a également la loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion des déchets([Anonyme_01-19 2001](#)). Il y'a aussi des textes juridiques qui traitent le cas d'une manière ou d'une autre comme la loi n° 04-20 du 28 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs ([Anonyme_04-20 2004](#))et la loi n° 04-09 du 14 août 2004 relative à l'eau([Anonyme_05-12 2005](#))..

Des textes énumérés précédemment, on retient que la loi la plus importante qui concerne la protection de l'environnement est la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable([Anonyme_03-10 2003](#)). Cette loi a mis en place un cadre juridique pour la protection de l'environnement en Algérie, en intégrant les principes du développement durable. Ainsi, elle énonce les principes de prévention, de précaution, de correction, de participation du public, et de responsabilité environnementale. Elle définit également les obligations des autorités publiques, des entreprises et des citoyens en matière de respect de l'environnement.

La loi n° 03-10 prévoit des dispositions pour la gestion des déchets, la protection de la biodiversité, la prévention de la pollution de l'eau, de l'air et du sol, ainsi que la protection des sites naturels et des monuments historiques. Elle établit également des obligations pour la maîtrise de l'utilisation des produits chimiques dangereux et des organismes génétiquement modifiés. Par ailleurs, la loi institue des mécanismes de contrôle et de surveillance environnementale pour s'assurer de la mise en œuvre des dispositions légales. Elle prévoit également des sanctions en cas de non-respect des exigences légales et réglementaires.

IV.5.2 Règlementation spécifique des rejets liquides

Pour ce qui est de la règlementation spécifique des rejets liquides, on cite les deux décrets qui sont complémentaires et ont traité le cas spécifique des rejets liquides. Il s'agit de :

1. Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels([Anonyme_93-160 1993](#)).
2. Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets([Anonyme_06-141 2006](#))

3. Décret exécutif n° 10-23 du 12 janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées([Anonyme_10-23 2010](#)).

Les deux premiers textes réglementent les rejets d'effluents liquides industriels en Algérie. Le troisième texte concerne le système d'épuration qui représente lui aussi une importance dans le dispositif juridique de la protection de l'environnement. Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 a été publié en premier et établit les règles générales applicables aux rejets d'effluents liquides industriels. Il prévoit notamment que les rejets doivent être conformes aux prescriptions techniques et aux valeurs limites fixées par le ministère chargé de l'environnement.

Le Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006, quant à lui, a été publié pour préciser les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, qui n'ont pas été explicitement définies dans le premier décret. Ce dernier fixe des valeurs limites pour différents paramètres tels que la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO), les matières en suspension (MES), le pH et les métaux lourds.

Les deux textes prévoient des dispositions de contrôle pour s'assurer que les rejets d'effluents liquides industriels sont conformes aux normes. Le contrôle est effectué par les autorités environnementales, qui peuvent réaliser des inspections et des prélèvements d'effluents pour analyse.

Ce contrôle comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

IV.5.3 Lecture et analyse du Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets

Le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 du gouvernement Algérien ([Anonyme_06-141 2006](#)) est un texte réglementaire qui définit les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels dans le cadre de la protection de l'environnement et du développement durable([Anonyme_03-10 2003](#)). Il s'applique à tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Le décret est composé de 17 articles répartis en cinq sections :

1. La section 1 (articles 1 à 3) expose les dispositions préliminaires, notamment la définition des rejets d'effluents liquides industriels, les valeurs limites applicables et les tolérances

accordées selon l'ancienneté des installations industrielles et les catégories industrielles concernées.

2. La section 2 (articles 4 à 7) précise les prescriptions techniques relatives aux rejets d'effluents liquides industriels, notamment les modalités de prélèvement et d'analyse des effluents, les conditions de rejet dans le milieu récepteur et les mesures à prendre en cas de dysfonctionnement ou d'accident.
3. La section 3 (articles 8 à 10) établit les modalités d'autorisation des rejets d'effluents liquides industriels, notamment les pièces à fournir, la durée de validité et les cas de suspension ou de retrait de l'autorisation.
4. La section 4 (articles 11 à 14) fixe les obligations des exploitants des installations industrielles, notamment le respect des valeurs limites, la tenue d'un registre des rejets, la déclaration annuelle des rejets et la mise en place d'un plan de gestion des effluents.
5. La section 5 (articles 15 à 17) détermine les sanctions administratives et pénales applicables en cas de non-respect du décret, ainsi que les modalités de contrôle et de suivi des rejets par les autorités compétentes.

Il prévoit un délai de mise à niveau des installations industrielles anciennes de cinq (5) ans et de sept (7) ans pour les installations pétrolières¹. Il existe également des tolérances particulières selon les catégories industrielles concernées.

Le décret est accompagné de trois annexes qui définissent les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels selon les paramètres physico-chimiques et microbiologiques, les tolérances accordées selon l'ancienneté des installations industrielles et les catégories industrielles concernées.

Les annexes du décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 sont les suivantes :

Annexe I : Elle définit les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels selon les paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Cette annexe présente un tableau avec les valeurs limites pour 23 paramètres, exprimées en Mg/l ou en unités formant colonies (UFC)/100 ml. Ces valeurs sont applicables à tous les rejets d'effluents liquides industriels, sauf indication contraire dans l'annexe III.

Annexe II : Elle indique les tolérances accordées selon l'ancienneté des installations industrielles. Cette annexe présente un tableau avec les tolérances accordées pour 16 paramètres, exprimées en Mg/l ou en %. Ces tolérances sont applicables aux rejets d'effluents liquides industriels émanant des installations industrielles anciennes, c'est-à-dire celles qui ont été mises en service avant le 19 avril

2006. Les tolérances sont valables jusqu'au 19 avril 2011 pour les installations industrielles autres que pétrolières et jusqu'au 19 avril 2013 pour les installations pétrolières.

Annexe III : La dernière annexe comporte les tolérances particulières selon les catégories industrielles concernées. Cette annexe présente un tableau avec les tolérances particulières accordées pour 15 paramètres, exprimées en Mg/l ou en %. Ces tolérances sont applicables aux rejets d'effluents liquides industriels émanant des installations industrielles appartenant à certaines catégories spécifiques, telles que la sidérurgie, la métallurgie, la chimie organique, la pétrochimie, le raffinage, etc. Les tolérances sont valables jusqu'au 19 avril 2011 pour les installations industrielles autres que pétrolières et jusqu'au 19 avril 2013 pour les installations pétrolières.

IV.5.4 Lecture et analyse du Décret exécutif n° 10-23 du 12 janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées

Le Décret exécutif n° 10-23 du 12 janvier 2010 fixant les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées ([Anonyme_10-23 2010](#)) est promulgué pour compléter le dispositif juridique de la préservation et la protection de l'environnement ([Anonyme_décret_10-23 2021](#)).

Le décret qui fait suite à l'application des dispositions de l'article 52 de la loi n° 05-12 ([Anonyme_05-12 2005](#)), fixe les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées.

En plus de la définition des caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées et de leurs valeurs limites, définit également les étapes et les procédés de traitement des eaux usées à mettre en œuvre dans une station d'épuration. Le choix de la filière de traitement des eaux usées est déterminé en fonction de la destination finale des eaux épurées qui peut consister en leur rejet dans le domaine public hydraulique dans le respect des conditions fixées par la réglementation en vigueur, leur réutilisation à des fins d'irrigation, leur utilisation dans le domaine industriel en fonction des exigences de qualité de l'eau correspondant aux procédés industriels considérés ou la recharge artificielle des nappes aquifères.

Le décret exécutif n° 10-23 du janvier 2010 est composé de quatre articles qui définissent les objectifs et les modalités de mise en œuvre de la filière de traitement des eaux usées. L'article premier précise que le décret a pour objet de fixer les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées. L'article deux définit les termes utilisés dans le décret. L'article trois exclut du champ d'application du décret les installations individuelles d'assainissement et les

installations de traitement spécifique des eaux résiduaires mises en œuvre par les unités industrielles en conformité avec les dispositions du décret exécutif n° 09-209 du 11 juin 2009.

Enfin, l'article quatre précise que la filière de traitement des eaux usées à mettre en œuvre dans une station d'épuration comprend tout ou partie des étapes et procédés suivants : l'étape de prétraitement permettant d'extraire les matières flottantes ou en suspension au moyen de procédés physiques tels que le dégrillage, le dessablage et le dégraissage-déshuileage ; l'étape de traitement primaire permettant d'éliminer les matières en suspension.

IV.6 Conclusion du chapitre

Dans le cadre de ce chapitre sont exposés les textes réglementaires concernant les différents types d'eau dans les établissements de santé, selon les directives de l'OMS et la réglementation algérienne.

Les directives de l'OMS concernant l'eau potable et les soins, basés sur des critères de qualité et d'hygiène stricts, visent à protéger la santé des patients et du personnel. La réglementation algérienne s'inspire largement de ces directives tout en l'adaptant au contexte national.

Cependant, la régulation des eaux utilisées pour les soins reste perfectible en Algérie. Les textes actuels concernent principalement l'eau potable mais peu les eaux de soins. De même, si la réglementation des rejets est relativement complète, sa mise en œuvre dans les établissements de santé reste limitée.

Au total, ce chapitre a permis de mettre en lumière l'importance d'avoir un cadre réglementaire adapté au cas de notre pays et qui peut être appliqué pour garantir la sécurité sanitaire liée à l'eau dans les hôpitaux et cliniques. L'application effective des normes en vigueur, en s'inspirant des recommandations de l'OMS, pourrait permettre d'améliorer significativement la situation actuelle en Algérie.

V. Chapitre cinq :

Proposition d'une régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé

Proposition d'une régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé Algériennes.

V.1 Introduction du chapitre

La recherche dans la littérature des textes relative à la règlementation des eaux et leurs utilisations dans le domaine de santé relève qu'en Algérie, il n'existe actuellement aucun texte réglementaire spécifique encadrant les eaux utilisées pour les soins dans les établissements de santé. Les normes de qualité et les procédures applicables sont donc peu ou pas définies.

Des indication sommaires sont portées dans la loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé ([Loi N° 18-11 Du 2 Juillet 2018 Relative à La Santé. JO N° 46 Du 29 Juillet 2018, 2018](#)).Ainsi l'article 106 du chapitre 4 de la section 8 de ladite loi, stipule que les institutions et les organismes concernés doivent mettre en place des systèmes de surveillance et de contrôle de la qualité physique, chimique et biologique des facteurs d'environnement, notamment ceux de l'eau, de l'air et du sol. L'aspect de surveillance et de contrôle est mentionné dans l'article107, dont le contenu révèle que les activités de surveillance et de contrôle du respect des normes et de la qualité des eaux, de l'air atmosphérique et des denrées alimentaires sont assurées par les collectivités locales et les services des ministères concernés, en coordination avec les services de santé. Quant à l'article 108, il indique clairement que l'eau destinée à la boisson, à l'hygiène corporelle, à l'usage ménager, à l'irrigation et les eaux de baignade doivent satisfaire aux normes définies par la réglementation en vigueur.

Cependant la situation de l'encadrement de l'utilisation des eaux en générale et particulier des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé mérite plus d'attention et suggère la promulgation de texte spécifiques. Autrement le menace existe, et conduit à exposer les patients et le personnel soignant à des risques sanitaires liés à une eau de mauvaise qualité. L'eau destinée aux soins étant un vecteur important de transmissions infectieuses, il est essentiel de définir des normes strictes pour en garantir l'innocuité et l'efficacité.

En utilisant les directives de l'OMS relatives aux normes de qualité de l'eau destinée aux établissements de santé([OMS, 2012](#)), ([OMS, 2019](#)), il est possible de proposer une régulation pour les eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie.

Cette régulation devrait inclure des normes strictes pour l'approvisionnement en eau, la purification, l'entretien des installations et la surveillance de la qualité de l'eau. Il est également important de garantir que le personnel médical et les patients soient informés des risques liés à l'eau de mauvaise qualité et des mesures de prévention à prendre([WHO/UNICEF, 2019](#)).

Des formations régulières pour les employés sur l'hygiène des mains et les mesures préventives d'infections liées à l'eau sont également essentielles. En outre, il convient de mettre en place des procédures efficaces pour gérer les situations d'urgence telles que les épidémies ou les contaminations. La régulation devrait également inclure des normes concernant la maintenance et l'entretien régulier des installations de plomberie pour prévenir les fuites ou les contaminations. Les régulateurs devraient réaliser des inspections régulières et aléatoires pour garantir une conformité rigoureuse aux normes de qualité de l'eau. Il est important de noter que la réussite de la régulation de l'eau destinée aux soins dans les établissements de santé nécessitera une forte coopération entre les régulateurs, les professionnels de la santé, les patients et les membres de la communauté, ainsi qu'un engagement constant en faveur de la mise en œuvre et du respect de ces normes.

L'élaboration d'une telle réglementation spécifique aux eaux destinées aux soins permettra de donner une assise juridique solide à la gestion de cette ressource essentielle dans les établissements de santé algériens([Bartram et al., 2009](#)).

V.2 Orientation associée à la mise en place d'une régulation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie

Les orientations majeures associées à la mise en place d'une réglementation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie doivent inclure des points suivants([PAHO, 2020](#)), ([Hirai et al., 2021](#)).:

1. S'inspirer des directives et recommandations de l'OMS : les normes de qualité proposées doivent être conformes aux directives de l'OMS pour garantir l'innocuité et l'efficacité de l'eau utilisée pour les soins.
2. Consulter largement les parties prenantes : former un groupe de travail réunissant professionnels de la santé, gestionnaires hospitaliers, autorités sanitaires, experts en eau, etc. pour concevoir une réglementation adaptée au contexte algérien.
3. Définir clairement le champ d'application : préciser quels établissements de santé (hôpitaux, cliniques, centres de soins...) et quelles utilisations de l'eau (soins, hygiène des patients et du personnel, dialyse, alimentation en eau des équipements médicaux, etc.) sont concernés.

4. Établir des normes strictes de qualité microbiologique, physico-chimique et organoleptique en corrélation avec les risques sanitaires associés.
5. Exiger des contrôles de qualité réguliers et suffisants : prélèvements d'eau et analyses dans les laboratoires accrédités aux fréquences appropriées.
6. Mettre en place un système de suivi et de sanctions efficace : inspections inopinées, sanctions proportionnées en cas de non-conformité pouvant mettre en danger des patients.
7. Prévoir la révision périodique de la réglementation afin de l'améliorer en fonction de l'évolution des connaissances et recommandations internationales.

V.3 Méthode de l'élaboration d'un texte de projet de réglementation pour les établissements de soins en Algérie

La recherche bibliographique sur les sujets liés à la prévention, au contrôle, à la surveillance et aux exigences en matière de sécurité sanitaire dans les établissements de soins, aussi bien de manière générale que dans le contexte algérien, suggère les propositions suivantes comme base pour un projet de réglementation des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie. Ce texte tiendra compte des principales orientations des directives de l'OMS en la matière ([WHO & Unicef, 2019](#)) :

Les recommandations suivantes pourraient servir de fondement à un projet de réglementation sur les eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie, en s'inspirant largement des directives de l'OMS.

Le projet de texte de réglementation est structuré en plusieurs sections elles-mêmes divisées en articles. Il comprend :

1. Une section définissant le champ d'application de la réglementation. Il s'agit d'indiquer précisément quels établissements de santé et quelles utilisations de l'eau sont concernés.
2. Une section énonçant les objectifs visés en termes de santé publique et de sécurité des patients et du personnel soignant.
3. Une section définissant les normes de qualité microbiologique, physico-chimique et organoleptique applicables aux eaux destinées aux soins. Les normes proposées sont inspirées des recommandations de l'OMS.

4. Une section décrivant les procédures de contrôle et d'analyse de la qualité de l'eau à mettre en œuvre. Elle précise la fréquence et les méthodes d'échantillonnage et d'analyse.
5. Une section prévoyant un système de suivi et de sanctions encadrant la mise en œuvre de la réglementation par les établissements de santé.

La réglementation couvre ainsi tous les aspects liés à la gestion de la qualité de l'eau destinée aux soins : définition du champ d'application, objectifs visés, normes applicables, procédures de contrôle, suivi et sanctions.

V.4 Ebauche de la proposition du texte :

Voici une ébauche de texte de proposition de réglementation des eaux destinées aux soins pour les établissements de soins en Algérie.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTÈRE DE LA SANTE ET DE LA POPULATION

Le présent texte est un avant-projet de réglementation des eaux destinées aux soins pour les établissements de soins en Algérie.

Section I : Champ d'application et objectif

Article 1 : Champ d'application

La présente réglementation s'applique à tous les établissements de soins en Algérie, y compris les hôpitaux, les cliniques privées, les centres de santé et tous les autres établissements où des soins de santé sont dispensés.

Article 2 : Objectifs

Les objectifs de cette réglementation sont de garantir la qualité et la sécurité de l'eau destinée aux soins dans les établissements de soins en Algérie, de réduire les infections contractées en milieu de soins et de protéger la santé publique en général. Cette réglementation vise également à assurer la conformité aux normes internationales de qualité de l'eau dans les établissements de soins en Algérie.

Section II : Définition

Article 3 : Définition des eaux de soins.

Les eaux destinées aux soins sont les eaux utilisées pour l'hygiène du patient et du personnel soignant ainsi que pour les processus médicaux dans les établissements de santé tels que les hôpitaux et les cliniques. Elles comprennent toute eau entrant en contact direct ou indirect avec les patients, le personnel soignant et les équipements médicaux dans les établissements de santé. Elles servent notamment aux soins d'hygiène, aux nettoyages et désinfections des surfaces et du matériel, à l'hémodialyse, à l'alimentation en eau des équipements médicaux et aux préparations pharmaceutiques.

Section II : Normes de qualité

Article 4 : Exigences requises en matière de qualité des eaux destinées aux soins

En plus dès les normes de qualité de l'eau potable réglementées par le Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine([Anonyme_14-96, 2014](#)), les normes comprennent, les normes de qualité de l'eau pour les soins de santé y compris les normes de qualité de l'eau destinée à la dialyse doivent respecter les normes de qualité recommandées par l'OMS.

Article 5 : Exigence de traitement

Les établissements de santé doivent maintenir ces normes grâce à un traitement régulier et approprié.

Article 6 : Nature des normes de qualité :

Les eaux destinées aux soins doivent respecter :

1. Des normes microbiologiques strictes selon les recommandations de l'OMS. La conformité aux paramètres microbiologiques est traduite en termes d'absence totale de Coliformes fécaux, de *Pseudomonas aeruginosa* et d'autres agents pathogènes ;
2. Des normes physico-chimiques pour le pH, la dureté, le chlore, les métaux, etc. La conformité aux paramètres physico-chimiques selon est aussi traduite en termes de dureté, de teneur en chlore, de pH, de teneur en métaux, etc.
3. Des normes organoleptiques en termes d'odeur, goût et couleur. La conformité aux paramètres organoleptiques est traduite en termes d'absence d'odeur et goût anormale.

Article 7 : Valeurs limites des normes de qualité.

Les valeurs limites des normes de qualité sont données en Annexe selon la nature des normes.

Section III : Contrôles

Article 7 : Exigences de contrôles de qualité

Les contrôles de la qualité de l'eau destinée aux soins doivent être effectués régulièrement pour garantir que les normes de qualité de l'eau sont respectées. Les établissements de soins doivent surveiller la qualité de l'eau en effectuant des échantillonnages réguliers et en réalisant des tests de qualité de l'eau.

Article 8 : Fréquence de d'analyse

Des prélèvements d'eau et analyses seront effectués : (1) En urgence après chaque soupçon et (2) Au minimum une fois tous les moins aux points d'usage, et (3) Après toute modification ou anomalie des installations.

Section IV : Suivi de contrôle et sanctions

Article 9 : Suivi de contrôle Le suivi de contrôle de la qualité de l'eau destinée aux soins doit être effectué par les autorités sanitaires compétentes. Les établissements de soins doivent tenir un registre des résultats des tests de qualité de l'eau et le mettre à disposition des autorités sanitaires compétentes pour inspection.

Article 10 : Sanctions

En cas de non-respect des normes de qualité de l'eau destinée aux soins, les établissements de soins peuvent être soumis à des sanctions administratives et/ou pénales. Ces sanctions peuvent inclure des amendes, la suspension ou la révocation de l'autorisation d'exercer et/ou des poursuites pénales.

V.5 Annexe au projet de régulation des eaux de soins dans les établissements de santé en Algérie.

V.5.1 Inventaire des normes de qualité pour l'eau utilisée pour les soins en milieu de santé en Algérie et les valeurs limites proposées conformément aux recommandations de l'OMS :

V.5.1.1 Paramètres physico-chimiques :

Tableau V- 1 : Normes de qualité physico-chimiques pour les eaux utilisée pour les soins en milieu de santé en Algérie

Paramètres	Symbole	Unité	Normes proposées	Observation
Caractéristiques organoleptiques				
Couleur	-	[/]	≤ 15 unités de platine-cobalt	
Odeur et goût	-	[/]	Absence d'odeur ou goût anormal	
Caractéristiques physico-chimiques				
Température	T	[°C]	20	
Ph	-	[/]	6,5 - 7,5	
Salinité	-	[‰]	200	
Conductivité	-	[µS/cm]	1000	
Résidu sec	RS	[Mg/l]	500	
Dureté	TH	[Mg/l]	≤ 500 mg/L comme CaCO ₃	
Calcium	Ca ⁺²	[Mg/l]	150	
Magnésium	Mg ⁺²	[Mg/l]	30	
Sodium	Na ⁺	[Mg/l]	100	
Potassium	K ⁺	[Mg/l]	10	
Chlore	Cl ⁻	[Mg/l]	0,2 - 0,5 mg/L	
Phosphore	P ⁻	[Mg/l]	3	
Phosphates	PO ₄ ⁻³	[Mg/l]	10	
Sulfate	SO ₄ ⁻²	[Mg/l]	100	
Turbidité	-	[Mg/l]	≤ 2 Unités néphéломétrique (UN)	
Substances indésirables				
Nitrites	NO ₃ ⁻	[Mg/l]	50	
Cuivre	Cu	[Mg/l]	1	
Zinc	Zn	[Mg/l]	3	
Cadmium	Cd	[Mg/l]	0.003	
Fer	Fe	[Mg/l]	0.3	
Fluor	F	[Mg/l]	1.5	
Substances toxiques				
Plomb	Pb	[Mg/l]	0.01	
Arsenic	As	[Mg/l]	0.01	
Chrome	Cr	[Mg/l]	0.05	
Nickel	Ni	[Mg/l]	0.07	
Chlorures	Cl ⁻	[Mg/l]	250	
Mercure	Hg	[Mg/l]	0.006	
Sulfates	SO ₄ ⁻²	[Mg/l]	250	
Solvants halogénés	-	[Mg/l]	$\leq 0,03$ mg/L	
Pesticides	-	[/]	Conformité aux normes de l'OMS	

V.5.1.2 Paramètres bactériologiques :

Tableau V- 2 : Normes de qualité bactériologiques pour les eaux utilisée pour les soins en milieu de santé en Algérie

Paramètres	Symbole	Normes proposées	Observation
Coliformes totaux	CT	Absence dans 100 ml	
Coliformes fécaux (E. Coli)	EC	Absence dans 100 ml	
Entérocoques intestinaux	-	Absence dans 100 ml	
Pseudomonas aeruginosa	-	Absence dans 100 ml	
Légionnelles	-	Absence dans 100 ml	
Hétérotrophes (revivifiable) à 22°C et 37°C	-	Absence dans 100 ml	

V.6 Normes de laboratoire :

Les méthodes de préparation de solutions d'eau ultra pure pour les analyses chimiques et les essais physiques ainsi que les méthodes de préparation et de stockage des solutions d'eau ultra pure et que les contrôles de qualité, à effectuer pour assurer leur conformité, doivent être conformes à la norme NF EN ISO 3696

La norme permet d'assurer une qualité de l'eau adaptée aux différentes utilisations, en fonction de leur niveau d'exigence en matière de pureté ([Veolia, 2021](#))

Les chiffres correspondant aux seuils de conductivité, de résistivité et de teneur en matières organiques permettent d'évaluer la qualité de l'eau selon la norme NF EN ISO 3696.

En fonction de la pureté requise pour l'application spécifique, trois niveaux de qualité de l'eau sont définis :

Niveau 1 : qualité de l'eau pour les applications analytiques générales, avec une conductivité maximale de 2,0 µS/cm à 25°C, une résistivité minimale de 0,5 MΩ·cm à 25°C et une teneur en matières organiques inférieure à 0,01 mg/l de carbone organique total (COT).

Niveau 2 : qualité de l'eau pour les applications analytiques générales nécessitant une eau plus pure, avec une conductivité maximale de 0,1 µS/cm à 25°C, une résistivité minimale de 18,2 MΩ·cm à 25°C et une teneur en matières organiques inférieure à 0,001 mg/l de COT.

Niveau 3 : qualité de l'eau pour les applications analytiques spéciales, avec une conductivité maximale de 0,05 µS/cm à 25°C, une résistivité minimale de 18,2 MΩ·cm à 25°C et une teneur en matières organiques inférieure à 0,0005 mg/l de COT.

Les paramètres et valeurs limites proposées s'inspirent directement des recommandations de l'OMS pour les eaux destinées aux soins dans les établissements de santé, adaptées au contexte algérien. Ils devront faire l'objet d'une vérification et validation par les autorités sanitaires compétentes.

V.7 Points supplémentaires à prendre en considération concernant les normes de l'eau utilisée dans les établissements de santé en Algérie :

1. Veiller à la mise en place de systèmes de traitement. Les établissements doivent disposer de systèmes de traitement de l'eau appropriés pour garantir la conformité de l'eau aux normes. Cela inclut la désinfection, la filtration et l'adoucissement le cas échéant. Ces systèmes doivent faire l'objet d'une maintenance adéquate.
2. Mettre en place des procédures de gestion des réservoirs d'eau et des canalisations. Des protocoles doivent être en place pour le nettoyage régulier des réservoirs d'eau et l'inspection et l'entretien des réseaux de canalisations au sein de l'établissement.
3. Contrôler la température et le débit. La température et le débit de l'eau doivent être contrôlés pour garantir leur adéquation à l'usage médical.
4. Inclure des paramètres esthétiques. En plus des paramètres microbiologiques et chimiques, exiger que l'eau ait une clarté, une couleur et une odeur acceptables pour son utilisation dans les soins de santé.
5. Exiger des plans de secours. Les établissements doivent disposer de plans d'urgence en cas d'interruption de l'alimentation en eau. Cela peut comprendre des réservoirs de stockage d'urgence et des mesures de désinfection temporaires.
6. Fournir une formation et des ressources. Les établissements de santé ont besoin de formations, de documents d'orientation et de listes de contrôle pour mettre correctement en œuvre des programmes de gestion de la qualité de l'eau.
7. Envisager des exigences plus strictes pour les zones à haut risque. L'eau fournie aux zones comme les blocs opératoires, les unités néonatales et les unités de brûlés peut devoir respecter des normes plus strictes.
8. Faire participer les parties prenantes. Travailler avec des professionnels de la santé, des responsables d'établissements et des experts en gestion de l'eau pour affiner les exigences et garantir leur caractère pragmatique et efficace.

En complément de ce qui a été avancé dans le projet du texte de régulation des eaux de soins dans les établissements de soins en Algérie, les points mentionnés précédemment apportent des éléments

susceptibles de renforcer un projet de réglementation sur la qualité de l'eau destinée aux soins dans les établissements de santé en Algérie,

V.8 Conclusion du chapitre

Ce chapitre a mis en avant l'importance d'établir une régulation adéquate des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie. En effet, comme nous l'avons vu précédemment (i.e. Chapitre 4), le cadre règlementaire actuel est perfectible, se focalisant principalement sur l'eau potable mais abordant peu les eaux de soins.

La proposition de projet de réglementation présentée dans ce chapitre vise à combler ce manque. Elle définit ses domaines d'application, les objectifs de qualité et d'hygiène visés, les principaux concepts et définitions clés ainsi que les normes techniques à respecter. Elle intègre également des dispositions concernant le contrôle, la surveillance et les potentielles sanctions en cas de non-conformité.

L'élaboration de ce texte s'est inspirée des meilleures pratiques internationales issues des recommandations de l'OMS, adaptées au contexte algérien. Son but final est d'améliorer la sécurité sanitaire des patients et du personnel dans les établissements de santé en garantissant la qualité et la salubrité des eaux destinées aux soins.

Cependant, la mise en œuvre effective d'une telle réglementation reste un défi, requérant des moyens conséquents en termes d'analyse, de contrôle et de formation du personnel. Elle nécessitera également une volonté politique claire pour aboutir à des changements substantiels.

En conclusion, ce chapitre a permis de proposer des pistes concrètes pour une meilleure régulation des eaux de soins en Algérie, qui ne pourra se faire sans une implication forte de l'ensemble des acteurs concernés.

VI. Chapitre six :

Expérimentation, analyse, résultats et interprétation

Expérimentation, analyse, résultats et interprétation

VI.1 Expérimentation et analyse

Les eaux, qu'elles soient destinées à la consommation humaine ou des rejets nécessitent une surveillance régulière de leurs caractéristiques physico-chimiques afin de s'assurer de leur qualité.

La partie expérimentale de ce travail est réservée à l'analyse des paramètres physico-chimiques caractérisant les eaux destinées à la consommation humaine et ceux des eaux de rejets.

Les paramètres ciblés pour l'eau de consommation sont le potentiel hydrogène (pH), la température, la conductivité, les TDS, la salinité, la turbidité, le Chlore (Cl₂), les Nitrites (NO₂⁻) et l'Ammonium (NH₄⁺). Pour les rejets, les paramètres ciblés sont le pH, la turbidité, la conductivité, la DBO5, la DCO, les MES et la concentration en nitrates.

VI.1.1 Echantillonnage et mode de prélèvement

Les échantillons destinés à l'analyse qu'ils soient ceux de potable ou ceux des rejets sont prélevés avec soin afin d'assurer des résultats d'analyses représentatifs de la réalité.

Pour les eaux de consommation, les échantillons sont prélevés directement sur le réseau d'alimentation de l'hôpital d'Ahmed Medeghri. Le prélèvement est répété pour quatre date distinguées ; à savoir le 02/01/2023, le 15/01/2023, le 23/01/2023 et le 02/02/2023. Les paramètres à mesurer in situ sont généralement le pH, la température et la conductivité (Grondin, 1982). Pour les analyses des autres (TDS, turbidité, Chlore, Nitrites, Ammonium), les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en plastique ou en verre.

Pour les rejets, trois échantillons sont considérés. Le premier est les rejets du service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri. L'échantillon est prélevé en date du 07/03/2023 au niveau de la sortie du réseau d'assainissement lié au service concerné. Les deux autres échantillons sont ceux des eaux des rejets avant et après traitement par la station d'épuration de Saida. Les prélèvements de ces derniers sont effectués en amont et en aval du ruisseau de la STEP de Saida, avec une fréquence mensuelle. On signale que pour de pH, conductivité et turbidité, les analyses sont effectuées immédiatement après le prélèvement. Pour la DBO5, DCO et les MES, les échantillons sont conservés à 4°C et à l'obscurité, pour être examinées ultérieurement dans le laboratoire.

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière, qui s'adapte avec le type d'analyse à effectuer. Dans ce contexte, pour les prélèvements de l'ensemble des échantillons qui font l'objet de notre présent d'étude, nous avons utilisé, pour les analyses physico-chimiques, des flacons de plastique (polyéthylène) de capacité 1,5L.

VI.1.2 Présentation des sites de prélèvement

Pour les différents prélèvements, l'opération est effectuée comme indiqué dans le paragraphe précédent dans des dates appropriées. Les points de prélèvement ont été sélectionnés pour qualifier des eaux selon le cas étudié.

L'ensemble des sites de prélèvements sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau VI- 1 : Information relatives aux sites de prélèvements des échantillons d'analyse

Sites de prélèvement	Nature des eaux	Altitude (m)	Débit (l/s)	Coordonnées	X	Y
Hôpital Ahmed Medeghri	AEP	1141	15	35°07'52"N	0°27'41"E	
Hôpital Ahmed Medeghri	Eaux de rejet brutes	1141	8	35°07'52"N	0°27'41"E	
STEP de Saida	Eaux de rejet brutes	778	/	35°08'00"N	0°27'00"E	
STEP de Saida	Eaux de rejet épurées	778	/	35°08'00"N	0°27'00"E	

VI.1.3 Méthodes d'analyse physico-chimiques

Les mesures sont effectuées dans trois laboratoires distingués.

Pour les eaux destinées à la consommation humaines les mesures sont effectuées dans le laboratoire d'analyse et de contrôle de l'agence de Saida de l'ADE (Algérienne des eaux).

En revanche, les analyses des eaux de rejets sont effectuées dans le laboratoire du service de l'hémodialyse pour le rejet du même service et dans le laboratoire de la STEP pour les eaux entrante et sortant des rejets urbains de la ville de Saida.

Les différentes mesures sont réalisées suivant des protocoles de mesure qui suivent des recommandations strictes pour assurer des résultats fiables. Ces recommandations concernent l'opération du calibrage et de l'étalonnage des appareils de mesure qui doit être régulier. Cette opération nécessaire et fondamentale requiert une démarche analytique rigoureuse tout en respectant les conditions opératoires standardisées.



Figure VI- 1 : Séances d'analyse et d'observation dans la STEP de Saida

Lors des expériences le travail est réalisé dans des zones réservées à cet effet. Des dispositions pour manipuler les échantillons dans des conditions sûres et propres sont respectées. Ainsi, le port des gants, le nettoyage du matériel utilisé,

Pour chaque paramètre, les mesures sont réalisées en utilisant les appareils appropriés. Ainsi, pour le pH, la mesure est effectuée à l'aide d'un pH-mètre étalonné avec des solutions tampons de pH connu. La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre calibré. La conductivité et les TDS sont mesurés à l'aide d'un conductimètre. La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre. Le

chlore est mesuré à l'aide d'un kit de tests colorimétriques. Les Nitrites et l'Ammonium sont mesurés à l'aide de kits de tests colorimétriques spécifiques.

Pour les rejets, la DBO5, la DCO et les MES sont mesurées selon les protocoles standard dans un laboratoire accrédité. La concentration en nitrates est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à UV visible. Les dispositions expérimentales nécessaires sont respectées pour assurer des analyses correctes, notamment en ce qui concerne le choix des échantillons, leur conservation, leur transport, ainsi que la préparation et l'étalonnage des appareils de mesure.

Les méthodes d'analyse devaient respecter les protocoles arrêtés par la réglementation, ([Anonyme_09-414, 2009](#)).

Ces méthodes d'analyses sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau VI- 2 : Méthodes d'analyses physico-chimiques, (Morin-Crini et al., 2017).

Paramètres d'analyses	Méthode d'analyses	Références des normes d'analyse
La température	Mesure de la température	DIN 38404-C4
Le pH	Potentiométrique Titrimétrique	ISO 10523
La conductivité	Méthode Titrimétrique automatique	ISO 10051
La salinité	Méthode Titrimétrique automatique	ISO NP 18191
La turbidité	Méthode néphélémétrique	ISO 7027
Le résidu sec RS	Détermination des résidus secs.	NF T90-029
La dureté	Méthode Titrimétrique à l'EDTA	NF EN ISO 6507-1
Le calcium Ca ⁺²	Méthode Titrimétrique	ISO 6059
Le magnésium Mg ⁺²	Méthode Titrimétrique	NF T 90-003
L'ammoniumNH ₄ ⁺	Spectrophotomètre d'absorption	ISO 7150
Le chlore Cl ⁻	Colorimétrique	ISO 7393-2
Le phosphore P	Méthode Spectrométrique	NF EN ISO 6878
Les phosphatesPO ₄ ⁻³	Méthode Spectrométrique	ISO 6878 /1
Les sulfates SO ₄ ⁻²	Gravimétrique	NF T 90-009
Les nitrites NO ₂ ⁻	Spectrophotométrie d'absorption	ISO 6777
Les nitrates NO ₃ ⁻	Spectrophotométrie d'absorption	NF T90-012

VI.2 Résultats & discussion

Les analyses physico-chimiques sont réalisées au laboratoire de chimie des eaux de l'ADE (Algérien des Eaux). En parallèles, les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène de Saïda.

Les résultats de deux analyses sont reportés dans des tableaux séparés. Chaque tableau est réservé aux résultats selon la nature de l'examen et de l'analyse.

VI.2.1 Résultats d'analyse des eaux de consommation humaine de l'hôpital Ahmed Medeghri

VI.2.1.1 Présentation des résultats d'analyse :

Le tableau (VI-3) présente les résultats d'analyse de l'eau potable à l'hôpital Ahmed Medeghri pour quatre dates différentes, du 02/01/2023 au 02/02/2023. Les paramètres mesurés sont le potentiel hydrogène ; soit le pH, la température, la conductivité, les TDS (Total Dissolved Solides) en français signifie les solides totaux dissous, la salinité, la turbidité, le Chlore (Cl₂), les Nitrites (NO₂⁻) et l'Ammonium (NH₄⁺). Pour chaque paramètre, les unités de mesure sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau VI- 3: Résultats d'analyse de l'eau potable à l'hôpital Ahmed Medeghri

Paramètres	pH	T°	Conductivité	TDS	Salinité	Turbidité	Chlore (Cl ₂)	Nitrite (NO ₂ ⁻)	Ammonium (NH ₄ ⁺)
Jour /Unité	[/]	[°C]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]
02/01/2023	8,02	14,2	1923	964	1	0,36	0,2	0	0,082
15/01/2023	7,61	16,2	1672	834	0,8	0,44	0,5	0	0,07
23/01/2023	7,6	12,5	1477	733	0,7	1,48	0,2	0	0,059
02/02/2023	7,9	12,1	1760	879	0,9	0,91	0	0,006	0,101

VI.2.1.2 Analyse de statistique descriptive :

L'analyse statistique descriptive des paramètres physico-chimiques de l'eau potable à l'hôpital Ahmed Medeghri pour la période du 02/01/2023 au 02/02/2023 permet de dégager les résultats des principaux indicateurs statistiques calculés (moyenne, écart-type, minimum, maximum, médiane).

Cette analyse présente un intérêt majeur en donnant un aperçu global de la qualité de l'eau sur la période considérée.

Les indicateurs statistiques calculés (moyenne, médiane, écart type...) permettent de résumer efficacement un grand nombre de données, tout en mettant en évidence d'éventuelles valeurs irrégulières. Cela permet d'avoir une première idée de la conformité de l'eau potable par rapport aux normes en vigueur, et de détecter d'éventuels problèmes ou dysfonctionnements nécessitant des investigations complémentaires.

Le tableau (VI-4) illustre les résultats de l'analyse de statistique descriptive obtenue pour les paramètres considérés.

Tableau VI- 4: Résultats de l'analyse des statistiques descriptives de l'eau potable à l'hôpital Ahmed Medeghri

Paramètres	Min	Max	Étendu	Moyenne	Écart type	Variance
pH	7.60	8.02	0.42	7.76	0.18	0.034
T°	12.10	16.20	4.10	13.78	2.02	4.075
Conductivité	1477	1923	446	1687.75	167.50	28062.5
TDS	733	964	231	825	96.25	9262.5
Salinité	0.71	0.3	0.825	0.15	0.0225	/
Turbidité	0.36	1.48	1.12	0.775	0.438	0.192
Chlore (Cl ₂)	0.05	0.5	0.175	0.23	0.04025	/
Nitrite (NO ₂ –)	0.0006	0.006	0.0015	0.0032	0.00001	/
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0.059	0.101	0.042	0.0805	0.0178	0.0003175

Il a noté que les résultats de l'analyse descriptive ne comportent aucune valeur pour l'indicateur mode. Ce dernier n'a pu être calculé en raison du faible nombre d'observations (4 jours). La moyenne et l'écart type fournissent donc une meilleure description de la tendance centrale et de la dispersion des valeurs.

VI.2.1.3 Analyse et interprétation des résultats statistiques :

Au vu des résultats présents dans le tableau (VI-4), les remarques suivantes sont relevées :

1. Le pH moyen de 7,76 est proche de la neutralité, ce qui est satisfaisant pour la potabilité de l'eau. Un pH légèrement alcalin permet d'éviter une corrosion excessive des canalisations.
2. Avec des valeurs moyennes qui sont respectivement égales à 1687,75 µS/cm et 825 Mg/l, on peut dire la conductivité et la dureté restent modérée. Ceci indique que l'eau analysée est de qualité présentant une minéralisation acceptable. Une eau trop peu minéralisée peut provoquer des goûts désagréables.
3. Les moyennes de la turbidité et la salinité sont relativement faibles. Leurs valeurs respectives sont gales à 0,775 g/let 0,775 NTU, indiquant une eau claire et peu minéralisée facile à traiter pour la rendre potable.
4. Les indications en Nitrites (0,006Mg/l) sont très faibles. Aussi, les teneurs moyennes en Ammonium (0,0805 Mg/l) et le Chlore résiduel (0,23Mg/l) sont très basses et ne dépassent pas les normes, garantissant une bonne qualité sanitaire de l'eau.

On note cependant des écarts types relativement élevés pour certains paramètres, indiquant des variations importantes d'un jour à l'autre :

Ainsi, l'écart type de la température est de 2,02°C, ce qui représente une variation d'environ $\pm 4^\circ\text{C}$ autour de la moyenne. Cela peut être expliqué par des changements de saisons ou de conditions météorologiques pendant la période étudiée.

L'écart type de la conductivité est de 167,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit une variation pouvant atteindre $\pm 335 \mu\text{S}/\text{cm}$ autour de la moyenne. Cela témoigne probablement de fluctuations dans la minéralisation globale de l'eau au cours du temps.

L'écart type de la turbidité est de 0,438 NTU, ce qui correspond à des variations pouvant dépasser $\pm 0,875 \text{ NTU}$. Cela indique vraisemblablement une instabilité ponctuelle du traitement de clarification de l'eau.

Ces variations importantes de certains paramètres d'un jour à l'autre soulignent l'importance d'un suivi régulier et approfondi de la qualité de l'eau. Cela permettrait de détecter précocement les fluctuations anormales, d'en identifier les causes et d'ajuster au besoin le système de production et de traitement afin de maintenir constamment la potabilité de l'eau distribuée.

Un renforcement des contrôles pendant un certain temps pourrait s'avérer nécessaire pour assurer la bonne qualité de l'eau fournie à l'hôpital.

En conclusion, si la qualité globale de l'eau semble satisfaire les normes sur la période étudiée, un suivi plus poussé de certains paramètres variables comme la conductivité, la température et la turbidité permettrait vraisemblablement d'améliorer la maîtrise et la stabilité de la qualité de l'eau potable.

Mais dans l'ensemble, la qualité de l'eau potable de l'hôpital Ahmed Medeghri semble satisfaisante sur la période étudiée, répondant globalement aux normes en vigueur.

VI.2.1.4 Analyse des variations temporelles de chaque paramètre :

L'analyse de la variation temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau potable à l'hôpital Ahmed Medeghri pour la période du 02/01/2023 au 02/02/2023 a permis de tracer l'évolution de ces paramètres au cours du temps. Cela présente un intérêt majeur pour identifier des tendances, déceler d'éventuelles fluctuations anormales ou dérives ponctuelles et déterminer les périodes nécessitant une attention particulière.

La visualisation graphique de la variation de chaque paramètre au fil des jours permet de mettre en évidence de façon claire et synthétique d'éventuelles anomalies ou problème, ce qui n'est pas aussi évident à partir des seules données numériques. Cela permet d'ajuster au mieux le système de production et de traitement de l'eau afin d'assurer en permanence la distribution d'une eau respectant

les normes de potabilité, particulièrement indispensable dans un établissement hospitalier. L'analyse de l'évolution temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau se révèle donc comme un outil d'aide à la décision efficace pour le suivi et le contrôle de la qualité de l'eau potable de l'hôpital.

Les figures correspondantes de la variation temporelle pendant la période d'exploration de chaque paramètre des résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau au niveau de l'hôpital Ahmed Medeghri sont données ci-après :

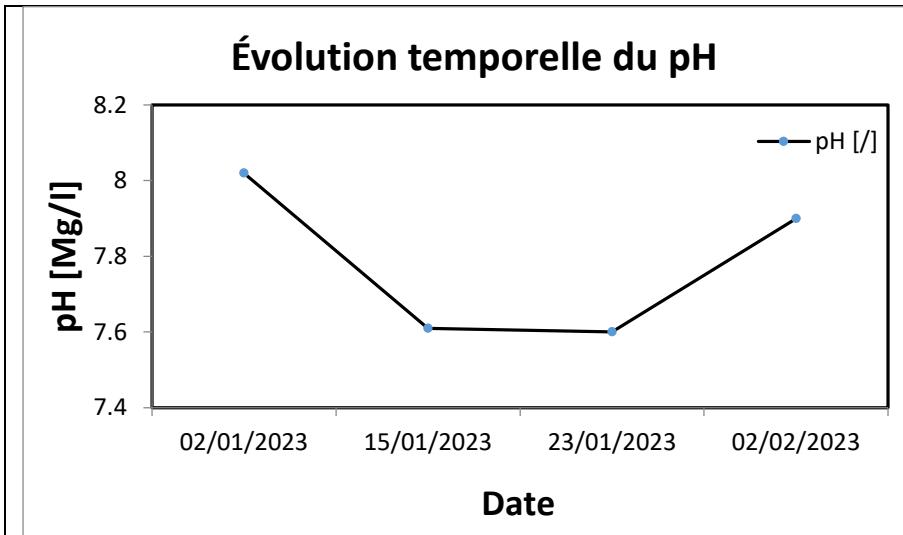


Figure VI- 2 : évolution temporelle du pH

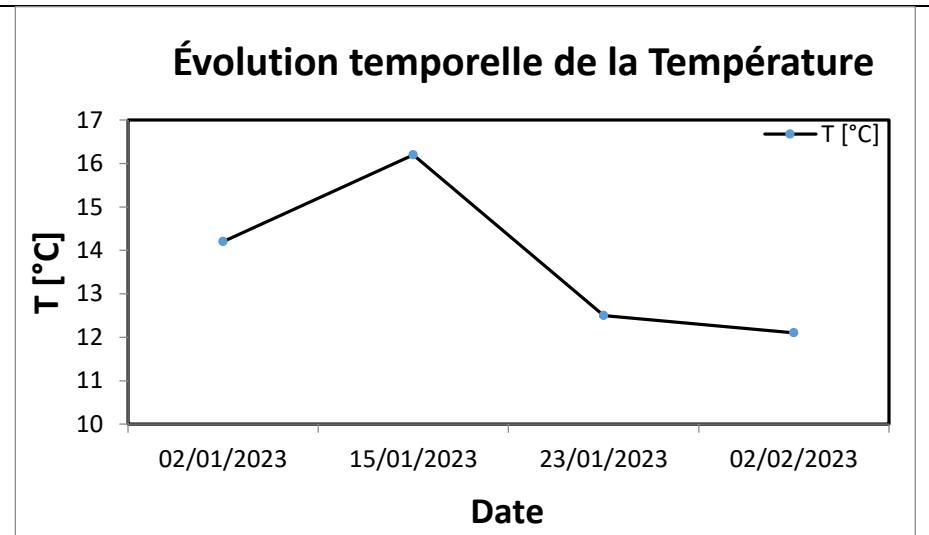


Figure VI- 3 : évolution temporelle de la température

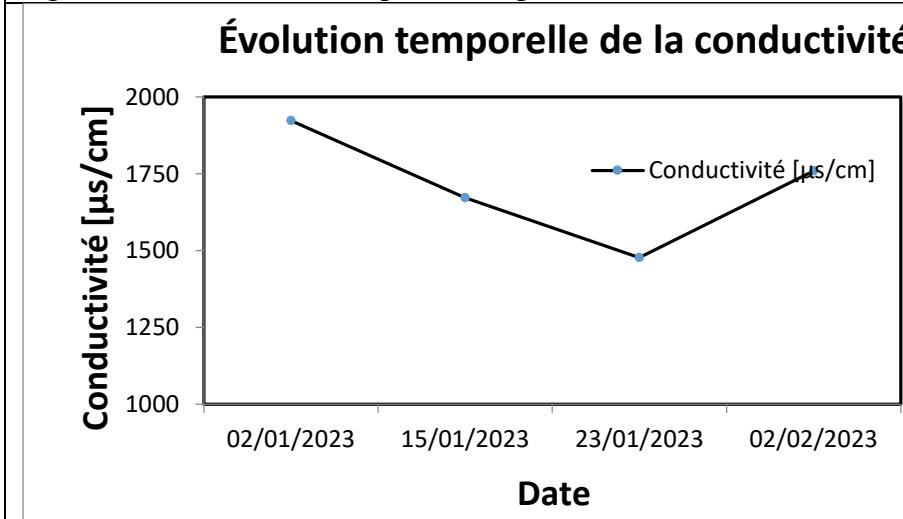


Figure VI- 4 : évolution temporelle de la conductivité

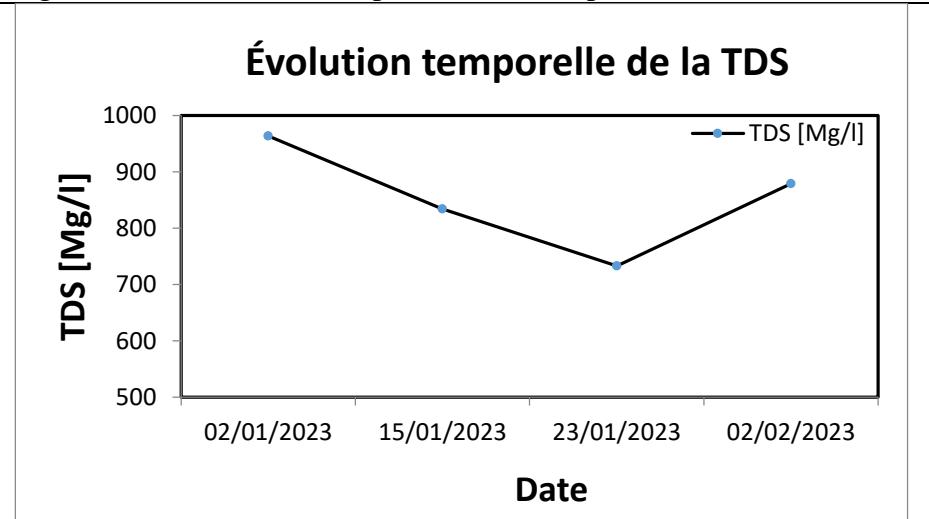
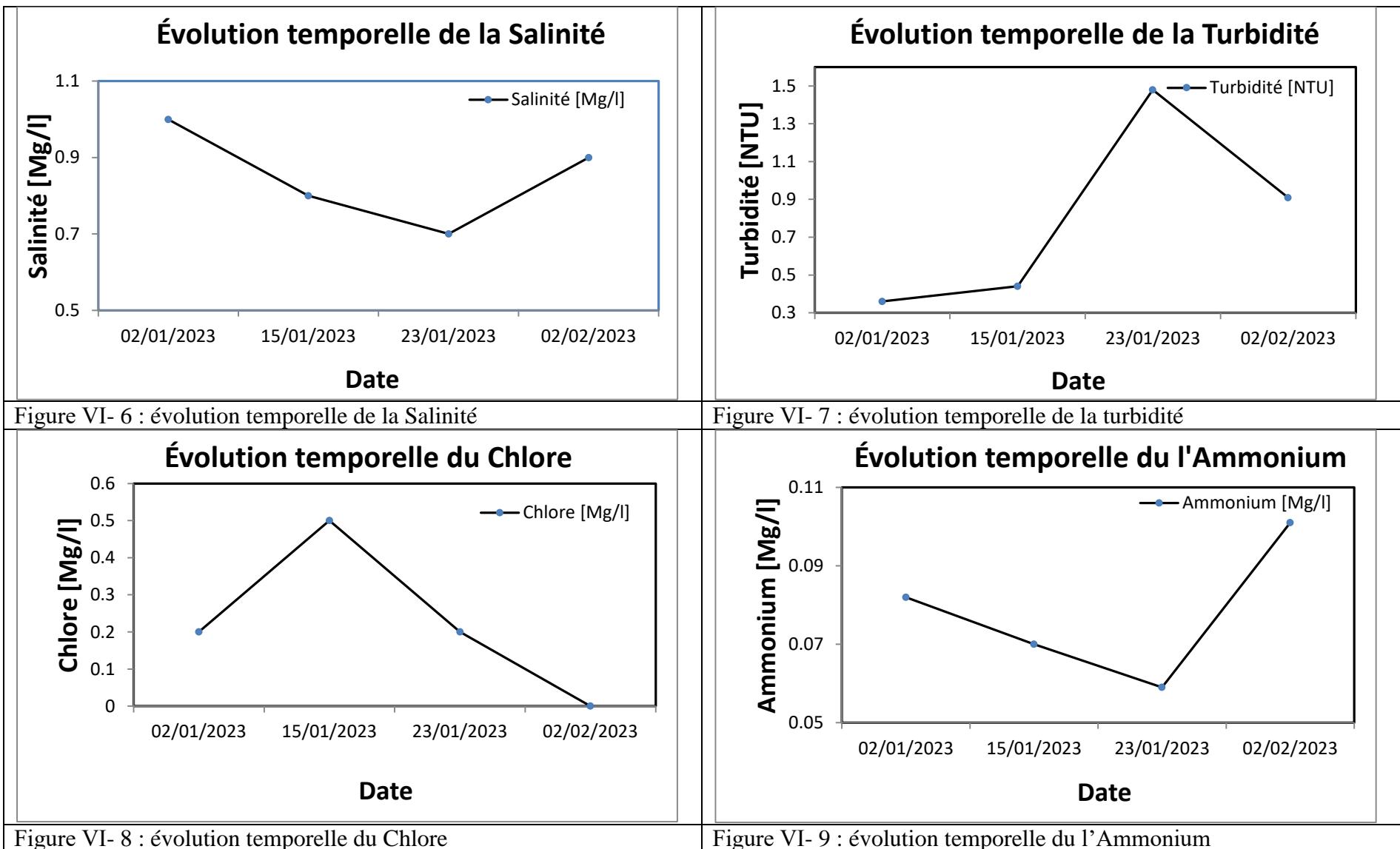


Figure VI- 5 : évolution temporelle de la TDS



Remarques illustratives relatives aux figures :

Pour le potentiel hydrogène pH : les valeurs varient entre 7,60 et 8,02, sans excès constaté. La valeur maximale est de 8,02.

1. Température : les valeurs varient entre 12,10°C et 16,20°C, sans excès constaté. La valeur maximale est de 16,20°C.
2. Conductivité : les valeurs varient entre 1477 et 1923 Mg/l, sans excès constaté. La valeur maximale est de 1923 Mg/l.
3. TDS : les valeurs varient entre 733 et 964 Mg/l, sans excès constaté. La valeur maximale est de 964 Mg/l.
4. Salinité : les valeurs varient entre 0,70 et 0,90 Mg/l, sans excès constaté. La valeur maximale est de 0,90 Mg/l.
5. Turbidité : les valeurs varient entre 0,36 et 1,48 Mg/l. La valeur maximale de 1,48 Mg/l dépasse la norme recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui est de 1 Mg/l. Une turbidité élevée peut être due à la présence de particules en suspension dans l'eau, ce qui peut rendre l'eau moins transparente et la rendre moins agréable à boire.
6. Chlore (Cl₂) : les valeurs varient entre 0,05 et 0,5Mg/l. La valeur maximale de 0,91 Mg/l ne dépasse pas la norme de l'OMS qui est de 2 Mg/l pour l'eau potable. Une concentration trop élevée de chlore peut avoir un goût et une odeur désagréables, et peut également être nocive pour la santé.
7. Nitrites (NO₂⁻) : les valeurs sont toutes inférieures à la limite de détection, y compris celle la mesure du 02/02/2023 qui indique une concentration de 0,006 Mg/l. Cette dernière est faible et se trouve au-dessous de la norme recommandée par l'OMS qui est de 0,05 Mg/l pour l'eau potable. Une valeur élevée des nitrites peut provenir de la dégradation de matières organiques, et une concentration excessive peut être toxique pour les humains, en particulier pour les nourrissons.
8. Ammonium (NH₄⁺) : les valeurs varient entre 0,059 et 0,101 Mg/l, sans excès constaté. La valeur maximale est de 0,101 Mg/l.

VI.2.1.5 Qualification des eaux de consommation humaine de l'hôpital Ahmed Medeghri

VI.2.1.5.1 Qualification par rapport aux normes et directives de l'OMS.

La qualification physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humaine de l'hôpital Ahmed Medeghri a été effectuée selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé. Cette qualification consiste à analyser différents paramètres physico-chimiques de l'eau comme le pH, l'adureté, la turbidité, la conductivité, la teneur en nitrates, phosphates et chlorures durant la période allant du 02/01/2023 au 02/02/2023. Les résultats ont montré que l'eau présente une qualité acceptable, conforme aux normes de l'OMS. Cette démarche est essentielle pour garantir la potabilité de l'eau destinée à l'alimentation des patients et du personnel médical. Elle permet de détecter d'éventuelles anomalies physico-chimiques pouvant altérer la qualité de l'eau et représenter un risque pour la santé. Le suivi régulier de la qualité de l'eau de l'hôpital est donc primordial pour assurer la sécurité sanitaire.

Les indications de cette qualification sont les suivantes :

1. Pour le potentiel hydrogène pH, la norme de l'OMS est comprise entre 6,5 et 8,5 pour l'eau potable. Toutes les mesures de pH dans le tableau sont conformes à cette norme.
2. Température : il n'existe pas de norme spécifique pour la température de l'eau potable, mais une température élevée peut favoriser la croissance des bactéries et autres organismes dans l'eau. Les valeurs de température dans le tableau restent dans une plage acceptable pour l'eau potable.
3. Conductivité : l'OMS n'a pas de norme spécifique pour la conductivité de l'eau potable, mais une conductivité élevée peut indiquer la présence de minéraux et autres substances dissoutes dans l'eau. Les valeurs de conductivité dans le tableau restent dans une plage acceptable pour l'eau potable.
4. TDS : l'OMS recommande une limite de 1000 Mg/l pour les TDS dans l'eau potable. Les valeurs de TDS dans le tableau restent en dessous de cette limite.
5. Salinité : l'OMS n'a pas de norme spécifique pour la salinité de l'eau potable, mais une concentration élevée peut avoir un goût désagréable et peut être nocive pour la santé. Les valeurs de salinité dans le tableau restent dans une plage acceptable pour l'eau potable.
6. Turbidité : l'OMS recommande une limite de 1 NTU (Nephelometric Turbidity Units) pour la turbidité de l'eau potable. La mesure de turbidité du 23/01/2023 dépasse cette limite, ce qui indique une eau moins transparente et potentiellement moins agréable à boire.

7. Chlore (Cl₂) : l'OMS recommande une limite de 2 Mg/l pour la concentration de chlore dans l'eau potable. Les valeurs de chlore dans le tableau restent en dessous de cette limite.
8. Nitrites (NO₂⁻) : l'OMS recommande une limite de 0,05 Mg/l pour la concentration de nitrites dans l'eau potable. La mesure de nitrites du 02/02/2023 indique une présence de nitrites mais reste inférieure à la limite de l'OMS
9. Ammonium (NH₄⁺) : l'OMS n'a pas de norme spécifique pour la concentration d'ammonium dans l'eau potable, mais une concentration élevée peut indiquer une contamination de l'eau par des matières organiques. Les valeurs de l'ammonium dans le tableau restent dans une plage acceptable pour l'eau potable.

VI.2.1.5.2 Qualification par rapport aux normes aux normes du Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine et du Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125.

La qualification physico-chimique réalisée sur l'eau destinée à la consommation au niveau de l'hôpital Ahmed Medeghri du 02/01/2023 au 02/02/2023 a permis de contrôler la conformité de cette eau par rapport aux normes algériennes fixées par le Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine et le Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014. Les paramètres physico-chimiques analysés sont : le pH, la conductivité, la turbidité, la dureté, la teneur en chlorures, nitrates et phosphates. Les résultats montrent une eau conforme aux normes nationales et une qualité appropriée pour l'eau potable dans les hôpitaux. Ce suivi régulier de la qualité physico-chimique de l'eau est essentiel pour garantir l'approvisionnement en une eau non nocive et salubre pour les patients et le personnel de cet établissement de santé.

Ainsi, en comparant les données du tableau (VI-3)aux normes et du Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine et du Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125, les remarques suivantes sont relevées :

1. Pour le potentiel d'hydrogène ; le pH : le décret exécutif n° 11-125 fixe une limite de 6,5 à 9 pour le pH de l'eau de consommation humaine. Toutes les mesures de pH dans le tableau sont conformes à cette norme.
2. Pour la température : La valeur indicative de la température mentionnée dans le décret exécutif n° 11-125 est de 25 °C. Les valeurs de mesure sont donc toutes inférieures à la valeur indiquée. Des valeurs élevées peuvent favoriser la croissance des bactéries et autres

organismes dans l'eau. Les valeurs de température dans le tableau restent donc dans une plage acceptable pour l'eau de consommation humaine.

3. Pour la conductivité, le décret exécutif n° 11-125 donne comme limite spécifique pour la conductivité de l'eau de consommation humaine de valeur de $2800 \mu\text{S} / \text{cm}$. Toutes les mesures de la conductivité dans le tableau restent inférieures à cette norme. Rappelons qu'une conductivité élevée peut indiquer la présence de minéraux et autres substances dissoutes dans l'eau. Les valeurs de conductivité dans le tableau restent dans une plage acceptable pour l'eau de consommation humaine.
4. TDS : le décret exécutif n° 11-125 fixe une limite de 1500 Mg/l pour les TDS dans l'eau de consommation humaine. Les valeurs des Résidu sec(TDS) dans des résultats d'analyse restent en dessous de cette limite.
5. Pour la Salinité, le décret exécutif n° 11-125 n'a pas de norme spécifique pour la salinité de l'eau de consommation humaine, mais une concentration élevée peut avoir un goût désagréable et peut être nocive pour la santé. Les valeurs de salinité dans le tableau restent dans une plage acceptable pour l'eau de consommation humaine.
6. Quant à la Turbidité, le décret exécutif n° 11-125 fixe une limite de 5 NTU pour la turbidité de l'eau de consommation humaine. Toutes les mesures de la conductivité dans le tableau restent inférieures à cette norme
7. Chlore (Cl₂) : le décret exécutif n° 11-125 fixe une limite de 5 Mg/l pour la concentration de chlore dans l'eau de consommation humaine. Les valeurs de chlore dans le tableau restent en dessous de cette limite.
8. Nitrites (NO₂⁻) : le décret exécutif n° 11-125 fixe une limite de 0,1 Mg/l pour la concentration de nitrites dans l'eau de consommation humaine. La mesure de nitrites du 02/02/2023 indique une présence de nitrites qui reste inférieure à la limite indiquée.
9. Ammonium (NH₄⁺) : le décret exécutif n° 11-125 fixe une limite de 0,5 Mg/l pour la concentration d'ammonium dans l'eau de consommation humaine. Les valeurs de l'ammonium dans le tableau restent en dessous de cette limite.

Le Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 a renforcé les normes pour certains paramètres, notamment le chlore qui est limitée à 0,1Mg/l. Les données de mesure du tableau dépassent cette limite, ce qui indique un dépassement de la norme en vigueur.

En conclusion, les résultats de l'analyse des données du tableau(VI-3) montrent que presque la totalité des paramètres mesurés dans l'eau de consommation humaine de l'hôpital Ahmed Medeghri sont conformes aux normes de l'OMS et celles du Décret exécutif n° 11-125 et du Décret exécutif n°14-96 du gouvernement algérien. Cependant, les mesures du chlore dépassent les limites fixées par le décret dans certains cas, ce qui indique qu'il est important de surveiller régulièrement la qualité de l'eau de consommation humaine pour s'assurer qu'elle reste conforme aux normes recommandées pour éviter tout risque pour la santé des patients et du personnel de l'hôpital.

VI.2.2 Résultats d'analyse des eaux de rejet au niveau du service de l'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri.

Les analyses de l'eau de rejet au niveau du service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri en date du 07/03/2023 sont réalisées dans le but d'avoir des indicateurs physico-chimiques essentiels pour caractériser cette eau avant son rejet vers le milieu naturel ou le réseau d'assainissement.

L'analyse de paramètres comme le pH, la DBO5, la DCO, la turbidité et les matières en suspension permet d'évaluer l'impact des effluents hospitaliers sur le milieu récepteur et d'apporter des indications sur l'état des patients dialysés.

En effet, une pollution organique et particulaire importante dans les effluents, mise en évidence par des taux élevés de DBO5, DCO, turbidité et matières en suspension, peut représenter un risque de pollution pour le milieu aquatique récepteur en y apportant une charge polluante conséquente. Cela peut engendrer une perturbation de l'écosystème avec une asphyxie des organismes aquatiques.

Par ailleurs, une évolution anormale des paramètres physico-chimiques au fil du temps peut révéler l'apparition d'infections ou d'autres complications chez les patients dialysés, ce qui nécessiterait une intervention médicale.

La réalisation régulière de ces analyses sur les eaux de rejet du service d'hémodialyse est donc essentielle pour surveiller l'impact environnemental des rejets hospitaliers, déceler d'éventuelles dégradations de la qualité des effluents et apporter des indications sur l'état de santé globale des patients dialysés ([Coulliette & Arduino, 2013](#)).

VI.2.2.1 Présentation des résultats d'analyse de l'eau rejetée par le service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri :

Le tableau (VI-5) présente les résultats d'analyse de l'eau rejetée par le service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri. Sept paramètres physico-chimiques ont été mesurés : pH, turbidité, conductivité, DBO₅, DCO, MES et concentration en nitrates.

Résultats d'analyse de l'eau de rejet au niveau du service de l'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri

Tableau VI- 5: Résultats d'analyse de l'eau du rejet du service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri

Paramètres	Unité	Valeurs
pH	[/]	7.94
Turbidité	[NTU]	16.4
Conductivité	[μs/cm]	5.41
DBO ₅	[Mg/l]	43
DCO	[Mg/l]	99
MES	[Mg/l]	46
NO ₃ ⁻	[Mg/l]	0.4

VI.2.2.2 Analyse des résultats de l'eau rejetée par le service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri :

L'analyse des résultats dégage les remarques suivantes :

1. Le pH indique l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. La présente mesure indique la valeur du pH est de 7,94, ce qui est légèrement basique.
2. Avec des valeurs de mesure égales à 16,4 NTU et 46 Mg/l, la turbidité et les matières en suspension (MES) sont trop élevées et reflètent une forte charge particulaire de l'eau. Cette charge est probablement d'origine organique. Les particules en suspension peuvent altérer la qualité de l'eau et la biodiversité aquatique.
3. La conductivité traduit la concentration en sels dissous. La valeur obtenue par l'analyse semble être avec comme valeur de 5,41 μS/cm.
4. La DBO₅ et la DCO mesurent la quantité de pollution organique. Les valeurs de mesure qui valent respectivement, à 43 Mg/l et 99 Mg/l élevées, indiquant une forte pollution organique. Cette pollution organique qui est probablement liée aux rejets du service d'hémodialyse (produits de dialyse, excréptions des patients), consomme de l'oxygène lors de sa dégradation, pouvant entraîner une asphyxie aquatique.

5. Quant à la concentration en Nitrates est mesurée à 0,4 Mg/l, ce qui indique une concentration faible et acceptable.

De ce qui se précède, on relève que l'eau du rejet au niveau du service de l'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri présente une pollution organique relativement importante avec des DBO5 et DCO élevées, dépassant les normes de l'OMS et algériennes pour la DBO5. Les deux mesures de la turbidité et les MES sont aussi élevées et traduisent également une charge particulaire importante. Des mesures correctives doivent être mises en place au niveau du service d'hémodialyse pour réduire cette pollution avant rejet dans le milieu naturel.

VI.2.2.3 Qualification des eaux de rejet de l'hôpital par rapport aux normes et directives de l'OMS et du décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels

Les résultats d'analyse du rejet d'effluents liquides au niveau du service d'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri mettent en exergue l'importance de la qualification par rapport aux normes de l'OMS et celles du décret exécutif 06-141 du 19 avril 2006. Ce dernier définit les valeurs limites des rejets d'effluents industriels qui doivent être respectées pour protéger la santé publique et l'environnement. La qualification par comparaison avec ces seuils réglementaires permet de faire un état des lieux de la conformité du rejet, ce qui présente un intérêt aussi bien environnemental que sanitaire. En effet, cela permet de détecter d'éventuelles non-conformités pouvant représenter une menace pour la santé des patients dialysés et pour l'écosystème réceptacle. Les résultats d'analyse du 07 mars 2023 fournissent des indications précieuses quant à la nécessité ou non de mesures correctives pour ramener le rejet aux normes requises. La comparaison avec les normes de références de l'OMS et celles décrites par le décret exécutif 06-141 du 19 avril 2006, dégage les remarques suivantes :

1. Le pH dont la valeur est de 7.94 se trouve conforme aux normes de l'OMS (6,5 - 8,5) et celles de la réglementation algériennes (6,5 - 8,5).
2. Les valeurs de la turbidité et de MES qui valent respectivement 16.4 NTU et 46 Mg/l, sont élevées par rapport aux normes de l'OMS (< 5 NTU et < 35 Mg/l respectivement) et algériennes (35 Mg/l).
3. La conductivité est modérée et acceptable.
4. Les valeurs de mesure de la DBO5 et la DCO (43 et 99 Mg/l) sont relativement élevées. La valeur de la DBO5 dépasse la limite de l'OMS (<30 Mg/l) et celle de la réglementation algérienne (35 mg/), indiquant comme ça été mentionnée une forte pollution organique.

De ce qui se précède, on relève que l'eau du rejet au niveau du service de l'hémodialyse de l'hôpital Ahmed Medeghri présente un niveau de pollution modéré à élevé par rapport aux normes de l'OMS et de la réglementation algérienne. Ainsi, même si le pH est maîtrisé, les autres paramètres montrent des valeurs au-dessus des seuils réglementaires, surtout en ce qui concerne la pollution particulaire et organique. Ce constat révèle la nécessité de mettre en place un traitement des effluents hospitaliers, au minimum primaire (décantation, filtration), afin de ramener les émissions conformes aux normes avant rejet dans le milieu naturel.

Sans traitement adapté, les rejets de l'hôpital présentent un risque de pollution et d'eutrophisation pour le milieu récepteur, qui peut impacter la qualité de l'eau, la biodiversité aquatique et la santé publique.

Le respect de la réglementation en vigueur est donc impératif afin de limiter l'impact environnemental des rejets hospitaliers.

VI.2.3 Résultats d'analyse des eaux de rejet urbain de la ville de Saida avant et après le traitement par la station d'épuration de Saida.

Les rejets urbains de la ville de Saida, incluant les rejets domestiques, scolaires, administratifs et hospitaliers, ont été analysés avant et après traitement par la station d'épuration, sur la période d'avril 2022 à avril 2023.

Les résultats d'analyse sont présentés dans les tableaux (VI-6) et (VI-7)

En considérants les résultats d'analyse des rejets urbains avant et après traitement par la station d'épuration de Saida, l'étude des résultats d'analyse présente de multiples intérêts.

Ainsi, au niveau de l'environnement, cette étude permet de s'assurer que les rejets traités ne dégradent pas la qualité des eaux superficielles ou souterraines en aval de la station. Cela évite la pollution des cours d'eau et des nappes phréatiques utilisées notamment pour l'alimentation en eau potable. D'un autre côté, elle contribue à préserver l'équilibre écologique des écosystèmes aquatiques en limitant l'apport excessif de nutriments et de matières organiques qui peuvent perturber la vie biologique et aussi elle permet d'ajuster au mieux le traitement afin de minimiser l'impact des rejets sur le milieu naturel.

Au niveau de la santé publique, elle garantit l'élimination efficace des germes pathogènes présents dans les eaux usées, réduisant ainsi le risque de contamination et de prolifération d'agents infectieux dans l'environnement. En plus, elle contribue à limiter la contamination des ressources en eau

utilisées pour l'alimentation (nappes, cours d'eau), prévenant les risques sanitaires potentiels liés à l'eau.

Au niveau de la gestion de la station d'épuration, l'étude comparative permet d'évaluer l'efficacité du traitement et d'optimiser son fonctionnement pour maintenir des performances épuratoires optimales. Enfin, elle contribue à détecter d'éventuels dysfonctionnements afin d'apporter les corrections techniques nécessaires.

Tableau VI- 6: Résultats d'analyse de l'eau du rejet à l'entrée de la STEP de Saida durant la période (Avril 2022 au mois d'Avril 2023).

Paramètre	Odeur	Couleur	Débit	Conductivité	T	pH	MES	DBO ₅	DCO	O ₂	N-NO ₂	N-NO ₃	PO ₄ ⁻³
Mois / unité	[/]	[/]	[M ³ /j]	[µS/cm]	[°C]	[/]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]
Avril 22	Désagréable	/	23015	2225	15.6	7.7	150	256	/	0.16	0.856	1.2	12.4
Mai 22	Désagréable	/	21256	1947	20.4	7.78	296.6	240	/	0.10	0.008	2.2	7.4
Juin 22	Désagréable	Gris noirâtre	24680	2060	23.2	7.84	140	260	/	0.19	0.021	1.8	6.4
Juillet 22	Désagréable	Gris noirâtre	23568	2750	25.8	7.72	103	175	/	0.11	1.60	0.9	12
Aout 22	Désagréable	Gris noirâtre	22850	2347	26	7.97	201	162.5	/	0.13	/	/	/
Septembre 22	Désagréable	Gris noirâtre	24438	2280	25.1	7.74	181.5	246.67	/	0.11	/	/	/
Octobre 22	Désagréable	Gris noirâtre	23040	2454	22.6	7.83	278.33	266.67	259	0.44	/	/	/
Novembre 22	Désagréable	Gris noirâtre	23526	2335	18.9	7.93	319.44	317.5	530.5	0.40	/	/	/
Décembre 22	Désagréable	Gris noirâtre	22125	2340	15.4	7.93	329.44	322.5	460	0.13	/	/	/
Janvier 23	Désagréable	Gris noirâtre	22200	2205	11.2	7.89	281.42	470	613.33	0.11	/	10	4.6
Février 23	Désagréable	Gris noirâtre	22200	2405	12.8	7.93	307.76	406	529.50	0.13	0.07	1.9	/
Mars 23	Désagréable	Gris noirâtre	23450	1930	19.5	7.81	316.14	320	573	0.10	/	/	/
Avril 23	Désagréable	Gris noirâtre	20310	2110	20.2	7.82	246.96	271.67	759	0.10	/	/	/

Tableau VI- 7: Résultats d'analyse de l'eau du rejet à la sortie de la STEP de Saida durant la période (Avril 2022 au mois d'Avril 2023)

Paramètres	Odeur	Couleur	Débit	Conductivité	T	PH	MES	DBO ₅	DCO	O ₂	N-NO ₂	N-NO ₃	PO ₄ ⁻³
Mois/unité	[/]	[/]	[M ³ /j]	[μS/cm]	[°C]	[/]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]
Avril 22	Sans	Jaune très clair	22020	2105	15.1	7.86	16	16.33	/	2.10	0.336	2.3	0.08
Mai 22	Sans	Jaune très clair	19567	1877	19.4	7.88	26	18	/	2.75	0.460	0.7	2.2
Juin 22	Sans	Jaune très clair	23078	2020	22.1	7.94	23	24	/	2.68	0.200	0.9	5.6
Juillet 22	Sans	Jaune très clair	22153	2390	24.9	8.02	23	18.8	/	2.60	0.98	0.5	6
Aout 22	Sans	Jaune très clair	21235	2093	25.8	8.22	26	20	/	2.80	/	/	/
Septembre 22	Sans	Jaune très clair	22758	2098	24.1	7.63	25	23.86	/	2.63	/	/	/
Octobre 22	Sans	Jaune très clair	21650	2305	22	7.89	29.5	23.67	27.4	2.50	/	/	/
Novembre 22	Sans	Jaune très clair	22932	2131	17.9	7.97	29	30	61.95	2.2	/	/	/
Décembre 22	Sans	Jaune très clair	20525	1990	14.2	7.97	27	23	55.2	2.43	/	/	/
Janvier 23	Sans	Jaune très clair	21217	2115	9.9	8.04	12	10	51	2.83	0.69	9.5	4.28
Février 23	Sans	Jaune très clair	21217	2050	11.8	8.35	18.88	19.20	44.30	2.62	/	1.4	/
Mars 23	Sans	Jaune très clair	22980	2065	18.6	7.83	24.41	10	50.20	2.10	/	/	/
Avril 23	Sans	Jaune très clair	18710	2060	19.3	7.95	26.63	7.17	31.10	2.25	/	/	/

VI.2.3.1 Présentation des résultats d'analyse :

Les données fournies dans les tableaux (VI-6) et (VI-7) présentent respectivement les résultats d'analyse des eaux de rejet avant et après traitement de la station d'épuration de Saida. Ces données présentent les mesures prises chaque mois, durant la période qui s'étale du mois d'Avril 2022 au mois d'Avril 2023, pour différents paramètres de contrôles tels que l'odeur, la couleur, le débit, la Conductivité, la température, le pH, les MES, DBO₅, DCO, l'oxygène dissous (O₂), les ions nitrites (N-NO₂), nitrates (N-NO₃), et le phosphates (PO₄⁻³).

Une description des différents paramètres est donnée comme suit :

1. Odeur : qualité de l'odeur de l'eau rejetée, décrite qualitativement (désagréable dans tous les cas).
2. Couleur : qualité de la couleur de l'eau rejetée, décrite qualitativement (gris noirâtre dans tous les cas).
3. Débit : volume d'eau rejeté par jour en mètres cubes (m³/j).
4. Conductivité : mesure de la capacité d'un liquide à conduire l'électricité en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
5. T : température de l'eau en degrés Celsius (°C).
6. pH : mesure de la concentration d'ions hydrogène dans l'eau, exprimée sur une échelle de 0 à 14 (pas d'unité).
7. MES (matières en suspension) : quantité de particules en suspension dans l'eau, mesurée en milligrammes par litre (Mg/l).
8. DBO₅ (demande biochimique en oxygène sur 5 jours) : mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour que les micro-organismes dégradent la matière organique dans l'eau, exprimée en Mg/l.
9. DCO (demande chimique en oxygène) : mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques et inorganiques dans l'eau, exprimée en Mg/l.
10. O₂ : mesure de la concentration en oxygène dissous dans l'eau, exprimée en Mg/l.
11. N-NO₂ (nitrites) : quantité de nitrites dans l'eau, exprimée en Mg/l.
12. N-NO₃ (nitrates) : quantité de nitrates dans l'eau, exprimée en Mg/l.
13. PO₄ (phosphates) : quantité de phosphates dans l'eau, exprimée en Mg/l.

Ces paramètres sont considérés pour caractériser la qualité de l'eau rejetée avant et après traitement de la STEP, de vérifier que les normes locales et nationales s'ils sont respectées et d'évaluer le pouvoir d'épuration de la station.

VI.2.3.2 Analyse de statistique descriptive :

Les résultats de la statistique descriptive de l'ensemble des données de l'analyse physico-chimique des eaux de rejets urbains de la ville de Saida, incluant les rejets domestiques, scolaires, administratifs et hospitaliers, sont donnée dans les tableaux ci-après. Le tableau 99999 comporte les résultats de la statistique descriptive des analyses avant traitement, En revanche, les statistiques descriptives des résultats d'analyse après traitement par la station de Saida sont illustrées dans le tableau 44444.

VI.2.3.2.1 Analyse des données de la statistique descriptive de l'analyse physico-chimique de l'eau de rejet urbain brut de la ville de Saida

L'analyse les résultats du tableau (VI-8) comportant les données de la statistique descriptive de l'analyse physico-chimique de l'eau de rejet urbain brut de la ville de Saida, relève que les valeurs de chaque paramètre ont une gamme assez large, allant du minimum au maximum. Les moyennes et les écarts types pour chaque paramètre fournissent une idée de la mesure dans laquelle les valeurs sont dispersées par rapport à la moyenne. Ainsi, on constate que :

Les valeurs du débit varient entre 20310 et 24680 m³/jour avec une moyenne de 22819,85 m³/jour et un écart-type de 1 211,67 m³/jour. Cela indique une distribution relativement concentrée autour de la moyenne, avec des variations temporelles modérées du débit au cours de la période de contrôle qui s'étale du mois d'Avril 2022 au mois d'Avril 2023.

Pour la conductivité, les valeurs varient entre 1 930 et 2 750 µS/cm avec une moyenne de 2 260,62 µS/cm et un écart-type de 222,18 µS/cm. La distribution est plutôt concentrée autour de la moyenne, indiquant des variations modérées de la conductivité.

Les valeurs de la Température varient entre 11,2 et 26°C avec une moyenne de 19,75°C et un écart-type de 4,86°C. La distribution est plus dispersée autour de la moyenne, révélant des variations significatives de la température au cours de la période de mesure.

Quant au pH, ses valeurs varient entre 7,7 et 7,97 avec une moyenne de 7,84 et un écart-type de 0,09, indiquant dans ce cas une distribution très concentrée autour de la moyenne.

Pour les matières en suspension (MES), l'étendue des valeurs minimal et maximal qui est de 226,44 Mg/l s'avère élevée et l'écart-type de 77,93 Mg/l indiquant des variations importantes de la concentration en MES.

Les valeurs de mesures de la DBO5 se caractérisent par un écart-type de 84,23 Mg/l et une étendue de 307,5 Mg/l. Ce qui suggère que la DBO5 varie de façon notable.

Avec un écart-type de 152,5 Mg/l et une étendue de 500 Mg/l, la DCO varie beaucoup sur la période étudiée.

Les indicateurs statistiques des nutriments azotés (nitrites, nitrates) sont relativement élevés indiquant des variations significatives au cours du temps.

Enfin, pour les phosphates, les valeurs de l'écart-type et de l'étendue sont respectivement égales à 3,47 Mg/l et 7,8 Mg/l. Ceci indique que les concentrations en phosphates varient de manière notable.

En somme, ce sont principalement la température, les concentrations en MES, en matière organique (DBO5 et DCO) et en nutriments qui ont montré les variations les plus importantes au cours de la période de contrôle étudiée, révélant une certaine dynamique de ces paramètres dans les eaux réceptrices.

En Somme l'analyse de la statistique descriptive laisse observer que globalement des distributions plus ou moins concentrées autour des moyennes selon les paramètres, révélant des variations plus ou moins importantes au cours de la période de contrôle d'Avril 2022 à Avril 2023. Certains paramètres comme le débit, la conductivité et le pH varient de manière modérée tandis que d'autres comme la température, les MES et les nutriments varient de manière plus significative.

Les variations constatées peuvent être expliquées par :

1. Variations saisonnières : la température et les apports en nutriments et matières organiques peuvent varier selon les saisons, avec des maxima en été et des minima en hiver par exemple.
2. Variations des débits : des débits plus élevés, par exemple lors d'épisodes pluvieux, peuvent entraîner une dilution des polluants et donc des concentrations plus faibles. Inversement, des débits plus faibles concentreront davantage les polluants.
3. Variations des apports en polluants : les rejets d'eaux usées de la ville peuvent varier dans le temps en fonction de l'activité humaine. Par exemple, plus de lessives en été, davantage de restauration le week-end, etc. Cela influencera la qualité des rejets.
4. Erreurs analytiques : les méthodes d'analyse peuvent comporter une marge d'erreur qui explique en partie les variations observées.

5. Autres facteurs : événements exceptionnels comme des déversements accidentels, travaux sur le réseau, modification du traitement des eaux usées, etc.
6. En somme, les variations des paramètres physico-chimiques des eaux usées résultent probablement d'une combinaison de facteurs saisonniers, hydrauliques, d'origines humaines et analytiques. Une étude plus approfondie serait nécessaire pour identifier l'importance relative de chacun de ces facteurs dans le cas présent.

Par ailleurs, l'interprétation du point de vue chimique laisse dégager les remarques suivantes :

1. Le débit d'eau rejeté est très élevé, entre 20 000 et 24 000 m³/jour en moyenne.
2. La conductivité et la température de l'eau sont élevées, indiquant une forte concentration en sels minéraux dissous et une eau chaude.
3. Le pH est légèrement basique, autour de 7,8 en moyenne.
4. La concentration en matières en suspension (MES) est importante, jusqu'à 329 Mg/l. Cela indique une pollution particulaire.
5. Les concentrations en DBO₅ et DCO sont également élevées, dépassant largement les normes de rejet. Cela traduit une forte pollution organique.
6. Interprétation chimique :
7. La concentration en oxygène dissous est faible, autour de 0,17 Mg/l. L'eau est donc pauvre en oxygène.

Les concentrations en nitrites, nitrates et phosphates sont variables mais élevées par rapport aux normes, révélant une pollution par les nutriments azotés et phosphorés.

En conclusion, les résultats montrent que les eaux usées brutes rejetées par la ville de Saida sont fortement polluées, tant par la pollution particulaire (MES), que par la pollution organique (DBO, DCO) et par les nutriments (azote, phosphore). Un traitement efficace de ces eaux est nécessaire avant rejet dans le milieu naturel.

Tableau VI- 8: Résultats de la statistique descriptive des données l'analyse physico-chimique de l'eau du rejet à l'entrée de la STEP de Saida

Paramètre	Débit	Conductivité	T	pH	MES	DBO ₅	DCO	O ₂	N-NO ₂	N-NO ₃	PO ₄ ⁻³
Unités	[M ³ /j]	[μS/cm]	[°C]	[/]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]
Nombre d'éléments	13	13	13	13	13	13	7	13	5	6	5
Le maximum	24680	2750	26	7,97	329,44	470	759	0,44	1,6	10	12,4
Le minimum	20310	1930	11,2	7,7	103	162,5	259	0,1	0,008	0,9	4,6
L'étendu	4370	820	14,8	0,27	226,44	307,5	500	0,34	1,592	9,1	7,8
La moyenne	22819,85	2260,62	19,75	7,84	242,43	285,73	532,05	0,17	0,51	3,00	8,56
Le mode	22200	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ecart type	1211,67	222,18	4,86	0,09	77,93	84,23	152,50	0,11	0,71	3,46	3,47
Variance	1468142,47	49364,09	23,61	0,01	6072,60	7093,89	23257,68	0,01	0,50	11,99	12,07

Tableau VI- 9: Résultats de la statistique descriptive des données l'analyse physico-chimique de l'eau du rejet à la sortie de la STEP de Saida

Paramètre	Débit	Conductivité	T	pH	MES	DBO ₅	DCO	O ₂	N-NO ₂	N-NO ₃	PO ₄ ⁻³
Unités	[M ³ /j]	[μs/cm]	[°C]	[/]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]	[Mg/l]
Nombre d'éléments	13	13	13	13	13	13	7	13	5	6	5
Le maximum	23078	2390	25,8	8,35	29,5	30	61,95	2,83	0,98	9,5	6
Le minimum	18710	1877	9,9	7,63	12	7,17	27,4	2,1	0,2	0,5	0,08
L'étendu	4368	513	15,9	0,72	17,5	22,83	34,55	0,73	0,78	9	5,92
La moyenne	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69	21541,69
Le mode	21217	/	/	7,97	26	10	/	2,1	/	/	/
Ecart type	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11	1345,11
Variance	1809333,4	16745,24	24,99	0,031	26,18	43,16	158,74	0,068	0,095	12,01	6,14

VI.2.3.2.2 Analyse des données de la statistique descriptive de l'analyse physico-chimique de l'eau de rejet urbain après traitement de la STEP de Saida.

La statistique descriptive de l'analyse physico-chimique de l'eau de rejet urbain après traitement par la station d'épuration de Saida est donnée dans le tableau VI-9). Les données du tableau révèle que l'étendue (différence entre les valeurs maximales et minimales) pour chaque paramètre est assez faible, ce qui indique une régularité des valeurs mesurées. La distribution des valeurs, de mesure après traitement, est globalement concentrée autour des moyennes, indiquant des variations modérées à faibles de la plupart des paramètres sur la période étudiée (le Débit, la Conductivité, le pH, les MES, la DBO5). Les nitrates et les phosphates exhibent des distributions mondées. Seule la température montre une distribution plus dispersée. Ainsi, on relève que :

1. Les valeurs du débit varient entre 18 710 et 23 078 m³/jour avec une moyenne de 21 541 m³/jour et un écart-type de 1 345 m³/jour. La distribution est plutôt concentrée autour de la moyenne, indiquant des variations modérées du débit.
2. Pour la conductivité, les valeurs varient entre 1 877 et 2 390 µS/cm avec une moyenne de 2 152 µS/cm et un écart-type de 167 µS/cm. La distribution est concentrée autour de la moyenne, avec peu de variation de la conductivité.
3. Quant aux pH, les valeurs varient entre 7,63 et 8,35 avec une moyenne de 7,97 et un écart-type de 0,26. La distribution est assez concentrée, indiquant peu de variation du pH.
4. Pour les MES : l'écart-type de 13,45 Mg/l et l'étendue de 17,5 Mg/l indiquent peu de variation de MES après traitement.
5. Les valeurs de la DBO5 montrent un écart-type de 13,45 Mg/l et une étendue de 22,83 Mg/l, ce qui suggère que la DBO5 varie peu après traitement.

Cependant les autres paramètres se comportent différemment. Ainsi :

6. Les nitrates : l'étendue de 9 Mg/l indique des variations modérées à fortes des concentrations en nitrates.
7. Les phosphates : l'étendue de 5,92 Mg/l révèle des variations modérées à fortes des phosphates.
8. Les valeurs de température varient entre 9,9 et 25,8°C avec une moyenne de 21,5°C et un écart-type de 13,4°C. La distribution est plus dispersée, révélant des variations modérées à fortes.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer les variations observées après traitement.

Pour les paramètres présentant peu de variation :

- Le pH : le traitement par neutralisation et/ou boues activées permet de bien stabiliser le pH de l'effluent.
- Les MES et la DBO5 : le traitement primaire (décantation) et le traitement biologique (boues activées) permettent d'éliminer efficacement et de manière stable la pollution particulaire et organique.
- La conductivité : ce paramètre n'est pas directement ciblé par le traitement, d'où sa faible variation.

Pour les paramètres présentant des variations modérées à fortes :

- La température : ce paramètre n'est que peu ou pas impacté par le traitement. Sa variation dépend surtout des conditions climatiques.
- Les nutriments : le traitement biologique par boues activées permet d'éliminer une partie des nutriments mais de manière moins efficace d'où des variations plus importantes.

En conclusion, les faibles variations observées pour certains paramètres témoignent de l'efficacité du traitement mis en place par la station d'épuration, en particulier pour éliminer la pollution particulaire et organique. Les variations plus fortes pour d'autres paramètres comme la température et les nutriments révèlent une moins bonne maîtrise de ces polluants par le traitement.

VI.2.3.3 Analyse des variations temporelles de chaque paramètre :

La variation temporelle des résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet avant et après traitement par la station d'épuration de Saida a été examinée sur une période de 12 mois, d'avril 2022 à avril 2023. Les données collectées pour différents paramètres de contrôle, tels que l'odeur, la couleur, le débit, la conductivité, la température, le pH, les MES, DBO5, DCO, l'oxygène dissous, les ions nitrites (N-NO_2), nitrates (N-NO_3) et phosphates (PO_4^{3-}), sont présentées dans des figures séparées. La présentation des résultats de ces analyses sous forme de graphiques peut être très utile pour une évaluation rapide de l'évolution des paramètres au fil des mois et éventuellement pour des comparaisons. Cette présentation nous aide à identifier rapidement les tendances et les changements et à déterminer si les objectifs de qualité de l'eau sont atteints ou non.

En outre, une analyse de tendance peut être effectuée sur les résultats collectés pour chaque paramètre, afin de déterminer s'il y a une progression ou une régression et de prévoir les niveaux futurs. Les résultats de cet examen peuvent être utilisés pour des fins de recherche et des prises de

décisions pour améliorer la qualité de l'eau après épuration et éviter la pollution pour le bien-être des populations et de l'environnement dans la région de Saida.

Les figures des variations temporelles du débit, de la conductivité, de la température, du pH, de la MES, de la DBO5, de la DCO, de l'oxygène dissous, des ions nitrites (N-NO₂), nitrates (N-NO₃) et du phosphates (PO₄⁻³), sont données ci-après :

L'analyse des variations de l'ensemble des paramètres dégage les remarques suivantes :

1. L'odeur désagréable du rejet entrant reste globalement constante tout au long de la période. Les eaux après traitement (sortantes) sont sans odeur à chaque mesure, montrant l'efficacité continue de procédé de l'épuration.
2. La couleur grise à noirâtre du rejet brut (entrant) varie peu au cours du temps. Les eaux après traitement sont (sortantes) sont de couleur jaune clair constamment, témoignant d'une épuration stable de la pollution colorée.
3. Le débit du rejet entrant fluctue selon les mois mais sans tendance claire, autour de 23000 m³/j en moyenne. Le débit, des eaux après traitement sont (sortantes), suit les mêmes variations. La STEP ne modifie pas significativement le débit.
4. La conductivité du rejet entrant varie de 1930 à 2750 µS/cm, sans tendance claire mais avec des fluctuations autour de 2250 µS/cm en moyenne. En revanche, la conductivité des eaux après traitement (sortantes) varie de 1990 à 2405 µS/cm, avec une légère augmentation globale, probablement due à la concentration des sels dissous après élimination de la matière organique
5. La température du rejet entrant varie de 11,2°C à 26°C, suivant les variations saisonnières normales. Pour les valeurs correspondantes au des eaux après traitement (sortantes), la température varie de 9,9°C à 25,8°C, de manière similaire au rejet entrant. La STEP n'a pas d'impact significatif sur ce paramètre.
6. Quant à la variation du pH, les valeurs du pH l'eau entrante varient de 7,7 à 7,97, avec des fluctuations autour de 7,8 en moyenne. Quant à l'eau épurée, les valeurs du pH varient de 7,86 à 8,35, avec une tendance à l'augmentation globale, traduisant probablement l'optimisation des conditions par la STEP.
7. Pour ce qui des matières en suspension (MES), leurs variations dans l'eau brute est significative et fluctuent entre de 103 à 329 Mg/l, témoignant d'une pollution constante au cours du temps. En revanche, dans l'eau épurée, les MES varient de 12 à 29,5 Mg/l, avec une réduction importante et régulière, montrant l'efficacité continue de la décantation et de la filtration par la STEP.
8. Les autres paramètres (DBO5, DCO, nutriments...) montrent globalement les mêmes tendances au fil du temps :

- Des valeurs relativement stables dans le l'eau entrante, témoignant d'une pollution constante
- Une nette amélioration dans l'eau sortante, avec une réduction importante et régulière de la pollution grâce au traitement par la STEP

VI.2.3.4 Qualification des eaux épurées par rapport aux normes internationales et de la réglementation Algérienne.

Il existe des normes nationales et internationales qui fixent les valeurs limites des paramètres physico-chimiques des eaux épurées par une station d'épuration. Les principales internationales sont les normes européennes : La directive européenne 91/271 fixe les valeurs limites pour l'oxygène dissous, la DBO5, la DCO, les MES, l'azote total, le phosphore total et le pH.

La directive européenne 91/271 pour une eau épurée rejetée dans un milieu sensible indique pour les principaux paramètres physico-chimiques les valeurs suivantes :

Tableau VI- 10: Normes selon la Directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires(Anonyme_CEE_91/217, 1991)

Paramètres	Unité	Normes
pH	[/]	6,5 et 8,5
DBO5	Mg/l	< 25
DCO	Mg/l	< 125
MES	Mg/l	< 35
O2 dissous	Mg/l	> 5
Azote total (NTK)	Mg/l	< 15
Phosphore total (PT)	Mg/l	< 2

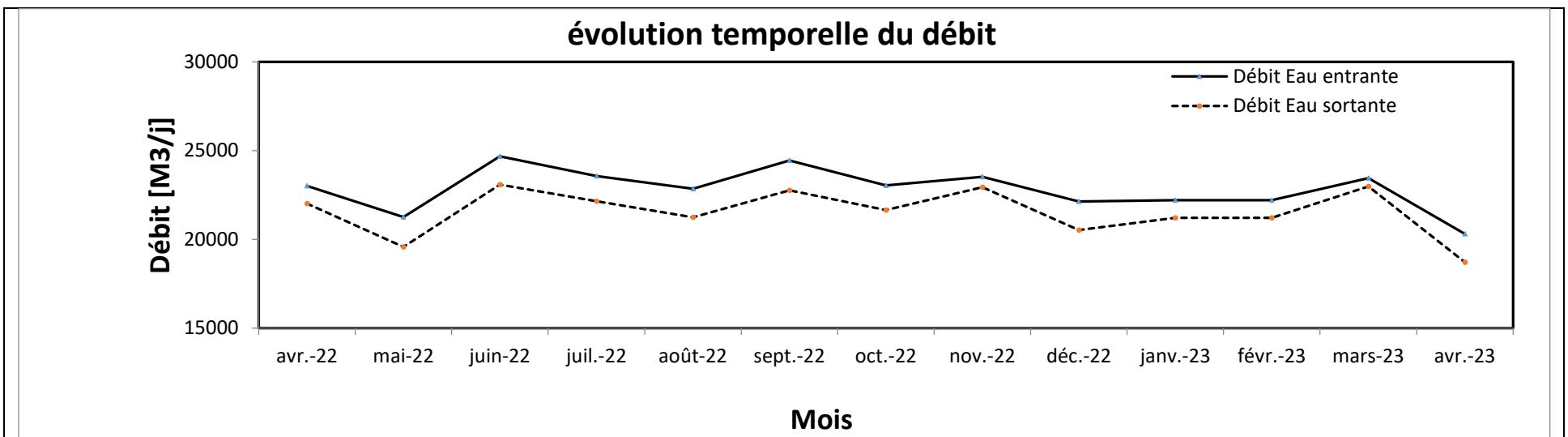


Figure VI- 10 : évolution temporelle du Débit

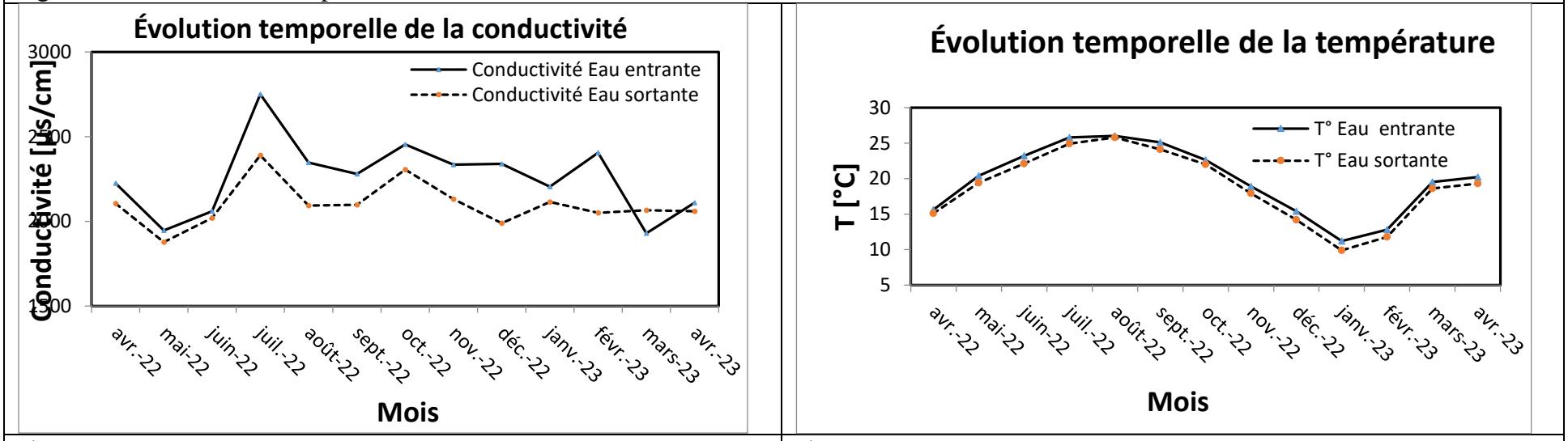


Figure VI- 11 : évolution temporelle de la Conductivité

Figure VI- 12 : évolution temporelle de la température

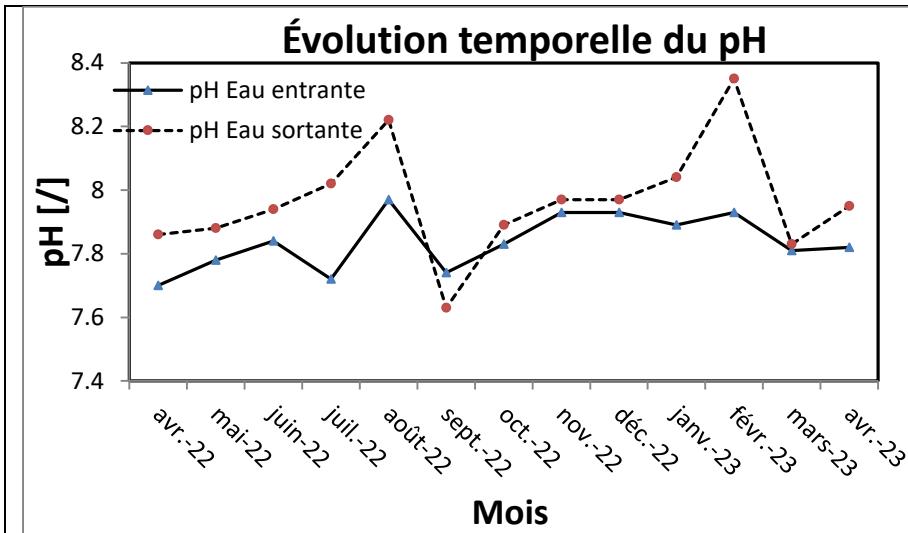


Figure VI- 13 : évolution temporelle du pH

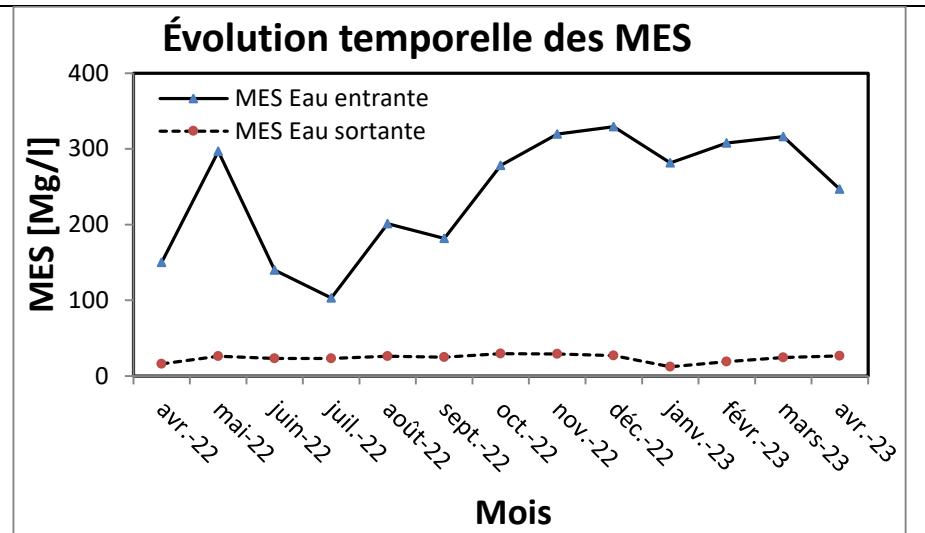


Figure VI- 14 : évolution temporelle des MES

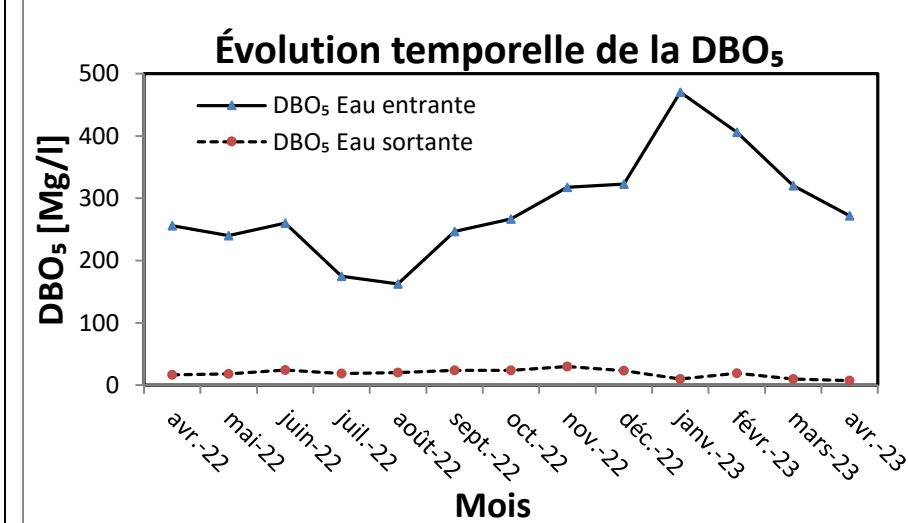


Figure VI- 15 : évolution temporelle de la DBO5

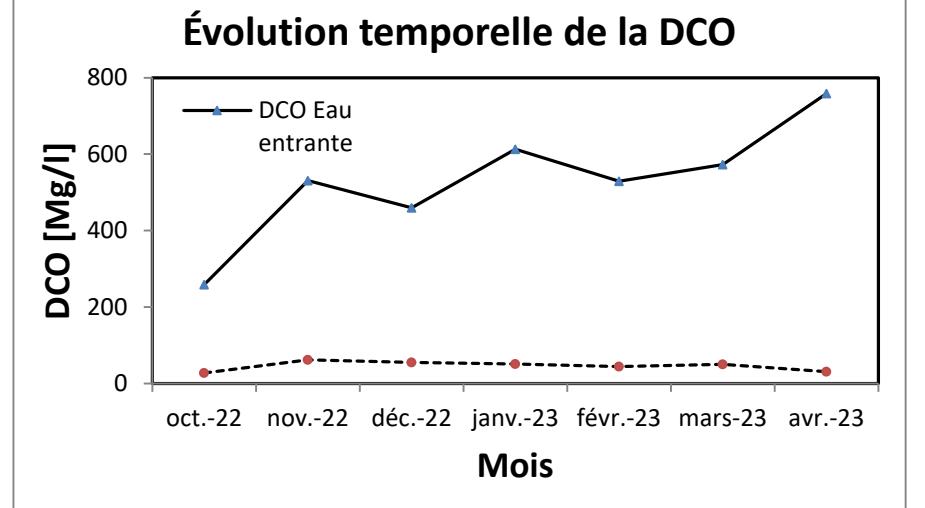


Figure VI- 16 : évolution temporelle de la DCO

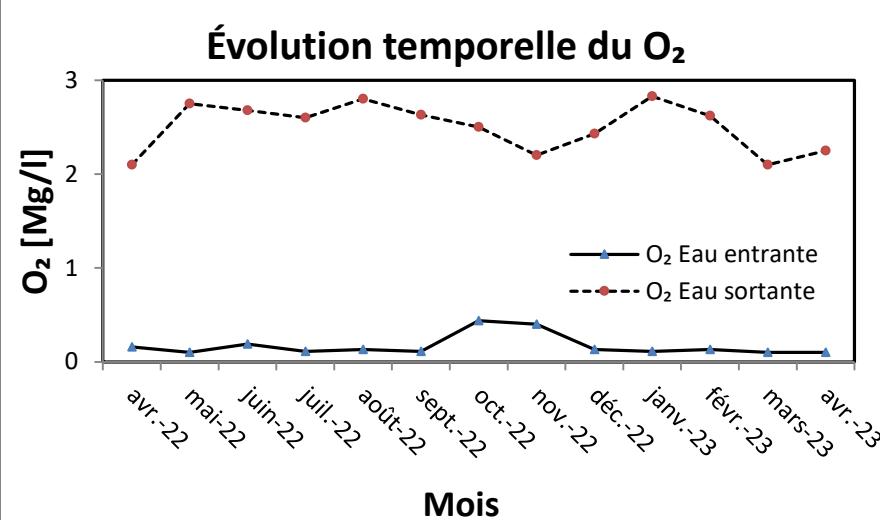


Figure VI- 17 : évolution temporelle de l'O₂

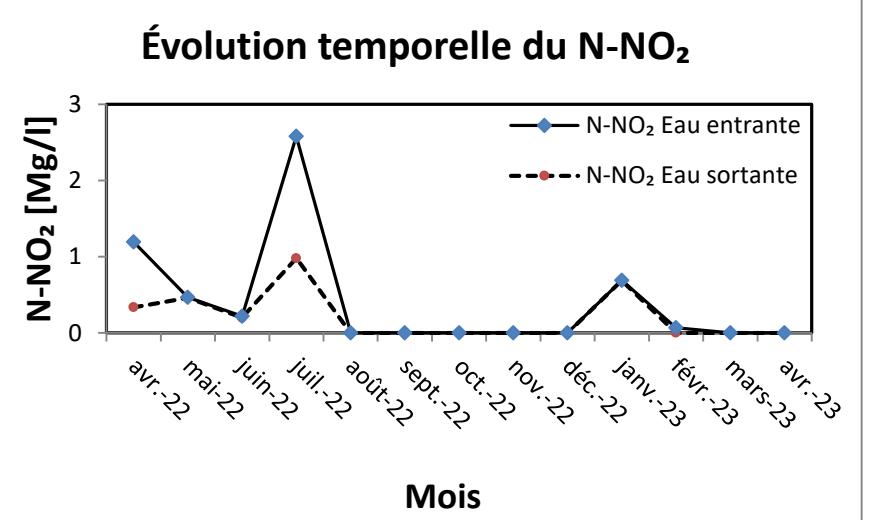


Figure VI- 18 : évolution temporelle du N-NO₂

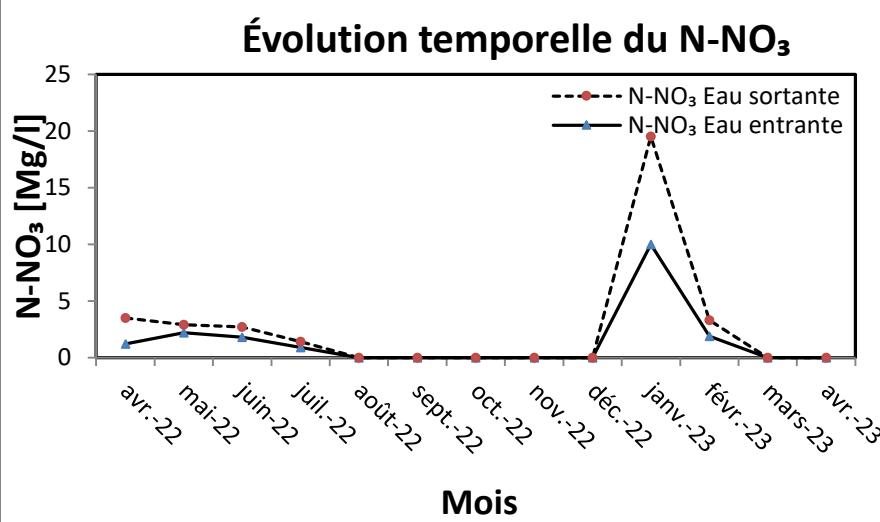


Figure VI- 19 : évolution temporelle du N-NO₃

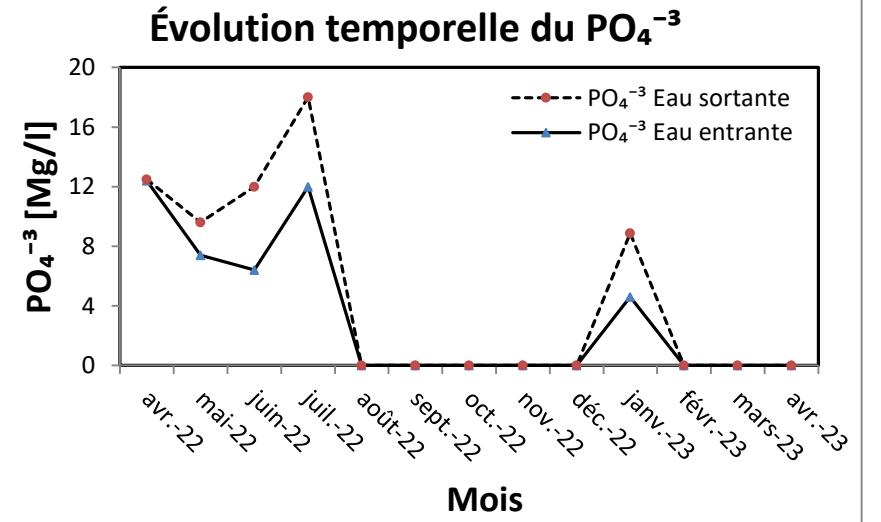


Figure VI- 20 : évolution temporelle du PO₄⁻³

Quant aux normes nationales, on rappelle

1. Les dispositions de la loi n°05-12 du 04 Août 2005, relative à l'eau, qui a institué la concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ([Anonyme_05-12, 2005](#));
2. Le décret n°07-149 du 20 mai 2007 fixe les modalités de concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent , ([Anonyme_07-149, 2010](#)).
3. Les arrêtés interministériels du 02 janvier 2012 qui prennent en application les dispositions de l'article 2 du décret exécutif n°07-149, publiés en Janvier 2012 par le ministère des ressources en eau.

Ces arrêtés fixent :

1. Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation et notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques
2. La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.
3. La norme Algérienne N°17683 « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR ;

De ce qui se précède, on regroupe les normes nationales des principaux paramètres dans le tableau suivant :

Tableau VI- 11: Valeurs limites selon la réglementation nationale

Paramètres	Unité	Normes
pH	[/]	6,5 et 8,5
DBO5	Mg/l	<30
DCO	Mg/l	<90
MES	Mg/l	< 30
O ₂ dissous	Mg/l	> 5
N-NO ₂	Mg/l	<1
N-NO ₃	Mg/l	<50
PO ₄ ³⁻	Mg/l	< 1

Ces normes fixent donc des seuils maximums à ne pas dépasser pour les principaux paramètres physico-chimiques, afin de garantir un rejet de bonne qualité dans le milieu récepteur et de limiter son impact. Le respect de ces valeurs limites réglementaires permet d'évaluer l'efficacité épuratoire d'une station d'épuration.

L'analyse qualificative basée sur la comparaison des résultats des analyses physico-chimiques des eaux après traitement par la STEP de Saida, fait ressortir les remarques suivantes :

1. Le pH varie de 7,86 à 8,35 dans les sortantes. Ces valeurs restent dans la fourchette recommandée de 6,5 à 8,5.
2. Les MES sont fortement réduites mais dépassent parfois la norme. Ainsi, on constate que les valeurs de MES passent de 242.43Mg/l en moyenne dans les eaux brutes (rejet entrant) à 23,57Mg/l dans le rejet sortant. Toutefois en octobre 2022 et pour des raisons qui peuvent être expliquées par diverses raisons (présence de charge solide qui accompagne les intempéries de l'automne, et dysfonctionnement de la STEP), les MES atteignent 29.5Mg/l dans les eaux sortantes, frôlant ainsi la valeur de la norme nationale qui est de 30 Mg/l.
3. La DBO5 et la DCO sont significativement abaissées mais restent parfois supérieures aux normes. Ainsi, la DBO5 passe de 285,73Mg/l en moyenne à seulement 18,77 Mg/l après traitement. Mais en décembre 2022, la DBO5 atteint 30Mg/l dans le rejet sortant, contre 317,5Mg/l dans les eaux brutes (rejet entrant), se rapprochant tout juste à la norme nationale de 30 Mg/l.
4. Pour le taux d'oxygène dissous, les valeurs indiquent que ce taux reste insuffisant, même après épuration. Les valeurs de l'oxygène dissous varient de 2,1 à 2,81Mg/l dans les eaux sortantes, et restent inférieures à la norme requise qui est de 5 Mg/l.
5. Les nutriments sont conformes aux normes dans les eaux traitées. Les nitrates varient de 0,2 à 0,98Mg/l dans les eaux sortantes, contre une norme de 1Mg/l.
6. Quant aux valeurs des phosphates, leurs valeurs sont relativement réduites par le processus d'épuration et passent de 8,56 en moyenne à 3,63 Mg/l. Toutefois, avec des valeurs qui varient de 0,08 à 6 Mg/l, dans les eaux traitées, elles restent globalement supérieures à la norme qui est de 1Mg/l.

En conclusion, si le traitement est globalement efficace, des améliorations ciblées sur le traitement tertiaire des nutriments et la maîtrise de certains autres paramètres comme les MES et des phosphates permettraient de respecter pleinement les normes environnementales.

VI.3 Analyse des résidus de la station d'épuration de Saida

VI.3.1 Présentation des résultats

Les résidus de la station d'épuration de Saida sont donnés en mètre cubes et comportent des déchets solide et refus, du Sable et des Huiles et graisses. Elles représentent les déchets obtenus après traitement par La STEP de Saida, des eaux du rejet urbain de la ville de Saida. Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau VI- 12: Résidus de STEP de Saida

Mois / paramètre	Déchets solide et refus [M ³]	Sable [M ³]	Huiles et graisses [M ³]
Avril 2022	4.00	12.00	6.00
Mai 2022	4.00	38.00	6.00
Juin 2022	3.50	9.00	5.00
Juillet 2022	3.20	10.60	4.60
Aout 2022	3.80	14.50	5.20
Septembre 2022	2.80	8.50	3.20
Octobre 2022	2.20	6.00	4.00
Novembre 2022	3.00	7.00	4.50
Décembre 2022	2.50	6.00	4.00
Janvier 2023	3.00	8.00	4.50
Février 2023	3.50	10.00	5.00
Mars 2023	3.50	10.00	5.00
Avril 2023	2.50	7.50	3.50

Le tableau (VI-12) présente les résultats d'analyse des résidus de la Station d'Epuration des Eaux Usées (STEP) de Saida pour la période qui s'étale du mois d'avril 2022 à avril 2023. Les trois paramètres mesurés sont en mètre cube les déchets solides et refus en, le Sable en et les Huiles et graisses.

VI.3.2 Analyse temporelle des paramètres du résidu de La STEP de Saida

L'évolution temporelle des trois des paramètres est présentée dans les figures [22222222](#).

En analysant les variations temporelles, on peut noter une certaine fluctuation des résultats pour chaque paramètre. Ainsi, les valeurs des résidus solides et refus varient entre 2,2 et 4 m³/mois, avec un maximum 4 m³en avril et mai 2022.

Pour le sable, la variation oscille entre 6 et 38 m³/mois, avec un maximum en mai 2022 à 38 m³.

Quant à la variation des Huiles et graisses, la variation est entre 3,2 et 6 m³/mois, avec un maximum 6 m³en (avril et mai 2022).

VI.3.3 Interprétation des résultats :

Les variations et pics des résidus solides et sable peuvent être dus à des événements ponctuels (pluies, travaux) mais globalement la gestion semble maîtrisée.

Quant aux huiles et graisses, les pics révèlent probablement des épisodes de rejets importants d'origine humaine. Cela impacte le rendement épuratoire de la STEP en entravant la dégradation biologique.

L'examen des résultats des déchets et au vu des volumes relativement stables, laisse suggérer que globalement la gestion des boues semble maîtrisée. Cependant, les variations et pics pour certains résidus, surtout les huiles et graisses, indiquent que le processus d'épuration peut être perturbé ponctuellement, entraînant une pollution résiduelle plus élevée.

Des actions pourraient être menées pour lisser les variations et limiter les pics de certains résidus, afin d'assurer un fonctionnement optimal de la STEP en continu.

En conclusion, la gestion globale des résidus semble satisfaisante mais des améliorations ciblées permettraient de diminuer les variations et pics pouvant impacter le rendement épuratoire de la STEP.

Évolution temporelle des Déchets

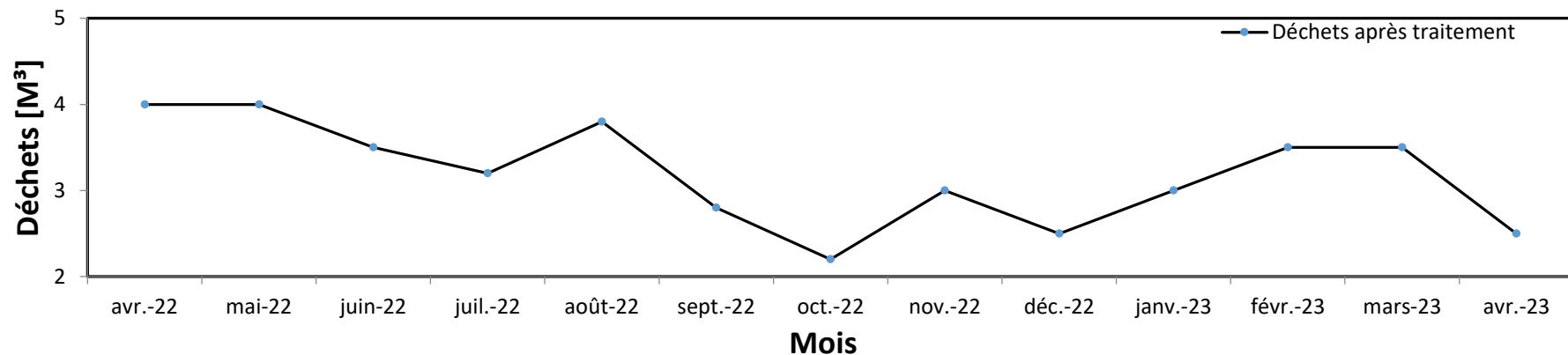


Figure VI- 21 : évolution temporelle des déchets

Évolution temporelle du Sable

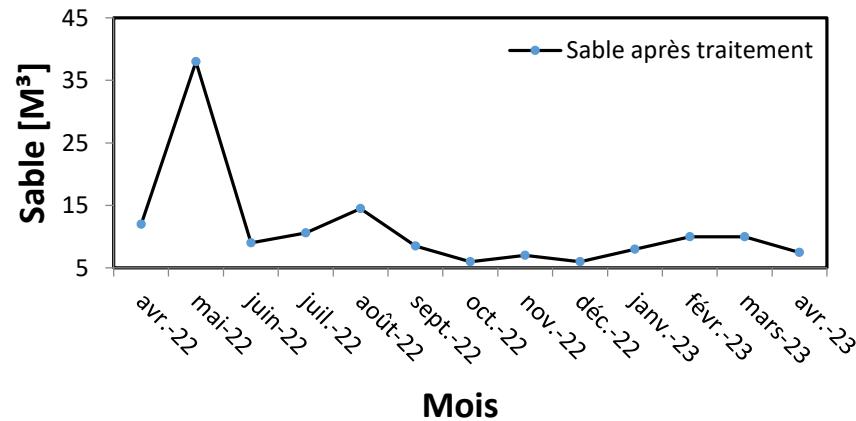


Figure VI- 22 : évolution temporelle du Sable

Évolution temporelle des Huiles

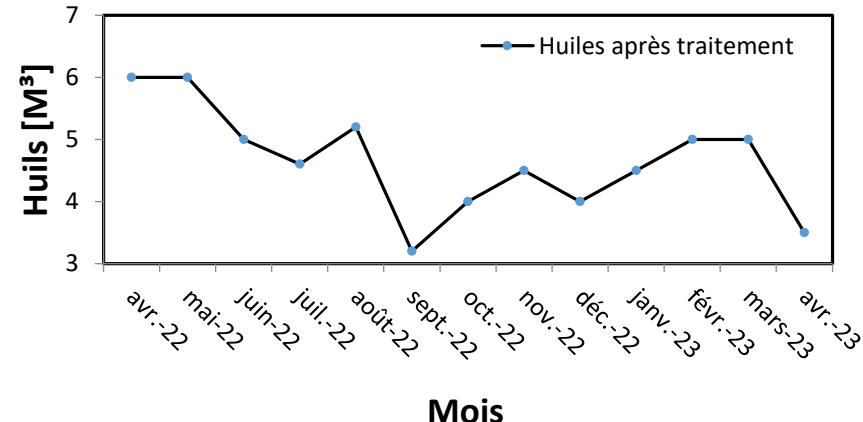


Figure VI- 23 : évolution temporelle des Huiles

VI.4 Evaluation du processus épuratoire des eaux usées de la station d'épuration de Saida

VI.4.1 Evaluation des performances épuratoires

Pour évaluer le processus d'épuration des eaux usées, nous pouvons comparer les niveaux des paramètres courants pour les eaux d'entrée et de sortie, qui sont présentés dans le Tableau V-6 et Tableau V-7. En comparant les valeurs avant et après le traitement, nous pouvons estimer l'efficacité du processus de traitement.

Tout d'abord, nous devons identifier les paramètres couramment utilisés pour évaluer l'efficacité des processus de traitement des eaux usées. Ces paramètres comprennent généralement la demande en matière organique (mesurée sous forme de DBO ou de BOD), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension totales (MES) et le pH.

L'examen des données liées aux processus épuratoire, indique que la station d'épuration de Saida parvient à réduire efficacement la pollution organique et particulaire. Ainsi, la comparaison des valeurs de la DBO5, la DCO et les MES entre l'entrée et la sortie, montre que :

1. La DBO5 exhibe une réduction de 93,4% en moyenne, passant de 285.73Mg/l à 18,77Mg/l
2. La valeur moyenne de la DCO, passant de 532.05Mg/l à 45.88 ; soit une réduction de 91,3% en moyenne Mg/l
3. Pour le MES, la réduction est de 90.2% en moyenne, puisque la valeur moyenne passe de 242.43Mg/l à 23.57Mg/l

Les résultats ainsi obtenus suggèrent une réduction importante de la pollution organique et particulaire, avec des rendements épuratoires égaux en moyenne à 91,6%.

Toutefois, quelques résultats témoignent pour certains mois d'une efficacité épuratoire non constante de la STEP. Ces épisodes ponctuels de pollution résiduelle doivent être optimisés pour respecter en continu les normes de rejet.

VI.4.2 Recommandations pour améliorer le fonctionnement de la STEP

Pour optimiser le fonctionnement de la STEP, la littérature consultée suggère de :

1. Surveiller et ajuster au mieux les différentes étapes du traitement pour éviter les épisodes de dépassement des normes.
2. D'instaurer une politique de maintenance préventive, en Renouvelant régulièrement les équipements et prévoir des systèmes de secours pour garantir la continuité du traitement.
3. De contrôler en continu la qualité de l'effluent, en installant des capteurs en ligne pour détecter toute dégradation de la qualité de l'eau traitée et intervenir rapidement.
4. De surveiller la charge polluante en entrée, en évaluant régulièrement la qualité des eaux usées brutes pour ajuster au mieux les réglages de la STEP et prévenir tout dysfonctionnement.

En conclusion, une politique active de suivi, de maintenance et d'optimisation permettrait d'améliorer le fonctionnement de la STEP et de garantir en permanence des performances épuratoires optimales, conformes aux normes et respectueuses de l'environnement.

VI.5 Conclusion du chapitre

En somme, les différentes analyses réalisées montrent globalement que :

1. La qualité de l'eau potable de l'hôpital Ahmed Medeghri répond aux normes en vigueur, à l'exception du chlore dans certains cas. Une surveillance régulière est nécessaire pour assurer une eau conforme et sans risque.
2. Les eaux de rejet de l'hôpital, notamment au niveau de l'hémodialyse, présentent un niveau de pollution organique et particulaire au-dessus des normes. Un traitement primaire des effluents s'impose avant rejet pour réduire l'impact environnemental.
3. Les eaux usées brutes de la ville de Saida sont polluées de manière variable selon les paramètres.
4. Le traitement par la STEP de Saida est globalement efficace mais montre des variations pour certains polluants comme les nutriments. Les rendements épuratoires de la STEP sont élevés en moyenne mais des épisodes ponctuels de pollution résiduelle doivent être optimisés. Des améliorations ciblées sur le traitement tertiaire et la maîtrise de certains paramètres permettraient de respecter pleinement les normes environnementales.

En conclusion, si la qualité de l'eau potable de l'hôpital semble globalement satisfaisante, une vigilance s'impose. Les eaux de rejet de l'hôpital nécessitent quant à elles un traitement afin de

limiter leur impact. La STEP de Saida réalise un traitement efficace mais perfectible pour respecter en continu les normes de rejet. Des efforts doivent être poursuivis pour optimiser le processus épuratoire.

Conclusion générale :

L'étude que nous avons mené dans le cadre de la présentation de notre mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Master en hydraulique spécialité hydraulique urbaine est intitulée Catégorisation, Traitements, Projet de proposition d'une assise d'une réglementation adaptée.

L'étude propose des pistes concrètes pour une meilleure régulation des eaux de soins en Algérie, qui ne pourra se faire sans une implication forte de l'ensemble des acteurs concernés.

Le premier chapitre traite de la catégorisation des eaux dans les établissements de santé. Il identifie les différentes sources d'eau dans les établissements de santé, telles que l'eau potable, l'eau de refroidissement, l'eau de lavage, l'eau de rinçage, l'eau de traitement, l'eau de rejet, etc. Il souligne également l'importance de la catégorisation des eaux pour une gestion efficace et responsable de l'eau dans les établissements de santé.

Le deuxième chapitre aborde les méthodes de traitement des eaux dans les établissements de santé. Il présente les différentes techniques de traitement de l'eau, telles que la filtration, la désinfection, la stérilisation, etc. Il souligne également l'importance de la formation du personnel pour une utilisation efficace et responsable des équipements de traitement de l'eau.

Le troisième chapitre souligne l'importance de comprendre la qualité de l'eau dans le but de protéger l'environnement et la santé publique. Il présente les différentes méthodes et procédés d'analyse des eaux dans les établissements de santé, tels que l'analyse physico-chimique, l'analyse microbiologique, etc. Il souligne également l'importance de la surveillance régulière de la qualité de l'eau pour garantir la sécurité sanitaire des patients et du personnel.

Le quatrième chapitre aborde l'état de la réglementation internationale et algérienne en matière d'eau dans les établissements de santé. Il souligne les lacunes de la réglementation actuelle en Algérie, qui se focalise principalement sur l'eau potable mais aborde peu les eaux de soins. Il présente également les meilleures pratiques internationales issues des recommandations de l'OMS, adaptées au contexte algérien.

Le cinquième chapitre propose une réglementation adaptée pour une gestion durable et responsable de l'eau dans les établissements de santé en Algérie. Cette proposition de projet de réglementation vise à combler le manque de réglementation actuelle en Algérie concernant les eaux de soins. Elle définit ses domaines d'application, les objectifs de qualité et d'hygiène visés, les principaux concepts et définitions clés ainsi que les normes techniques à respecter. Elle intègre également des dispositions concernant le contrôle, la surveillance et les potentielles sanctions en cas de non-

conformité. L'élaboration de ce texte s'est inspirée des meilleures pratiques internationales issues des recommandations de l'OMS, adaptées au contexte algérien.

Le dernier chapitre présente les résultats d'analyse de eaux de consommation humaine et celles des rejets au niveau de l'hôpital Ahmed Medeghri et aussi les résultats d'analyse des eaux entrantes et sortantes de la STEP de Saida. Les résultats de l'étude révèlent que la qualité de l'eau potable de l'hôpital Ahmed Medeghri est conforme aux normes en vigueur, à l'exception de la teneur en chlore qui est parfois trop élevée. En ce qui concerne les eaux de rejet de l'hôpital, en particulier celles utilisées pour l'hémodialyse, elles présentent un niveau de pollution organique et de particules supérieur aux normes. Les eaux usées brutes de la ville de Saida montrent une pollution variable selon les paramètres mesurés. Bien que le traitement effectué par la station d'épuration de Saida soit globalement efficace, certaines variations sont observées pour certains polluants tels que les nutriments. Les rendements épuratoires de la station d'épuration sont en moyenne élevés, mais des épisodes ponctuels de pollution résiduelle doivent être améliorés. Des améliorations ciblées sur le traitement tertiaire et la maîtrise de certains paramètres pourraient permettre de respecter pleinement les normes environnementales.

La conclusion principale de l'analyse expérimentale suggère que bien que la qualité de l'eau potable de l'hôpital semble satisfaisante dans l'ensemble, il convient de rester vigilant. Les eaux de rejet de l'hôpital doivent faire l'objet d'un traitement afin de limiter leur impact. La station d'épuration de Saida réalise un traitement efficace mais doit être améliorée pour répondre en permanence aux normes de rejet. Des efforts doivent donc être poursuivis pour optimiser le processus d'épuration.

En conclusion, l'étude souligne l'importance d'établir une réglementation adéquate des eaux destinées aux soins dans les établissements de santé en Algérie pour améliorer la sécurité sanitaire des patients et du personnel. Cependant, la mise en œuvre effective d'une telle réglementation reste un défi, requérant des moyens conséquents en termes d'analyse, de contrôle et de formation du personnel. Elle nécessitera également une volonté politique claire pour aboutir à des changements substantiels.

Cette conclusion se termine par des perspectives. Ainsi, afin d'évaluer rigoureusement les pratiques actuelles de gestion de l'eau dans les hôpitaux algériens, un programme de recherche et d'action peut être envisagé. Ce programme consiste à :

1. Réaliser un état des lieux complet des infrastructures, des équipements et des stratégies de gestion de l'eau mises en place.
2. Analyser de manière approfondie la qualité globale de l'eau dans différents établissements de santé.
3. Identifier les principaux défis et recommander des solutions techniques et managériales adaptées au contexte algérien.
4. Proposer un système de gestion intégré de l'eau répondant aux besoins des hôpitaux algériens.

Ce programme de recherche permettrait d'améliorer significativement la gestion de l'eau dans les établissements de santé algériens.

Références bibliographiques :

1. Agire. 2018. "Gestion Intégrée Des Ressources En Eau." Eau-Le Mag, 1–27.
2. Anonyme_01-19. 2001. Loi N° 01-19 Du 12 Décembre 2001 Relative à La Gestion, Au Contrôle et à l'élimination Des Déchets / JO N° 77 Du 15 Décembre 2001. Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
3. Anonyme_03-10. 2003. Loi N° 03-10 Du 19 Juillet 2003, Relative à La Protection de l'Environnement Dans Le Cadre Du Développement Durable/ JO N° 43 Du 20 Juillet 2003. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
4. Anonyme_04-20. 2004. Loi N° 04-20 Relative à La Prévention Des Risques Majeurs et à La Gestion Des Catastrophes Dans Le Cadre Du Développement Durable / Jo No 84 Du 29 Décembre 2004. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
5. Anonyme_05-12. 2005. Loi No 05-12 Du 4 Aout 2005, Modifiée et Complétée, Relative Aux Eaux /JO No 60, 4-09- 2005,. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
6. Anonyme_05-12. Loi no 05-12 du 4 Aout 2005, modifiée et complétée, relative aux eaux /JO no 60, 4-09- 2005., , Pub. L. No. Loi no 05-12 du 4 Aout 2005, 3 (2005).
7. Anonyme_06-141. 2006. Décret Exécutif N° 06-141 Du 19 Avril 2006 Définissant Les Valeurs Limites Des Rejets / JO No 26 Du 23 Avril 2006. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
8. Anonyme_07-149. Décret exécutif n° 07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.tions préliminaires / Jo n° 35 du 23 mai 2007. , Pub. L. No. 07-149, 5 (2010).
9. Anonyme_09-414. 2009. Décret Exécutif N° 09-414 Fixant La Nature, La Périodicité et Les Méthodes d'analyse de l'eau de Consommation Humaine. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
10. Anonyme_09-414. Décret exécutif n° 09-414 Fixant la nature, la périodicité et les méthodes d'analyse de l'eau de consommation humaine. , Pub. L. No. Décret-no-09-414(15/12/2009), 10 (2009).
11. Anonyme_10-23. 2010. Décret Exécutif No 10-23 Du 12 Janvier 2010 Fixant Les Caractéristiques Techniques Des Systèmes d'épuration Des Eaux Usées / JO N° 4 Du 17 Janvier 2010. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
12. Anonyme_11-125. 2011. Décret Exécutif N° 11-125 Du 22 Mars 2011 Relatif à La Qualité de l'eau de Consommation Humaine / JO No 18 Du 23 Mars 2011. Vol. 18. Gouvernement Algerien.

13. Anonyme_14-96. 2014. Décret Exécutif N°14-96 Du 4 Mars 2014 Modifiant et Complétant Le Décret Exécutif N° 11-125 Du 22 Mars 2011 Relatif à La Qualité de l'eau de Consommation Humaine / JO N° 13 Du 9 Mars 2014. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
14. Anonyme_93-160. 1993. Décret Executif No 93-160 Réglementant Les Rejets d'effluents Liquides Industriels / JO N°46 Du 14 Juillet 1993. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
15. Anonyme_CEE_91/217. Directive n° 91/271 du 21/05/91 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. , Pub. L. No. 91/271, 17 (1991).
16. Anonyme_décret_10-23. 2021. Décret Exécutif No 10-23 Du 12 Janvier 2010 Fixant Les Caractéristiques Techniques Des Systèmes d'épuration Des Eaux Usées. J.O N° 4 Du 17 Janvier 2010. Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
17. Anonyme_Loi_18-11. 2018. Loi N° 18-11 Du 2 Juillet 2018 Relative à La Santé. JO N° 46 Du 29 Juillet 2018. Algeria: Secrétariat générale du gouvernement Algérien.
18. Arsac, S. (2010). Les catégories d' eau dans les établissements de santé Typologie - Traitements complémentaires - Référentiels. Retrieved from https://www.cpias-auvergnehonealpes.fr/Doc_Reco/guides/Categories_eau_2015.pdf
19. Atiyeh, B. S., Dibo, S. A., & Hayek, S. N. (2009). Wound cleansing, topical antiseptics and wound healing. *International Wound Journal*, 6(6), 420. <https://doi.org/10.1111/J.1742-481X.2009.00639.X>
20. Bartram, J., Corrales, L., Davison, A., Deere, D., D., Gordon, B., G., H., Rinehold, A., & Stevens, M. (2009). Plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau. Publication de Organisation Mondiale de La Santé, 116. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/103951/retrieve>
21. Benhalima, L. (2019). Maladies à transmission hydrique (Université 8 Mai 1945 Guelma, Ed.). Université 8 Mai 1945 Guelma (Algérie).
22. Bonadonna, L., de Grazia, M. C., Capolongo, S., Casini, B., Cristina, M. L., Daniele, G., ... Veschetti, E. (2017). Water safety in healthcare facilities. *The Vieste Charter. Annali Di Igiene Medicina Preventiva e Di Comunita*, 29(2), 92–100. <https://doi.org/10.7416/AI.2017.2136>
23. Breen, Benjamin, John Curtis, and Stephen Hynes. 2018. “Water Quality and Recreational Use of Public Waterways.” *Journal of Environmental Economics and Policy* 7(1):1–15. doi: 10.1080/21606544.2017.1335241.
24. Cabral, J. P. S. (2010, October). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 7, pp. 3657–3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>

25. Coulliette, A. D., & Arduino, M. J. (2013). Hemodialysis and Water Quality. *Seminars in Dialysis*, 26(4), 427. <https://doi.org/10.1111/SDI.12113>
26. Décret exécutif n°14-96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine / JO N° 13 du 9 mars 2014, 14 (2014). <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2014/F2014013.pdf>
27. Dinka, M. O., & Dinka, M. O. (2018). Safe Drinking Water: Concepts, Benefits, Principles and Standards. *Water Challenges of an Urbanizing World*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.71352>
28. Festy, B., Hartemann, P., Ledrans, M., Festy, B., Hartemann, P., & Ledrans, M. (2015). Qualité de l'eau. <https://doi.org/10.1787/9789264235021-graph14-fr>
29. Génevaux, C., Le Jallé, C., Allély, D., Dussaux, V., Aubourg, G., Ndiaye, D., & Malafosse, G. (2018). Les objectifs de développement durable pour les services d'eau et d'assainissement. Retrieved from https://www.pseau.org/outils/ouvrages/ps_eau_les_odd_pour_les_services_eau_et_assainissement_fr.pdf
30. Ghosh, D., Medhi, C. R., & Purkait, M. K. (2010). Treatment of drinking water containing iron using Electrocoagulation. *International Journal of Environmental Engineering*, 2(1/2/3), 212. <https://doi.org/10.1504/IJEE.2010.029829>
31. Grondin, J. L. (1982). Paramètres physico-chimiques des eaux : Mesures in situ. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/346405786_Methodes_physico-chimiques_usuelles_d'analyse_des_eaux
32. Guo, A., Bowling, J. M., Bartram, J., & Kayser, G. (2017). Water, Sanitation, and Hygiene in Rural Health-Care Facilities: A Cross-Sectional Study in Ethiopia, Kenya, Mozambique, Rwanda, Uganda, and Zambia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 97(4), 1033–1042. <https://doi.org/10.4269/AJTMH.17-0208>
33. Guo, Amy, J. Michael Bowling, Jamie Bartram, and Georgia Kayser. 2017. “Water, Sanitation, and Hygiene in Rural Health-Care Facilities: A Cross-Sectional Study in Ethiopia, Kenya, Mozambique, Rwanda, Uganda, and Zambia.” *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 97(4):1033–42. doi: 10.4269/AJTMH.17-0208.
34. Hirai, M., Nyamandi, V., Siachema, C., Shirihuru, N., Dhoba, L., Baggen, A., Kanyowa, T., Mwenda, J., Dodzo, L., Manangazira, P., Chirume, M., Overmars, M., Honda, Y., Chouhan, A., Nzara, B., Vavirai, P., Sithole, Z., Ngwakum, P., Chitsungo, S., & Cronin, A. A. (2021). Using the water and sanitation for health facility improvement tool (WASH FIT) in Zimbabwe: A cross-sectional study of water, sanitation and hygiene services in 50 COVID-19 isolation

- facilities. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(11), 5641.
<https://doi.org/10.3390/IJERPH18115641/S1>
35. Hirai, Mitsuaki, Victor Nyamandi, Charles Siachema, Nesbert Shirihuru, Lovemore Dhoba, Alison Baggen, Trevor Kanyowa, John Mwenda, Lilian Dodzo, Portia Manangazira, Musiwarwo Chirume, Marc Overmars, Yuhei Honda, Ajay Chouhan, Boniface Nzara, Placidia Vavirai, Zvanaka Sithole, Paul Ngwakum, Shelly Chitsungo, and Aidan A. Cronin. 2021. "Using the Water and Sanitation for Health Facility Improvement Tool (WASH FIT) in Zimbabwe: A Cross-Sectional Study of Water, Sanitation and Hygiene Services in 50 COVID-19 Isolation Facilities." International Journal of Environmental Research and Public Health 18(11):5641. doi: 10.3390/IJERPH18115641/S1.
36. Hunter, P. R., MacDonald, A. M., & Carter, R. C. (2010). Water Supply and Health. PLoS Medicine, 7(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000361>
37. Javed, M., & Usmani, N. (2016). Accumulation of heavy metals and human health risk assessment via the consumption of freshwater fish *Mastacembelus armatus* inhabiting, thermal power plant effluent loaded canal. SpringerPlus, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S40064-016-2471-3/TABLES/3>
38. Keyashian, M. (2014). Water Systems for Pharmaceutical Facilities. Fermentation and Biochemical Engineering Handbook: Principles, Process Design, and Equipment: Third Edition, 363–376. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2553-3.00017-9>
39. Kumar, M., & Puri, A. (2012). A review of permissible limits of drinking water. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine, 16(1), 40. <https://doi.org/10.4103/0019-5278.99696>
40. Kumari, A., Maurya, N. S., & Tiwari, B. (2020). Hospital wastewater treatment scenario around the globe. In Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Environmental and Health Impact of Hospital Wastewater (pp. 549–570). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819722-6.00015-8>
41. Kumari, A., Maurya, N. S., & Tiwari, B. Hospital wastewater treatment scenario around the globe. , (2020).
42. Lesne, J. (1998). Hygiène publique, microbiologie et gestion de l'eau. Bulletin de La Societe de Pathologie Exotique, 91(5), 438–444.
43. Lesne, J. (1998). Hygiène publique, microbiologie et gestion de l'eau. Bulletin de La Societe de Pathologie Exotique, 91(5), 438–444.

44. Loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé. JO n° 46 du 29 Juillet 2018, Pub. L. No. 18–12, Secrétariat générale du gouvernement Algérien 3 (2018). <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2018/F2018046.pdf>
45. Marras, L., Cocco, M. E., & Schintu, M. (2018). Risk assessment of water used in healthcare facilities. Congresso Nazionale Della Società Italiana Di Microbiologia, 2. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/331383714_Risk_assessment_of_water_used_in_healthcare_facilities
46. Meshi, Eugene Benjamin, Keiko Nakamura, Kaoruko Seino, and Sharifullah Alemi. 2022. “Equity in Water, Sanitation, Hygiene, and Waste Management Services in Healthcare Facilities in Tanzania.” Public Health in Practice 4:100323. doi: 10.1016/J.PUHIP.2022.100323.
47. Morin-Crini, N., Winterton, P., Trunfio, G., Torri, G., Louvard, N., Girardot, S., ... Crini, G. (2017). Chapitre IV. Paramètres chimiques de l'eau et rejets industriels. In Eaux industrielles contaminées (pp. 103–144). <https://doi.org/10.4000/BOOKS.PUFC.10972>
48. MSP. 2010. “Amélioration de l'hygiène Au Niveau Des Etablissements de Santé.” P. 1006 in Recueil de Textes Réglementaires relatifs à la Gestion des Etablissements de Santé.
49. Naitali, F., and H. Ghoualem. 2015. “Utilisation Des Réseaux de Neurones Artificiels Comme Un Outil de Gestion et d'aide à La Décision Application a La Quantification de l'Effet de Rejets d'un Mélange de Médicaments Sur Les Boues Activées Des Stations d'épuration.” Larhyss Journal 22(June):71–79.
50. Obaideen, K., Shehata, N., Sayed, E. T., Abdelkareem, M. A., Mahmoud, M. S., & Olabi, A. G. (2022). The role of wastewater treatment in achieving sustainable development goals (SDGs) and sustainability guideline. Energy Nexus, 7, 100112. <https://doi.org/10.1016/J.NEXUS.2022.100112>
51. Ohayon-Courtès, C., Roques, C. G., & Squinazi, F. (2016). Eaux des Etablissements de Santé - Qualité de l'eau aux points d'usage. Retrieved from <http://greeqs.free.fr/siteeqs/outils/classeur/guides/4-qualite-eau-usage.pdf>
52. Omer, N. H. (2019). Water Quality Parameters. In J. K. Summers (Ed.), Water Quality - Science, Assessments and Policy (p. 182). <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.89657>
53. OMS. (2012). Guide OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux résiduaires. In Organisation Mondiale de la Santé: Vol. I (Issue 978 92 4 254682 8). https://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78280/1/9789242546828_fre.pdf
54. OMS. (2019). Stratégie de l'OMS sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène (2018-2025). [https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1211078/retrieve#:~:text=La vision de l'OMS,%20HYGIÈNE%20GÉRÉS%20DE%20MANIÈRE%20SÛRE.%20](https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1211078/retrieve#:~:text=La%20vision%20de,l'OMS,%20HYGIÈNE%20GÉRÉS%20DE%20MANIÈRE%20SÛRE.%20)

55. OMS. 2004. DIRECTIVES DE QUALITE POUR L ' EAU DE BOISSON TROISIEME EDITION. Vol. 1.
56. OMS. 2012. Guide OMS Pour l'utilisation sans Risque Des Eaux Usées, Des Excreta et Des Eaux Résiduaires. Vol. I.
57. OMS. 2017a. Directives de Qualité Pour l'eau de Boisson: Quatrième Édition Intégrant Le Premier Additif. World Health Organization.
58. OMS. 2017b. Lignes Directrices Sur Les Principales Composantes Des Programmes de Prévention et de Contrôle Des Infections Au Niveau National et Au Niveau Des Etablissements de Soins de Courte Durée. Organisation mondiale de la Santé.
59. OMS. 2019. Stratégie de l'OMS Sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène (2018-2025).
60. OMS. Directives de qualité pour l'eau de boisson: Quatrième édition intégrant le premier additif. , Organisation mondiale de la Santé (OMS) § (2017).
61. OMS. Directives de qualité pour l'eau de boisson: Quatrième édition intégrant le premier additif. , Organisation mondiale de la Santé (OMS) § (2017).
62. OMS. Directives de qualité pour l'eau de boisson: Quatrième édition intégrant le premier additif. , Organisation mondiale de la Santé (OMS) § (2017).
63. OMS-UNICEF. 2016. L'eau, l'assainissement et l'hygiène Dans Les Établissements de Soins de Santé : État Des Lieux et Perspectives Dans Les Pays à Revenu Faible Ou Intermédiaire.
64. PAHO. (2020). Recommendations on Public Environmental Health in Health Care Facilities. PAHO. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52208>
65. PAHO. (2020). Water, Sanitation, and Hygiene Standards in Health Care Facilities. Retrieved from PAHO website: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52181>
66. Patil, D., Kar, S., Shastri, V., & Gupta, R. (2023). Qualitative and health risk assessment of water using a novel weight-integrated health hazard and fuzzy-derived indices. Sustainable Water Resources Management, 9(2), 1–16. <https://doi.org/10.1007/S40899-023-00832-3/METRICS>
67. Resalat, N., Youssef, J. E., Reddy, R., Jacobs, P. G. ., Riddell, M. C. ., Zaharieva, D. P. ., ... Kollman, C. (2019). Handbook of Water Analysis. In IFAC-PapersOnLine. Retrieved from <https://www.nps.org.au/australian-prescriber/magazine/33/5/150/5>
68. Rodier, J. (2009). L'Analyse de l'eau. 9ème édition. Dunod. Paris.
69. Sharma, V. (2018). Design, Qualification, and Validation of Water Systems.
70. Sharma, V. (2018). Design, Qualification, and Validation of Water Systems.
71. Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy Metals Toxicity and the Environment. EXS, 101, 133. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6

72. Toumi, Abdelhamid, Chocat Bernard, Toumi Abdelhamid, and Bernard Chocat. 2004. "Sewerage System in Algeria: Problematic." *Houille Blanche* (6):130–34. doi: 10.1051/lhb:200406018.
73. Van Lieverloo Blokker, E. J. M. and Medema, G., J. H. M. (2006). Quantitative microbial risk assessment in the water safety plan April. *Contamination during Distribution*, (April), 1–50.
74. Veolia. (2021). Guide de l'eau pure et ultra-pure.
https://www.veoliawatertechnologies.fr/sites/g/files/dvc2846/files/document/2021/10/Guide_de_l%27eau_pure_et_ultra-pure_VF%282%29.pdf
75. WHO, & Unicef. (2019). L'eau, l'assainissement et l'hygiène dans les établissements de santé Mesures pratiques pour instaurer l'accès universel à des soins de santé. In *The Transition from Capitalism*. https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2020/04/Water-sanitation-and-hygiene-in-health-care-facilities-Practical-steps-to-achieve-universal-access-for-quality-care_FR.pdf
76. WHO, & Unicef. (2019). Water, sanitation and hygiene in health care facilities: practical steps to achieve universal access. In *The Transition from Capitalism*. Retrieved from <http://apps.who.int/iris>
77. WHO, and Unicef. 2019. L'eau, l'assainissement et l'hygiène Dans Les Établissements de Santé Mesures Pratiques Pour Instaurer l'accès Universel à Des Soins de Santé.
78. WHO/UNICEF. (2019). WASH in health care facilities: Global Baseline Report 2019. In World Health Organization (WHO) (Ed.), Who (World Heal). Retrieved from <https://data.unicef.org/resources/wash-in-health-care-facilities/>
79. WHO/UNICEF. (2019). WASH in health care facilities: Global Baseline Report 2019. In World Health Organization (WHO) (Ed.), Who (World Heal). <https://data.unicef.org/resources/wash-in-health-care-facilitie>