

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

« Toxicologie Fondamentale et Appliquée »

THÈME

**Risque des effluents liquides : caractérisation physico-
chimique des rejets liquides en milieu hospitalier**

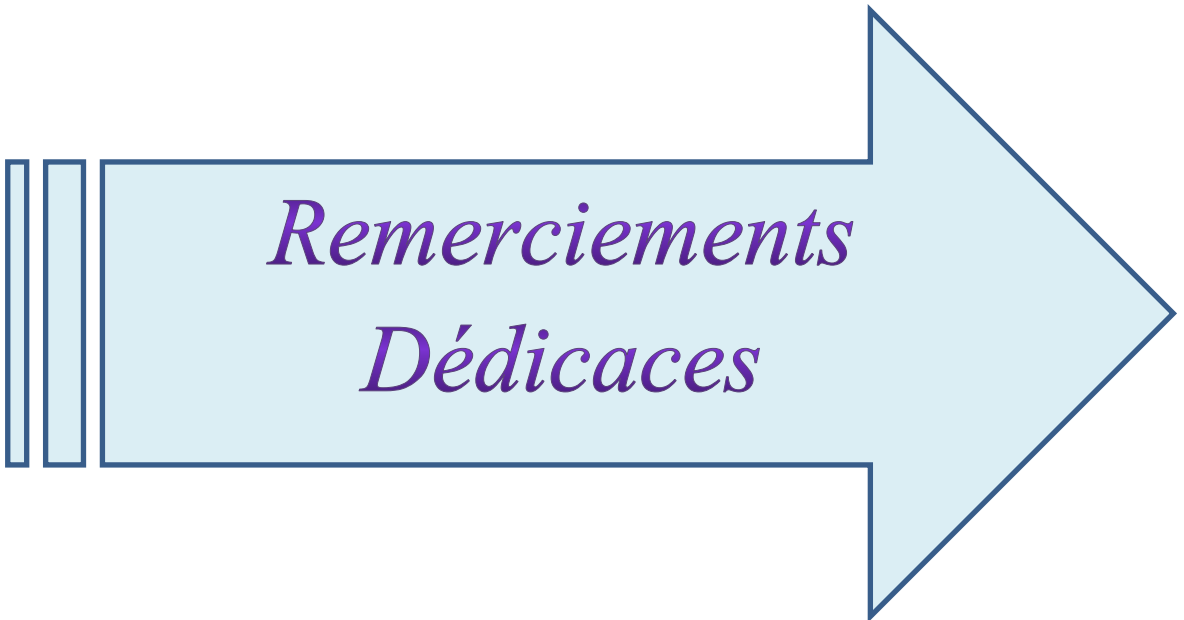
Soutenu le : 11/06/2025

Présenté Par : Amrouni Rayenne / Khennouchi Lina

Devant le jury composé de :

Dr. Rekioua Naouel	MCA	Présidente	UCBET
Dr. Gheid Samira	MCA	Examinatrice	UCBET
Pr. Djabali Nacira	Prof	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2024 - 2025



Remerciements

Dédicaces

Remerciements

C'est avec émotion que nous remercions le dieu tout puissant, qui sans sa bénédiction, ce modeste travail n'aurait jamais vu le jour...

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à notre cher Professeur **Djabali Nacira** de nous avoir encadré tout au long de ce travail. Merci pour son soutien, son enseignement, ses précieux conseils, sa confiance et son aide durant tout notre parcours.

Je tiens ensuite à exprimer tous nos remerciements aux membres du jury **Dr. Gheid Samira** et **Dr. Rekioua Nawel** qui ont accepté d'évaluer ce travail, merci.

Nous remercions également **Dr. Younes Boulanouar** (médecin de travail à l'EPH el-Tarf) pour son aide ses conseils éclairés qu'il a fournis pendant notre stage pratique.

Nos remerciements s'adressent également à tous les membres de l'équipe médicale au service d'oncologie, d'anatomopathologie et les autres services, pour leur gentillesse, leur bienveillance et leur hospitalité, avec lesquels nous nous sommes familiarisées.

Dédicaces

À mes parents, Je vous remercie du fond du cœur pour votre amour, vos sacrifices et votre soutien dans chaque étape de ma vie. Sans vous, je ne serais jamais arrivée là. Vous êtes ma force, mon refuge, et ma plus grande fierté.

À ma sœur, ma princesse Manar, ton sourire, ta tendresse et ta douceur illuminent mes journées. Tu es plus qu'une sœur, tu es mon petit trésor, celle qui me donne du courage sans même le savoir.

À mes frères, Amine et Rahmouni, Merci pour votre présence, vos encouragements et votre protection. Même sans toujours le dire, je sais que vous êtes là pour moi, et ça me donne de la force chaque jour. Je vous porte tous dans mon cœur, et cette réussite, c'est aussi la vôtre. Je vous aime infiniment.

Avec tout mon amour et ma gratitude, À mes chères amies fidèles Lina, Hadil, Malak, Amira, Bouthaina, Amira, Rayenne, Rania, Rayenne compagnes de cœur et de route, Vous êtes la lumière de mes jours et le soutien de mes pas. Merci d'être dans ma vie.

Rayenne

Dédicaces

Le devoir de reconnaissance m'oblige de dédier ce modeste mémoire à tous ceux qui me sont chers, ce sont ceux à qui je dois mon succès.

À mon cher père khennouchi Elhabib, chaque mot semble bien fade pour exprimer l'amour profond et la gratitude infinie que j'ai pour toi, pour les innombrables sacrifices que tu as consentis pour mon éducation. Tu as été bien plus qu'un guide, tu es un modèle d'honnêteté, de sérieux et de responsabilité. Ta confiance m'a donné la force de continuer, même dans les moments les plus difficiles.

À ma merveilleuse mère Nahli Rafika, de qui je saurais capter la profondeur de l'amour et de l'affection que je ressens pour toi. Tu es bien plus qu'une mère, tu es mon phare de générosité et mon exemple de dévouement. Maman, sans toi, ce chemin n'aurait pas eu la même saveur. Merci pour ta présence rassurante et pour tous ces instants où ton amour inconditionnel a été ma plus grande force.

À mes chères sœurs Lidia Djoumana , Mellissa , Loudjaine, Miral, vous êtes les fleurs qui embellissent ma vie et la lumière de mes jours. Grâce à vous, je n'ai jamais senti l'absence d'un frère. Votre amour, vos rires, vos encouragements sont les ailes qui m'ont permis de voler plus haut. Merci d'être toujours là, sans condition. Je vous aime de tout mon cœur.

À ma chère grand-mère Brahimi Houria, ma deuxième mère, Ton amour, tes prières et tes conseils m'accompagnent chaque jour. Je prie pour ta santé et ton bonheur éternel.

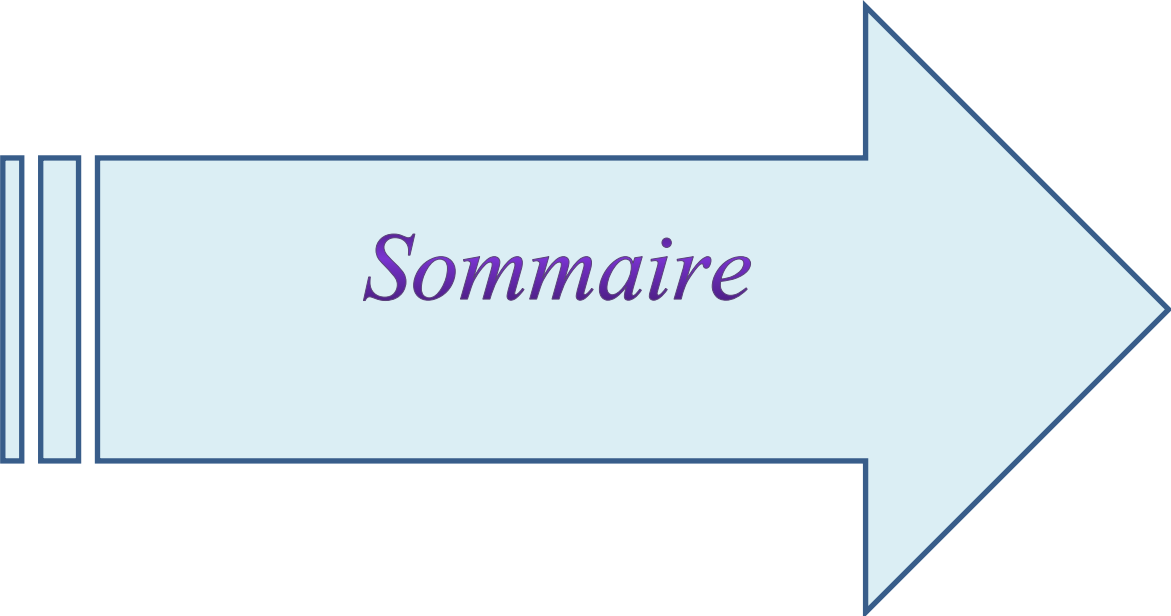
À mon grand-père précieux Nahli Kamel, tu es une source inépuisable de tendresse et de force. Que Dieu te bénisse et te garde en bonne santé.

À mon oncle issam , le plus tendre du monde. Tu as toujours été là pour moi, m'offrant des cadeaux et ne me refusant jamais rien. Que Dieu te protège et te garde près de moi. J'espère te revoir très bientôt.

À mon cher ami et mon binome Ammrouni Rayenne , compagnon de mille aventures et confident de tous les instants, je te remercie pour ta loyauté inconditionnelle et ta présence réconfortante qui illuminent ma vie chaque jour.

À tous mes amis avec lesquelles j'ai partagé de merveilleux moments : Maya , Rama , Amira, Bouthaina, Amira, Souhila , Rayenne, Rania, Rayenne, Chahinez. Vous avez été mes compagnons de route, mes repères dans la tempête, mes sourires dans la fatigue. Merci d'avoir partagé ce voyage avec moi.

Et à tous ceux que je n'ai pas cités, mais qui ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à mon parcours, je vous adresse toute ma reconnaissance et mon profond respect.



Sommaire

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	1
1. Les sources de pollution de l'eau.....	3
1.1. Les rejets domestiques.....	3
1.2. Les rejets industriels.....	3
1.3. Les rejets agricoles.....	4
1.4. Les rejets hospitaliers.....	4
1.5. Les pollutions accidentelles.....	
2. Les rejets liquides dans le secteur de la santé : aspects généraux.....	4
2.1. Définition et origine.....	4
a. Rejets d'origine domestique	5
b. Rejets assimilables à des effluents industriels	5
c. Effluents spécifiques aux établissements de santé.....	5
2.2. Caractéristiques Physico-chimiques	5
a. Paramètres Physiques.....	6
b. Paramètres Chimiques	6
c. Caractéristiques Microbiologiques	7
d. Caractéristiques Physico-chimiques	7
3. Les rejets liquides hospitaliers : aspects liés aux risques et maladies professionnelles	7
3.1. Risque Biologique	7
3.2. Risque Chimique	8
3.3. Impact des risques	8
4. Méthodes de traitement des effluents hospitaliers	9
4.1. Prétraitement à la Source	9
4.2. Traitement conventionnel des eaux usées (STEP)	9
4.3. Technologies avancées de traitement	10
4.4. Procédés biologiques avancés	10
5. Pathologies professionnelles en milieu hospitalier	10
5.1. Maladies infectieuses	11
5.2. Affections liées aux agents chimiques	11
5.3. Affections respiratoires	11
5.4. Affections cutanées	11
5.5. Troubles musculo-squelettiques (TMS)	11
5.6. Cancers professionnels	12
5.7. Pathologies liées au bruit	12

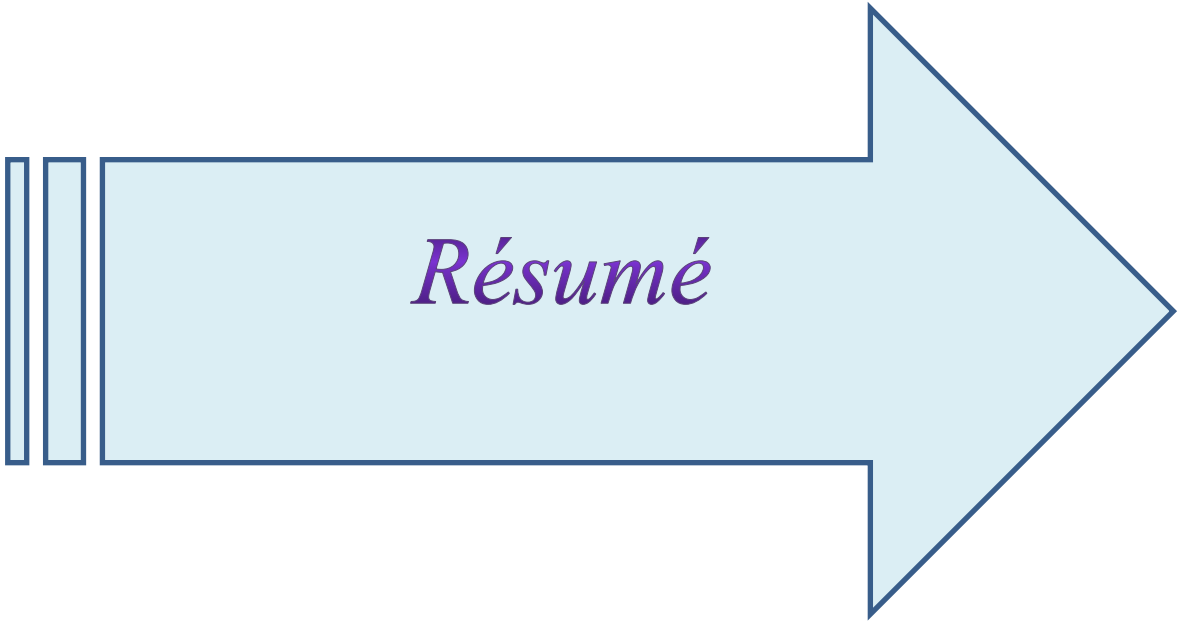
5.8. Affections liées aux radiations ionisantes	12
6. Évolution législative des maladies professionnelles	12
7. Importance des centres régionaux de pathologies professionnelles (CRPPE) ...	12
8. Impact économique et social des maladies professionnelles	13
Matériel et méthodes	14
1. Partie épidémiologique.....	14
2. Partie expérimentale.....	15
2.1. Prélèvement et échantillonnage.....	15
2.2. Analyse des paramètres physico-chimiques.....	15
2.2.1. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	15
2.2.2. Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours (DBO5).....	16
2.2.3. Matières En Suspension (MES).....	17
2.2.4. Phosphore Total (P).....	18
2.2.5. Nitrites (NO ₂ ⁻).....	19
2.2.6. Chlorures (Cl ⁻).....	19
2.2.7. Sulfates (SO ₄ ⁻).....	19
2.2.8. Détermination des métaux lourds	19
3. Étude statistique.....	20
Résultats	21
1. Partie épidémiologique.....	21
1.1. Répartition de différents accidents de travail selon le sexe au niveau des 03 établissements (2020-2025).....	21
1.2. Répartition de différents accidents de travail selon le service d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025).....	22
1.3. Répartition de différents accidents de travail selon la fonction au niveau des 02 établissements (2022-2023).....	23
1.4. Répartition de différents accidents de travail selon la nature de l'accident au niveau des 03 établissements (2020-2025).....	24
2. Partie expérimentale.....	25
Discussion	31
Conclusion	35
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste de tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Répartition de différents accidents de travail selon le sexe au niveau des 03 établissements (2020-2025)	21
2	Répartition de différents accidents de travail selon le service d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)	22
3	Répartition de différents accidents de travail selon la fonction au niveau des 03 établissements (2020-2025)	23
4	Répartition de différents accidents de travail selon la nature de l'accident au niveau des 03 établissements (2020-2025)	24
5	Variation des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds des rejets hospitaliers entre les 4 services	27

Liste de figures

Numéro	Titre	Page
1	Répartition de différents accidents de travail selon le sexe au niveau des 03 établissements (2020-2025)	22
2	Répartition de différents accidents de travail selon le service d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)	23
3	Répartition de différents accidents de travail selon la fonction d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)	24
4	Répartition de différents accidents de travail selon la nature de l'accident au niveau des 03 établissements (2020-2025)	25
5	Variation des taux des MES (mg/l) entre les 4 services	28
6	Variation des taux de la DCO et de la DBO5 (mg/IO2) entre les 4 services	28
7	Variation des taux de sulfates (SO4-) et de Chlorures (Cl-) entre les 4 services	29
8	Variation des taux de Nitrite (NO2-) et du Phosphore total entre les 4 services	29
9	Variation des taux de plomb total et cadmium entre les 4 services	30
10	Variation des taux de Mercure (Hg) entre les 4 services	30



Résumé

Ce travail a pour objectif d'étudier les pathologies professionnelles et les risques liés aux rejets liquides hospitaliers dans la région d'El Tarf, en s'appuyant sur une caractérisation physico-chimique de ces effluents. Elle se compose de 02 parties: une étude épidémiologique et une étude expérimentale.

La première partie vise à identifier les risques professionnels et les pathologies les plus fréquentes chez le personnel hospitalier, à partir des registres de médecine du travail dans 03 établissements de santé : l'EPH El-Hadi Benjedid d'El Tarf, l'EPSP de Bouhadjar et celui d'El Kala. L'étude, portant sur 237 employés, révèle une prédominance significative des accidents de travail chez les femmes, notamment dans les services d'urgence. Le corps médical est la catégorie la plus exposée, avec un taux élevé de piqûres d'aiguilles représentant l'accident le plus fréquent.

La seconde partie est consacrée à l'analyse physico-chimique des eaux usées provenant de 04 services hospitaliers : l'oncologie, l'anatomie pathologique, le laboratoire central et la laverie. Les résultats indiquent que si la majorité des paramètres mesurés respectent les normes nationales (JORADP) et internationales (OMS), certains polluants comme les chlorures et les métaux lourds (plomb, cadmium, mercure) dépassent les seuils autorisés. Le service d'anatomie pathologique présente des concentrations élevées en DCO, nitrites, phosphore et cadmium. Le laboratoire central enregistre des taux importants en sulfates, chlorures et phosphore total. Le service d'oncologie se distingue par des niveaux très élevés de MES et de mercure. Enfin, la laverie montre également une forte charge en MES et plomb.

Mots clés : Pathologies professionnelles, Hôpital, Risques, Rejets liquides, Santé, Environnement

Abstract

The aim of this work is to study occupational pathologies and the risks associated with hospital liquid waste in the El Tarf region, based on a physico-chemical characterization of these effluents. It consists of 02 main parts: an epidemiological study and an experimental study.

The first part focuses on identifying occupational risks and the most common diseases among hospital staff, using data from occupational health records in 03 healthcare institutions: EPH El-Hadi Benjedid in El Tarf, EPSP of Bouhadjar, and EPSP of El Kala. The study, conducted on 237 employees, reveals a significantly higher incidence of work-related accidents among women, especially in emergency departments. The medical staff is the most affected group, with a high rate of needle-stick injuries, which are the most frequent accidents reported.

The second part is dedicated to the physico-chemical analysis of wastewater discharged from 04 hospital departments: oncology, anatomical pathology, central laboratory, and laundry. Results show that while most parameters comply with national (JORADP) and international (WHO) standards, certain pollutants such as chlorides and heavy metals (lead, cadmium, and mercury) exceed recommended thresholds. The anatomical pathology department exhibits high concentrations of COD, nitrites, phosphorus, and cadmium. The central laboratory records high levels of sulfates, chlorides, and total phosphorus. The oncology department is marked by very high levels of suspended solids and mercury. Finally, the laundry also shows a significant load of suspended solids and lead.

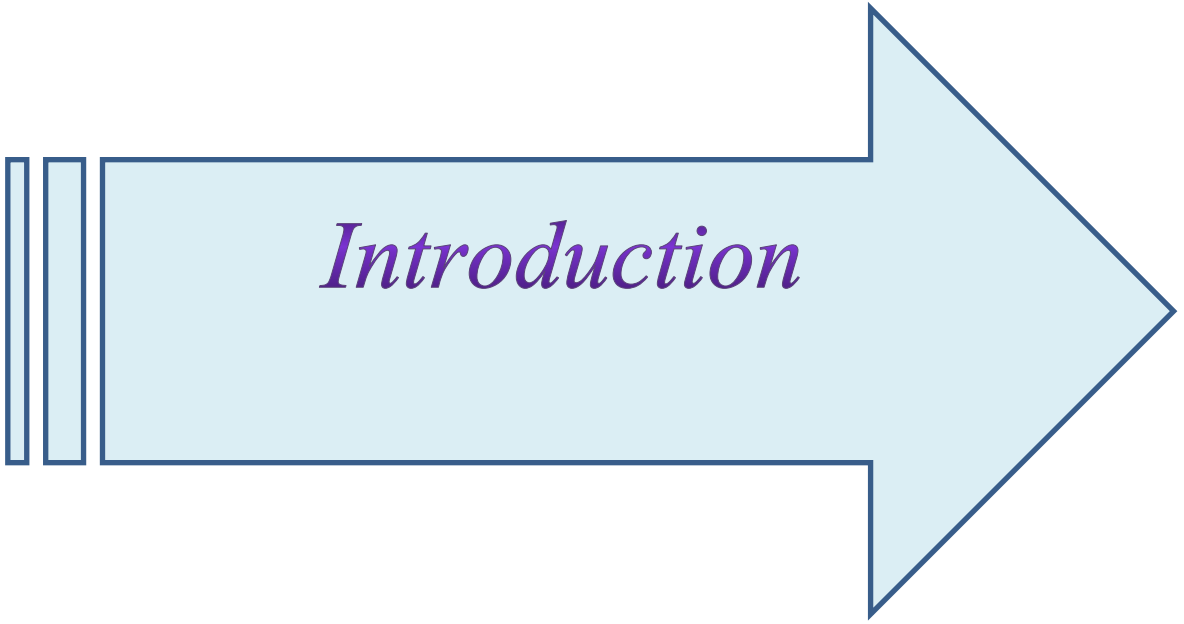
Keywords: Occupational pathologies, Hospital, Risks, Liquid Wast, Health, Environment

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الأمراض المهنية والمخاطر المرتبطة بالمخلفات السائلة للمستشفيات في منطقة الطارف، وذلك بالاعتماد على توصيف فيزيائي-كيميائي لهذه النفايات. تتكون الدراسة من جزئين: دراسة وبائية ودراسة تجريبية. يهدف الجزء الأول إلى تحديد المخاطر المهنية والأمراض الأكثر شيوعاً بين العاملين في قطاع الصحة، من خلال استغلال سجلات الطب المهني في 03 مؤسسات صحية: المؤسسة العمومية الاستشفائية الهادي بن جديد بالطارف، المؤسسة العمومية للصحة الجوارية ببوحجار، والمؤسسة العمومية للصحة الجوارية بالقالة. شملت الدراسة 237 موظفاً، وكشفت عن تفوق معنوي في عدد حوادث العمل لدى النساء، خاصة في أقسام الاستجالات. كما تبين أن السلك الطبي هو الفئة الأكثر تعرضاً، وكانت وخزات الإبر هي الحادث الأكثر تسجيلاً.

أما الجزء الثاني، فيتمثل في تحليل فيزيائي-كيميائي لمياه الصرف الناتجة عن أربعة مصالح استشفائية: مصلحة الأورام، مصلحة التشريح المرضي، المخبر المركزي، ومصلحة الغسيل. أظهرت النتائج أنه على الرغم من احترام معظم المعايير المقاسة للمعايير الوطنية (الجريدة الرسمية الجزائرية) والدولية (منظمة الصحة العالمية)، إلا أن بعض الملوثات مثل الكلوريدات والمعادن الثقيلة (الرصاص، الكاديوم، الزئبق) تجاوزت الحدود المسموح بها. سجلت مصلحة التشريح المرضي تركيزات مرتفعة من DCO، والنترت، والفوسفور، والكاديوم. كما أظهر المخبر المركزي نسباً عالية من الكبريتات، والكلوريدات، والفوسفور الكلي. وتميزت مصلحة الأورام بنسب مرتفعة جداً من MES والزنبق. أما مصلحة الغسيل فقد أظهرت أيضاً نسبة كبيرة من MES والرصاص.

الكلمات المفتاحية: الأمراض المهنية، المستشفى، المخاطر، النفايات السائلة، الصحة، البيئة



Introduction

Introduction

La planète Terre, notre maison commune, est confrontée à une menace majeure qui nous concerne tous, affecte l'environnement et la santé humaine de manière irréversible : la pollution. Depuis des décennies, les activités humaines, y compris celles liées à la santé au travail et au secteur hospitalier, ont dégradé l'environnement, entraînant des conséquences désastreuses pour la santé humaine, les écosystèmes et l'économie. Selon les statistiques chaque année, plus de 7 millions de personnes meurent prématurément en raison de la pollution de l'air, de l'eau et du sol (OMS, 2018). La pollution de l'eau est particulièrement préoccupante, car elle peut entraîner la propagation de maladies infectieuses et la contamination des ressources hydriques, menaçant ainsi la vie de millions de personnes à travers le monde (Trivedy & Goel, 2017).

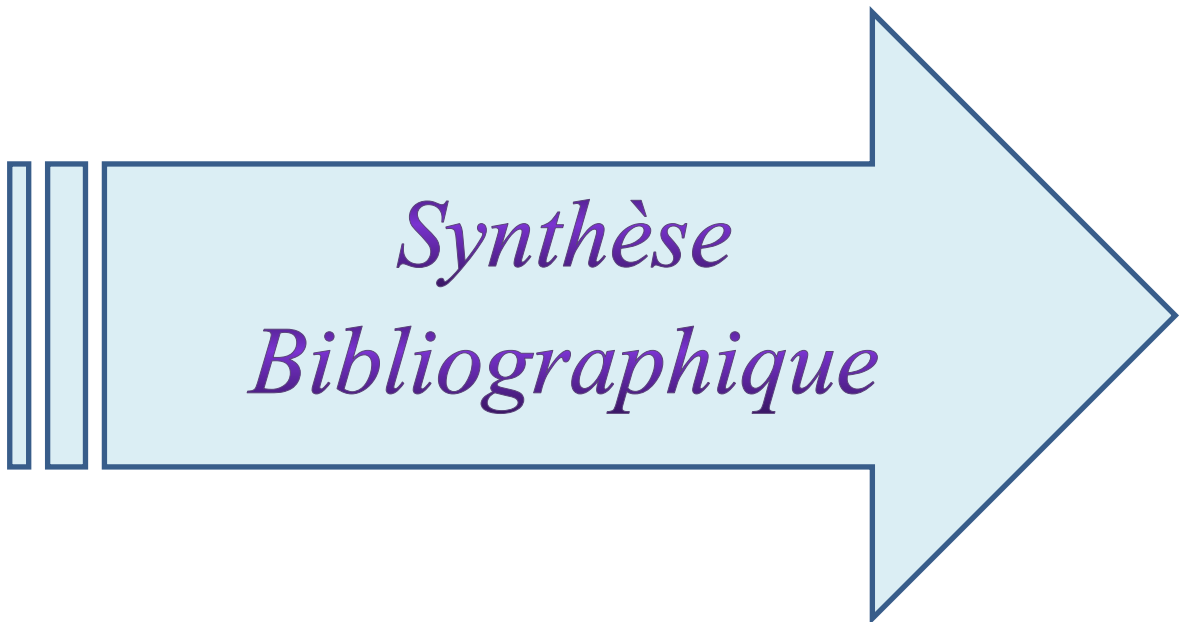
Parmi les causes principales de la pollution de l'eau, on peut citer les rejets liquides, qui constituent l'une des sources majeures de cette pollution (Dremont & Hadjali, 1997). Ces rejets liquides comprennent les eaux usées, les eaux de nettoyage et les eaux de stérilisation, ainsi que les effluents issus du secteur hospitalier. Ces derniers sont particulièrement problématiques en raison de la présence de substances chimiques, de médicaments et de métaux lourds, ils contiennent également des bactéries résistantes aux antibiotiques, qui sont rejetées dans les milieux aquatiques, représentant ainsi une menace pour la santé publique (Fekadu *et al.*, 2015).

Les rejets liquides des hôpitaux sont une composante importante du secteur hospitalier, et ils peuvent contenir une variété d'agents chimiques, de médicaments et de métaux lourds qui posent des risques pour la santé et l'environnement. Ces substances contribuent à la pollution de l'eau et ont des conséquences néfastes sur la santé humaine et les écosystèmes. Elles peuvent également favoriser la propagation de maladies infectieuses et contaminer les ressources hydriques, ce qui met en danger la vie de millions de personnes à travers le monde (Dremont & Hadjali, 1997).

Dans la région d'El Tarf, le secteur hospitalier est confronté à des défis majeurs en matière de santé au travail et de gestion des rejets liquides hospitaliers. L'absence de systèmes de traitement adaptés dans cette région aggrave les risques environnementaux liés à ces effluents, compromettant ainsi la qualité des ressources en eau. Selon l'Office International de l'Eau (2012), les rejets liquides hospitaliers peuvent contenir des désinfectants, des détergents et des solvants, qui contaminent les eaux superficielles et souterraines.

Cette étude vise à identifier les pathologies et les risques professionnels les plus fréquents dans le secteur hospitalier de la région d'El Tarf, ainsi qu'à analyser les rejets liquides hospitaliers et leurs impacts sur la santé et l'environnement. Elle sera réalisée en deux parties: une partie épidémiologique et une partie expérimentale. La partie épidémiologique consistera à collecter des données sur les pathologies et les risques professionnels dans le secteur hospitalier, mettant en évidence les maladies les plus fréquentes et les facteurs de risque associés. La partie expérimentale portera sur l'analyse des rejets liquides hospitaliers afin d'évaluer leur composition chimique et biologique et d'étudier leurs effets potentiels sur l'environnement et la santé publique.

Les résultats de cette étude contribueront à proposer des solutions de préservation et de prévention pour réduire les risques et les pathologies professionnelles dans le secteur hospitalier de la région d'El Tarf



*Synthèse
Bibliographique*

Partie bibliographique

La pollution est une notion largement débattue, la pollution de l'environnement est tout impact ou modification directe ou indirecte de l'environnement provoqué par un acte ou une activité humaine ou par un facteur naturel susceptible de porter atteinte à la santé, à la salubrité publique, à la sécurité ou au bien-être des personnes ou de constituer un danger pour le milieu naturel, les biens, les valeurs et les usages licites de l'environnement (USEPA, 2023).

L'eau, partie intégrante et importante de l'environnement, est exposée à différentes sources de pollution, notamment de nature domestique, agricole et industrielle. Il convient d'indiquer à ce propos que l'activité hospitalière génère des rejets variés.

Par rejet, il faut entendre tout déversement, écoulement, jet, dépôt direct ou indirect qui est de nature à contaminer le milieu naturel (terrains ou eaux superficielles, souterraines et eaux de mer dans les limites territoriales) (Wyer *et al.*, 2022).

1. Les sources de pollution de l'eau

1.1. Les rejets domestiques

Tous les jours nous rejetons de l'eau sale. Deux types d'eaux domestiques sont connus :

- Les eaux provenant des toilettes, chargées de germes fécaux et diverses autres matières organiques pleines d'azote. Elles sont appelées les eaux « vannes ».
- Les eaux provenant de cuisines et salles de bains qui sont remplies de débris organiques, de détergents et de graisses. Ces dernières sont nommées eaux de lavage ou encore eaux ménagères.

Une personne produite en moyenne à peu près dans les 200 grammes de produits toxiques combinés. Les matières rejetées les plus connues sont le phosphore, l'azote, les matières organiques ainsi que les matières en suspension (ce sont des ensembles de matières solides insolubles invisibles à l'œil nu et présentes dans un liquide). Un seul être humain produit des millions de germes pour seulement cent millilitres d'eau (Burton *et al.*, 2013).

1.2. Les rejets industriels

La fabrication des produits industriels génère très souvent des rejets d'eau polluée par les ateliers de production. Ils sont appelés effluents industriels. Ces effluents doivent impérativement être traités car la pollution qu'ils contiennent peut être très concentrée, ou avoir un effet toxique sur les organismes vivants et ainsi nuire au pouvoir d'autoépuration de l'eau. Ils peuvent aussi induire l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, radioactivité, substances toxiques...). Les rejets d'eaux chaudes peuvent aussi perturber tout l'écosystème d'une rivière (Garcier, 2021).

1.3. Les rejets agricoles

L'agriculture constitue la première cause des pollutions diffuses des ressources en eau. Elles englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures et à l'élevage. Les activités agricoles sont, en particulier, largement impliquées dans les apports d'azote et, surtout, de ses dérivés, nitrates et nitrites, qu'on trouve en forte concentration dans les engrais (CANADA, 2024).

1.4. Les rejets hospitaliers

Les déchets liquides liés à l'activité hospitalière sont de deux types :

- Les rejets de nature domestique dont principalement ceux des cuisines, de la blanchisserie, des produits détergents de nettoyage enfin les rejets des ateliers d'entretien et de maintenance.
- Les rejets liés à l'activité de soins et de diagnostic des pathologies : cette catégorie regroupe les rejets de produits désinfectants et antiseptiques tels les produits chlorés (eau de javel par exemple), des produits à base de glutaraldéhyde et formaldéhyde pour la désinfection du matériel médico-chirurgical, des rejets contenant des germes pathogènes, des métaux lourds en plus des effluents des services médicotechniques à savoir la radiologie, les laboratoires des analyses médicales... (Bertrand *et al.*, 2019).

1.5. Les pollutions accidentelles

Leurs origines peuvent être multiples, mais à la différence des autres types de pollutions, elles restent très ponctuelles. Certains déversements de produits polluants ou d'eaux polluées sont dus à des accidents (camions-citernes, bacs endommagés, fuites sur canalisations, fuites au cours du chargement ou du déchargement des produits...).

D'autres surviennent dans les usines, lorsque des quantités importantes de gaz ou de liquides toxiques s'en échappent et sont disséminés en peu de temps dans la nature. C'est le cas notamment lors d'incendies où les eaux d'extinction en contact avec les produits polluants sont alors souillées. Des équipements spécifiques sont très souvent installés sur les sites afin de retenir ces pollutions et éviter leur transfert vers le milieu naturel.

2. Les rejets liquides dans le secteur de la santé : aspects généraux

2.1. Définition et origine

Les rejets liquides hospitaliers, générés par les établissements de santé tels que les hôpitaux, cliniques et laboratoires, présentent une composition complexe incluant des désinfectants, des détergents, des solvants, des médicaments et des métaux lourds. Ces substances, potentiellement dangereuses pour l'environnement et la santé humaine, nécessitent une gestion rigoureuse pour minimiser les risques associés.

Les effluents liquides hospitaliers résultent de diverses activités menées au sein des établissements de santé. On peut identifier les principales origines suivantes: (Canchado, 2012)

a. Rejets d'origine domestique : Eaux provenant des cuisines et rejets liés à l'hygiène des patients non contagieux et du personnel.

b. Rejets assimilables à des effluents industriels : Générés par certains équipements spécifiques tels que les blanchisseries, les chaufferies, les systèmes de climatisation, les ateliers et les garages.

c. Effluents spécifiques aux établissements de santé : Activités de soins, d'analyse et de recherche. Cette catégorie est la plus singulière et comprend:

- **Effluents des services de soins:** Ils contiennent des désinfectants, des détergents, des résidus médicamenteux, des rejets contenant des métaux et des rejets contenant des germes pathogènes (Ashfaq *et al.*, 2016).

- **Effluents des services médico-techniques:** Ils proviennent des salles d'opération et contiennent des liquides biologiques très chargés en matières organiques tels que le sang, les urines, les selles, le liquide gastrique, les aspirations trachéo-bronchiques, les liquides d'épanchement péritonéal ou pleural, de drainage ou d'irrigation (Carraro *et al.*, 2016).

- **Rejets résultant de l'entretien du matériel médical et des locaux médicaux:** Ils contiennent des détergents, des détergents-désinfectants et des désinfectants avec des traces de matières organiques et des résidus médicamenteux (Perrodin *et al.*, 2013).

- **Rejets des laboratoires de recherches et d'analyses:** Ils regroupent une très grande variété de molécules tels que le sang, les crachats, les urines, des acides, des bases, des solvants, des hydrocarbures benzéniques, des désinfectants, des colorants, des effluents des services de radiologie et des rejets provenant de la pharmacie (Li *et al.*, 2021).

- **Effluents des services de médecine nucléaire:** Ils peuvent contenir des éléments radioactifs, même si leur évacuation est soumise à réglementation (Krawczyk *et al.*, 2013).

2.2. Caractéristiques Physico-chimiques

Les effluents liquides hospitaliers présentent des niveaux élevés de plusieurs paramètres par rapport aux stations d'épuration classiques. Le pH, la conductivité, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO), le carbone organique total (COT) et les matières en suspension (MES) sont tous supérieurs, révélant une pollution organique importante (Boillot, 2008). La faible biodégradabilité de ces effluents, illustrée par un rapport

DCO/DBO élevé (4-5), résulte de l'utilisation de produits spécifiques dans les hôpitaux (Baurès *et al.*, 2007).

L'évaluation des dangers liés aux effluents hospitaliers repose sur une analyse multidimensionnelle, intégrant la composition chimique (polluants minéraux et organiques), les aspects microbiologiques et les propriétés écotoxicologiques (Evens *et al.*, 2004).

a. Paramètres Physiques

L'étude des paramètres physiques inclut l'évaluation de la couleur, de l'odeur, de la turbidité, de la température et de la conductivité (Evens *et al.*, 2004).

b. Paramètres Chimiques

Les paramètres chimiques globaux, tels que la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES) et l'azote, sont mesurés pour évaluer la qualité des effluents (Evens *et al.*, 2004) :

- Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)

La DBO5 représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder et stabiliser les matières organiques présentes dans l'eau usée. Ce paramètre permet d'évaluer la fraction biodégradable de la pollution organique (Vandevenne, 1982). Une augmentation de la DBO5 indique une diminution de l'oxygène dans l'eau, ce qui peut entraîner la disparition de la vie aquatique (Vandevenne, 1982).

- Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO représente la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables présentes dans l'eau usée, qu'elles soient d'origine organique ou minérale (Rodier *et al.*, 2005). La mesure de la DCO permet d'estimer la quantité totale de matières oxydables dans l'eau usée (Rodier *et al.*, 2005).

- Matières en Suspension (MES)

Les MES représentent la quantité de matières solides (organiques et minérales) non dissoutes dans l'eau. Elles se subdivisent en matières totales en suspension, obtenues après évaporation à 105°C, et en matières volatiles en suspension, représentant la fraction organique des solides, obtenues après calcination à 600°C (Evens *et al.*, 2004).

- Les matières azotées

Les formes de l'azote dans les eaux usées comprennent l'azote total, les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻). La caractérisation et la quantification de l'azote sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel, en raison de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique et de leur rôle dans le phénomène d'eutrophisation (Deronzier *et al.*, 2001).

c. Caractéristiques Microbiologiques

Les eaux usées des hôpitaux contiennent deux à dix fois plus de bactéries résistantes aux antibiotiques que les eaux domestiques, contribuant à l'émergence et à la propagation de pathogènes (Cicr, 2011). Bien que les bactéries soient moins résistantes que les virus, peu de données sont disponibles sur la survie des prions et des agents de maladies neurologiques dégénératives, qui semblent plus résistants que les virus (Cicr, 2011).

d. Caractéristiques Physico-chimiques

Les effluents hospitaliers se caractérisent par la présence de molécules chlorées en concentrations élevées, ainsi que de métaux lourds, notamment le mercure et l'argent (Emmanuel, 2004). Les composés organiques volatils, semi-volatils et les métaux lourds sont considérés comme des polluants prioritaires (Boillot, 2008) :

Composés organiques volatils : benzène, bromodichlorométhane, chloroforme, toluène et 1,1-dichlorométhane.

Composés organiques semi-volatils : phénol et 4-nitrophénol.

Métaux lourds : chrome, cuivre, plomb, mercure, argent et zinc.

3. Les rejets liquides hospitaliers : aspects liés aux risques et maladies professionnelles

L'exposition aux effluents hospitaliers peut entraîner différents types de risques pour le personnel, notamment des risques biologiques, chimiques et physiques (Canchado, 2012).

3.1. Risque Biologique

- Exposition aux agents pathogènes : Les effluents hospitaliers peuvent contenir une variété de germes (bactéries, virus et parasites) provenant des patients, du personnel et des visiteurs (Canchado, 2012).

- Germe (micro-organisme pathogène) : Micro-organisme (bactérie, virus, parasite, champignon) capable de provoquer une maladie.

- Résistance aux antibiotiques : L'utilisation massive d'AB dans les établissements de santé participe à la sélection des souches bactériennes résistantes aux AB (Da Silva et al., 2006). La dissémination d'AB, de leurs résidus potentiellement actifs, et de bactéries multirésistantes dans le milieu naturel peut avoir des conséquences non négligeables sur la santé publique ou bien sur l'équilibre des écosystèmes.

- Résistance aux antibiotiques : Capacité d'une bactérie à survivre et à se multiplier en présence d'un antibiotique qui devrait normalement la détruire ou inhiber sa croissance.

- Infections nosocomiales : Le personnel hospitalier est particulièrement exposé aux infections nosocomiales, c'est-à-dire celles contractées à l'hôpital.

- Infection nosocomiale : Infection contractée dans un établissement de santé, généralement plus de 48 heures après l'admission.

3.2. Risque Chimique

- **Exposition aux produits d'hygiène d'entretien et de lavage** : Les détergents et les désinfectants représentent dans les effluents une proportion très importante comparée aux substances pharmaceutiques (Canchado, 2012). Ce sont principalement des produits chlorés, le plus courant l'hypochlorite de sodium (eau de javel) et plus rarement des produits contenant des aldéhydes comme le glutaraldéhyde.

Détergent : Produit destiné à nettoyer et à éliminer les salissures.

Désinfectant : Substance chimique utilisée pour détruire ou inactiver les micro-organismes pathogènes présents sur des surfaces ou dans des milieux inertes.

- **Exposition aux médicaments** : Les programmes de recherches européennes font état d'une grande variété de produits pharmaceutiques dans le milieu aquatique dont les origines sont les eaux usées d'agglomération (rejets domestiques et hospitaliers), l'élevage et l'aquaculture (Canchado, 2012).

Produit pharmaceutique (médicament) : Substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales.

- **Exposition aux radioéléments** : Il existe une dernière fraction de pollution importante pour un établissement hospitalier : les rejets radioactifs (Canchado, 2012).

Radioélément (radionucléide) : Atome dont le noyau est instable et se désintègre en émettant des rayonnements.

3.3. Impact des risques

Impact de la résistance aux antibiotiques

L'utilisation massive d'AB dans les établissements de santé participe à la sélection des souches bactériennes résistantes aux AB. Ces dernières se retrouvent dans les effluents hospitaliers puis rejoignent la station d'épuration par le réseau d'eaux usées domestiques, où elles ne sont pas toujours éliminées (Da Silva et al., 2006).

Impact des produits chimiques

L'hypochlorite de sodium se combine à divers composés organiques pour donner notamment du chloroforme, du bromodichlorométhane, des chloramines et de nombreux métabolites toxiques (Lopez *et al.*, 2010).

Impact des médicaments

Des composés ont été retrouvés dans l'ensemble des compartiments environnementaux, ce qui démontre que ces substances peuvent échapper à l'ensemble des filières de traitement généralement utilisées.

Les molécules anticancéreuses (leurs fractions non métabolisées) peuvent exercer des effets nocifs sur la santé humaine et sur l'environnement de par leurs propriétés intrinsèques (pouvoir mutagène) (Catastini *et al.*, 2008).

Impact des radioéléments

Leur présence dans l'effluent hospitalier peut avoir pour origine les laboratoires, les sanitaires des chambres protégées et tous les sanitaires utilisés par les patients à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôpital (Canchado, 2012). De ce fait, la pollution provient de rejets accidentels ou bien d'une phase diffuse correspondant aux urines des patients, ayant bénéficié de la médecine nucléaire, collectées dans les toilettes partout en dehors des chambres plombées.

4. Méthodes de traitement des effluents hospitaliers

Les effluents hospitaliers contiennent une variété de polluants, incluant des agents pathogènes, des produits pharmaceutiques, des produits chimiques, et parfois des éléments radioactifs. Il est essentiel de traiter ces effluents avant de les rejeter dans l'environnement afin de protéger la santé publique et l'écosystème. Voici quelques méthodes de traitement utilisées ou étudiées pour les effluents hospitaliers (Canchado, 2012).

4.1. Prétraitement à la Source

- Réduire la charge polluante à la source avant que les effluents n'atteignent les systèmes de traitement centralisés.
- Séparation des déchets à la source pour éviter que des produits chimiques ou pharmaceutiques ne se retrouvent dans les eaux usées.
- Utilisation de systèmes de filtration ou de traitement spécifiques pour certains effluents (par exemple, filtration des effluents de radiologie pour récupérer l'argent).

4.2. Traitement conventionnel des eaux usées (STEP)

Les effluents hospitaliers sont souvent dirigés vers les stations d'épuration municipales (STEP). Les STEP conventionnelles utilisent une combinaison de processus physiques, chimiques, et biologiques pour éliminer les polluants.

- Prétraitement: Élimination des matières solides grossières par dégrillage et dessablage.
- Traitement Primaire: Sédimentation pour éliminer les matières en suspension.

- Traitement Secondaire (Biologique): Utilisation de micro-organismes pour décomposer la matière organique dissoute.
- Désinfection: Utilisation de chlore, d'ozone ou de rayons UV pour tuer les agents pathogènes.

Les STEP conventionnelles ne sont pas toujours efficaces pour éliminer tous les types de polluants présents dans les effluents hospitaliers, en particulier les produits pharmaceutiques et certains composés chimiques persistants (Canchado, 2012).

4.3. Technologies avancées de traitement

Pour améliorer l'élimination des polluants persistants, plusieurs technologies avancées sont étudiées (Canchado, 2012):

- Adsorption sur Charbon Actif
- Utilisation de charbon actif pour adsorber les produits pharmaceutiques et autres composés organiques.
- Oxydation Avancée (AOPs):
- Combinaison de plusieurs procédés (ozone, peroxyde d'hydrogène, UV) pour oxyder et décomposer les polluants organiques.
- Filtration Membranaire:
- Utilisation de membranes (nanofiltration, osmose inverse) pour séparer les polluants de l'eau.
- Bioréacteurs à Membranes (BRM):
- Combinaison de traitement biologique et de filtration membranaire pour une élimination plus efficace des polluants.

4.4. Procédés biologiques avancés

- Bioréacteurs Séquentiels (SBR):
- Utilisation de cycles alternés de remplissage, réaction, sédimentation, et vidange pour optimiser l'élimination des polluants.
- Procédés Anaérobies-Aérobies:
- Combinaison de traitements anaérobies (sans oxygène) et aérobies (avec oxygène) pour une dégradation plus complète des polluants.

5. Pathologies professionnelles en milieu hospitalier

Une pathologie professionnelle est définie comme une maladie causée directement par l'exposition d'un travailleur à un risque lié à son activité professionnelle. Selon Service-Public.fr (2023), « une maladie est considérée professionnelle lorsqu'elle est contractée du

fait du travail » (Service-Public.fr, 2023). De même, Preventica (2022) précise qu'il s'agit d'une affection consécutive à une exposition prolongée à un risque physique, chimique, biologique ou lié aux conditions de travail (Preventica, 2022). L'INRS ajoute que la pathologie professionnelle résulte de l'exposition plus ou moins prolongée à un risque spécifique dans l'exercice habituel du métier, avec parfois une manifestation différée dans le temps (INRS, 2024).

5.1. Maladies infectieuses

Les professionnels de santé sont exposés à diverses maladies infectieuses liées à leur activité. Parmi les plus fréquentes figurent les hépatites virales B, C et D, la tuberculose, la rage professionnelle, ainsi que d'autres infections bactériennes et parasitaires (INRS, 2024 ; SAM Algérie, 2018). Ces infections surviennent principalement suite à des accidents d'exposition au sang ou au contact avec des agents biologiques contaminés.

5.2. Affections liées aux agents chimiques

L'exposition à des substances chimiques dangereuses est courante en milieu hospitalier. Les intoxications professionnelles peuvent être causées par le plomb (saturnisme), le mercure (hydrargyrisme), l'arsenic, le chrome, le benzène, les hydrocarbures halogénés, les pesticides, le formaldéhyde, et d'autres produits utilisés dans les laboratoires ou les services de soins (INRS, 2024 ; CNaPS Madagascar, 2021 ; OIT, 2010).

5.3. Affections respiratoires

Les maladies respiratoires professionnelles incluent les bronchopneumopathies chroniques obstructives, la silicose, l'asbestose, ainsi que les allergies respiratoires provoquées par le latex ou des poussières végétales et animales (INRS, 2024 ; SAM Algérie, 2018). Ces pathologies résultent d'une inhalation prolongée d'agents irritants ou allergènes.

5.4. Affections cutanées

Les dermatoses professionnelles sont fréquentes chez le personnel hospitalier, en raison du contact répété avec des désinfectants, solvants, latex ou autres allergènes. Elles se manifestent sous forme d'eczémas, dermatites de contact, ulcérations ou kératoconjunctivites (INRS, 2024 ; SAM Algérie, 2018 ; CNaPS Madagascar, 2021).

5.5. Troubles musculo-squelettiques (TMS)

Les TMS regroupent les affections liées aux gestes répétitifs, postures contraignantes, manutention manuelle de charges lourdes, et vibrations. Ils sont la première cause de maladies professionnelles indemnisées, notamment les lombalgies chroniques (INRS, 2024 ; SAM Algérie, 2018).

5.6. Cancers professionnels

L'exposition à des agents cancérogènes tels que l'amiante, le benzène, l'arsenic, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et le formaldéhyde peut entraîner des cancers professionnels, notamment broncho-pulmonaires et cutanés (INRS, 2024 ; Légifrance, 2024).

5.7. Pathologies liées au bruit

La surdité professionnelle est une pathologie fréquente chez les travailleurs exposés à des niveaux sonores élevés, comme certains personnels hospitaliers travaillant dans des environnements bruyants (INRS, 2024 ; SAM Algérie, 2018).

5.8. Affections liées aux radiations ionisantes

Les professionnels exposés aux rayonnements ionisants peuvent développer diverses pathologies, dont certains cancers et lésions tissulaires, nécessitant une surveillance médicale spécifique (CNaPS Madagascar, 2021 ; OIT, 2010).

6. Évolution législative des maladies professionnelles

La législation encadrant la reconnaissance et l'indemnisation des maladies professionnelles a connu une évolution progressive depuis la fin du XIXe siècle. La loi du 9 avril 1898 a instauré la réparation des accidents du travail, étendue aux maladies professionnelles par la loi du 25 octobre 1919 (Rosental, 2018). Ce cadre légal repose sur un compromis historique entre salariés et employeurs, avec la mise en place d'une présomption d'imputabilité des maladies inscrites dans des tableaux officiels (Rosental, 2018 ; Santé-et-Travail, 2019).

En France, la loi n° 93-121 du 27 janvier 1993 a marqué une avancée majeure en permettant la reconnaissance de maladies non inscrites dans les tableaux officiels, à condition qu'elles soient « essentiellement et directement causées par le travail habituel » (Hébert, 2004). Cette loi a également instauré les Comités Régionaux de Reconnaissance des Maladies Professionnelles (CRRMP), chargés d'expertiser les cas complexes (Hébert, 2004 ; Sécurité Sociale, 2011).

7. Importance des centres régionaux de pathologies professionnelles (CRPPE)

Les CRPPE, anciennement CRRMP, sont des instances clés dans la reconnaissance des maladies professionnelles, notamment celles ne figurant pas dans les tableaux officiels. Ils réunissent des experts médicaux, scientifiques et juridiques qui évaluent les dossiers au cas par cas (Rosental, 2018 ; Sécurité Sociale, 2011).

Ces centres permettent une expertise approfondie, garantissant une meilleure prise en compte des pathologies émergentes ou rares, et contribuent à une indemnisation plus juste des

travailleurs concernés (Rosental, 2018). Leur rôle est également préventif, en identifiant les risques professionnels nouveaux et en alimentant les politiques de santé au travail (Sécurité Sociale, 2011).

8. Impact économique et social des maladies professionnelles

Les maladies professionnelles ont un impact majeur sur les systèmes de santé, les entreprises et la société. Elles engendrent des coûts directs liés aux soins et à l'indemnisation, ainsi que des coûts indirects liés à l'absentéisme, la perte de productivité et la reconversion professionnelle (Village-Justice, 2023).

Selon l'INRS, les troubles musculo-squelettiques (TMS) représentent la majorité des maladies professionnelles indemnisées, avec des conséquences économiques lourdes (INRS, 2024). Par ailleurs, la reconnaissance tardive ou insuffisante de certaines pathologies, notamment les cancers professionnels, peut aggraver ces impacts (Santé-et-Travail, 2019).

La prévention, la formation et l'amélioration des conditions de travail sont donc essentielles pour réduire ces coûts sociaux et économiques, tout en protégeant la santé des travailleurs (Rosental, 2018).



Matériel Et Méthodes

Matériel et méthodes

Le travail est subdivisé en deux parties :

1. Partie épidémiologique

L'étude épidémiologique a été menée au sein de trois établissements publics de santé : l'Établissement Public Hospitalier (EPH) El-Hadi Benjedid d'El-Tarf et l'Établissement Public de Santé de Proximité (EPSP) d'El Kala et Bouhadjar.

L'objectif principal est de caractériser les différents types de risques professionnels, les accidents de travail ainsi que les pathologies professionnelles survenant dans le milieu hospitalier, en tenant compte des spécificités des différents services et compartiments hospitaliers.

Le personnel hospitalier est susceptible d'être exposé à une large gamme de risques professionnels, notamment :

- **Risques chimiques** (exposition à des produits toxiques, désinfectants, médicaments, métaux lourds).
- **Risques physiques** (bruit, rayonnements, manutentions manuelles, postures contraignantes)
- **Risques biologiques** (agents infectieux, exposition au sang et aux liquides biologiques)
- **Risques ergonomiques** (gestes répétitifs, efforts physiques, troubles musculo-squelettiques)

L'étude repose sur l'exploitation des données consignées dans les registres du service de médecine du travail des trois établissements.

Les sujets inclus dans cette étude sont les travailleurs exposés aux risques professionnels, notamment ceux ayant présenté des accidents de travail, des risques ou des pathologies apparus depuis leur entrée en fonction.

L'analyse porte sur un échantillon de **237 travailleurs** exerçant principalement au sein de l'EPH d'El-Tarf et l'EPSP (Bouhadjar , El Kala), répartis selon les facteurs suivants :

- Sexe
- Service d'activité (lieu de travail)
- Nature de l'accident ou du risque
- Fonction exercée

Cette approche permet de dresser un panorama précis des risques et de pathologies professionnelles dans le contexte hospitalier local.

2. Partie expérimentale

Cette partie expérimentale est consacrée à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux usées hospitalières issues, en vue d'évaluer les risques liés aux effluents liquides produits par les activités hospitalières.

2.1. Prélèvement et échantillonnage

Les prélèvements ont été effectués depuis 4 services distincts :

Le service d'oncologie

Le laboratoire d'anatomo-pathologie

Le laboratoire central

Le service de la laverie.

L'échantillonnage a été réalisé à la sortie du milieu d'usage, avant le rejet des effluents dans les réseaux d'assainissement. Les eaux usées collectées correspondent à un échantillon composite sur 24 heures d'utilisation.

Les flacons en plastique utilisés pour le prélèvement ont été soigneusement nettoyés, rincés et séchés afin d'éviter toute contamination.

Les échantillons recueillis ont été conservés dans des conditions optimales durant le transport vers le laboratoire d'analyse pour préserver leur intégrité physico-chimique.

2.2. Analyse des paramètres physico-chimiques

Les analyses ont porté sur plusieurs paramètres clés permettant d'évaluer la pollution et les risques associés aux effluents hospitaliers.

Les résultats ont été confrontés aux normes nationales algériennes (JORADP) ainsi qu'aux standards internationaux (OMS) afin d'apprécier le niveau de conformité et l'impact potentiel sur l'environnement.

2.2.1. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon. Ce paramètre donne une estimation de la quantité de polluants présents dans un effluent ou une eau usée (Cardot & Gilles, 2013).

Norme DIN

DIN en allemand « Deutsches Institut für Normung » : Institut Allemand de Normalisation ».

La norme DIN EN ISO indique ainsi que la norme est reconnue en Allemagne.

La demande chimiques en oxygène d'une eau est déterminée par l'oxydation catalysée par l'argent avec du dichromate de potassium et de l'acide sulfurique en l'espace de 2 heures à une température de 148°C.

Principe de la méthode

Réaction chimique conforme aux méthodes ISO 15705 même principe chimique que la norme ISO 6060 ou la norme NFT (Norme Française) 90-101.

Méthode

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) dans une solution portée à ébullition à reflux pendant 2 heures en présence d'ions (Ag^+) comme catalyseurs d'oxydation et d'ions (Hg^{2+}) permettant de complexer les ions chlorures (Norme NFT 90-101, équivalente ISO 6060). Plus il y a de substances oxydables dans un échantillon d'eau, plus on utilise de dichromate.

La DCO est déterminée par le dosage de l'excès de dichromate titré avec du sulfate de fer et d'ammonium (Sel de Mohr) car la quantité de matière oxydable est proportionnelle à la quantité de dichromate réduit.

La DCO est donnée par la formule suivante : (Rodier, 2005 ; Veolia Eau, 2017) :

$$DCO = 8000 \times C (V_1 - V_2) / V_0.$$

$C = 0,12$ mol/l concentration de sel de morh.

V_0 : Volume de la prise d'essai avant dilution (ml), V_0 doit être inférieur à 9,5 ml.

V_1 : Volume du blanc (ml). Ce volume ne doit pas être inférieur à 9,5 ml.

V_2 : Volume de l'essai (ml).

8000: Masse molaire (mg/l) de $1/2 O_2$.

2.2.2. Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours (DBO5)

La demande biochimique en oxygène est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique (végétale, animale, etc.), de même que la matière inorganique (sulfures, sels ferreux, etc.) dans un échantillon d'eau. C'est un paramètre très utilisé dans le contrôle de la pollution organique provenant des effluents industriels et urbains. La DBO_5 est la mesure de la consommation d'oxygène d'un effluent après cinq jours d'incubations à $20^\circ C$. La consommation d'oxygène de l'échantillon provient de la dégradation des molécules organiques et de l'oxydation des molécules inorganiques comme les sulfures, les ions ferreux et les différentes formes de composés azotés. La méthode consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée par la matière oxydable à l'aide de bactéries acclimatées pendant une période de 5 jours d'incubation à une température de $20^\circ C$. La concentration de l'oxygène dissous est mesurée par électrométrie au début et à la fin de la période d'incubation. La quantité d'oxygène consommée est proportionnelle à la concentration de matières oxydables (Atinkpahoun *et al.*, 2018).

Principe de la méthode

Détermination de la demande biologique de l'oxygène pendant 5 jours.

Norme de la méthode : Méthode normalisée DIN EN 1899-1-H 51. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon.

Méthode

Matériel nécessaire

Échantillon d'eau à tester en flacon fermé

Poste d'ExAO équipé en oxymétrie

Le prélèvement a été effectué sans former de bulles d'air et le flacon fermé sans emprisonner d'air à l'intérieur. La mesure initiale (C_0) doit s'effectuer le plus rapidement possible, de préférence immédiatement.

- Après avoir étalonné rigoureusement la sonde à oxygène, placer cette sonde dans l'eau du flacon sans l'agiter ni le faire déborder et le reboucher immédiatement après :

- La mesure peut s'effectuer en sélectionnant dans le menu "affichage numérique" en attendant que la valeur affichée se stabilise. La seconde mesure (C_5), 5 jours après, doit s'effectuer dans les mêmes conditions.

- Calculer la DBO_5 à partir de ces deux mesures. : la DBO_5 représente la différence entre les deux concentrations mesurées : (Rodier *et al.*, 2009) : $DBO_5 = C_0 - C_5$

2.2.3. Matières En Suspension (MES)

Exprimée en mg par litre, ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à $1\mu\text{m}$ contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau. Les MES sont responsables d'ensablement et de baisse de pénétration de la lumière dans l'eau. Ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organique (Laabassi, 2016).

Principe

Séparation des matières en suspension contenues dans un échantillon d'eau se fait par filtration sur disque filtrant en fibres de verre, séchage à 105°C et pesée (APHA, 2005)

Matériel

- Équipements de filtration sous vide ou sous pression (1 à 2 bars).

- Disques filtrants en fibres de verre.

Méthode

Laver un disque filtrant, placé sur l'équipement de filtration, à l'aide d'eau distillée. Le sécher à (105°C jusqu'à une masse constante), laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0.1mg.

Placer le filtre dans l'équipement de filtration et mettre en marche le dispositif d'aspiration ou de pression. Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le récipient soit vidé. Le volume filtré doit être d'au moins égale à 100 ml et permettre d'obtenir une masse de matières retenue sur le filtre au moins égale à 1 mg par centimètre carré de surface filtrante. La teneur de l'échantillon en matières en suspension est exprimée en mg/l et se calcule comme suit :

$$\text{MES totales (mg/l)} = (\text{P2} - \text{P1}) \times 1000 / \text{V}$$

P1 : Poids de la capsule + membrane vide ;

P2 : Poids de la capsule + membrane pleine après séchage à 105°C

V : Volume d'eau utilisée.

2.2.4. Phosphore Total (P)

Principe de la réaction

Les ions phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium (R1) pour former de l'acide phosphomolybdique lequel sera réduit par l'ascorbate de sodium (R2) en bleu de molybdène (Rodier *et al.*, 2009).

Norme de la méthode

Réaction chimique conformes aux méthodes normées (DIN EN ISO 6878-D11).

C'est un dosage colorimétrique avec formation d'un complexe qui donne à la solution une couleur bleue. Les ions phosphates réagissent en solution acide avec les ions molybdates et antimoine pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphore molybdène.

Protocole suivi

Il est mesuré avec un spectrophotomètre. Dans une solution sulfurique les ions ortho phosphates forment avec les ions molybdates l'acide phosphomolybdique. Celui-ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphomolybdique qui est dosé par photométrie:

Une première étape de minéralisation pour le dosage du phosphore total :

- Pipeter 5.0 ml d'eau à analyser dans un tube à essai,
- Ajouter une dose du réactif P-1K, boucher le tube hermétiquement et mélanger,
- Chauffer le tube pendant 30 minutes à 120°C dans le thermoréacteur préchauffé.

Cette étape est ensuite complétée par la seconde étape :

- Laisser refroidir le tube bouché jusqu'à température ambiante,
- Ajouter une dose du réactif P-2K, boucher le tube hermétiquement et mélanger,
- Ajouter une dose du réactif P-3K, boucher le tube hermétiquement et l'agiter vigoureusement jusqu'à dissolution totale du réactif,

-Laisser reposer 5 minutes (temps de réaction), puis mesurer l'échantillon dans le photomètre.

2.2.5. Nitrites (NO₂-)

Principe de la méthode

C'est un dosage colorimétrique avec formation d'un complexe coloré par l'action de l'acide sulfanilique sur les ions NO₂- dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration en nitrites. Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. Ceux-ci forment avec des composés aromatiques, contenant un amino-groupe ou un hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense (Merghem *et al.*, 2016).

Norme de la méthode

Spectrophotométrie DIN EN 26777-D10.

$$[\text{NO}_2^-] = (\text{DO échantillon} \times \text{Concentration étalon}) / \text{DO étalon}$$

DO : Densité Optique

2.2.6. Chlorures (Cl-)

Méthode de Mohr (Voir Rodier)

C'est une méthode de titrage des chlorures. Elle consiste en un dosage argentimétrique des ions chlorures par le nitrate d'argent en présence de chromate de sodium. Ce dernier est l'indicateur coloré qui réagit en fin de dosage pour former le chromate d'argent, apparaissant comme un précipité rouge brique. Cette méthode doit son nom au pharmacien allemand Karl Friedrich Mohr (Rodier *et al.*, 2009).

2.2.7. Sulfates (SO₄-)

Principe de la méthode

Mesure photométrique de la turbidité provoquée par le sulfate de baryum.

Norme de la méthode

Réaction chimique conforme aux méthodes normées DIN 38405-D-2.

Les sulfates sont précipités en milieu chloridrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de tween 20 ou de polyvinyl-pyrrolidone (650 nm), les suspensions homogènes sont mesurées au photomètre (Rodier *et al.*, 2009).

2.2.8. Détermination des métaux lourds

Les métaux lourds choisis (Cd, Pb et Hg) ont été analysés par spectrométrie d'absorption atomique à flamme Air/Acétylène de type Perkin-Elmer, modèle PinAAcle 900T avec logiciel WinLab-32 (APHA, 2012).

- Le Cadmium Cd

Principe de la méthode

Les ions cadmium forment avec la dithizone à pH >6 un dithizone de cadmium primaire, qui est stable en milieu fortement alcalin et qui est extrait par du tétrachlorure de carbone et donne une coloration rose-rouge très sensible.

Norme de la méthode: Spectrophotométrie méthode à la dithizone.

- Le Plomb Pb

Principe de la méthode

Les ions plomb (II) forment avec la dithizone à pH 7-9 en présence de cyanure un dithizonate de plomb primaire qui est extrait par du tétrachlorure de carbone (tétrachlorométhane) et donne une coloration rose-rouge très sensible.

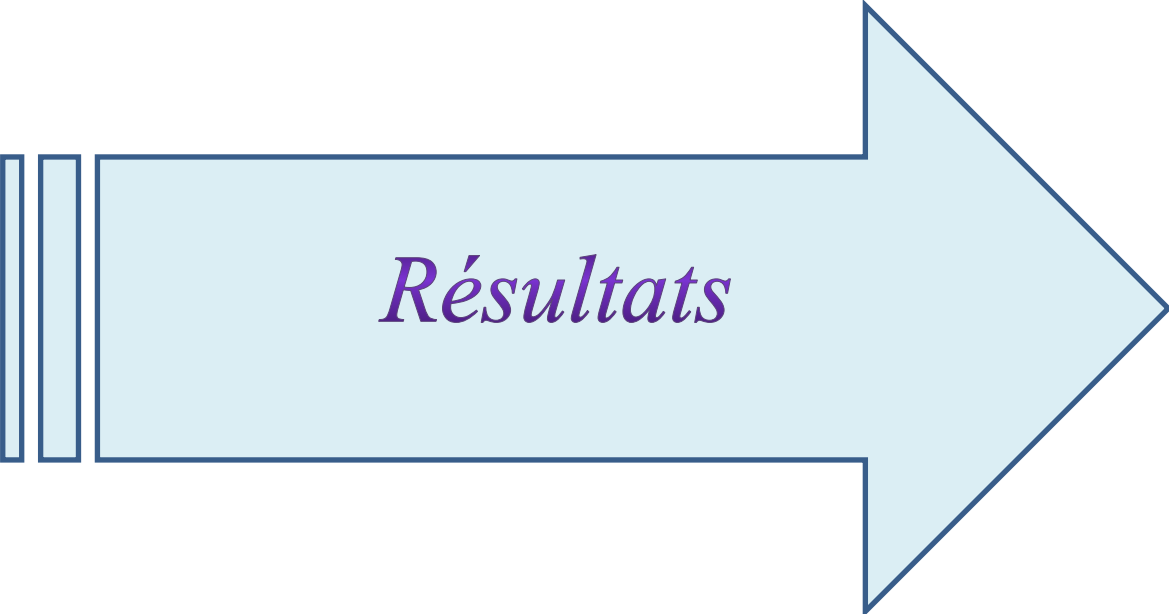
Norme de la méthode: Spectrophotométrie méthode à la dithizone.

- Mercure Hg

La détermination du mercure s'effectue en deux étapes. La première consiste à oxyder toutes les formes de mercure à l'état bivalent à l'aide d'une digestion acide en milieu oxydant. Dans la seconde étape, les ions mercuriques sont réduits en mercure élémentaire. Le mercure est extrait par barbotage d'air sec dans la solution. Le mélange gazeux est ensuite acheminé vers la cellule du spectrophotomètre d'absorption atomique.

3. Étude statistique

Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne \pm erreur standard de la moyenne (SEM). Les comparaisons entre groupes ont été réalisées par analyse de variance à 2 facteurs (ANOVA) suivie du test post-hoc de Tukey pour les comparaisons multiples. L'ensemble des analyses statistiques a été effectué à l'aide du logiciel Prism (version 7).



Résultat

1. Partie épidémiologique

Dans cette partie de notre étude, nous avons cherché à déterminer la prévalence des différents types de risques, d'accidents du travail et de pathologies professionnelles au sein du personnel hospitalier. L'investigation a été menée dans trois établissements de santé distincts : l'EPH El-Hadi Benjedid d'El Tarf, l'EPSP de Bouhadjar et celui d'El Kala. La population étudiée était composée de 237 employés, les principaux résultats de cette étude épidémiologique sont présentés comme suit :

1.1. Répartition de différents accidents de travail selon le sexe au niveau des 03 établissements (2020-2025)

Le taux total des travailleurs qui étaient victimes d'accidents de travail est plus élevé de manière hautement significative ($p < 0.01$) chez les femmes que chez les hommes au niveau des 03 établissements (2020-2025).

Tableau 01. Répartition de différents accidents de travail selon le sexe au niveau des 03 établissements (2020-2025)

Sexe	Hommes	Femmes	Aucun	Total
Nombre de cas	33	110	94	237
Taux (%)	13.93	46.41	39.66	100

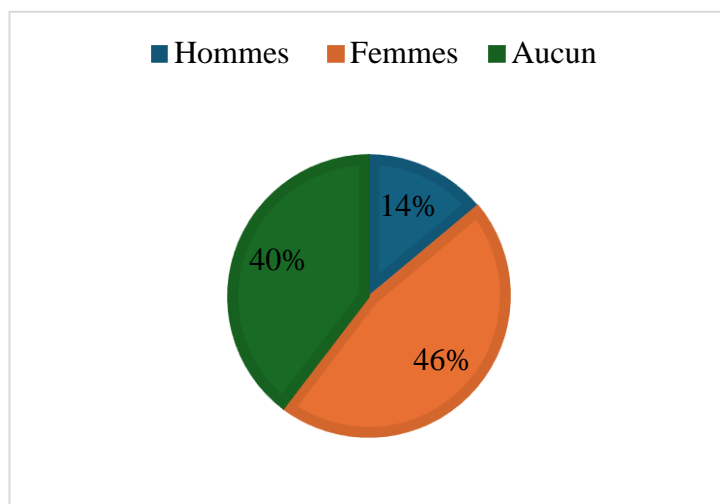


Figure 01. Répartition de différents accidents de travail selon le sexe au niveau des 03 établissements (2020-2025)

1.2. Répartition de différents accidents de travail selon le service d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)

D'après les résultats obtenus, le service des urgences au niveau des 03 établissements représente le taux le plus élevé des accidents de travail, cette augmentation est statistiquement hautement significative ($p < 0.01$) comparés aux autres services d'activités. Suivi par le taux des travailleurs employés dans les laboratoires et les blocs chirurgicaux.

Tableau 02. Répartition de différents accidents de travail selon le service d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)

Service	Oncologie	Banque de sang	Urgences	Laboratoires	Dialyse	Chirurgie	Cuisine	Aucun
Nombre de cas	10	2	54	27	10	24	2	108
Taux (%)	4.21	0.84	22.78	11.39	4.21	10.12	0.84	45.56

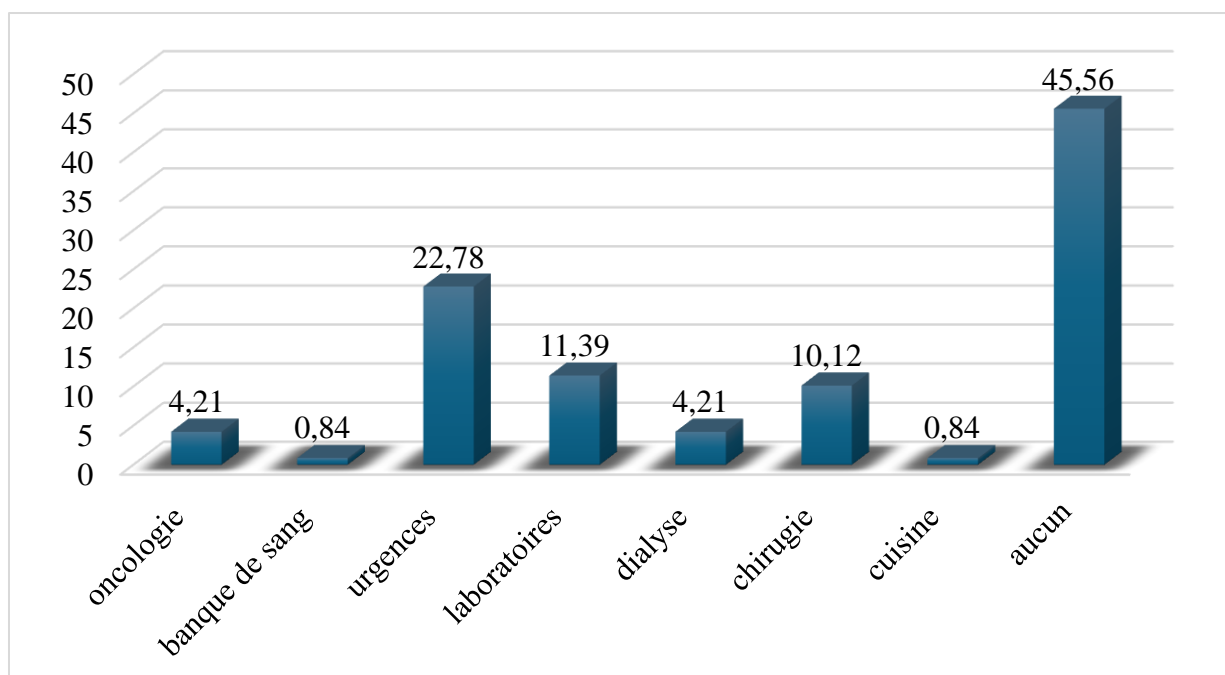


Figure 2. Répartition de différents accidents de travail selon le service d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)

1.3. Répartition de différents accidents de travail selon la fonction au niveau des 02 établissements (2022-2023)

Nos résultats ont montré que le corps médical a marqué le taux le plus élevé d'accidents de travail comparé aux autres catégories de fonction (différence très hautement significative $p < 0.001$).

Tableau 3. Répartition de différents accidents de travail selon la fonction au niveau des 03 établissements (2020-2025)

Fonction	Corps administratif	Corps médical/paramédical	Corps technique	Aucun
Nombre de cas	03	65	14	158
Taux	1.26	27.42	5.9	66.66

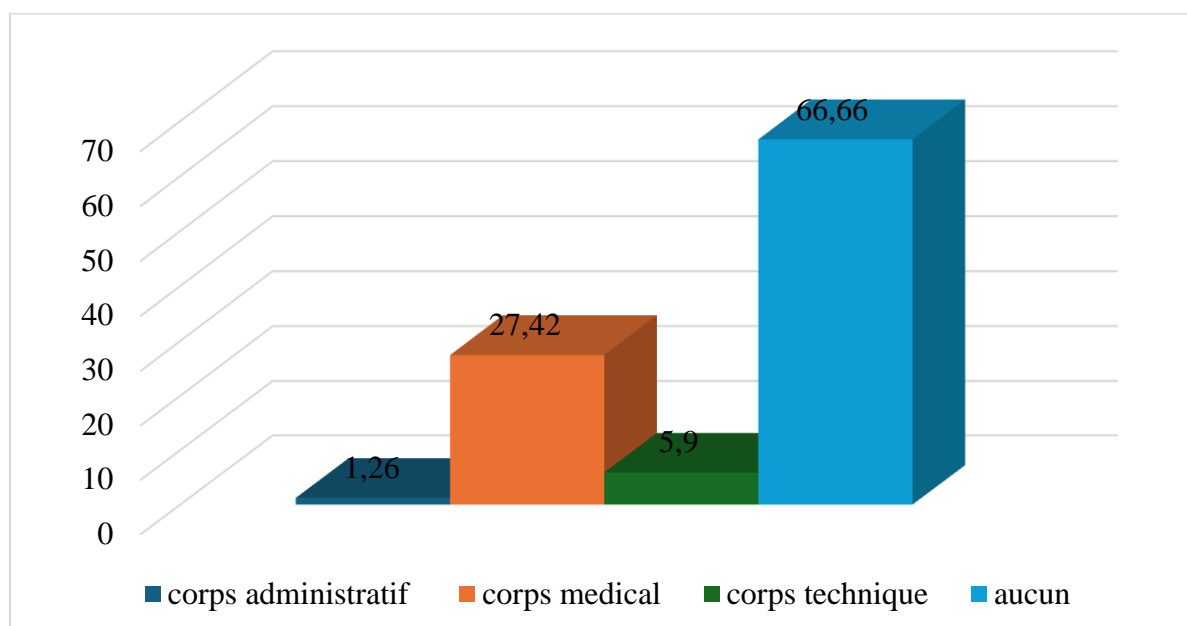


Figure 3. Répartition de différents accidents de travail selon la fonction d'activités au niveau des 03 établissements (2020-2025)

1.4. Répartition de différents accidents de travail selon la nature de l'accident au niveau des 03 établissements (2020-2025)

Le taux d'accidents de piqures d'aiguilles a enregistré une augmentation très hautement significative ($p < 0.001$), comparé aux autres formes d'accidents.

Tableau 4. Répartition de différents accidents de travail selon la nature de l'accident au niveau des 03 établissements (2020-2025)

Nature d'accident de travail	Nombre de cas	Taux
AES (Accidents exposants au sang)	00	00
Piqures d'aiguilles	61	25.73
Plais	07	2.9
Lésion oculaire	00	00
Projection des produits toxiques	05	2.1
Brulures	02	0.84
Traumatisme (luxation+ entorse...)	07	2.9
Fractures	02	0.84
Accidents de circulation	00	00

Mort	00	00
Aucun	153	64.55

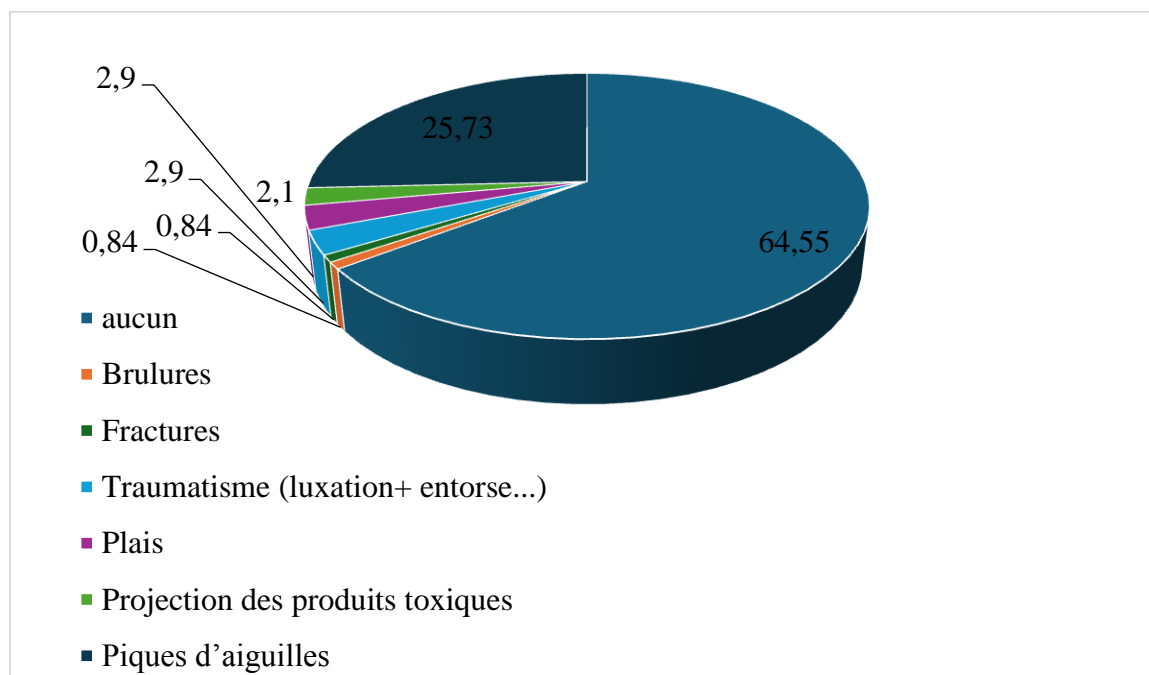


Figure 4. Répartition de différents accidents de travail selon la nature de l'accident au niveau des 03 établissements (2020-2025)

2. Partie expérimentale

Cette étude vise à évaluer la qualité physico-chimique des eaux usées issues des rejets liquides de l'Établissement Hospitalier « EPH El-Tarf », en se concentrant sur les échantillons prélevés au niveau du service d'oncologie, la laverie, laboratoire centrale et du laboratoire d'anatomie pathologique. L'objectif est d'identifier les risques de pollution associés à ces rejets hospitaliers, susceptibles d'impacter l'environnement et la santé publique.

Les 04 services étudiés utilisent de nombreux produits chimiques et pharmaceutiques, qui peuvent se retrouver dans les eaux usées et rejoindre le réseau d'assainissement. Les analyses réalisées portent sur divers paramètres physico-chimiques et la présence de métaux lourds, comparés aux normes algériennes (Journal Officiel de la république Algérienne : JORADP) et aux recommandations internationales de l'Organisation Mondiale de la Santé : OMS.

Le tableau 5 et les figures suivantes représentent la variation des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds de l'eau des rejets hospitaliers entre les 4 services.

- La valeur MES (matières en suspension) a présenté des taux très élevés dans les rejets liquides au niveau du service d'oncologie et de la laverie comparé aux 02 autres services

(différence significative $p < 0.05$), ces taux ont dépassé les valeurs limites nationales et internationales.

- La DCO a marqué un pic maximal au niveau du service d'anatomie pathologique comparé aux 03 autres services (augmentation significative $p < 0.05$), cette valeur a dépassé les normes nationales et internationales. À noter que la DCO au niveau des 03 autres services reste plus ou moins dans les normes.

- Par contre la valeur de la DBO_5 n'a pas dépassé les normes nationales et internationales au niveau des 04 services, avec un taux plus élevé au niveau de la laverie comparé aux autres services (différence non significative $p > 0.05$).

- Le taux des Nitrites a resté plus ou moins dans les normes, sauf que le taux le plus élevé a été enregistré au niveau du service d'anatomie pathologique comparé aux autres services avec une différence non significative $p > 0.05$.

- Des taux très élevés ont été enregistrés au niveau du laboratoire central comparés aux autres services : en Sulfates ($p > 0.05$), en Chlorures ($p < 0.001$) et en Phosphore Total ($p > 0.05$). Toutes ces valeurs étaient dans les normes à l'exception du taux des chlorures qui a dépassé fortement toutes les normes.

- Concernant les métaux lourds, le plomb est plus élevé au niveau de la laverie comparé aux autres services ($p > 0.05$) mais il a resté dans les normes. Par contre le Cadmium est plus concentré au niveau du service d'anatomie pathologique contre les autres services avec une différence non significative ($p > 0.05$) mais il était plus ou moins dans les normes.

Enfin, le mercure a marqué l'exception avec un taux excessivement élevé au niveau du service d'oncologie, suivi par la laverie, comparé aux autres services ($p < 0.001$), à noter que le taux du mercure au niveau des 04 services a dépassé fortement les normes nationales et internationales.

Tableau 5. Variation des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds des rejets hospitaliers entre les 4 services

Paramètres	Unités	Laboratoire Centrale	Anapath	Oncologie	Laverie	Valeur limite JORADP mg/l	Valeur limite OMS mg/l
MES	mg/l	08	09	53	46	35	<20
DCO	mg/l O ₂	104	327	110	107	120	<90
DBO ₅	mg/l O ₂	07	6.9	6.5	11.4	35	<30
Nitrite (NO ₂ -)	mg/l	0.36	0.62	0.46	0.31	0.1	1
Sulfates (SO ₄ -)	mg/l	177	134	129	172	400	250
Chlorures (Cl-)	mg/l	710	71	213	52.8	200	250
Phosphore Total	mg/l	1.90	0.48	0.90	1.43	10	2
Plomb Total	mg/l	0.124	0.151	0.166	0.380	0.5	0.5
Cadmium (Cd)	mg/l	0.285	0.534	0.384	0.405	0.2	0.1
Mercure (Hg)	µg/l	05	08	100	50	0.01	0.01

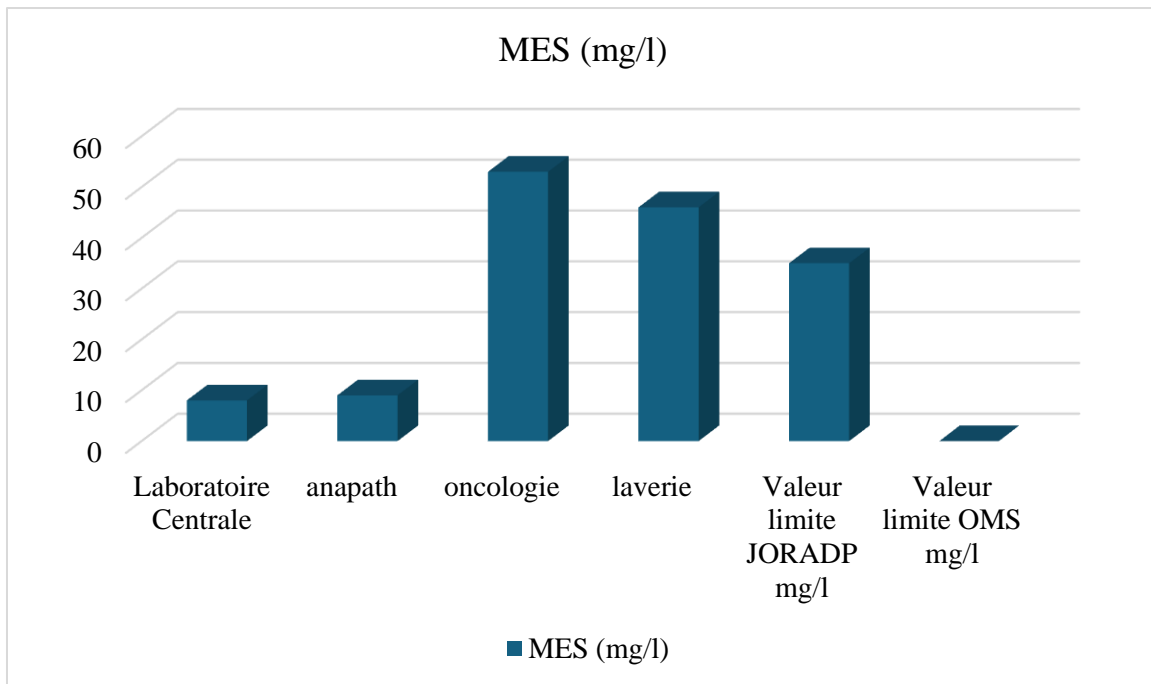


Figure 5. Variation des taux des MES (mg/l) entre les 4 services

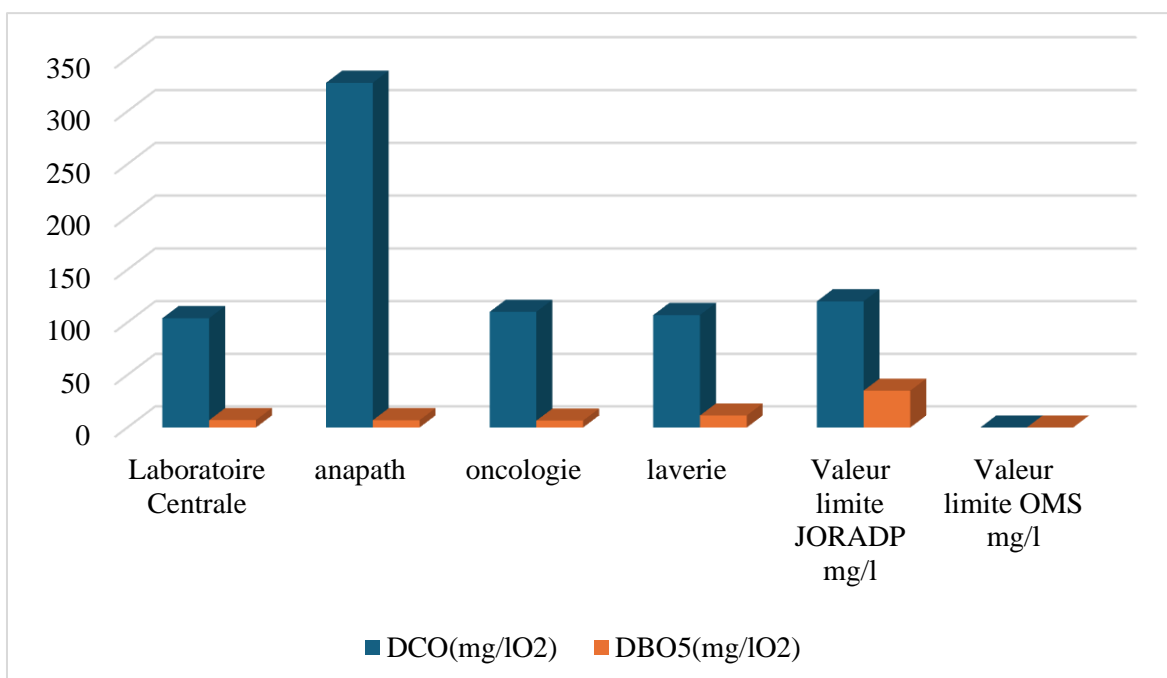


Figure 6. Variation des taux de la DCO et de la DBO₅ (mg/IO₂) entre les 4 services

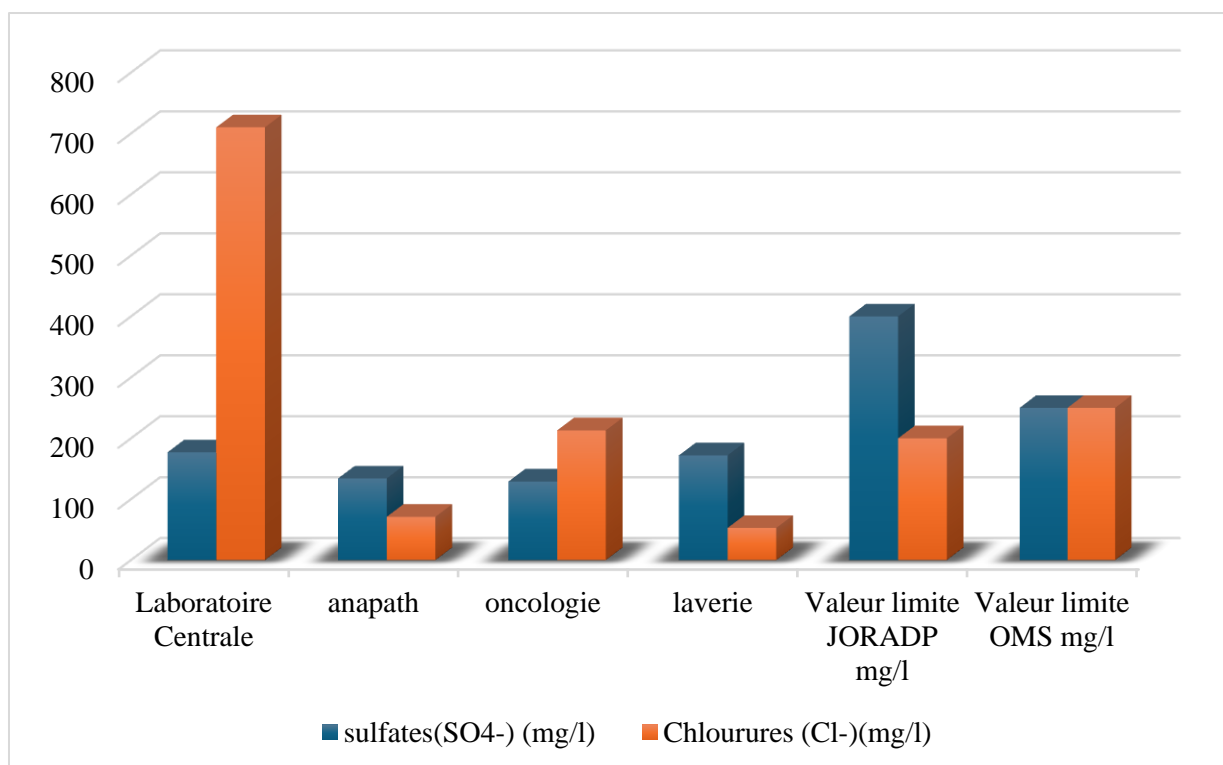


Figure 7. Variation des taux de sulfates (SO₄⁻) et de Chlorures (Cl⁻) entre les 4 services

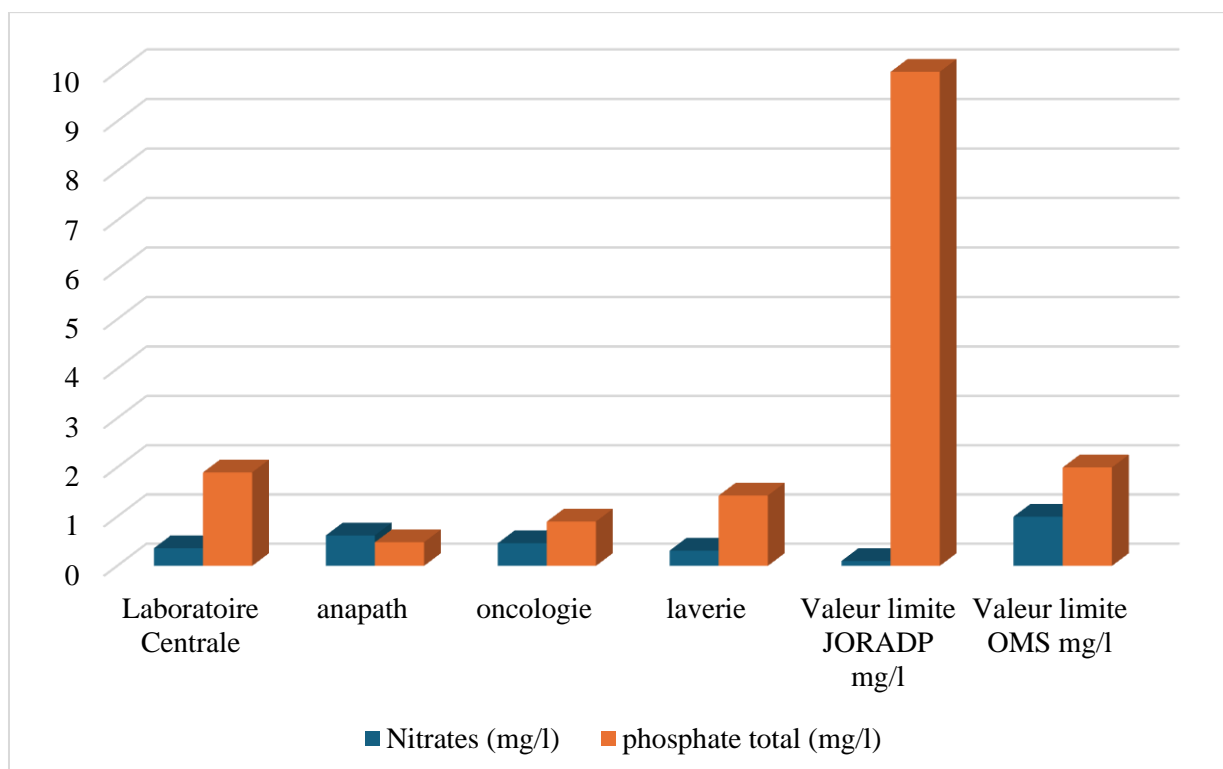


Figure 8. Variation des taux de Nitrite (NO₂⁻) et du Phosphore total entre les 4 services

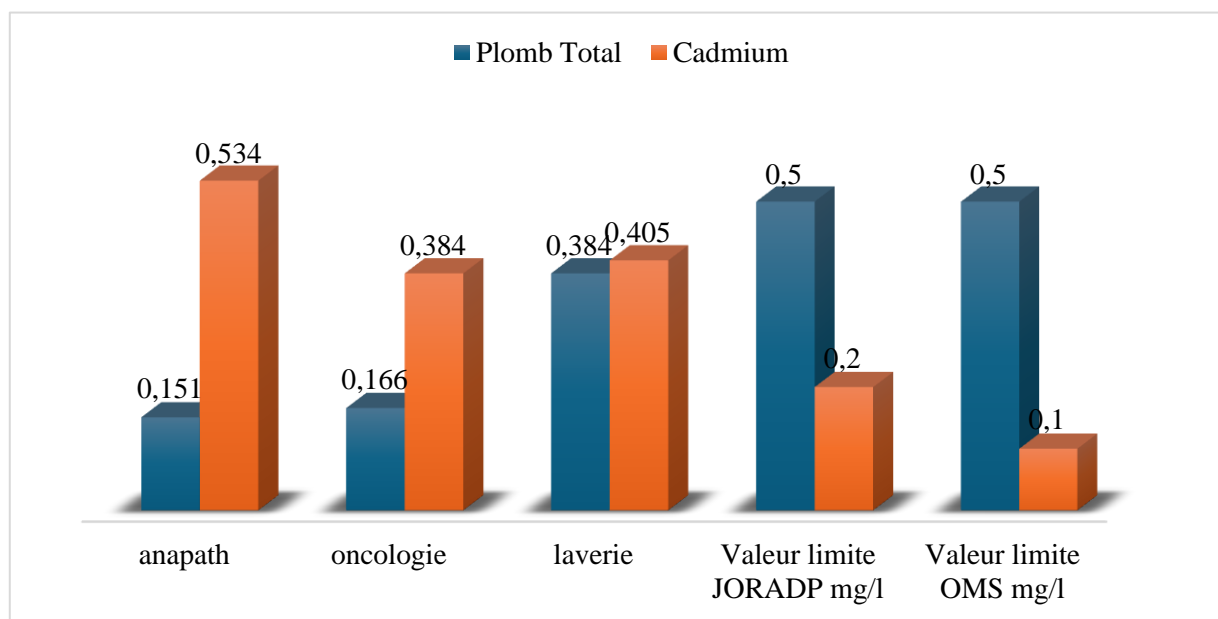


Figure 9. Variation des taux de plomb total et cadmium entre les 4 services

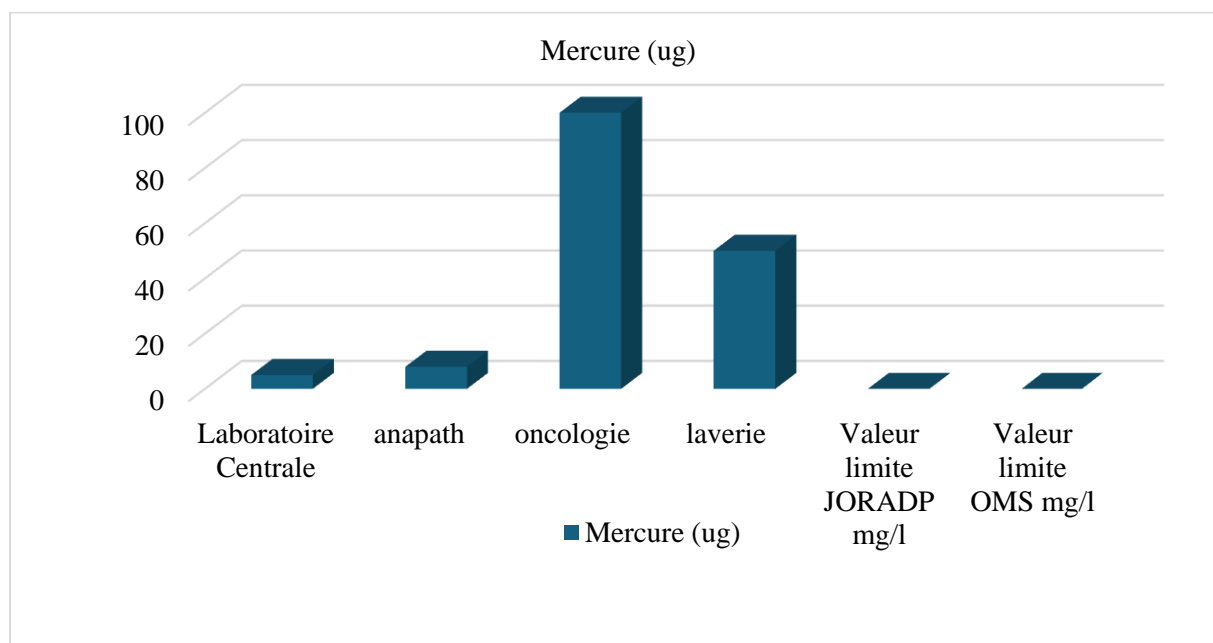
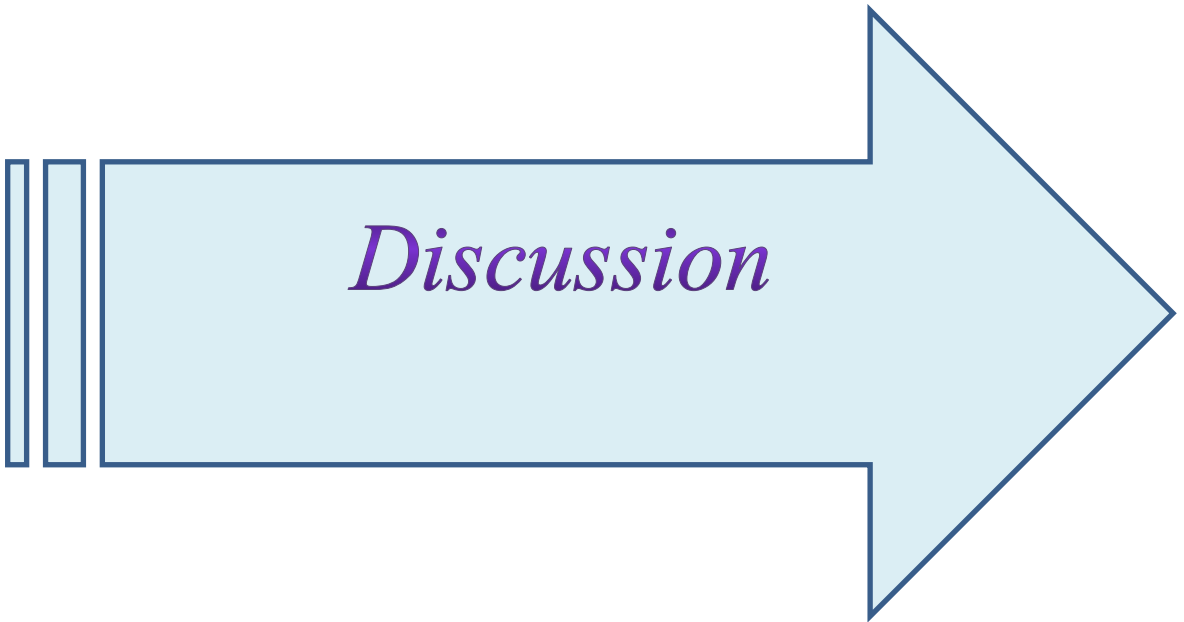


Figure 10. Variation des taux de Mercure (Hg) entre les 4 services



Discussion

Dans le monde entier, les hôpitaux représentent une source importante de pollution qui menace la santé publique. Ce danger est étroitement lié à des pathologies, tant pour le personnel soignant que pour la population environnante. Le personnel hospitalier est exposé à une diversité de risques professionnels, incluant des risques biologiques, chimiques, physiques et psychosociaux. Ces risques sont liés à la nature même des soins prodigués, à la manipulation de produits dangereux, à l'organisation du travail, ainsi qu'aux interactions avec les patients (INRS, 2025; OMS, 2021). Par exemple, les risques biologiques sont importants, notamment en raison de la manipulation de sang et de fluides corporels, exposant les soignants à des infections comme la tuberculose, l'hépatite B et C, ou le VIH/sida (OMS, 2021). Les risques chimiques sont également notables, avec une exposition à des substances telles que le formaldéhyde, les solvants aromatiques et les produits de laboratoire, particulièrement dans les services d'anatomie pathologique (source interne¹). Les risques psychosociaux (RPS) sont en forte augmentation dans ce secteur, engendrés par le stress, les violences internes et externes, le manque d'autonomie et les exigences émotionnelles du travail, pouvant conduire à des troubles anxio-dépressifs, burnout, voire suicide (INRS, 2025; OMS, 2021). Par ailleurs, les troubles musculosquelettiques (TMS) sont fréquents, notamment liés aux gestes répétitifs et au déplacement des patients sans équipements adaptés (OMS, 2021; INRS, 2025). Dans cette étude nous avons essayé de rechercher les différents types de risques au sein du secteur sanitaire.

Ce travail, mené auprès de 237 employés répartis dans trois établissements hospitaliers de la wilaya d'El Tarf, met en lumière une prévalence préoccupante des accidents de travail et des risques professionnels. Les résultats révèlent que le taux d'accidents de travail est significativement plus élevé chez les femmes, car elles sont majoritairement présentes dans les métiers de soins les plus exposés aux risques et réalisent les tâches les plus dangereuses, comme la manipulation d'aiguilles et la manutention des patients. De plus, elles subissent souvent une charge de travail importante et des contraintes organisationnelles qui augmentent leur vulnérabilité aux accidents (INRS, 2025 ; OMS, 2021). Les accidents globaux de travail concernent en 2019, plus de 650 000 salariés en France, dont 63% d'hommes et 37% de femmes. La baisse globale des accidents du travail entre 2001 et 2019 (-11,1%) correspond à une baisse pour les hommes (-27,2%) mais masque la nette progression des accidents de travail pour les femmes (+41,6%). Depuis 2013, on constate toutefois une inversion de tendance à savoir que le nombre global d'accidents augmente (+6,1%) avec une stabilisation

du nombre d'accidents pour les hommes (-0,1%) et une augmentation (+18,3%) pour les femmes. Depuis 2001, les secteurs les plus accidentogènes pour les femmes sont les activités de services : santé, action sociale, nettoyage, travail temporaire et les services, commerces et industries de l'alimentation. Le BTP (Bâtiments et Travaux Publics) est le secteur le plus accidentogène pour les hommes. L'analyse de la gravité des accidents de travail indique qu'en moyenne les femmes sont arrêtées plus longtemps que les hommes (Chappert & Therry, 2022) Nos résultats sont également bien d'accord avec d'autres travaux au niveau national, lors d'une étude menée sur 458 dossiers de victimes d'accidents de travail survenus entre l'année 2005 et 2013 au niveau d'un hôpital du centre d'Alger (Younsi *et al.*, 2016).

La prévalence selon le service d'activité montre que les urgences sont le secteur le plus exposé, avec un taux d'accidents significativement plus élevé que dans les autres services, suivies par les laboratoires et les blocs chirurgicaux, ce qui s'explique par la nature des activités impliquant rythme soutenu, gestes techniques fréquents et exposition à des agents pathogènes. Le corps médical (médecins, infirmiers, sages-femmes) est la catégorie la plus touchée, en raison de leur implication directe dans les soins et la manipulation d'aiguilles et d'instruments médicaux. La nature des accidents est dominée par les piqûres d'aiguilles, avec une augmentation très hautement significative, ce qui met en évidence la nécessité de renforcer la formation à la manipulation des objets tranchants et piquants et d'améliorer la disponibilité des dispositifs de sécurité. Effectivement, d'autres études en Algérie ont confirmé que les services des urgences sont souvent considérés comme des environnements à haut risque, avec un nombre significatif d'accidents du travail. Les urgences figurent parmi les services les plus touchés, avec des taux d'accidentologie plus élevés que dans d'autres départements hospitaliers (Djafri & Lanane, 2020).

Au niveau international, ces résultats sont d'accord avec une étude de médecine de travail effectuée au Canada (Petrino *et al.*, 2023).

Sur le plan expérimental, l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux usées hospitalières (rejets liquides) issues de quatre services de l'EPH El-Tarf (oncologie, laverie, laboratoire central, laboratoire d'anatomie pathologique) révèle que les taux de MES sont très élevés dans les rejets de l'oncologie et de la laverie, dépassant les normes nationales et internationales s'explique par la nature des activités : l'oncologie génère beaucoup de déchets biologiques et la laverie libère des particules solides issues du nettoyage du linge hospitalier fortement souillé (Toledji *et al.*, 2020). Tandis que la DCO atteint un maximum dans les rejets

du laboratoire d'anatomie pathologique, dépassant également les normes, alors que la DBO5 reste dans les normes. Les taux de nitrites, de sulfates et de phosphore total restent globalement dans les normes, mais les chlorures dépassent très largement les seuils réglementaires dans le laboratoire central parce que le laboratoire d'anatomie pathologique utilise et rejette de nombreux produits chimiques organiques (formaldéhyde, solvants, colorants, fixateurs, etc.) qui sont difficiles à dégrader biologiquement. Cela entraîne une DCO (demande chimique en oxygène) élevée, car la DCO mesure l'ensemble des substances oxydables (y compris celles non biodégradables), tandis que la DBO5 (demande biologique en oxygène sur 5 jours) ne mesure que la fraction biodégradable. Une teneur élevée en DCO signifie que l'eau contient une grande quantité de substances réductrices, principalement des polluants organiques. Plus la DCO est élevée, plus la pollution organique de l'eau est grave (Okieng & Makaly, 2024).

Ainsi, une DCO élevée et une DBO5 normale indiquent la présence majoritaire de polluants chimiques non biodégradables dans ces rejets.

Un taux élevé de chlorures dans les rejets hospitaliers peut être préoccupant pour plusieurs raisons. Les chlorures sont des ions salins qui peuvent avoir un impact sur l'environnement et la santé humaine. En plus de ces considérations, les rejets hospitaliers contiennent également d'autres contaminants, comme des médicaments et des agents pathogènes, rendant leur gestion complexe (Berrada *et al.*, 2014).

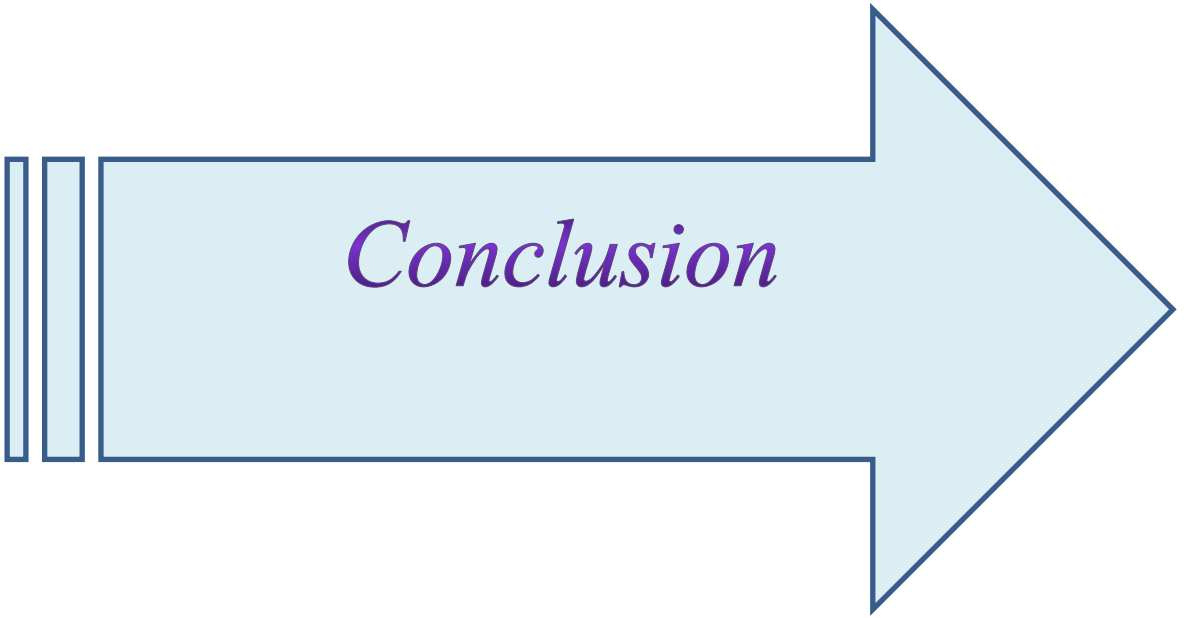
Un taux élevé de nitrites dans les rejets hospitaliers est inquiétant car cela peut indiquer une pollution organique et un risque pour la santé humaine et l'environnement. Les nitrites sont souvent un produit intermédiaire de la transformation de l'ammoniac, et leur présence peut indiquer une pollution par des matières fécales ou d'autres déchets organiques (Geeta *et al.*, 2023).

Pour les métaux lourds, le plomb est plus élevé dans la laverie mais reste dans les normes, le cadmium est plus concentré dans l'anatomie pathologique sans dépasser les seuils, alors que le mercure présente une situation alarmante, avec des taux excessivement élevés dans le service d'oncologie et dépassant les normes dans tous les services dus à la nature des activités (lavage de linge souillé, utilisation de réactifs chimiques, traitements anticancéreux) et à la présence de produits ou dispositifs contenant ces métaux dans ces services.

En comparant les deux services, le laboratoire d'anatomie pathologique présente des taux élevés de MES, nitrite, sulfates, phosphore, manganèse, plomb, cadmium et mercure, car ses activités impliquent la manipulation de nombreux échantillons biologiques solides (tissus,

organes, résidus de préparation) et l'utilisation de produits chimiques générant des particules en suspension dans les eaux usées. tandis que le service d'oncologie affiche des taux plus élevés de DCO, DBO5, chlorures, en raison de l'utilisation intensive de médicaments cytotoxiques, de solutions pharmaceutiques et de déchets liquides riches en composés organiques, qui augmentent la charge organique soluble et donc la demande en oxygène, tant chimique que biologique, dans les effluents ce qui suggère un risque de pollution métallique au laboratoire d'anatomie pathologique et un risque biologique au service d'oncologie services (Parida *et al.*, 2021).

Ces résultats soulignent la nécessité de renforcer les mesures de prévention des accidents de travail, d'adapter la surveillance médicale et d'optimiser la gestion des rejets hospitaliers pour protéger la santé des travailleurs et l'environnement.



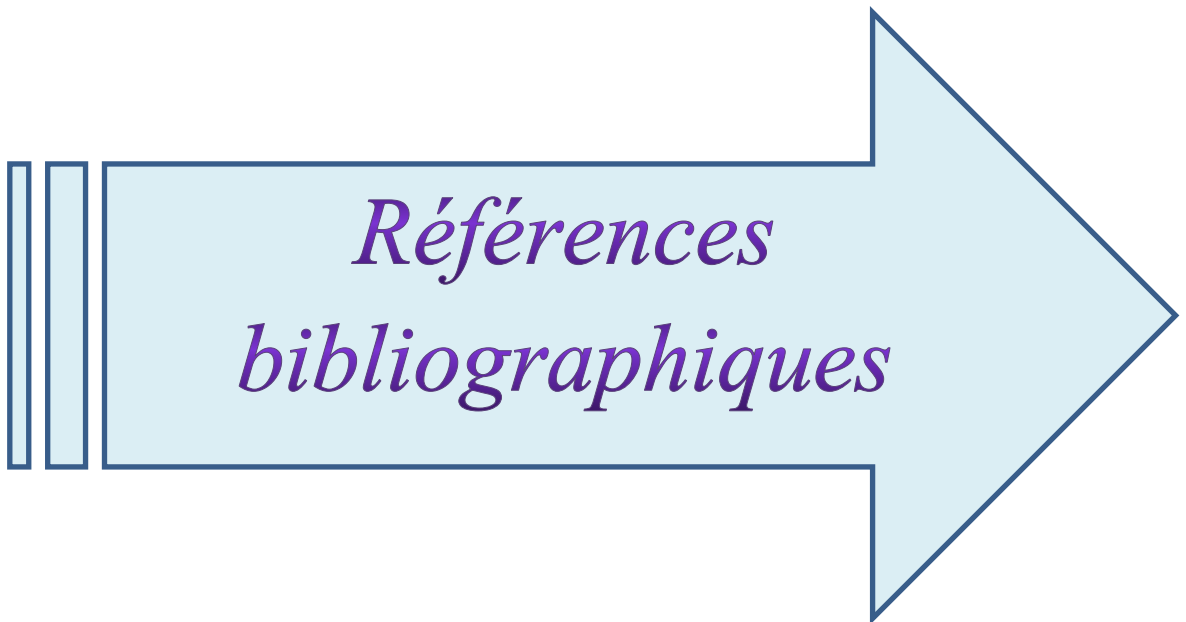
Conclusion

Conclusion

Les statistiques montrent une prévalence élevée d'accidents du travail dans le secteur hospitalier, avec une augmentation notable chez les femmes, qui représentent une large part de la main-d'œuvre dans ce domaine. Les services d'urgences, les blocs opératoires et les laboratoires sont particulièrement exposés aux accidents.

Les hôpitaux génèrent également des effluents liquides contenant des substances chimiques, des métaux lourds, des résidus pharmaceutiques et des micro-organismes pathogènes, qui représentent un risque sanitaire et environnemental important. Ces effluents contiennent notamment des métaux lourds comme le plomb, le cadmium, le mercure, et des composés organohalogénés, qui peuvent contaminer les milieux aquatiques et affecter la santé publique. Les concentrations de certains métaux lourds dans les effluents hospitaliers dépassent souvent les normes recommandées par l'OMS et les réglementations nationales, soulignant la nécessité d'un traitement adéquat avant rejet. Des solutions d'éco-conception et des procédés d'épuration avancés ont montré leur efficacité pour réduire significativement les micropolluants pharmaceutiques dans les eaux usées hospitalières, avec des taux d'élimination acceptables. Ces mesures sont cruciales pour limiter l'impact environnemental de la consommation médicamenteuse hospitalière. Les résultats confirment que le secteur hospitalier est un milieu à risques multiples pour les travailleurs, avec une exposition élevée aux risques nécessitant une prévention renforcée et adaptée aux spécificités des services. Parallèlement, la gestion des effluents hospitaliers doit être optimisée pour limiter la pollution environnementale, notamment par la mise en place de traitements spécifiques des eaux usées et une éco-conception des pratiques de soins.

Enfin, la surveillance médicale des personnels hospitaliers doit être améliorée pour mieux prévenir et détecter les maladies professionnelles, en tenant compte des particularités de genre, d'âge et de poste de travail, ces mesures combinées contribueront à garantir la sécurité et la santé des soignants tout en protégeant l'environnement.



*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- ✓ **1H2O3**. Comprendre les MES et leur impact ,2025.
- ✓ **Actu-Environnement**. Demande biochimique en oxygène (DBO),2024 .
- ✓ **Albasi C, Delgado L, Schetrite S, Faucet V, Wang L, Pfohl A, Causserand C, Marion B, Dorandeu C, Audran M, Hansel S, Parenthéon S, Balaire A, Guibaud J, Castegnaro M**. Elimination d'une molécule anticancéreuse toxique dans l'eau par couplage bioréacteur à membrane et nanofiltration. *Techniques Hospitalières*,2008, 715, 80-86 .
- ✓ **APHA** : American Public Health Association ; American Water Works Association (AWWA) ; Water Environment Federation (WEF). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 3125 B Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) Method. 22nd Edition, 2012.
- ✓ **APHA**: American Public Health Association ; American Water Works Association(AWWA) ; Water Environment Federation(WEF). *Standard Methods for the Examination of Water dans Wastewater*. 21e édition, 2005.
- ✓ **Ashfaq M, Khan KN, Rasool S, Mustafa G**. Occurrence and ecological risk assessment of fluoroquinolone antibiotics in hospital waste of Lahore. Pakistan. *Environmental toxicology and pharmacology*, 2016, 42: 16–22.
- ✓ **Atinkpahoun J, Koudou BG, Ouattara NK**. Évaluation de la demande biochimique en oxygène (DBO5) dans les effluents industriels : méthodes et applications. *Revue Internationale des Sciences de l'Environnement*,2018, 12(3), 45-58.
- ✓ **Baurès E, Hélias E, Junqua G, Thomas O**. Fast characterization of non domestic load in urban wastewater network by UV spectrophotometry, *Journal of Environmental Monitoring*, 9, RCS publishing, 959-965,2007.
- ✓ **Benali B, Ghomari O, Taleb M, Belhaj Z, Belabed A, Kandouci AB, Fanello S**. *Santé publique*. 2009, (21): 253-261.
- ✓ **Berrada S, Squalli FZ, Squalli T, Hannin M, El Oualti A, Lalami A**. Effluent recycling of hemodialysis service of Al Ghassani hospital of Fez: characterization before and after treatment). *Journal of Materials and Environmental Science*, 2014, 5: 2265-2277.

- ✓ **Bertrand JL, Bouchali R, Bouchez A.** Effluents hospitaliers et stations d'épuration urbaines : sept années de suivi, d'études et de recherche sur sipibel. Actes des 23e Journées Information Eaux, 2019.
- ✓ **Boillot C.** Evaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques : contribution à l'amélioration de la phase« caractérisation des effets ». Thèse pour l'obtention du doctorat en chimie spécialité Sciences de l'Environnement Industriel et Urbain, Lyon, INSA, 2008, 301 p.
- ✓ **Bolbol SA, Zaitoun MF, Abou El-Magd SA, Mohammed NA.** Healthcare workers exposure to ionizing radiation: oxidative stress and antioxidant response. *Indian J Occup Environ Med*, 2021, 25(2):72-77.
- ✓ **Burton FL, Tchobanoglous G, Tsuchihashi R, Stensel HD.** Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill Education, 2013.
- ✓ **CANADA.** Règlement limitant la concentration en composés organiques volatils de certains produits. Environnement et Changement climatique Canada, 2024.
- ✓ **Canchado, A.** Les effluents liquides hospitaliers : Synthèse technique. AgroParisTech-ENGREF, Mastère spécialisé « Gestion de l'eau », 2012.
- ✓ **Cardot C, Gilles A.** Génie de l'environnement - Analyse des eaux - Réglementation, analyses titrimétriques et spectrophotométriques, statistiques. Ellipses Editions Marketing, S.A, 2013, 312 p.
- ✓ **Carraro E, Bonetta S, Bertino C, Lorenzi E, Bonetta S.** Hospital effluents management: Chemical, physical, microbiological risks and legislation in different countries. *Journal of environmental management*, 2016, 168:185–199.
- ✓ **Castastini C, Mullot JU, Boukari S, Mazellier P, Levi Y, Cervantes P, Ormsby JN.** Identification de molécules anticancéreuses dans les effluents hospitaliers de deux hôpitaux. *European Journal Water of Quality*, 2008, 39 (2), 171-180
- ✓ **CCHST** : Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. Programme santé et sécurité. Politique pour un milieu de travail sans parfum, 2019.
- ✓ **CEAEQ** . Méthode d'analyse 315 – Détermination du phosphore total dans les effluents, 2024 .
- ✓ **Chappert F, Therry C.** Statistiques des accidents du travail en France, 2022.
- ✓ **Chappert F, Therry C.** Photographie statistique de la sinistralité au travail en France selon le sexe entre 2001 et 2019. Des évolutions différenciées pour les femmes et les hommes. *Veille Et Analyse (Anact)*, 2022.

- ✓ **Chareyron B.** Les effluents radioactifs directs et diffus générés par les activités de médecine nucléaire et de Curiethérapie. In : les effluents liquides des établissements de santé : état des lieux et perspectives de gestion, Chambéry,2008,8p.
- ✓ **Chen W, Liang X, Nong Z, Li Y, Pan X, Chen C, Huang L.** The Multiple Applications and Possible Mechanisms of the Hyperbaric Oxygenation Therapy. *Med Chem*, 2019,15(5): 459-471.
- ✓ **CICR (Comité International de la Croix-Rouge).** Manuel de gestion des déchets médicaux.contaminants in wastewater: A critical review on occurrence, existing legislations, risk assessment, and sustainable treatment alternatives. *Journal of Environmental Chemical* , Genève, Suisse, 2011, 1-164p
- ✓ **D’Costa VM, McGrann KM, Hugues DW, Wright GD.** Sampling the antibiotic resistome. *Science*,2006, 311 (5759), 374-377
- ✓ **Da Silva MF, Tiago I, Verissimo A, Boaventura RAR, Nunes OC, Manaia CM.**Antibiotic resistance of enterococci and related bacteria in an urban wastewater treatment plant. *FEMS Microbiology Ecology*,2006 , 55 (2), 322-329
- ✓ **De Lima Andrade E, da Cunha E Silva DC, de Lima EA,de Oliveira RA,Zannin PHT.** Environmental noise in hospitals: asystematicreview. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2021, 28(16):19629-19642 .
- ✓ **Déronzier G, Schérite S, Racault Y, Canler JP, Liénard A, Héduit A, Duchène P.** Traitement de l’azote dans les stations d’épuration biologique des petites collectivités. Document Technique FNDAE, Cemagref éditions, Antony, 2001,(25): 79p.
- ✓ **Dianat I, Sedghi A, Bagherzade J, Jafarabadi MA.** Objective and subjective assessments of lighting in a hospital setting: implications for health, safety and performance. *Ergonomics*, 2013,56(10): 1535-1545.
- ✓ **Diao ML, Armandine ERD, Ndong A, Pape Ousmane Ba, Konate I, Gaye MC, Ndiaye M.** Prévalence et facteurs de risques des troubles musculo-squelettiques chez les chirurgiens de l’Hôpital Régional de Saint-Louis du Sénégal. *PAMJ-CM*, 2020,4(86).
- ✓ **Djafri Z, Lanane M.** Study of the socio-professional risks of emergency nurses at night: the case of BEJAIA public hospitals. *Journal de Prévention et dErgonomie*, 2020,9(1) :75-87.
- ✓ **Dremont C, Hadjali R .** La gestion des effluents liquides en milieu hospitalier . Université de Technologie de Compiègne ,1997,p30. **Fekadu S, Merid Y, Beyene H, Teshome W, Gebre-Selassie S .** Assessment of antibiotic- and disinfectant-resistant

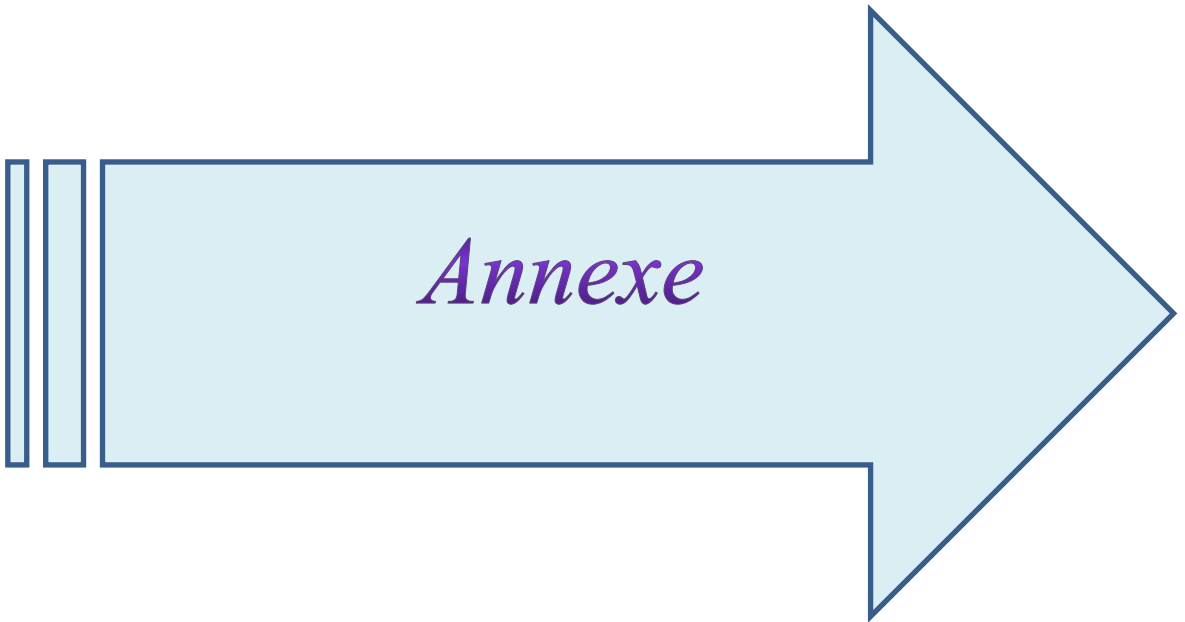
- bacteria in hospital wastewater, South Ethiopia: a cross-sectional study. *J Infect Dev Ctries* ,2015,9(2):149–156 .
- ✓ **Emmanuel E.** Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse INSA, Lyon,2004: 247 p. *Engineering*, 2021, 9(5):105966.
 - ✓ **EPTB Sèvre Nantaise.** Qualité de l'eau en phosphore ,2024 .
 - ✓ **Evens E, Perrodin Y, Blanchard JM, Keck G, Vermande P.** Approche méthodologique de l'évaluation des risques écotoxicologiques des effluents hospitaliers vis-à-vis de la Step locale et de l'écosystème aquatique récepteur. *Déchets-sciences techniques*, 2004,35:18-27.
 - ✓ **France Environnement.** Comment sont mesurées les matières en suspension ,2024.
 - ✓ **Garcier R.** The placing of matter: Industrial water pollution and the construction of social order in nineteenth-century France. *Journal of Historical Geography*, 2021, 36(2): 132-142.
 - ✓ **Garrett DO, Longley AT, Aiemjoy K, Yousafzai MT, Hemlock C, Yu AT, Vaidya K, Tamrakar D, Saha S, Bogoch II.** Incidence of typhoid and paratyphoid fever in Bangladesh, Nepal, and Pakistan: results of the Surveillance for Enteric Fever in Asia Project. *Lancet Glob Health*, 2022,10(7): 978-988.
 - ✓ **Geeta B, Parul C, Saurabh G, Sanjay G, Ashulekha G, Mohd R.** A review on hospital wastewater treatment technologies: Current management practices and future prospects. *Journal of Water Process Engineering*, 2023, 56 : 104516.
 - ✓ **Gul M, Ak MF.** A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment. *Journal of Cleaner Production*, 2018, (196): 653–664.
 - ✓ **Guthmann JP, Aït Belghiti F, Lévy-Bruhl D.** Épidémiologie de la tuberculose en France en 2015. Impact de la suspension de l'obligation vaccinale BCG sur la tuberculose de l'enfant (2007-2015). *Bull Epidémiol Hebd*, 2017,(7):116-26.
 - ✓ **Hach France.** Phosphore – Paramètres de qualité de l'eau ,2024.
 - ✓ **Hach France.** Demande biochimique en oxygène (DBO) ,2024 .
 - ✓ **Hartemann P, Banchereau JL, Brosseau M, Briand E, Chambon P, Collignon A, Deveaux F, Fourrier P, Frappier G, Harmant P, Le Gouhir C, Le Priol C, Levi Y, Molinaro D, Montiel A, Montout G, Renaud D, Riguiedel P, Salomon V, Saout C, Squinazi F, Tissot-Guerraz F, Wiesel M.** L'eau dans les établissements de santé. Paris, Ministère de la Santé et des Solidarités,2005, 128p.

- ✓ **Hébert M.** La reconnaissance des maladies professionnelles en France : enjeux et évolutions. Paris : Éditions L'Harmattan, 2004 .
- ✓ <https://www.cnaps.mg/>
- ✓ <https://www.ilo.org/fr>
- ✓ <https://www.sante-et-travail.fr/>
- ✓ <https://www.service-public.fr/>
- ✓ <https://www.village-justice.com/articles/>
- ✓ **Huang W, Shuai B, Zhang R, Xu M, Antwi E.** A New System Risk Definition and System Risk Analysis Approach Based on Improved Risk Field. IEEE Transactions on Reliability, 2020, 69(4):1437–1452.
- ✓ **INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité).** Accidents du travail et maladies professionnelles (AT- MP), Santé et Sécurité au Travail, 2017, p.3-15.
- ✓ **INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité).** Évaluation des risques professionnels. Démarches de prévention, 2022, p1-5.
- ✓ **INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité).** Hôpitaux et cliniques . Votre métier ,2025.
- ✓ **ISSeP** Détermination des matières en suspension – méthode gravimétrique ,2014.
- ✓ **Jnah A, Hamamouchi J, El Hamzaoui S, Seffar M, Yagoubi M, Zouhdi M.** Management of biological and infectious risks at the medical bacteriology Laboratory of the Ibn Sina University Hospital in Rabat. Tunis Med, 2021, 99(4): 423-434.
- ✓ **Krawczyk E, Piñero-García F, Ferro-García MA.** Discharges of nuclear medicine radioisotopes in Spanish hospitals. Journal of environmental radioactivity, 2013,116:93–98.
- ✓ **Leistner R, Buchwald D, Beyer M, Philipp S.** Scabies outbreak among healthcare workers in a German acute care hospital. J Infect Prev, 2017,18(4):189-192. } Lévi Y. Contamination des eaux par les résidus de médicaments et stratégies de prévention. Actualités Pharmaceutiques, 2020,59(594):18-23.
- ✓ **Li D, Chen H, Liu H, Schlenk D, Mu J, Lacorte S.** Anticancer drugs in the aquatic ecosystem: Environmental occurrence, ecotoxicological assessment. Environment International effet and risk, 2021,153:106543.
- ✓ **Lopez N, Deblonde T, Hartemann P .** Les effluents liquides hospitaliers, Hygiènes,2010 , 18(6), 381-386

- ✓ **Louvain Medical.** Micropollution pharmaceutique : enjeux et perspectives pour l'hôpital ,2024 .
- ✓ **Merghem KA, Elhalouani H, Alnedhary A, Dssouli K, Gharibi E, Alansi RQ, Alnahmi F.** Étude de l'impact des rejets d'eaux usées brutes et épurées sur la qualité de l'Oued Bani Houat : Étude spatio-temporelle. J Mater Environ Sci, 2016, 7:1516-1530.
- ✓ **Nichon M.** Risques professionnels. 2eme édition, Dunod, Paris, 2003.
Office International de l'Eau. Les effluents liquides hospitaliers . Synthèse technique ,2012,p.10.
- ✓ **Okieng L, Makaly B.** Traitement des effluents hospitaliers des cliniques universitaires de kinshasa : vecteurs des infections nosocomiales par le reacteur anaerobie de couverture ascendant à lit de boues. Mouvements et Enjeux Sociaux- Revue Internationale des Dynamiques Sociales, 2024, 132(2) : 247-264.
- ✓ **OMS (Organisation mondiale de la santé).**Water Pollution ,2018 .
- ✓ **OMS (Organisation mondiale de la santé).**Risques professionnels dans le secteur de la santé,2021.
- ✓ **Parida VK, Duduku S, Abhradeep M, Ashish S, Bramha G, Ashok K.** Emerging contaminants in wastewater: A critical review on occurrence, existing legislations, risk assessment, and sustainable treatment alternatives. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2021, 9(5):105966.
- ✓ **Perrodin Y, Christine B, Sylvie B, Alain D.** A priori assessment of ecotoxicological risks linked to building a hospital. Chemosphere, 2013,90(3):1037–1046.
- ✓ **Pétrier C, Mendez F, Torres R, Pulgarin C, Baup S.** Sonochimie appliquée à l'élimination de l'ibuprofène. Techniques hospitalières,2008 , 715, 76-79
- ✓ **Petrino R, Tuunainen E, Bruzzone G, Garcia-Castrillo L.** Patient safety in emergency departments: a problem for health care systems An international survey. European Journal of Emergency Medicine, 2023, 30(4): 280-286.
- ✓ **Pollutec.** Comment utiliser la DBO5 dans le traitement biologique des eaux usées ,2025 .
- ✓ **Rappel Québec.** Phosphore – Fiche informative ,2024.
- ✓ **Rappel Québec.** Matières en suspension (MES) ,2024 .

- ✓ **Rodier J, Bazin C, Broutin JP, Chambon P, Champsaur H, Rodi L.** L'analyse de l'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduares, Eau de Mer. Dunod, 8ème édition, Paris, 2005, 564-757.
- ✓ **Rodier J, Legube B, Merlet N.** L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduares, Eau de mer. 9ème édition, Dunod, Paris, 2009.
- ✓ **Rosental PA.** Les maladies professionnelles : une histoire sociale. Presses de Sciences Po ,2018 .
- ✓ **Rucay P, Bonneau I.** Le projet ESPRIH: évaluation et étude des risques psychosociaux à L'hôpital. Archives des maladies professionnelles et de l'environnement, 2012,73(6):877-884.
- ✓ **Sandre.** Phosphore total – Paramètre chimique ,2025 .
- ✓ **Santé et Travail.** Maladies professionnelles : état des lieux et perspectives. Revue Santé et Travail,2019 , (115), 30-47.
- ✓ **Sawada Y.** Occupational Skin Dermatitis among Healthcare Workers Associated with the COVID-19 Pandemic: A Review of the Literature. Int J Mol Sci, 2023, 24(3): 2989.
- ✓ **Sbai A, Belaroussi L.** Le management hospitalier par l'approche de gestion des risques et des ressources. Revue AME, 2023, 5(1):79-97.
- ✓ **Sécurité Sociale.** Reconnaissance et indemnisation des maladies professionnelles : guide pratique. Paris : Caisse Nationale d'Assurance Maladie,2011.
- ✓ **Source interne.** Étude sur les risques professionnels et la pollution des effluents hospitaliers ,2025.
- ✓ **Sylvie T, Odile B.** Risques infectieux au laboratoire. Revue Francophone Du Laboratoire, 2010, (426):65-70.
- ✓ **Todedji JN, Degbey CC, Soclo E, Yessoufou A, Goudjo F .** Caractérisation physico-chimique et toxicologique des effluents des hôpitaux au Bénin,2020.
- ✓ **Toledji JN.** Caractérisation physico-chimique et toxicologique des effluents des hôpitaux au Bénin,2020.
- ✓ **Trivedy RK, Goel PK.** Water Pollution: Causes, Effects and Control,2017.
- ✓ **USEPA :** United States Environmental Protection Agency. Integrated risk information system, environmental protection agency office of health and environmental assessment, office of research and developmen. IRIS data bank,2023 .

- ✓ **Vander Stichele RH, Elseviers MM, Ferech M, Blot S, Goossens H.** Hospital consumption of antibiotics in 15 European countries: results of ESAC retrospective data collection (1997-2002). *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*,2006, 58 (1) :159-167
- ✓ **Vandevanne I.** Gestion des eaux usées urbaine et industrielles. Edition technique et documentation ,1982 , p4.
- ✓ **Veolia E.** Rapport d'analyses Autosurveillance STEP, Les Crots Montmirail. Embrun, France, 2017.
- ✓ **Verbeek JH, Rajamaki B, Ijaz S, Sauni R, Toomey E, Blackwood B.** Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. *Cochrane Data Base Syst Rev*, 2020, 4(4):CD011621.
- ✓ **Vignoles C, Roger S.** Etude diagnostic sur la présence de radioéléments dans le réseau d'eaux usées de la ville de Toulouse. Toulouse,1995 , 23 p.
- ✓ Ville de Montréal. Détermination du phosphore total dans l'eau par colorimétrie automatisée ,2024.
- ✓ **Water Rangers.** Phosphore total : importance et interprétation des mesures,2021.
- ✓ **Wikhydro.** Demande biochimique en oxygène,2025.
- ✓ **Wyer E, David B, Kelleghan V.** Ammonia emissions from agriculture and their contribution to fine particulate matter: A review of implications for human health. *Journal of Environmental Management*, 2022, 323: 116285
- ✓ **Younsi L, Benmessaoud H, Belaoudemou R, Semid A.** Profil des victimes d'accidents du travail dans un hôpital du centre d'Alger. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2016, 77(3) : 536.
- ✓ **Zalouk S, Barbati S, Lantier I, Leroux H, Lantier F.** Application de l'oxydation par voie humide à la destruction du prion de l'ESB. *Techniques Hospitalières*,2008, 715 :87-90.





الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية الشعبية

الجريدة الرسمية

اتفاقات دولية، قوانين، ومراسيم
قرارات وآراء، مقررات، منشور، إعلانات وبلاعات

JOURNAL OFFICIEL

DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

CONVENTIONS ET ACCORDS INTERNATIONAUX - LOIS ET DECRETS
ARRETES, DECISIONS, AVIS, COMMUNICATIONS ET ANNONCES

(TRADUCTION FRANÇAISE)

ABONNEMENT ANNUEL	Algérie Tunisie Maroc Libye Mauritanie	ETRANGER (Pays autres que le Maghreb)	DIRECTION ET REDACTION SECRETARIAT GENERAL DU GOUVERNEMENT WWW. JORADP. DZ Abonnement et publicité: IMPRIMERIE OFFICIELLE Les Vergers, Bir-Mourad Raïs, BP 376 ALGER-GARE Tél : 021.54.35..06 à 09 021.65.64.63 Fax : 021.54.35.12 C.C.P. 3200-50 ALGER TELEX : 65 180 IMPOF DZ BADR: 060.300.0007 68/KG ETRANGER: (Compte devises) BADR: 060.320.0600 12
	1 An	1 An	
Edition originale.....	1070,00 D.A	2675,00 D.A	
Edition originale et sa traduction.....	2140,00 D.A	5350,00 D.A (Frais d'expédition en sus)	

Edition originale, le numéro : 13,50 dinars. Edition originale et sa traduction, le numéro : 27,00 dinars.

Numéros des années antérieures : suivant barème. Les tables sont fournies gratuitement aux abonnés.

Prrière de joindre la dernière bande pour renouvellement, réclamation, et changement d'adresse.

Tarif des insertions : 60,00 dinars la ligne

DECRETS

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Décète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercuré total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

ANNEXE II

TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS

1 - INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :

a - Abattoirs et transformation de la viande :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Volume /quantité	m3/t carcasse traitée	6	8
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ₅	g/t	250	300
DCO	"	800	1 000
Matière décantable	"	200	250

b - Sucrierie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	6-9	6-9
DBO ₅	mg/l	200	400
DCO	"	200	250
MES	"	300	350
Huiles et graisses	"	5	10

c - Levurerie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	6,5 - 8,5
DBO ₅	mg/l	100	120
DCO	"	7 000	8 000
MES	"	30	50

d - Brasserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	9 - 10,5
DBO ₅	g/t de malt produit	250	300
DCO	"	700	750
MES	"	250	300

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

e - Corps Gras :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ₅	g/t	200	250
DCO	"	700	800
MES	"	150	200

2 - Industrie de l'Energie :

a - Raffinage de pétrole :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Débit d'eau	m ³ /t	1	1,2
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DBO ₅	g/t	25	30
DCO	"	100	120
MES	"	25	30
Azote total	"	20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Phénol	g/t	0,25	0,5
Hydrocarbures	g/t	5	10
Plomb	mg/l	0,5	1
Chrome 3+	"	0,05	0,3
Chrome 6+	"	0,1	0,5

b - Cokéfaction :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
DBO ₅	mg/l	30	40
DCO	"	120	200
Phosphores	"	2	2
Cyanures	"	0,1	0,1
Composés d'Azote	"	35	40
Indice Phénols	"	0,3	0,5
Benzène, Toluène, Xylène	"	0,08	0,1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	"	0,08	0,1
Sulfure	"	0,08	0,1
Substances filtrables	"	40	50

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

3 - Industrie mécanique :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5- 8,5	5,5- 8,5
DCO	mg/l	300	350
Cyanure	"	0,1	0,15
Cuivre	"	0,7	1
Nickel	"	0,7	1
Zinc	"	2,5	3
Plomb	"	0,7	1
Cadmium	"	0,5	1
Hydrocarbures	"	15	20
Phénol	"	0,5	1
Métaux totaux	"	20	25

4 - Industrie de transformation des métaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Cuivre	mg/l	1.5	2
Nickel	"	2	2,5
Chrome	"	1,5	2
Fer	"	5	7,5
Aluminium	"	5	7,5

5 - Industrie de minerais non métallique :**a - Céramique :**

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2

b - Verre :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
MES	"	0,3	0,5
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

PH : Potentiel d'hydrogène
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

c - Ciment, plâtre et chaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

6 - Industrie de textile :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	6,5-8,5	6-9
DBO ₅	mg/l	150	200
DCO	"	250	300
Matière décantable	"	0,4	0,5
Matière non dissoute	"	30	40
Oxydabilité	"	100	120
Permanganate	"	20	25

7 - Industrie de tannerie et mégisserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
DBO ₅	mg/l	350	400
DCO	"	850	1000
MES	"	400	500
Chrome total	"	3	4

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension