

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

**Étude de la qualité de rejets de l'industrie agroalimentaire et
caractérisation des risques et de pathologies professionnelles**

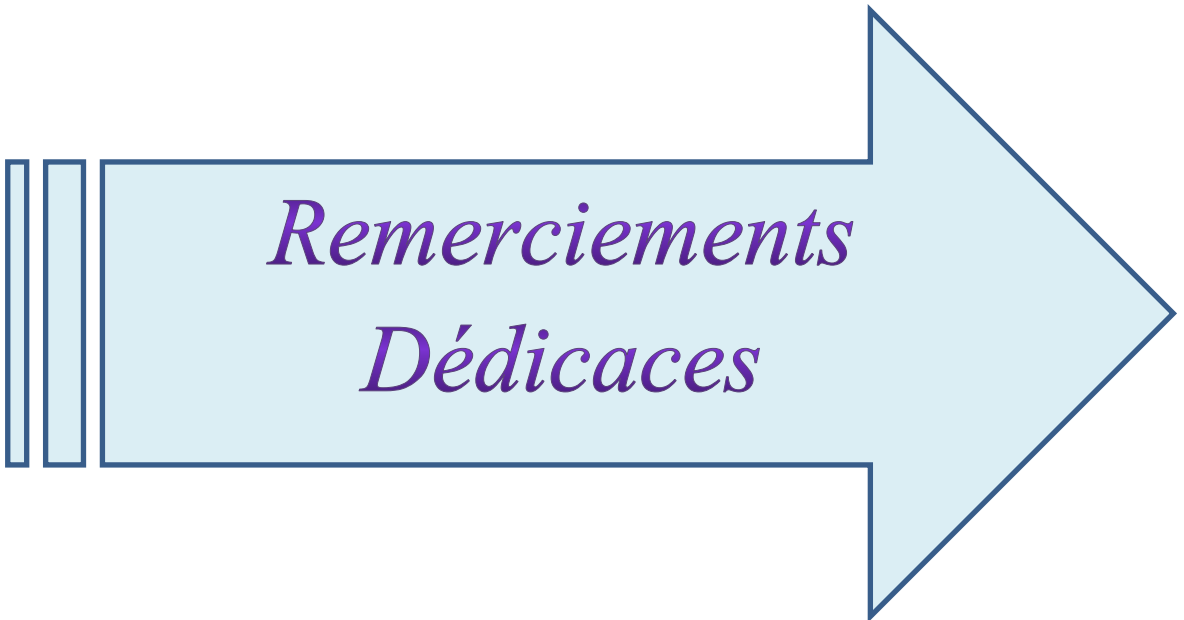
Soutenu le : 02/07/2023

Présenté Par : BOUACHA Dorsaf / BOUTOUIL Dorsaf

Devant le jury composé de :

Dr. Mouissi Samia	MCA	Présidente	UCBET
Dr. Boumedris Zineddine	MCA	Examineur	UCBET
Pr. Djabali Nacira	Prof	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2022 - 2023



Remerciements

Dédicaces

Remerciements

Dieu merci de nous avoir donné la santé, la volonté et le courage sans lesquels ce travail n'aurait pas été réalisé.

En premier lieu, nous adressons nos sincères gratitudee à notre promotrice

Pr. DJABALI NACIRA, pour son suivi, ses encouragements, son soutien, ses conseils importants et pertinents et pour la qualité de son enseignement.

Nous tenons à remercier les membres de jury : **Dr. MOUISSI SAMIA** d'avoir accepté d'être présidente du jury de notre soutenance et à **Dr. BOUMEDRIS ZINEDDINE** d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de master.

Nous remercions tous les personnels de l'industrie agroalimentaire et nous tenons aussi à remercier la responsable de laboratoire **HORIZON** d'analyse des eaux et des sols.

Finalement, nous remercions profondément toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à tous ceux qui nous ont apporté leur aide.

À mes plus grands soutiens et sources d'inspiration, je dédie ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie.

A **mon père** qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je suis reconnaissante pour tes conseils avisés et ton soutien sans faille. Tu m'as inspiré à viser plus haut et à poursuivre mes rêves. Je te suis infiniment reconnaissante pour ton soutien indéfectible, ta confiance en moi et ton amour.

A mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, et le fil d'espoir qui allume mon chemin, ma moitié, **ma chère maman**, merci pour ton amour inconditionnel.

À mes chers frères **Aymen** et **Anouar** et mes chères sœurs **Imen**, **Loubna** et **Khadidja**. Merci pour votre soutien constant et votre présence réconfortante. Vous êtes ma source de joie et de bonheur, je suis très fière de vous avoir dans ma vie.

A mes très chères **Hind** et **Nada**, merci pour votre amitié sincère, votre soutien moral et votre amour inconditionnel.

Enfin, à mon binôme **Dorsaf** qui est devenue une amie chère et une collaboratrice talentueuse. Merci pour votre compréhension tout au long de ce projet.

A tous les membres de ma grande famille. Mes tantes et mes cousines.

A tout ce qui ont participé à ma réussite et à tous qui m'aiment.

Bouacha Dorsaf

Un moral d'acier et une volonté de fer décrivent bien mon parcours jusqu'ici. C'est-à-dire combien il m'a été difficile de patienter toute une décennie pour prétendre à ce master. Dieu merci, j'ai été bien entouré et je tiens à dédier ce mémoire à :

La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur **maman** que j'adore.

Mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie, celui qui s'est toujours sacrifié, que dieu te garde pour moi à moi **mon père**.

Je dédie aussi ce travail à :

Mes adorables frères **Youcef Hamim, Mohamed Chakib, Hatem** et ma très chère sœur **Yasmine**, je vous remercie pour tous les inoubliables moments chaleureux, et pour cette occasion je tiens à vous dire que je vous aime énormément.

Mes grands-parents **Abed Sghir et Tefaha**, je vous aime.

Mon cher petit neveu **Ayane Zakaria** et mon petit **dhia**.

Ma très chère copine **Imen** je te souhaite un avenir plein de joie, de réussite et de sérénité.

Mes chères cousines **Safa et Ilham** présentes dans tous mes moments d'examens par leur soutien moral et leur belles surprises sucrées.

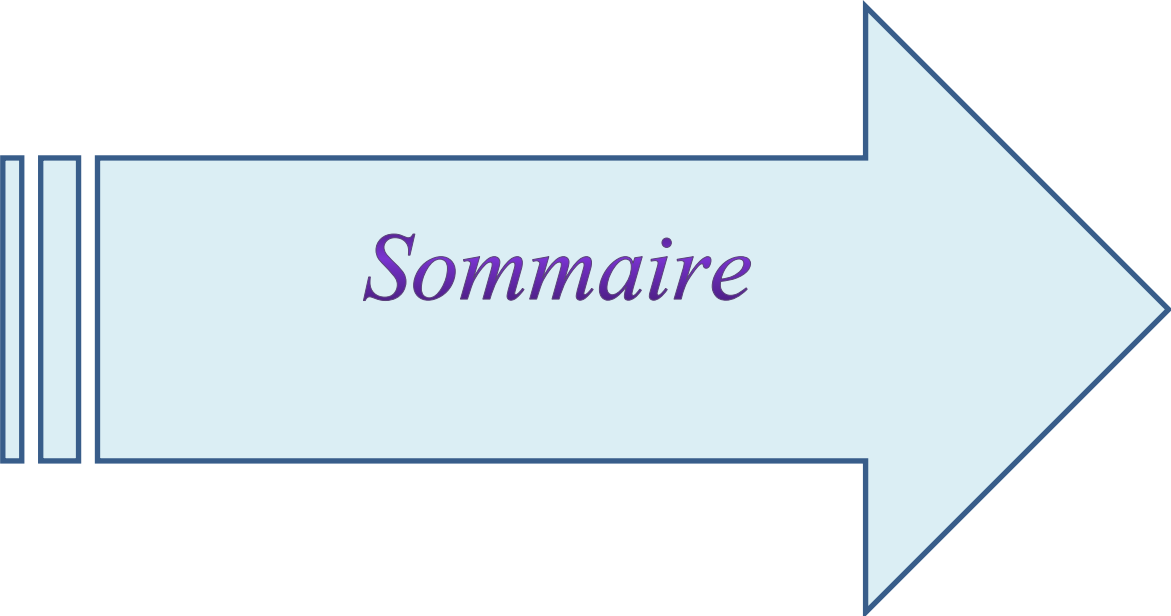
Mes dédicaces vont spécialement à ma chère copine **Dorsaf** qui au fil du temps est devenue une sœur, je tiens le remercie pour son soutien et ses encouragements que le bon dieu te garde.

Mes oncles **Hemissi Tayeb, soufiene, kamel et faouzi** pour le support moral.

Tous mes amis(es) avec lesquelles j'ai partagé mes meilleurs moments.

Enfin, je dédie ce mémoire à chacun qui a participé à sa réalisation de près ou de loin, merci à tous.

Boutouil Dorsaf



Sommaire

Sommaire

Listes de tableaux	
Listes de figures	
Résumé	
Introduction	1
Synthèse bibliographique	3
I. Pollution.....	3
II. Pollution des eaux.....	4
II.1. Définition.....	4
II.2. Sources de pollution de l'eau.....	4
II.2.1. Origine domestique.....	4
II.2.2. Origine industrielle.....	4
II.2.3. Origine agricole.....	5
II.3. Principaux polluants de l'eau.....	6
II.3.1. Les polluants biologiques.....	6
II.3.2. Les polluants chimiques.....	6
II.3.3. Les polluants physiques.....	7
II.4. Impacts de la pollution des eaux.....	7
II.4.1. Sur la santé humaine.....	7
II.4.2. Sur l'économie.....	7
II.4.3. Sur l'environnement.....	8
II.5. Les rejets liquides.....	8
II.5.1. Définition.....	8
II.5.2. Typologie des effluents liquides industriels.....	9
II.5.3. Paramètres physico-chimiques de mesure de la pollution d'eau.....	9
La température.....	9
pH.....	9
Matières en suspension (MES).....	10
Demande chimique en oxygène (DCO).....	10
Demande biologique en oxygène (DBO5).....	10
L'azote.....	10
Le phosphore.....	10

Les métaux lourds.....	10
Les hydrocarbures.....	11
III. Secteur agroalimentaire.....	11
III.1. Les rejets liquides agroalimentaires.....	11
III.1.1. Définition.....	11
III.1.2. Types de polluants rencontrés dans les rejets agroalimentaires.....	11
III.1.3. Les risques liés aux rejets agroalimentaires.....	12
III.2. Pathologies professionnelles rencontrées dans le milieu agroalimentaire.....	12
III.2.1. Risques professionnels.....	12
III.2.2. Pathologie professionnelle.....	12
III.2.3. Types des pathologies professionnelles.....	13
Matériel et méthodes.....	15
1. Partie épidémiologique.....	15
1.1. Caractérisation de la qualité physico-chimique des différents rejets liquides agroalimentaires au sein de la région d'El-Tarf.....	15
1.2. Identification des pathologies professionnelles au sein des industries agroalimentaires.....	15
2. Partie expérimentale.....	16
2.1. Prélèvement et échantillonnage.....	17
2.2. Mesures des paramètres de l'eau.....	17
2.2.1. Demande Chimique en Oxygène : DCO.....	17
2.2.2. Demande Biochimique en Oxygène DBO ₅	18
2.2.3. Matières en Suspensions MES.....	19
2.2.4. Phosphore Total P.....	20
2.2.5. Nitrite NO ₂ ⁻	21
2.2.6. Chlorure Cl ⁻	21
2.2.7. Sulfates SO ₄ ⁻	21
2.2.8. Dosage des métaux lourds.....	22
Le Zinc Zn.....	22
Le Cadmium Cd.....	22
Le Plomb Pb.....	22
Le Manganèse Mn.....	22
Mercure Hg.....	22
3. Étude statistique.....	23
Résultats.....	24
1. Partie épidémiologique.....	24
1.1. Caractérisation de la qualité physico-chimique des rejets liquides de différentes industries au sein de la région d'El-Tarf.....	24

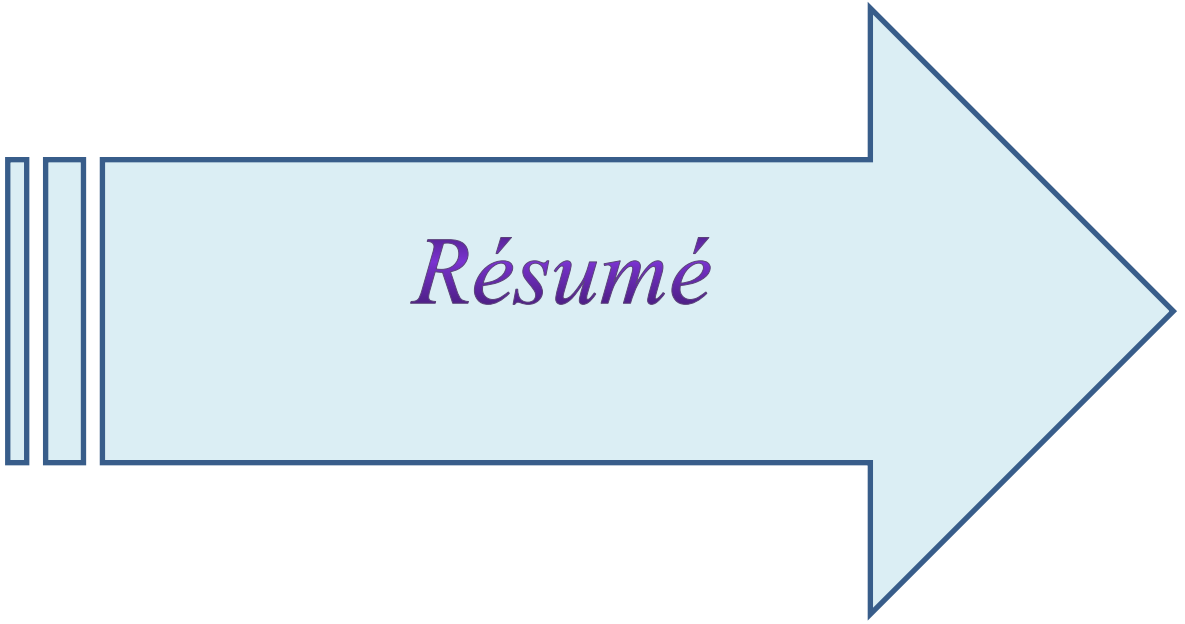
1.1.1. Abattoir.....	24
1.1.2. Industrie pharmaceutique.....	25
1.1.3. Production et conservation de la tomate.....	28
1.2. Caractérisation des pathologies professionnelles en milieu agroalimentaire.....	31
1.2.1. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon l'âge.	31
1.2.2. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le sexe.....	31
1.2.3. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le type de la maladie.....	32
1.2.4. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon la nature de l'activité agroalimentaire.....	33
1.2.5. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs durant quelques années précédentes.....	34
2. Partie expérimentale.....	35
Discussion.....	39
Conclusion.....	44
Références bibliographiques.....	45
Annexe	

Liste de Tableaux

N°	Titres	Page
1	Principaux types de pollution des eaux leurs natures et leurs causes	5
2	Germes pathogènes rencontrés dans Les eaux usées	6
3	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'un abattoir au cours de l'année 2021	24
4	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2020.	25
5	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2021	26
6	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2022	27
7	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l'année 2020	28
8	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l'année 2021	29
9	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l'année 2022	30
10	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon l'âge	31
11	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le sexe	32
12	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le type de la maladie	32
13	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon la nature de l'activité agroalimentaire	33
14	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs durant quelques années précédentes	34
15	Variation des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds de l'eau des rejets à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage de l'industrie agroalimentaire.	35

Liste de figures

N°	Titres	Page
1	Les différents types de rejets liquides	9
2	Risques chimiques et biologiques présents dans l'industrie agroalimentaire	14
3	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'un abattoir au cours de l'année 2021	25
4	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2020	26
5	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2021	27
6	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2022	28
7	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l'année 2020	29
8	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l'année 2021	30
9	Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l'année 2022	30
10	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon l'âge	31
11	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le sexe	32
12	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le type de maladie	33
13	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon la nature de l'activité agroalimentaire	34
14	Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs durant quelques années précédentes	34
15	Variation des taux des MES à l'entrée et la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)	36
16	Variation des taux de la DCO et de la DBO ₅ à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l O ₂)	36
17	Variation des taux de Sulfates (SO ₄ ⁻) et Chlorures (CL ⁻) à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)	37
18	Variation des taux de Nitrite (NO ₂ ⁻) et Phosphore total à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)	37
19	Variation des taux de Zinc total, Manganèse total, plomb total et cadmium à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)	37
20	Variation des taux de Mercure (Hg) à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (µg/l)	38



Résumé

Résumé

Ce travail s'intéresse à étudier les différents types de rejets d'une industrie agroalimentaire et de caractériser certains risques et pathologies professionnelles rencontrés dans ce secteur. Le travail a été subdivisé en 2 parties :

- Une étude épidémiologique : consiste à identifier la qualité des rejets liquides des différentes catégories d'entreprises agroalimentaires et à caractériser les différentes pathologies professionnelles au niveau des industries agroalimentaires. La population d'étude est constituée de 122 personnes employées dans le secteur agroalimentaire en se basant sur une enquête détaillée.
- Une étude expérimentale : consiste à évaluer les caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau usée de rejets liquides d'une industrie agroalimentaire (Production et conservation de la tomate) de la région d'El-Tarf, à l'entrée de l'unité de production (phase de premier lavage), et à la sortie de l'unité (phase finale).

Les résultats obtenus montrent que :

- La qualité des rejets liquides pharmaceutiques et agroalimentaires représente un risque de pollution variable, dont le secteur agroalimentaire est le plus remarquable vu les taux les plus élevés de la DCO et de la DBO5 qui sont de bons indicateurs de pollution des eaux usées.
- La majorité des pathologies professionnelles sont concentrées autour de l'âge de 35 à 45 ans des travailleurs, dont le taux de ces maladies est plus élevé chez les hommes (79.17%) que chez les femmes (20.83%), avec une variabilité non significative entre les années 2018-2022.
- Les pathologies les plus abondantes chez les travailleurs sont les troubles musculo-squelettiques avec un taux de 24.07%, suivi par les infections (18.31%).
- Il n'existe aucune différence significative dans la totalité des paramètres physicochimiques mesurés entre l'entrée et la sortie de l'unité de production. Comparés aux valeurs limites algériennes (JORAP) et de l'OMS, toutes les données des échantillons analysés étaient plus ou moins dans les normes à l'exception de la teneur en 02 métaux lourds : cadmium et mercure, qui ont marqué une augmentation significative comparés aux normes.

Mots clés : Agroalimentaire, Rejets liquides, Pathologies professionnelles, Santé, Pollution.

Abstract

This work focuses on studying the different types of waste from an agri-food industry and characterizing certain risks and occupational pathologies encountered in this sector. The work was divided into two parts:

- An epidemiological study: consisting in identifying the quality of liquid discharges from different categories of agri-food companies, and characterizing the various occupational pathologies encountered in agri-food industries. The study population consists of 122 people employed in the agri-food sector, based on a detailed survey.
- An experimental study: to evaluate the physico-chemical characteristics of wastewater samples from liquid discharges from an agri-food industry (tomato production and preservation) in the El-Tarf region, at the entrance to the production unit (first washing phase), and at the exit from the unit (final phase).

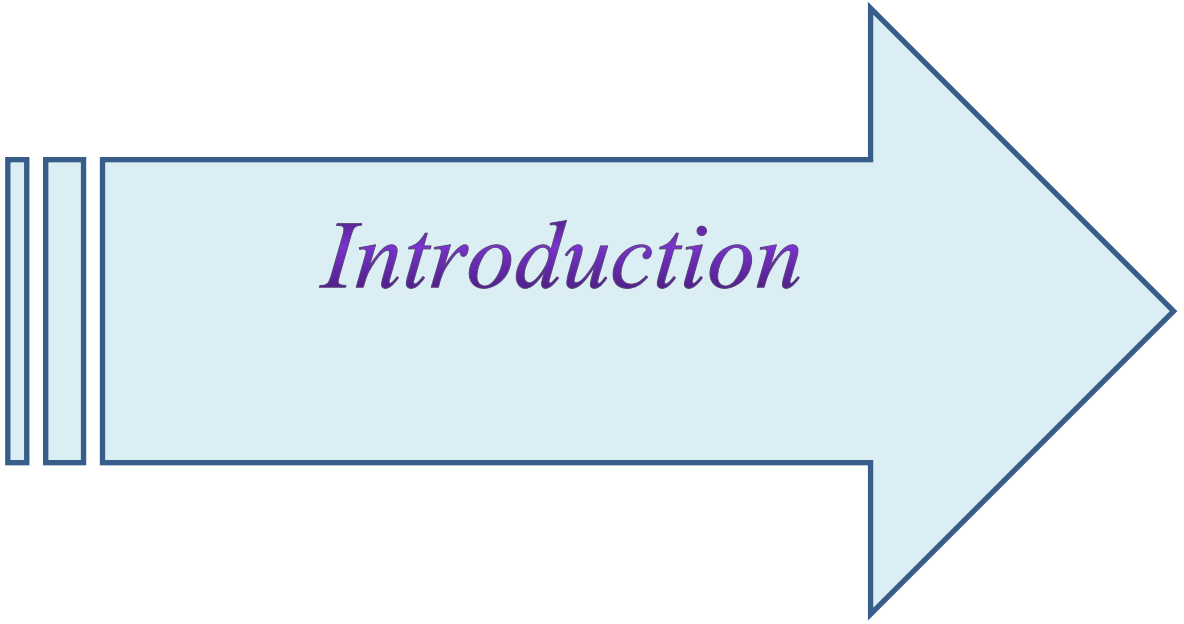
The results obtained show that:

- The quality of pharmaceutical and agri-food liquid discharges represents a variable pollution risk, of which the agri-food sector is the most noteworthy given the highest COD and BOD5 levels, which are good indicators of wastewater pollution.
- The majority of occupational pathologies are concentrated around the age of 35 to 45, with a higher rate in men (79.17%) than in women (20.83%), with non-significant variability between the years 2018-2022.
- The most abundant pathologies among workers are musculoskeletal disorders with 24.07%, followed by infections (18.31%).
- There were no significant differences in the physicochemical parameters measured between the entry and exit of the production unit. Compared with the Algerian (JORAP) and WHO limit values, all the sample data analyzed were more or less within the standards, with the exception of the content of 02 heavy metals: cadmium and mercury, which showed a significant increase compared with the standards.

Key words: Agri-food, Liquid discharges, Occupational pathologies, Health, Pollution.

الملخص

- يهدف هذا العمل إلى دراسة مختلف أنواع نفايات الصناعات الغذائية الزراعية و تحديد بعض المخاطر و الأمراض المهنية التي يواجهها هذا القطاع. تم تقسيم هذا العمل إلى جزئين:
- دراسة وبائية: تركز على تحديد نوعية النفايات السائلة لمختلف أنواع الشركات الغذائية الزراعية و تحديد الأمراض المهنية على مستوى المصانع الغذائية الزراعية. أجريت الدراسة على 122 شخصا يعملون في قطاع الصناعات الغذائية الزراعية بناء على تحقيق مفصل.
 - دراسة تجريبية: تعتمد على تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات من مياه النفايات السائلة لمصنع للمواد الغذائية الزراعية (إنتاج و تعليب الطماطم) على مستوى ولاية الطارف، عند مدخل الوحدة الإنتاجية (الطور الأول) و عند مخرج الوحدة (الطور النهائي).
- النتائج المتحصل عليها تظهر ما يلي:
- تمثل النفايات السائلة للمصانع الدوائية و الغذائية الزراعية مخاطر مختلفة للتلوث، والتي يعتبر القطاع الغذائي الزراعي أبرزها نظرا للقيم المرتفعة لكل من DCO و DBO₅ والتي تعد مؤشرات جيدة لتلوث مياه النفايات السائلة.
 - تتركز أغلب الأمراض المهنية حول سن 35 إلى 45 سنة من العمال، حيث وجدنا أن معدل الإصابة بهذه الأمراض مرتفع لدى الرجال (77.17%) أكثر من النساء (20.83%)، مع وجود تباين غير ملحوظ بين عامي 2018-2022.
 - أكثر الأمراض انتشارا بين العمال هي الاضطرابات العضلية الهيكلية بنسبة 24,07%، تليها العدوى بنسبة 18.31%.
 - لا يوجد أي فرق ملحوظ في جميع المعايير الفيزيوكيميائية المقاسة بين مدخل و مخرج وحدة الانتاج . مقارنة بالقيم الحدية للجريدة الرسمية الجزائرية و منظمة الصحة العالمية، جميع بيانات العينات التي تم تحليلها كانت ضمن المعايير إلى حد ما باستثناء قيم 02 من المعادن الثقيلة : الزئبق و الكاديوم ، و التي سجلت زيادة كبيرة مقارنة بالمعايير .
- الكلمات المفتاحية :** الأغذية الزراعية ، النفايات السائلة ، الأمراض المهنية ، الصحة ، التلوث.



Introduction

Introduction

L'environnement de l'homme est très important, sa protection relève donc l'intérêt de tous (**Bouffard, 2000**). En effet, plusieurs problèmes environnementaux peuvent être cités, la pollution de l'eau, le réchauffement climatique, les rejets industriels (agroalimentaires), etc... Par ailleurs, la principale cause de ces problèmes reste les atteintes que génèrent les activités économiques sur l'environnement. Par exemple, de nombreuses activités industrielles et agroalimentaires sont génératrices de divers effluents industriels et de polluants résultant de l'utilisation intensive de réactifs chimiques. Il est donc indispensable d'éliminer ces éléments toxiques présents dans les différents effluents industriels ou de réduire leur quantité en dessous des seuils admissibles définis par les normes (**ONU, 2016**).

Cependant par notre industrie, nos habitudes de vie, notre agriculture, et plus généralement par toute notre activité, nous menaçons le monde dans lequel nous vivons. De ce fait, est née une nouvelle discipline en biologie : l'écotoxicologie, qui mit en charge l'identification et la lutte contre les pollutions du milieu naturel. C'est la science qui traite l'impact des composés chimiques sur les écosystèmes. Elle intègre la chimie, l'écologie et la toxicologie (**Truhaut, 1997; Pelletier, 2004**).

La pollution de l'eau connaît différentes origines: naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol. L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux de vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc. Quant à l'origine agricole, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides), et enfin l'origine industrielle qui concerne les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etcet aussi les déchets de la production agroalimentaires (**Bellon-Fontaine et al., 2016**).

L'eau représente une ressource essentielle pour l'activité d'un site de transformation alimentaire. En effet, l'eau est utilisée pour assurer différentes fonctions propres à ces activités industrielles. Il s'agit principalement du lavage et/ou du transport des matières premières, des produits finis ou intermédiaires, de la composition de certaines recettes, de la production ou de transferts thermiques (chauffage ou refroidissement), des étapes de nettoyage et désinfection des équipements, associées à l'utilisation de produits lessiviels,

d'usages mécaniques comme la lubrification des garnitures de pompes et de l'hygiène du personnel (ANSES, 2014).

Selon les exigences propres à chaque usage et à chaque site agroalimentaire, l'eau est amenée à subir différents traitements physiques ou chimiques pour répondre à des besoins spécifiques. Afin de prendre en compte les usages de l'eau en agroalimentaire et les potentiels impacts sur l'environnement, il est également nécessaire de prendre en compte l'utilisation de produits chimiques associée aux usages de l'eau.

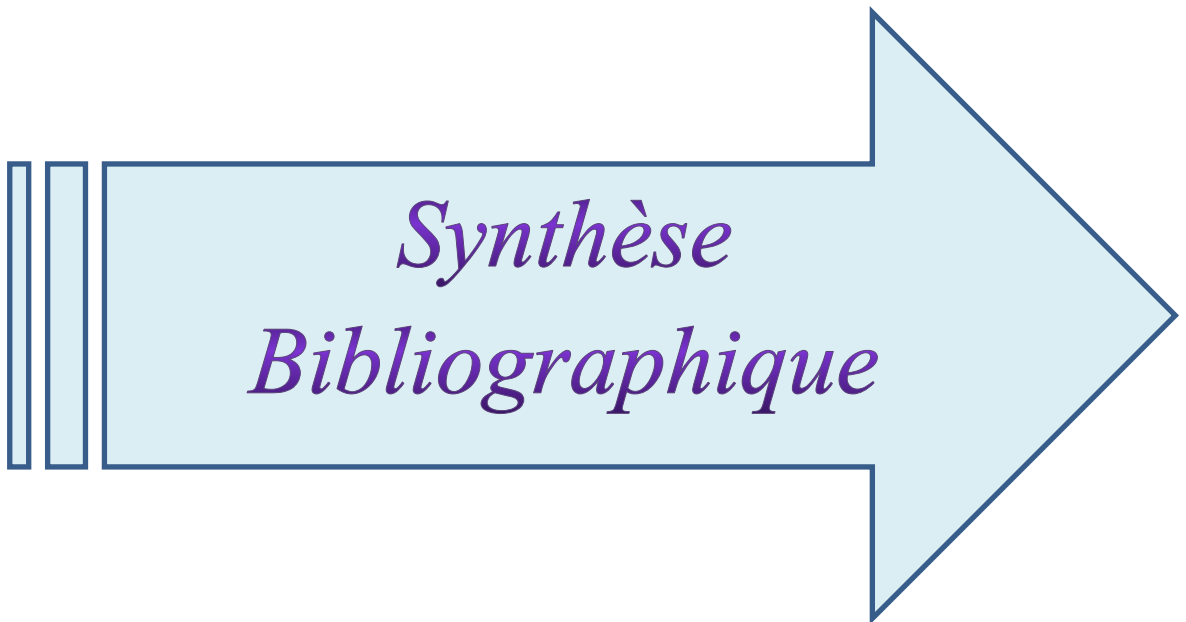
En milieu agroalimentaire, l'eau rejetée de cette industrie peut rejoindre les réseaux d'assainissement et par la suite les réseaux domestiques ce qui pourra avoir un impact écotoxicologique (sur l'environnement et l'ensemble des êtres vivants) et un impact sur la santé générale des populations humaine consommatrices.

Dans le même contexte, les industries agroalimentaires représentent un secteur de plusieurs pathologies professionnelles, les causes principales de ces pathologies sont liées principalement aux conditions de travail. Les infections et les maladies infectieuses par les animaux ou les déchets animaux utilisés représentent une partie importante des affections professionnelles rencontrées dans les industries alimentaires. Certains travailleurs appelés à manipuler ces produits peuvent contracter un grand nombre d'infections cutanées. Notons également des cas de dermatites de contact et les allergies cutanées ou respiratoires provoquées par les produits organiques, une sensibilisation secondaire résulte de la manipulation de nombreux fruits et légumes, les poussières organiques provenant des céréales ou de la farine peuvent causer des maladies respiratoires, tel «l'asthme du boulanger», et, pour cette raison, doivent être limitées (Ardenti *et al.*, 2010).

L'industrie alimentaire tend encore trop souvent à considérer les matières qu'elle emploie comme de simples ingrédients plutôt que comme des substances chimiques susceptibles de porter atteinte à la santé des travailleurs, lorsqu'elles sont employées non pas en doses ménagères, mais en quantité ou en concentration industrielle.

Plusieurs autres types de risques auxquels sont exposés les travailleurs du domaine agroalimentaire, et qui sont variables selon la nature de l'activité de l'industrie (risques physiques, risques psychiatriques, troubles neuromusculaires) (Spink, 2014).

Notre étude représente un travail préliminaire dans la région d'El-Tarf (Nord-est de l'Algérie), qui a pour objectif d'identifier les différents types de rejets d'une industrie agroalimentaire et de caractériser certains risques et pathologies professionnelles rencontrées dans ce secteur.



*Synthèse
Bibliographique*

Synthèse bibliographique

I. Pollution

La pollution désigne la dégradation d'un biotope par l'introduction, généralement humaine, de substances chimiques ou organiques, gènes ou radiations (radiation, lumière artificielle), altérant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de l'écosystème

Par extension, la pollution désigne aussi par fois les conséquences des phénomènes géologiques comme une éruption volcanique

Selon le même auteur une définition plus pertinente des pollutions dans leur conception actuelle, pourrait s'énoncer de la façon suivante : « constitue une pollution toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels ou résultant de l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles, de la circulation de la matière ou encore de l'introduction d'espèces exotiques dans une biocénose naturelle » (**Ramade, 2005**).

On distingue 3 types de pollution :

- Pollution du sol

Est une pollution qui est due à une très vaste gamme de substances inorganiques comme les métaux lourds (Cd, Hg, Pb) et les métalloïdes ou organiques, incluant les pesticides, les hydrocarbures, les PCB, les BTEX et l'ensemble de leurs produits de dégradation. Toutes ces substances ont en commun des propriétés toxiques à faible dose qui menacent la santé des organismes et des écosystèmes (**Morel, 2014**).

- Pollution atmosphérique

Est clairement définie par la loi (article 2 de la loi N° 96-1236 du 30 décembre 1996) : «Constitue une pollution atmosphérique l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ». Bien que cette définition fasse référence aux polluants introduits par l'être humain, il faut considérer que certains polluants atmosphériques peuvent provenir de sources naturelles comme par exemple le radon, gaz radioactif émis notamment par les roches granitiques (**Germain, 2017**).

-Pollution de l'eau

D'après **Melquiot (2010)**, la pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse tout en perturbant l'écosystème aquatique.

II. Pollution des eaux

II.1. Définition

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive de propriétés physico-chimiques et biologique, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit, la pollution peut atteindre tous les milieux tels que les fossés, les rivières, les fleuves, les canaux, les lacs, la mer, ainsi que les eaux souterraine (**Schmitzberger, 2008**)

Selon **la loi n°3 du 19 juillet 2003 du Journal Officiel Français**, « la pollution des eaux, est l'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques, et/ou biologique de l'eau. De créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune, à la flore terrestre et aquatique ».

II.2. Sources de pollution de l'eau

Depuis l'apparition des première cités, au début du néolithique, les sources de pollutions n'ont fait que croître et en importance (**Ramade, 2002**).

La pollution de l'eau peut avoir différentes origines: domestique, agricole et industrielle.

II.2.1. Origine domestique

Elle provient des habitations et elle est en générale, véhiculée par un réseau d'assainissement, qui collecte les rejets de chaque foyer ou centre d'activité, vers une station de traitement des eaux usées. Elle se caractérise par: (**Agatz Annika, 2014**)

- De forte teneures en matière organiques
- Des sels minéraux, dont l'azote et phosphore
- Des détergents
- Des germes fécaux

II.2.2. Origine industrielle

Est caractériser par une très grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...) et l'activité de l'usine (chimie, traitement de surfaces agroalimentaires,... ect) on peut donc retrouver dans l'eau qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaines: (**Ashauer, 2017**)

- Matière organiques et graisses
- Hydrocarbures
- Acides, bases, produits chimiques divers
- Eau chaude (centrales thermiques)
- matière radioactives (centrales nucléaires)

II.2.3. Origine agricole

comporte une composante domestique, issue de siège d'exploitations souvent non raccordés à un réseau et une composante plus spécifique mais complexe ; qui se caractérise principalement par: **(Bigot, 2016)**

- De fortes teneurs en sels minimaux (azote, phosphore, potassium), provenant des engrais et des effluents d'élevage.
- Des substances oxydables issues de sous-produits d'élevages.
- La présence de produits chimiques de traitement de cultures (produits phytosanitaires).
- La présence épisodique dans les effluents d'élevage de produits sanitaires

Tableau 1. Principaux types de pollution des eaux (natures et causes) **(Brown, 2016)**

Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
Pollution thermique	Rejet d'eau chaude	Centrales électriques
Pollution radioactive	Radio-isotope	Installations nucléaires
Pollution chimique	Nitrates	Agriculture
Pollution par les Engrais	Phosphates	Lessives
Pollution par les Éléments toxiques	Cadmium, mercure, plomb Aluminium, arsenic, etc.	Industries, agriculture Combustion, (pluies acides)
Pollution par les Pesticides	Insecticides, herbicides, Fongicides, etc.	Agriculture (industrie, Transport)
Pollutions par Détersifs	Agents tensioactifs	Effluents domestiques (industriels)
Pollution par les Hydrocarbures	Pétrole brute et ces dérivés (carburant et autres produits Raffinés)	Industries pétrolières, transport Chaufferies industrielles
Pollution par les Composés Organochlorés	Pcb, insecticides, solvants Chlorés	Industrie, agriculture
Pollution par divers Autres composants Organiques de Synthèse	Très nombreuses molécules	Industriel, usages dispersifs En particulier domestiques pour Certains
Matières organiques fermentescibles	Glucides, lipides, protides, acides nucléiques	Effluents domestiques agricoles, industries, Agroalimentaires et l'industrie de bois (papeteries)
Pollution microbiologique	Bactéries, virus entériques et Champignons	Effluents urbains, élevage, Abattoir et secteur agroalimentaire en général

II.3. Principaux polluants de l'eau

II.3.1. Les polluants biologiques

La pollution biologique des eaux se traduit par une forte contamination par de nombreux agents pathogènes, tel que bactéries et virus, les organismes pathogènes tels que les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les salmonelles. La principale source de ces agents pathogènes provient de déchets humains, et déchets animaux se trouvant dans des champs à proximité des cours d'eau, et des usines de transformation des aliments sans traitement des déchets approprié (**Blanchfield, 2015**)

Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux usées sont donnés dans ce tableau2 :

Tableau 2. Germes pathogènes rencontrés dans Les eaux usées (**Guittonny-Philippe et al., 2014**).

Germes	Organismes	Maladies	Principal site atteint
Les bactéries	Shigella Salmonella typhi " enteritidis " choléraesius E. coli Vibrio cholerae Francisella tularensis Leptospira icterohaemorrhagiae	Shigellose (dysenterie bacillaire) Fièvre typhoïde " entérique " gastro-entérites " " " Choléra Tularémie Leptospirose	Système gastro-intestinal Intestin Système gastro-intestinal " " " " " " Intestin Système respiratoire, foie, rate, Ganglions lymphatiques,
Les virus	-Entérovirus - Poliovirus - Coxsackievirus - Echovirus - Adénovirus - Réovirus	Poliomyélite, méningite aseptique Myocardites méningite Méningite aseptique Pharyngite Maladie respiratoire, diarrhée	Moelle épinière méninges Coeur, muscles Méninge Pharynx Appareil respiratoire et digestif
Les parasites	Taenia, Ascaris	Lésions viscérales	-
Les champignons	-	Eczémas, maladies de la peau	-

II.3.2. Les polluants chimiques

Les contaminants les plus nuisibles à la santé sont les produits chimiques d'origines naturelles ou synthétiques qui se trouvent habituellement dans les différents types d'eaux. La pollution chimique est due au déversement de substances chimiques tel que: les détergents, les

hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides, les nitrates, le phosphore, les phénols (Halstead, 2015).

II.3.3. Les polluants physiques

La pollution physique est due essentiellement aux substances en suspension. Bien que sa forme commune soit la pollution thermique elle peut englober également plusieurs autres aspects couleur, transparence, pH dont on peut citer: (Bridgman, 2001)

- Les matières en suspension désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent.
- Les déchets solides divers posent des problèmes d'esthétiques.
- Les matières colorantes modifiant la transparence du milieu.
- Les acides et les alcalins déchargés par l'industrie chimique et d'autres installations industrielles.
- Les risques nucléaires résultent des accidents divers ou des rejets des centrales nucléaires, ou dans le pire des cas, à partir d'une explosion nucléaire.

Ces polluants sont notamment une série d'éléments et des composés radioactifs y compris les éléments dérivés de l'uranium, le plutonium, le césium, et l'iode.

II.4. Impacts de la pollution des eaux

II.4.1. Sur la santé humaine

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues. Les parasitoses d'origine hydrique dominent très largement la pathologie des habitants du tiers monde :(Adimalla & Qian, 2019)

- Paludisme (un million de décès par an, 100 à 150 millions de cas annuels dont 90% en Afrique, et 300 millions de porteurs de parasites)
- Filaires (maladie due à un vers injecté par des moustiques sous les climats chauds et humides)
- Le choléra, dû aux vibrions cholériques présent dans les eaux souillées
- L'hépatite A (due à un virus présent aussi dans les eaux polluées)
- les dysenteries d'origines parasitaires, bactériennes et virales aux conséquences qui peuvent être très graves chez le jeune enfant.

II.4.2. Sur l'économie

Il faut se rendre compte que dépolluer reste encore actuellement une activité coûteuse. Personne ne peut nier l'absolue nécessité de prendre en compte notre environnement. En France comme dans les pays développés, la plus part des collectivités et les industries

prennent en charge leurs rejets. En certaines périodes de l'année, la prolifération d'algues qui viennent s'échouer et pourrir sur les côtes de la Manche conduit à des nuisances qui perturbent fortement l'activité touristique de ces régions... Cette prolifération est attribuée aux rejets de polluants azotés et phosphorés directs ou indirects. Le maintien de l'activité touristique implique l'élimination de ces nuisances. Ceci représente un coût et un manque à gagner important. Comme c'est souvent le cas, le secteur qui est à l'origine de la pollution n'est pas le secteur qui en subit les conséquences (**Morin-Crini & Crini, 2017**)

II.4.3. Sur l'environnement

L'incidence des rejets sur notre environnement peut s'apprécier au regard des élévations de températures, des modifications du pH, des consommations d'oxygène du milieu ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes, on distingue : (**Barni, 2016**)

- Diminution de la teneur en oxygène dissout

La diminution du taux d'oxygène dissous accélère les mouvements respiratoires chez les poissons et favorise ainsi la pénétration des toxiques éventuellement présents dans l'eau. En outre, certains polluants perturbent gravement la respiration des poissons et peuvent provoquer aussi leurs morts.

- Prolifération d'algues

Ce phénomène est dû aux rejets excessifs de phosphate, d'azote, de carbone et d'autres éléments minéraux, liés aux activités humaines, dont les algues se nourrissent. On observe ce phénomène dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées. Cette prolifération d'algues due à l'enrichissement des eaux en substances nutritives est responsable d'une diminution de la quantité d'oxygène indispensable à la survie des autres espèces, et menace par la même occasion leur existence.

II.5. Les rejets liquides

II.5.1. Définition

Dans le terme général, l'effluent désignant une eau résiduaire urbaine ou industrielle est plus généralement tout rejet liquide véhiculant une certaine charge polluante dissoute, colloïde ou particulaire. Les effluents recèlent des composants organiques ou chimiques nuisibles à l'environnement qui sont représentés dans le schéma suivant : (**Dongo et al., 2013**)

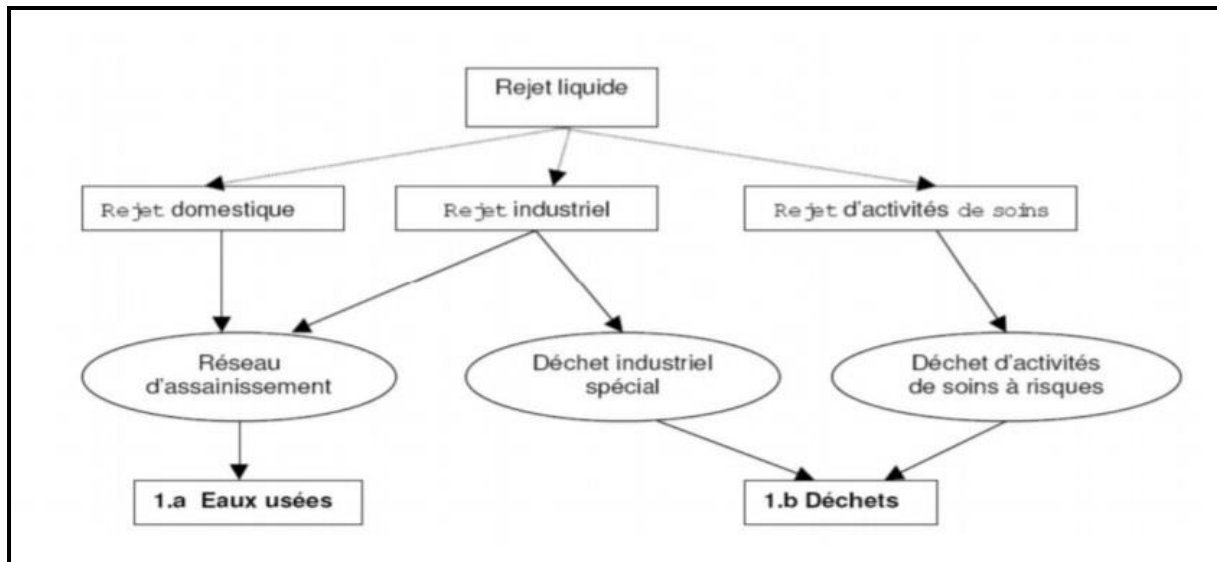


Figure 1. Les différents types de rejets liquides

II.5.2. Typologie des effluents liquides industriels

Les établissements industriels produisent trois types de rejets liquides:

- Les rejets d'origine domestique provenant des cuisines, des activités de blanchisserie;
- Les effluents générés par les activités de soins, des analyses médicales qui sont très spécifiques aux hôpitaux. Ces rejets peuvent contenir des produits chimiques, des liquides biologiques, des résidus de médicaments, des déjections et excrétion, des détergents et des désinfectants;
- Les rejets industriels provenant de la transformation des matières premières, des garages et des ateliers contenant un volume important d'huiles, de détergents, de peintures, d'acides et des sels, de restes de produits de bases organiques, des métaux, des hydrocarbures et des produits secondaires de réactions des diverses substances (Emmanuel, 2005).

II.5.3. Paramètres physico-chimiques de mesure de la pollution d'eau

- La température

C'est un paramètre important surtout pour les eaux usées industrielles (Principalement les industries agro-alimentaires, les centrales nucléaires...) qui produisent des eaux chaudes. L'émission d'une eau propre mais chaude dans un milieu naturel peut créer une pollution (Moletta, 2009)

- pH

Le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H⁺), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous (Hamed *et al.*, 2012)

- Matières en suspension (MES)

Sont, en majeure partie, de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées, est associée aux MES (**FAO, 2003**).

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS).

- Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO correspond à la quantité d'oxygène qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans l'eau. La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution d'un effluent industriel (**Salghi, 2000**).

- Demande biologique en oxygène (DBO5)

C'est la quantité d'oxygène (donné en m/g, g/l ou autres) que les bactéries et autres microorganismes utilisent pendant 5 jours pour décomposer un échantillon donné. La différence entre la DCO et la DBO vient des substances présentes dans l'eau qui ne peuvent pas être décomposées microbiologiquement (**Beliefert & Perraud, 2001**).

- L'azote

Dans une eau résiduaire « fraîche », l'azote est essentiellement contenu dans les protéines et l'urée mais au cours du séjour dans le réseau d'égouts, une forte proportion de l'azote organique est hydrolysée en ammoniac. À l'entrée de la station, l'azote se répartit typiquement en ammoniac (60 à 75 %) et en azote organique (25 à 40 %) sous forme soluble et particulaire. Les sources d'azote susceptibles d'être utilisées par les différents micro-organismes incluent pratiquement toutes les sources d'azote organique et minéral (**Andriamiradoet al., 2005**).

- Le phosphore

Le phosphore est un minéral essentiel à la vie des organismes (humains, animaux, végétaux, algues et bactéries). Chez les humains et les animaux, il sert principalement à la fabrication de l'ADN alors que chez les plantes et les algues, le phosphore est indispensable au développement. Il favorise la croissance et la reproduction. On retrouve principalement cet élément dans les roches et la partie superficielle des sols, sous forme de phosphates. Toutefois, la majeure partie de tout le phosphore des sols n'est pas naturellement disponible pour les organismes (**kim, 2014**).

- Les métaux lourds

Les éléments nocifs les plus importants sont les métaux lourds. Leur principale origine est industrielle. Le cuivre, le zinc, le cadmium, le chrome, le plomb, le mercure, le nickel sont les polluants les plus fréquemment rencontrés (**Alava, 2018**).

- Les hydrocarbures

La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées d'huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon est selon la méthode utilisée, car celle-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents (Larkem, 2005).

III. Secteur agroalimentaire

III.1. Les rejets liquides agroalimentaires

III.1.1. Définition

Les effluents industriels et/ou agroalimentaires sont des rejets liquides issus des procédés d'extraction ou de transformation des matières premières en vue de fabriquer des produits industriels ou des biens de consommation. Ces eaux sont extrêmement hétérogènes. Leur quantité et leur qualité varient en fonction du procédé mis en œuvre et du domaine industriel. Elles présentent souvent un large spectre de polluants chimiques composés à l'état solide ou dissous de matières organiques et minérales, métaux, hydrocarbures, solvants, polymères, huiles, graisses et sels, à divers niveaux de toxicité (Cantet, 2007). Quelques exemples de déchets générés par l'industrie agroalimentaire:

- Industrie de la viande : graisses, sang, os, abats, cuir, poils, plumes.
- Industrie du poisson: arêtes, peaux...
- Laiterie, fromagerie: lactosérum, eau de lavage...
- Sucrierie, distillerie: mélasse, pulpes, marcs, déchets de filtration, effluents...
- Transformation des oléoprotéagineux: tourteaux, coques...
- Fruit et légumes: retraits des invendus, effluents de conserverie...

III.1.2. Types de polluants rencontrés dans les rejets agroalimentaires

Selon la COOP de France (2000) (Coopération agricole de France), les différentes pollutions qu'on peut retrouver dans ce genre de rejets:

-Pollution organique Matières oxydables (DBO et DCO): L'essentiel des rejets des industries agroalimentaires, facilement biodégradable, caractérisée par des rapports $DCO/DBO5 < 2$. (Si le rapport DCO/DBO5 est inférieur à 3, on peut dire que l'effluent est facilement biodégradable, un traitement biologique devant être capable d'éliminer l'essentiel de la pollution).

-Pollution particulaire Matières en suspensions (MES) : Elles sont issues par exemple du lavage de légumes.

-Pollution chimique ou toxique Matières inhibitrices (Mi)

-Pollution thermique: Température des rejets (> 30°C)

-Pollution microbiologique: Qui a une tendance générale à l'acidification et à la fermentation rapides.

III.1.3. Les risques liés aux rejets agroalimentaires

Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, les risques liés aux rejets agroalimentaires se répartissent de la manière suivante: (**Ghimpusan et al., 2017**)

- Hors des filières d'élimination appropriées, les déchets à risque infectieux peuvent menacer la santé publique.

- Mal stockés, les déchets organiques peuvent créer des nuisances pour le voisinage (odeurs).

- Déversés à l'égout, les déchets organiques peuvent colmater les réseaux d'assainissement, perturber les installations de traitement des eaux ou dégrader les milieux aquatiques.

- L'épandage mal contrôlé peut détériorer les sols et polluer les eaux.

Une élimination des déchets conforme à la réglementation permet de minimiser ces risques et ces impacts.

III.2. Pathologies professionnelles rencontrées dans le milieu agroalimentaire

III.2.1. Risques professionnels

Le risque professionnel peut être défini par tout risque ayant pour origine l'activité professionnelle, c'est-à-dire le travail rémunéré, indispensable pour vivre de nos jours. Tout phénomène, tout événement qui apparaît en milieu de travail et qui présente un danger pour l'homme et appelé risque professionnel (**Chion & Sisco, 2019**)

III.2.2. Pathologie professionnelle

On peut définir la maladie professionnelle ou « occupationnelle » comme une maladie contractée par le fait ou à l'occasion de l'exercice d'une activité rémunérée et qui est particulière à cette activité ou reliée directement aux risques particuliers de cette activité. On peut la définir aussi comme une perturbation de l'organisme humain dont les sources sont surtout attribuables aux conditions, que ce soit dans le contenu des tâches, le poste de travail ou toutes autres conditions telles que le stress organisationnel, la qualité de vie au travail. Une autre définition une maladie professionnelle est un état pathologique résultant de l'exposition habituelle à une nuisance déterminée au cours du travail ; il est très difficile de

donner une définition plus précise, tant les formes cliniques de ces maladies ne diffèrent pas des formes sans exposition professionnelle (**Déplaudé, 2003**)

III.2.3. Types des pathologies professionnelles

a. Les pathologies cutanées

Sont parmi les pathologies professionnelles les plus fréquentes en milieu agroalimentaire (Les dermatoses). Le secteur de l'alimentation est l'un des secteurs le plus à risque de dermatoses professionnelles (**Tomoda, 1993**). Les salariés y sont exposés à de nombreux irritants et allergènes; et principalement l'eau, les détergents et désinfectants, les aliments et les gants. Ces différents produits peuvent entraîner :

- Des dermatites irritatives de contact (représentent 70 à 90 % des pathologies cutanées professionnelles)
- Des dermatites allergiques de contact
- Des urticaires de contact
- Des dermatites de contact aux protéines
- Des réactions de photosensibilité
- Des dermatoses infectieuses et mycosiques.

b. Les troubles musculo-squelettiques TMS

Les troubles consécutifs aux microtraumatismes répétés se traduisent par l'inflammation d'un tendon (tendinite) et par celle de sa gaine synoviale (téno-synovite); ils affectent principalement les travailleurs qui exécutent des mouvements répétitifs des mains, comme ceux qui emballent la viande (**Bondéelle, 2013**)

c. Les pathologies respiratoires

- L'allergie respiratoire professionnelle

Dans l'industrie agroalimentaire, de nombreuses sources d'allergènes inhalés peuvent entraîner l'apparition d'allergies respiratoires professionnelles : produits laitiers, œuf, viandes, poissons et crustacés, farines de céréales, légumineuses, graines, fruits et légumes. La prévalence de la rhinite et de l'asthme chez les salariés y semble cependant peu élevée. Sont principalement concernés les professionnels du secteur de la transformation des produits de la mer, de la boulangerie et de la confiserie, des abattoirs, de la boucherie, de la charcuterie et de la poissonnerie industrielle. Les allergènes potentiels sont le plus souvent de nature protéique, susceptibles d'entraîner une sensibilisation IgE-dépendante, essentiellement par inhalation (**Renaudin, 2012**).

- Rhinite chronique

Des cas fréquents de rhinite chronique sont rencontrés chez les travailleurs des abattoirs et les usines de denrées précuites, de la meunerie et de la boulangerie ainsi que chez ceux des industries de transformation des aliments. L'agent responsable de ces affections est la poussière de farine en boulangerie, alors que, dans d'autres branches, ce sont plutôt les variations de température et divers types de poussières qui sont mis en cause (**Jensenet al., 2006**)

d. Les pathologies infectieuses

Les infections et les maladies infectieuses ou parasitaires transmises par les animaux ou les déchets animaux utilisés représentent une partie importante des affections professionnelles rencontrées dans les industries agroalimentaires (**Davis et al., 2021**)





PRODUCTION	CONDITIONNEMENT	MAINTENANCE	NETTOYAGE ET DESINFECTION
 Cette étape concerne les projections de sang lors de la découpe, la transformation d'aliments, le maniement de denrées alimentaires, la salaison, la conservation chimique ou les temps de séchage. Risques pour l'individu Les salmonelles : abattage et transformation de la viande, manipulation de produits laitiers, transformation et séchage de poissons, transformation de légumes cultivés avec des engrais organiques. Risques pour la chaîne de production Parasites véhiculés par le corps humain.	 Cette étape concerne le maniement de denrées alimentaires ou d'ingrédients facilement périssables non emballés. La fonction protectrice doit être élevée, en particulier si les denrées alimentaires ne sont pas destinées à être transformées ultérieurement et si des micro-organismes sont susceptibles de se développer dans ou sur les denrées alimentaires. Risques pour la chaîne de production Parasites véhiculés par le corps humain.	 Lors de la maintenance des outils de production, un nombre important de résidus alimentaires rentrent en contact avec l'agent de maintenance. La vérification des vannes et des tuyauteries présentes également un fort danger de projection. Risques pour l'individu Le risque biologique est important avec la présence éventuelle de moisissures ou spores, projections d'huiles ou de graisses.	 La phase de nettoyage, notamment des cuves, expose les employés à des projections de produits chimiques tels que des produits chlorés, ainsi qu'à des résidus alimentaires contaminés. La protection doit être optimale. Risques pour l'individu Virus, bactéries, sporicides, endotoxines, champignons (moisissures et levures). Risques biologiques Projection de produits chimiques : alcalins chlorés, la soude, l'acide nitrique, l'acide peracétique, peroxyde d'hydrogène, formol des alcools, des aldéhydes et de l'hypochlorite.

Figure 2. Risques chimiques et biologiques présents dans l'industrie agroalimentaire (**Anses, 2019**)



Matériel Et Méthodes

Matériel et méthodes

Le travail est subdivisé en 2 grandes parties :

1. Partie épidémiologique

Cette partie comprend 02 volets : le premier vise à identifier la qualité des rejets liquides des différentes catégories d'entreprises agroalimentaires et le deuxième s'intéresse à la caractérisation des différents types de pathologies professionnelles au niveau des industries agroalimentaires.

1.1. Caractérisation de la qualité physico-chimique des rejets liquides de différentes industries au sein de la région d'El-Tarf

Les données et les bilans d'analyses physicochimiques des eaux de rejets liquides de différentes industries (y compris l'agroalimentaire) sont récoltés au niveau de la direction de l'environnement de la wilaya d'El-Tarf, et les résultats d'analyse ont été réalisés au niveau du laboratoire agréé par l'état (O.N.E.D.D : l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable).

Les industries concernées sont les suivantes :

- Abattoir
- Industrie pharmaceutique
- Production de la tomate

Les paramètres d'eaux analysés sont :

- **DCO** : Demande Chimique en Oxygène
- **DBO₅** : Demande Biologique en Oxygène(en 5 jours).
- **MES** : Matières En Suspension
- Huiles et Graisses

Pour chaque industrie, les données ont été comparées par rapport aux normes nationales (valeurs limites algériennes : Décret exécutif n A 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents industriels et agroalimentaires) et internationales afin d'identifier le risque de pollution que présente une certaine industrie.

1.2. Identification des pathologies professionnelles au sein des industries agroalimentaires

Dans cette partie, l'ensemble des pathologies professionnelles chez les travailleurs du domaine agroalimentaire (122 employés) a été répartis selon :

- L'âge
- Le sexe
- Le type de la maladie
- La nature de l'activité agroalimentaire
- Durant quelques années précédentes

Les données ont été récoltées suite à l'application d'une enquête à l'aide d'un questionnaire présenté ci-dessous

Q1 : quel âge avez-vous ?

Q2 : quelle est la durée de votre travail dans ce domaine ?

Q3 : souffrez-vous de certaines maladies avant de commencer votre profession ?.....

Q4 : si oui, lesquelles ?.....

Q5 : et maintenant ?.....

Q6 : si oui, lesquelles ?.....

*** Pour les mariés :**

Q7 : avez-vous des enfants ?

Q8 : si oui, combien ?.....

Q9 : est ce qu'il a fallu une période pour donner naissance ?

Q10 : Vos enfants souffrent ils de certaines maladies ?.....

Q11 : si oui, lesquelles ?.....

Enfin, nous vous remercions de votre participation et votre collaboration.

2. Partie expérimentale

Cette partie consiste à évaluer les caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau usée de rejets liquides d'une industrie agroalimentaire (Production et conservation de la tomate) de la région d'El-Tarf.

L'analyse des paramètres des eaux usées permet de vérifier que les objectifs recherchés par le traitement de l'eau sont atteints, voire le recyclage et la récupération des éléments valorisables des eaux usées, la protection de la santé écologique du milieu récepteur et la protection de la santé publique des populations qui entrent en contact avec les effluents.

Les paramètres analysés comprennent : les paramètres physicochimiques des eaux ainsi que la teneur en métaux lourds.

2.1. Prélèvement et échantillonnage

Au niveau de cette entreprise de production et conservation de la tomate, l'eau est utilisée dans le processus de fabrication et ainsi être mise au contact direct les produits (par exemple : pour le lavage des matières premières) et/ou est incorporée directement comme ingrédient lors de la préparation de l'aliment. Elle sert aussi, entre autres, pour le nettoyage des matériels et des locaux et pour l'hygiène du personnel de l'entreprise.

Le prélèvement des échantillons d'eau du rejet a été effectué au niveau de la sortie principale de l'eau usée avant son émission dans le réseau d'assainissement, et cela une journée avant, vu le problème de la distance entre le lieu d'échantillonnage et le laboratoire d'analyse. Un volume d'un litre d'échantillon d'eau représentatif a été prélevé dans un contenant de plastique étiqueté (exempt de contaminants) et conservé au frigo pendant 24H, aucun agent de conservation n'est ajouté à l'échantillon.

Les paramètres analysés ont été choisis librement à l'exception du PH et la Température qui doivent être mesurés sur place (manque de moyens de mesure).

2.2. Mesures des paramètres de l'eau

Les données analysés ont été comparées par rapport aux normes nationales (valeurs limites algériennes) et internationales afin d'identifier le risque de pollution que présente ce secteur d'industrie.

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 NF T 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 DBO_5

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 °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 °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 Suspensions MES

Exprimée en mg par litre, ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm 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 organiques (**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 0.1 mg.

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 antimoinés 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. Nitrite 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 (Merghemet *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. Dosage des métaux lourds

Les métaux lourds choisis (Zn, Cd, Pb, Mn 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 Zinc Zn

Principe de la méthode

A une valeur du pH entre 6 et 11, les ions zinc réagissent avec le 4-(2-pyridylazo)- resorcine (PAR) pour donner un complexe coloré rouge-orange, soluble dans l'eau. Celui-ci est extrait et dosé par photométrie.

Norme de la méthode: APHA 3500-Zn F

- 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.

- Le Manganèse Mn

Principe de la méthode

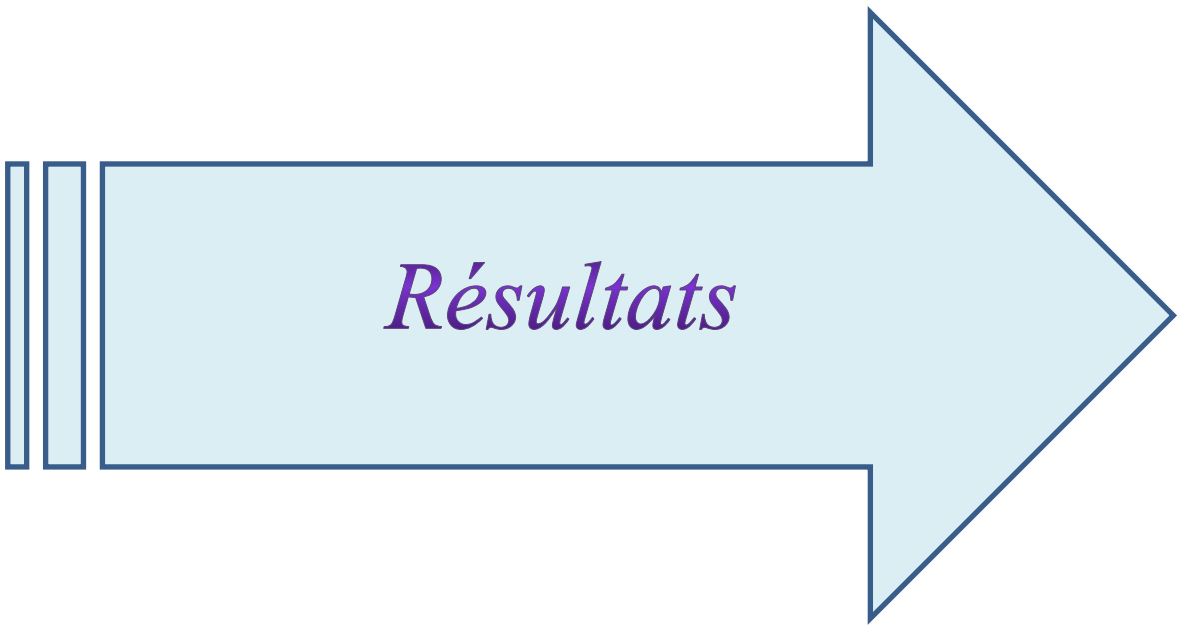
Les ions manganèse réagissent en milieu alcalin avec la formaldoxime pour donner un complexe orange-rouge. Norme de la méthode: Spectrophotométrie DIN 38406-E2.

- 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 obtenus ont été exprimés en Moyenne \pm SEM. Les différences ont été déterminées par une analyse de variance à sens unique (ANOVA), suivie par le test post-hoc de Tukey pour comparaison multiple. L'analyse statistique a été effectuée par le logiciel Prism (version 7).



Résultats

Résultat

1. Partie épidémiologique

1.1. Caractérisation de la qualité physico-chimique des rejets liquides de différentes industries au sein de la région d'El-Tarf

1.1.1. Abattoir

L'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet au cours des 03 premiers trimestres (T1, T2, T3) de l'année 2021 montre une augmentation très hautement significative ($p < 0.001$) dans les taux de la DCO et la DBO₅ comparés aux autres paramètres et cela au cours du premier trimestre. Les taux de MES et des huiles et graisses présentent des variations non significatives ($p > 0.05$) entre les 03 trimestres malgré qu'on a remarqué un taux très élevé de MES au cours du T2.

Ces résultats sont comparés aux valeurs limites algériennes (décret exécutif n A 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents industriels et agroalimentaires de la République Algérienne), la moyenne annuelle des paramètres : MES, DCO, DBO₅ dépasse les valeurs limites de manière très hautement significative ($p < 0.001$).

Tableau 3. Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'un abattoir au cours de l'année 2021

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	Huiles et Graisses (mg/l)
T1	380	6600	4400	22,2
T2	1475	420	300	40
T3	524	990	400	20
Moyenne annuelle	793	2670	1700	27.4
Valeur limite JORADP	200	800	250	Non renseignée

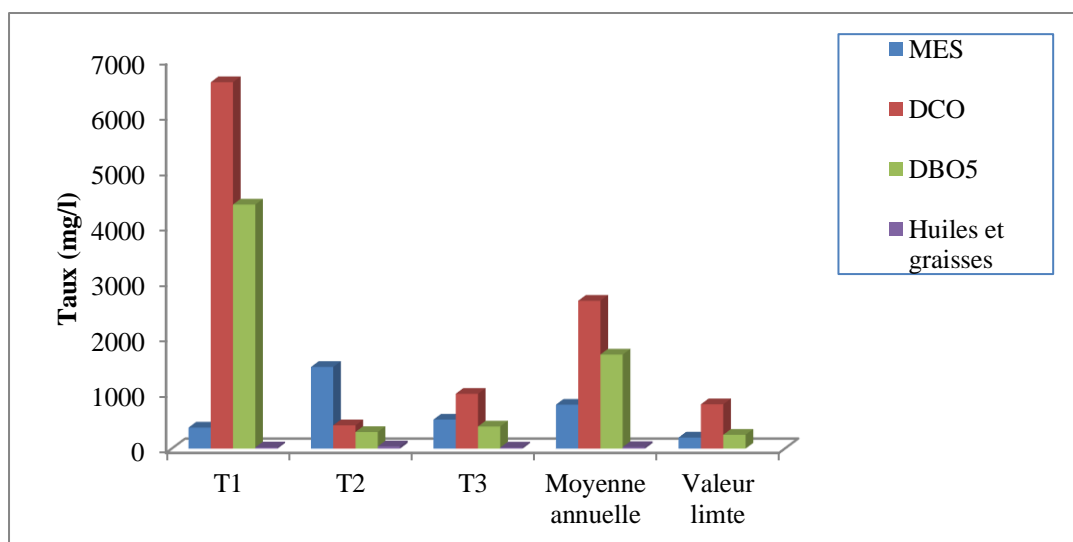


Figure 3. Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide d'un abattoir au cours de l'année 2021

1.1.2. Industrie pharmaceutique

Les résultats d'analyse de l'eau de rejet a été récolté au cours des différents trimestres des années 2020-2021-2022 (selon la disponibilité des informations et des documents de la direction de l'environnement) et cela au niveau de 02 industries pharmaceutiques.

Pour l'année 2020, la DCO a marqué un taux plus élevé (augmentation hautement significative : $p < 0.01$) par rapport à la valeur limite au cours des 02 trimestres. Le taux de MES a dépassé la valeur limite avec une augmentation non significative ($p > 0.05$), tandis que la DBO5 a resté dans les normes.

Tableau 4. Variation des paramètres physicochimiques de l'eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l'année 2020

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
T1	55	550	15
T2	46	190	10
Moyenne annuelle 2020	50.5	370	12.5
Valeur limite JORADP	35	120	35

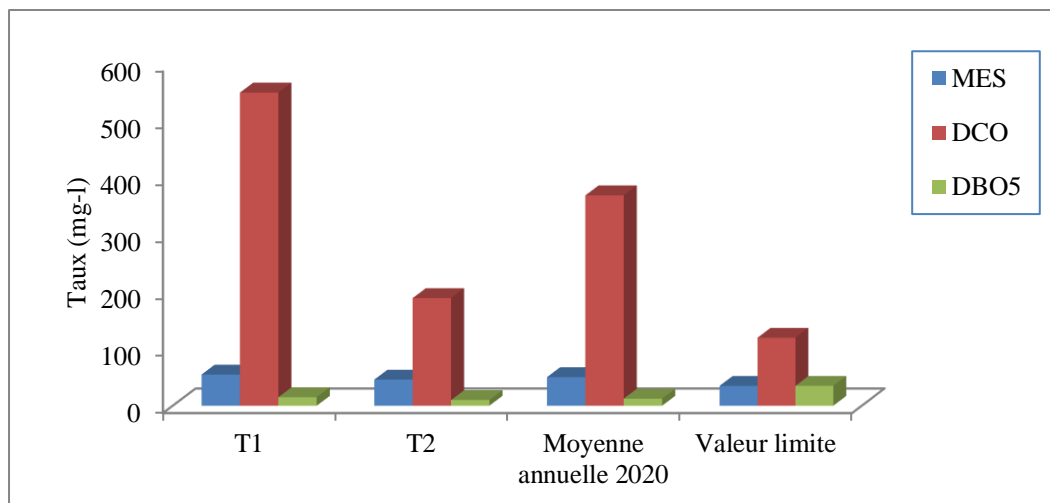


Figure 4. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l’année 2020

Pour l’année 2021, nous avons remarqués des fluctuations dans les taux des paramètres entre les 04 trimestres. Un dépassement dans les taux des 03 paramètres mesurés a été enregistré avec une augmentation non significative ($p > 0.05$) comparé à la valeur limite et une variation non significative comparés aux valeurs enregistrées au cours de l’année 2020.

Tableau 5. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l’année 2021

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
T1	57,5	294,5	19
T2	17	190	25
T3	3,55	119	35,5
T4	124,5	259,5	70
Moyenne annuelle	50.63	204.5	37.37
Valeur limite JORADP	35	120	35

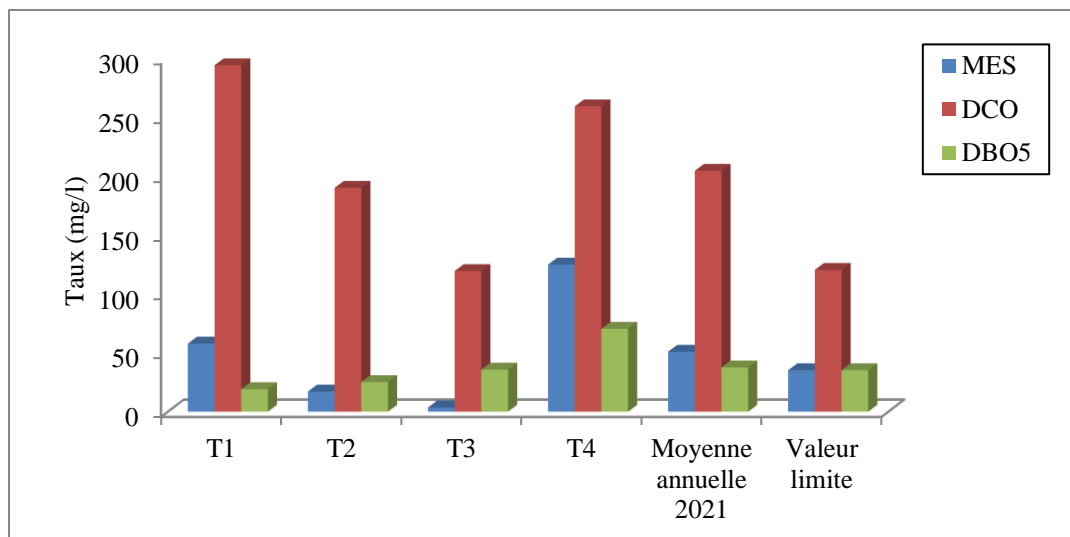


Figure 5. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l’année 2021

Au cours du premier trimestre de l’année 2022 (T1), Les taux de la DCO et la DBO5 ont marqué une augmentation non significative ($p>0.05$) comparés aux valeurs limites, et cette différence reste également non significative par rapport aux 02 années précédentes. Par contre, le taux de MES n’a pas dépassé la limite.

Tableau 6. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l’année 2022

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
T1	11	281	50
Valeur limite JORADP	35	120	35

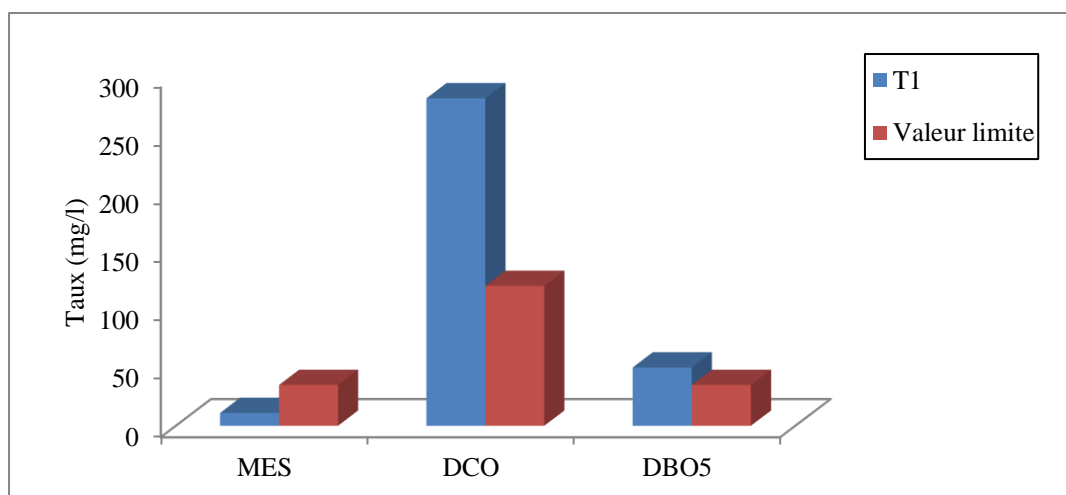


Figure 6. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide de 02 industries pharmaceutiques au cours de l’année 2022

En conclusion, dans l’industrie pharmaceutique, les taux de la DCO, DBO5 et MES ont marqué des fluctuations non significatives au cours des 03 dernières années. Ces taux présentent des dépassements significatifs comparés à la valeur limite fixée par le décret du JORADP.

1.1.3. Production et conservation de la tomate

Les informations recueillies de la direction de l’environnement au cours des 03 dernières années 2020-2021-2022 nous ont permis de déduire que le secteur agroalimentaire présente également certains dépassements dans les paramètres physico-chimiques de l’eau usées (rejet). Les résultats des analyses montrent que la valeur de la DCO et la DBO5 est toujours au voisinage de la valeur limite ou en dépassement (augmentation significative $p < 0.05$) à l’exception de l’année 2020 où ces valeurs ont resté dans les normes. Les taux de MES et des huiles et graisses marquent des variations non significatives ($p > 0.05$) entre les 03 années et comparés aux valeurs limites. Les résultats sont figurés ci-dessous :

Tableau 7. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide d’une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l’année 2020

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	Huiles et Graisses (mg/l)
T1	114	420	370	14
T2	970	140	60	35
Moyenne annuelle	542	280	215	24.5
Valeur limite JORADP	200	800	250	20

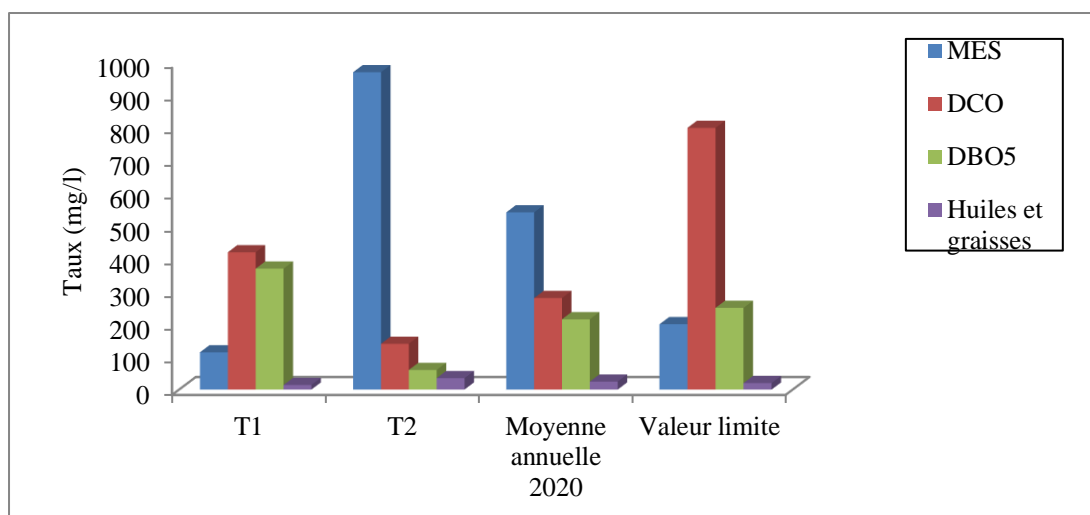


Figure 7. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide d’une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l’année 2020

Tableau 8. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide d’une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l’année 2021

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	Huiles et Graisses (mg/l)
T1	105	970	130	18
T2	15	12	80	11
T3	85,5	3433	25	72,4
Moyenne annuelle	68.5	1471.6	78.33	33.8
Valeur limite JORADP	200	800	250	20

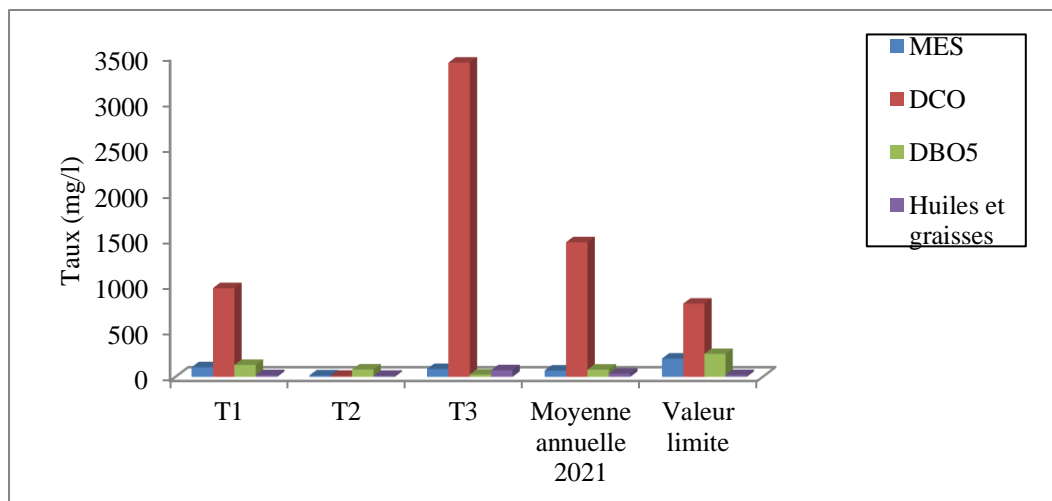


Figure 8. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide d’une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l’année 2021

Tableau 9. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide d’une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l’année 2022

Paramètres	MES (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	Huiles et Graisses (mg/l)
T1	1452	1496	920	7,6
T2	20	62,4	30	17
Moyenne annuelle	736	779.2	475	12.3
Valeur limite JORADP	200	800	250	20

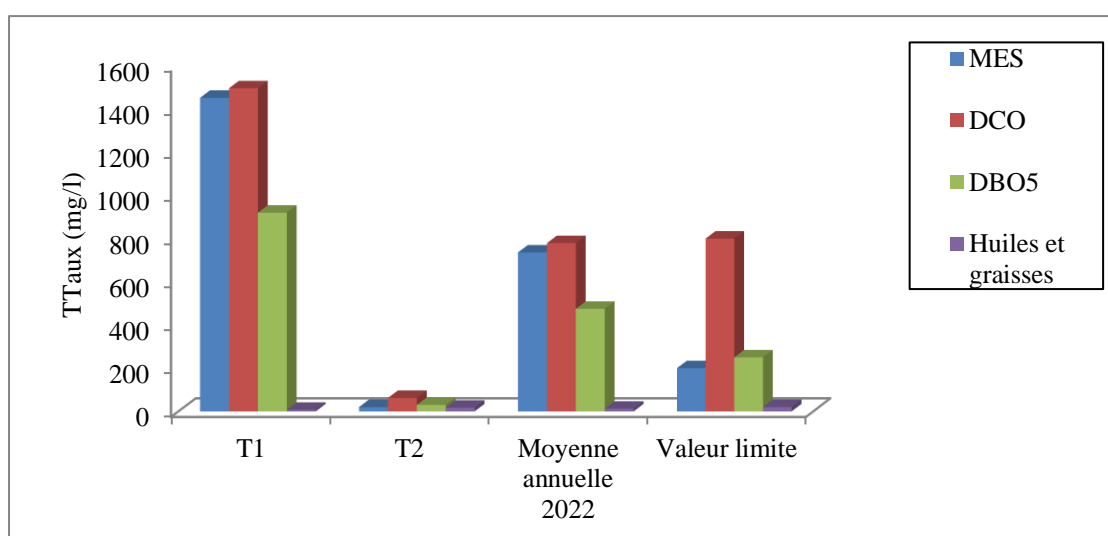


Figure 9. Variation des paramètres physicochimiques de l’eau de rejet liquide d’une industrie agroalimentaire (production et de conservation de la tomate) cours de l’année 2022

À travers des résultats de cette partie, nous pouvons conclure que la qualité des rejets liquides pharmaceutiques et agroalimentaires (production de tomate et abattoir) représente un risque de pollution variable, dont le secteur agroalimentaire est le plus remarquable vu les taux les plus élevés de la DCO et de la DBO5 qui sont de bons indicateurs de pollution des eaux usées.

1.2. Caractérisation des pathologies professionnelles en milieu agroalimentaire

La population d'étude est constituée de 122 personnes employées dans le secteur de l'industrie agroalimentaire au niveau de la région d'El-Tarf et Annaba. Suite à l'application du questionnaire, les résultats de l'étude épidémiologique sont présentés comme suit :

1.2.1. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon l'âge

La majorité des pathologies professionnelles sont concentrées autour de l'âge de 35 à 45 ans avec une différence hautement significative ($p < 0.01$).

Tableau 10. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon l'âge

Tranches d'âge	25-35	35-45	45-55	55-60
Taux (%)	3.64	66.23	15.10	15.03

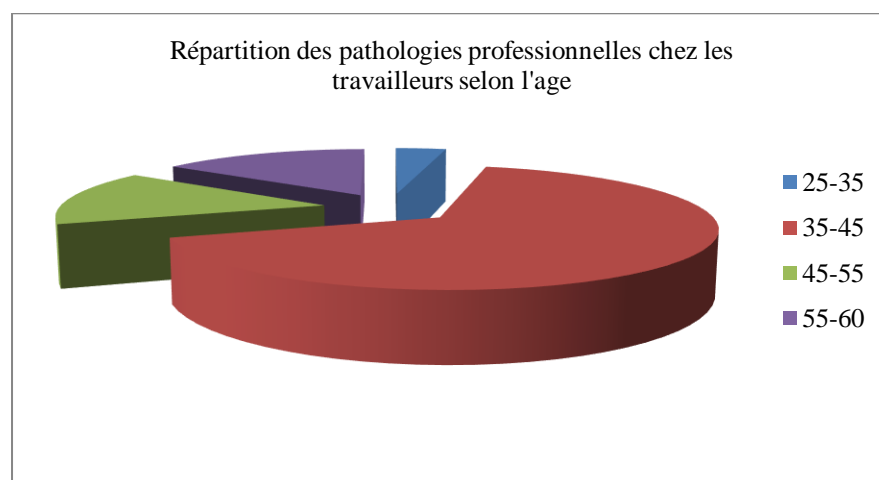


Figure 10. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon l'âge

1.2.2. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le sexe

Les résultats ont montré que le taux de pathologies professionnelles est plus élevé de manière significative ($p < 0.05$) chez les hommes que chez les femmes.

Tableau 11. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le sexe

Sexe	Hommes	Femmes
Taux (%)	79.17	20.83

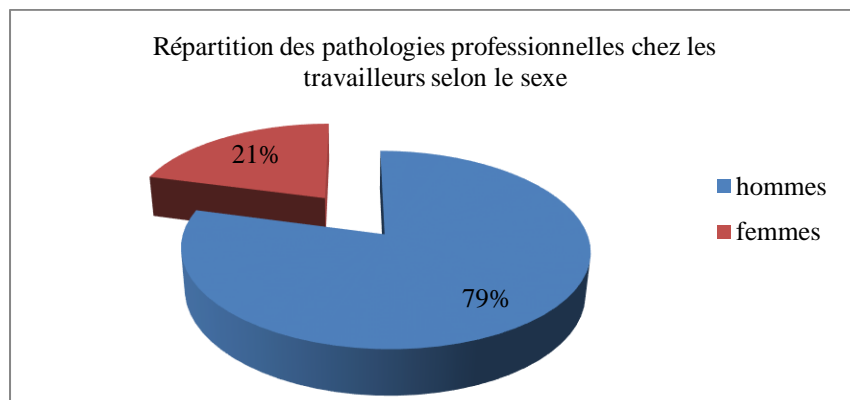


Figure 11. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le sexe

1.2.3. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le type de la maladie

Les troubles musculo-squelettiques ont marqué le taux le plus important parmi les pathologies professionnelles en milieu agroalimentaire avec une différence hautement significative ($p < 0.01$)

Tableau 12. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le type de la maladie

Pathologie	Troubles respiratoires	Troubles neurologiques	Cas de dermatites	Infections	TMS : Troubles musculo-squelettiques	Traumatismes	Troubles cardiovasculaires	Intoxications	Autres accidents
Taux (%)	9.51	4.09	12.74	18.31	24.07	9.68	8.29	10.68	2.63

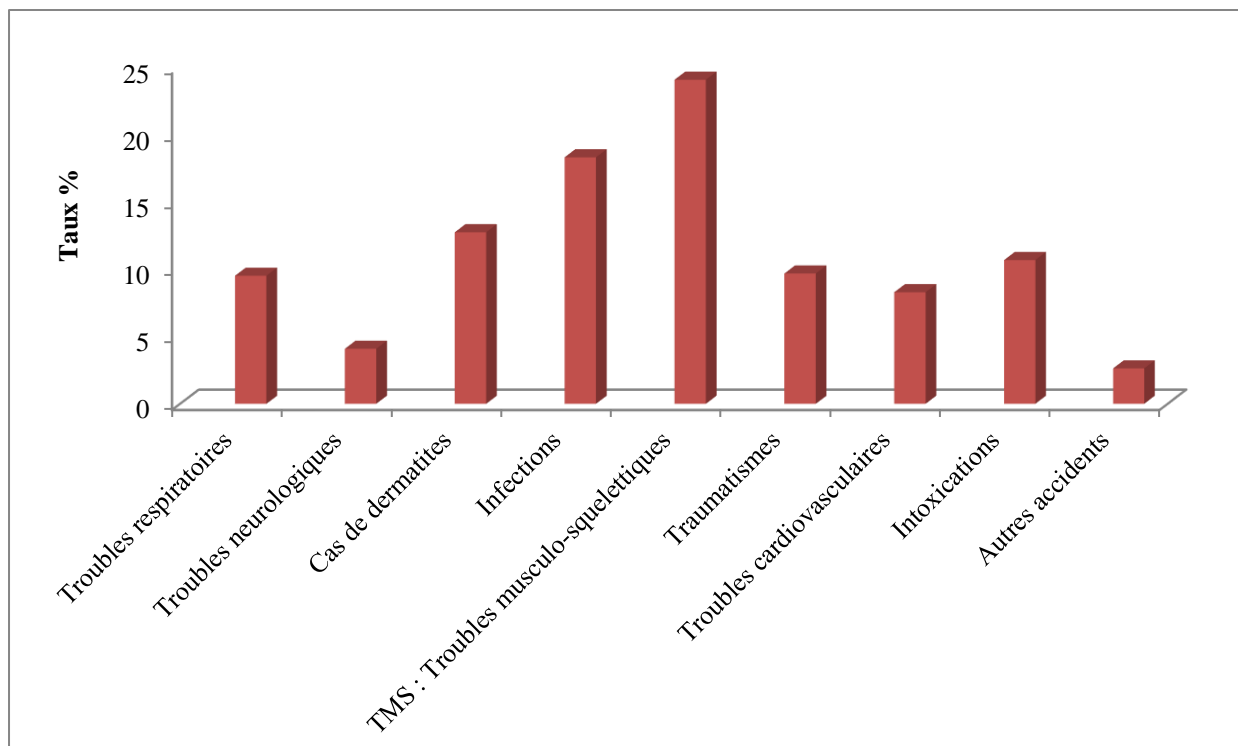


Figure 12. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon le type de maladie

1.2.4. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon la nature de l'activité agroalimentaire

Toutes les catégories des industries agroalimentaires représentent une source de pathologies professionnelles. Le secteur de conserverie des jus, des tomates et de la confiture est le domaine le plus représentatif de ce problème comparé aux autres domaines d'activités (différence non significative $p > 0.05$).

Tableau 13. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon la nature de l'activité agroalimentaire

Type d'activité	1. Abattoirs	2. Confitiserie	3. Complexe avicole	4. Conserverie (Jus, Confiture, Tomate)	5. Eaux et Boissons	6. Aliments et concentrés de bétail
Taux (%)	17.02	17.84	18.36	24.13	9.26	13.39

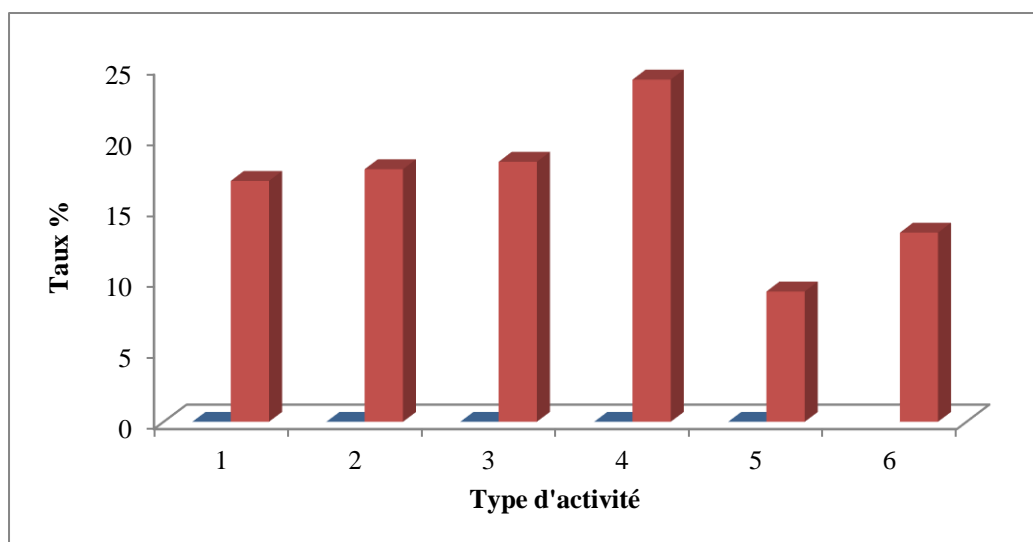


Figure 13. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs selon la nature de l’activité agroalimentaire

1.2.5. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs durant quelques années précédentes

Le taux de pathologies professionnelles en milieu agroalimentaire a marqué une variabilité non significative ($p > 0.05$) entre les années 2018-2022

Tableau 14. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs durant quelques années précédentes

Années	2018	2019	2020	2021	2022
Taux (%)	21.13	21.44	19.27	18.36	19.80

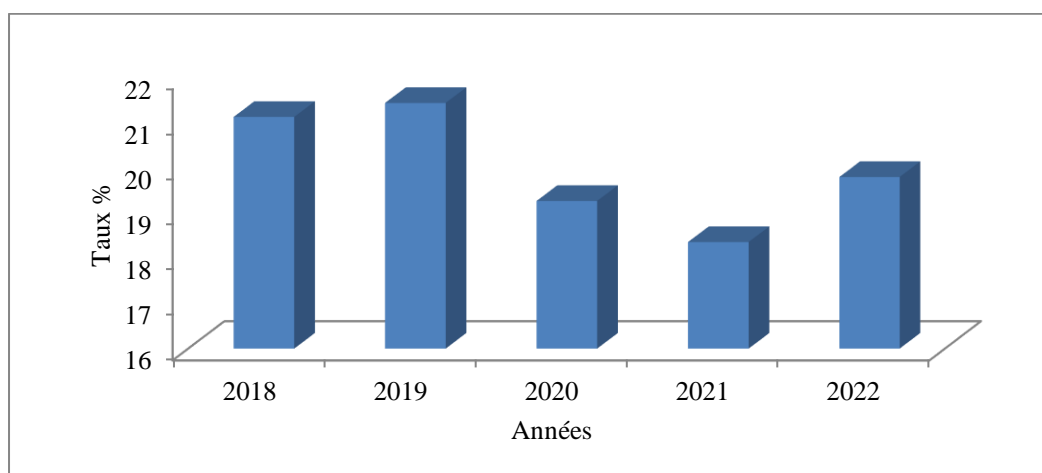


Figure 14. Répartition des pathologies professionnelles chez les travailleurs durant quelques années précédentes

2. Partie expérimentale

Cette partie consiste à évaluer les caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau usée de rejets liquides d'une industrie agroalimentaire (Production et conservation de la tomate) de la région d'El-Tarf, à l'entrée de l'unité de production (phase de premier lavage), et à la sortie de l'unité (phase finale).

Le tableau et les figures ci-dessous présentent les résultats de la variation de l'ensemble des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds entre les 02 phases et comparés aux valeurs limites algériennes (JORADP) et celles de l'OMS.

Les résultats obtenus montrent qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) dans la totalité des paramètres mesurés entre l'entrée et la sortie de l'unité de production.

Comparés aux valeurs limites algériennes fixées par le décret du JORAP et de l'OMS, toutes les données des échantillons analysées étaient plus ou moins dans les normes à l'exception de la teneur en 02 métaux lourds : cadmium et mercure, qui ont marqué une augmentation significative ($p < 0.05$) comparés aux normes.

Pour cette partie, on peut déduire que les échantillons analysés représentent un risque de pollution métallique qui reste à confirmer et en recherche de cause. Ainsi, la qualité de l'eau usée à l'entrée et à la sortie de l'unité nous pousse à penser que l'entreprise n'utilise probablement pas assez de produits chimiques au moment du lavage, de production ou de la conservation.

Tableau 15. Variation des paramètres physico-chimiques et des métaux lourds de l'eau des rejets à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage de l'industrie agroalimentaire.

Paramètres	Unités	Phase Entrée	Phase Sortie	Valeur limite JORADP mg/l	Valeur limite OMS mg/l
MES	mg/l	05	03	35	<20
DCO	mg/lO ₂	79	81	120	<90
DBO ₅	mg/l O ₂	2.4	2.2	35	<30
Nitrite (NO ₂ -)	mg/l	0.61	0.44	0.1	1
Sulfates (SO ₄ -)	mg/l	116	117	400	250
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	326.6	305.3	200	250
Phosphore Total	mg/l	3.8	2.2	10	2
Zinc Total	mg/l	0.05	0.01	3	2
Manganèse Total	mg/l	0.19	0.23	1	1

Plomb Total	mg/l	0.062	0.039	0.5	0.5
Cadmium (Cd)	mg/l	13.8	12.8	0.2	0.1
Mercure (Hg)	µg/l	0.2	0.3	0.01	0.01

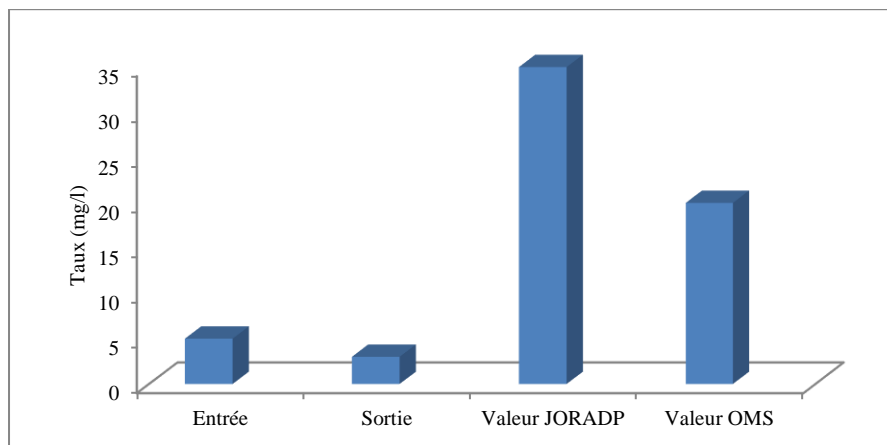


Figure 15. Variation des taux des MES à l'entrée et la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)

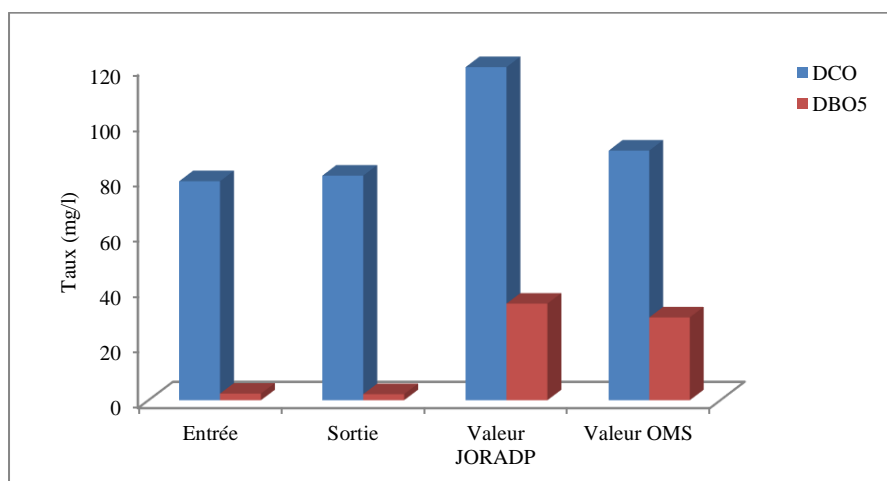


Figure 16. Variation des taux de la DCO et de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l O₂)

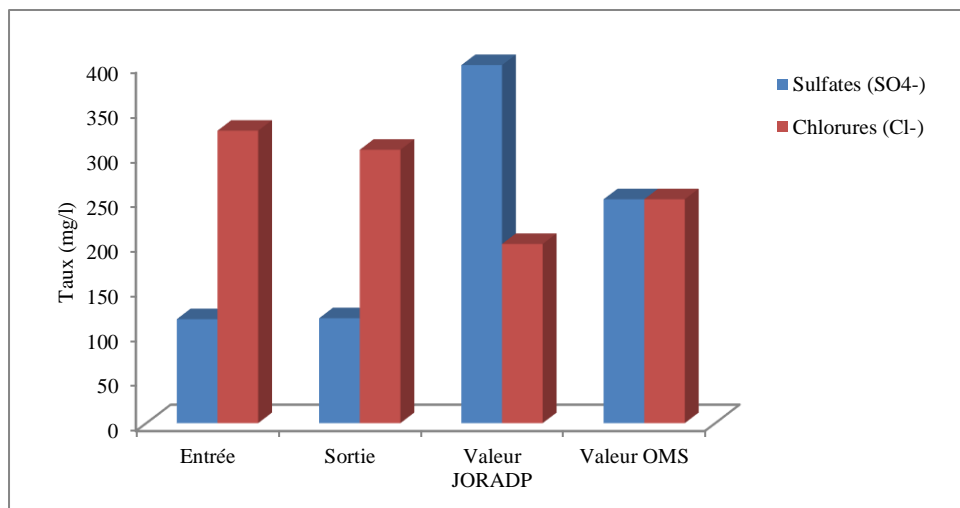


Figure 17. Variation des taux de Sulfates (SO₄⁻) et Chlorures (CL⁻) à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)

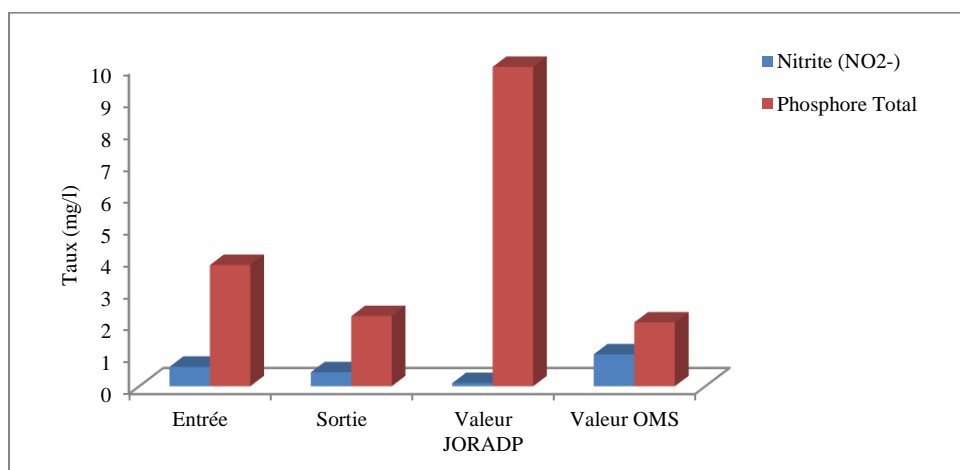


Figure 18. Variation des taux de Nitrite (NO₂⁻) et Phosphore total à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)

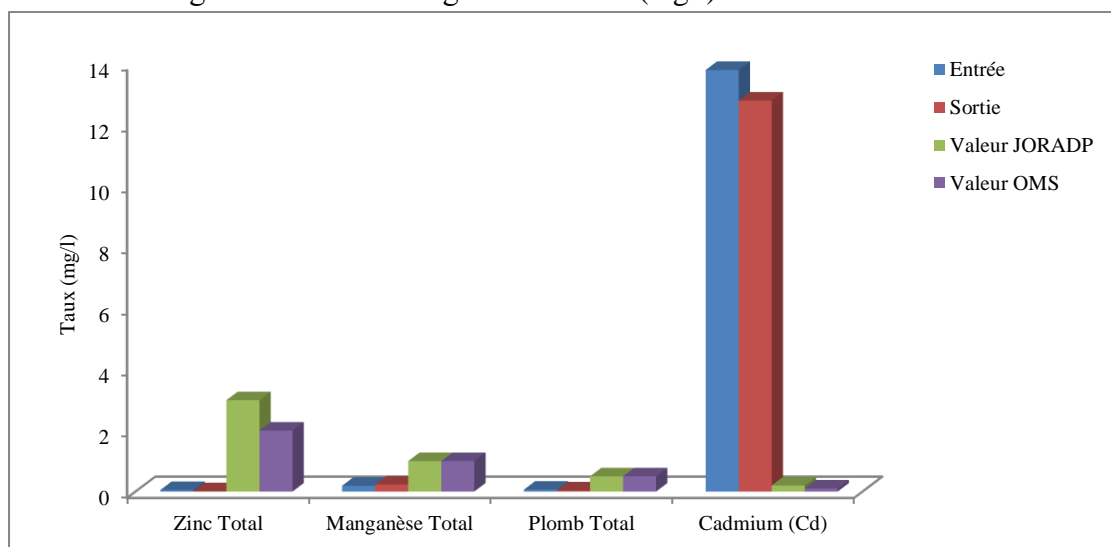


Figure 19. Variation des taux de Zinc total, Manganèse total, plomb total et cadmium à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (mg/l)

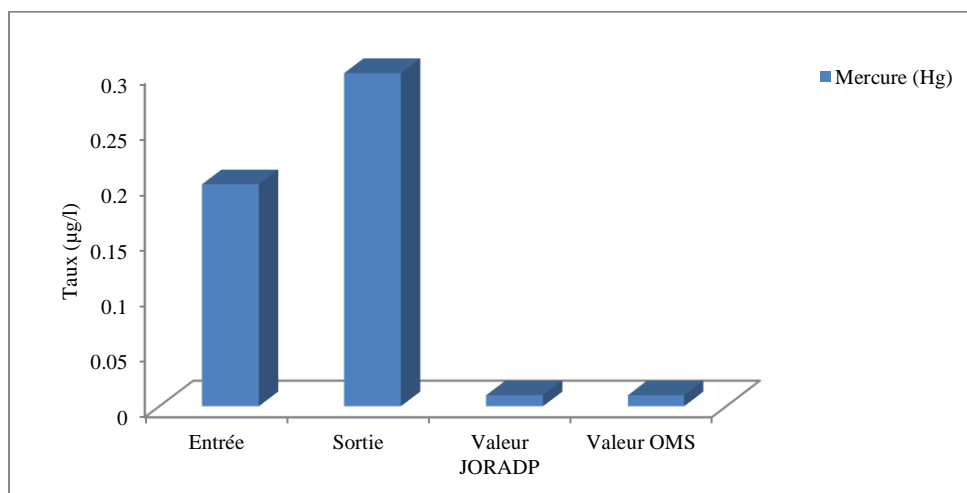
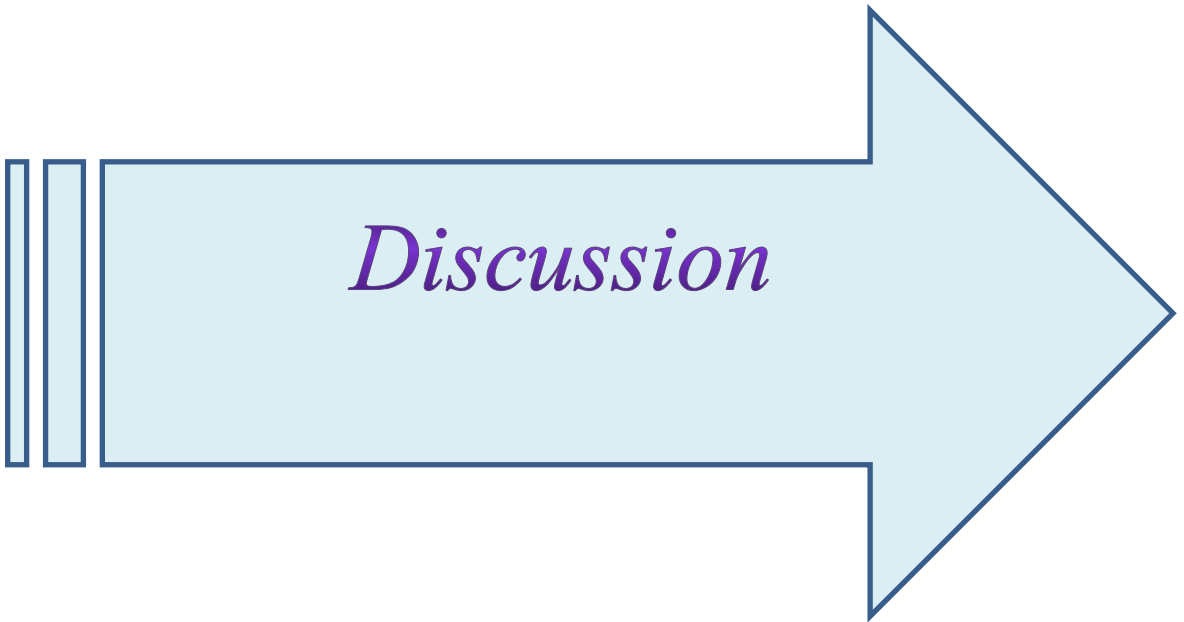


Figure 20. Variation des taux de Mercure (Hg) à l'entrée et à la sortie du réseau de lavage d'une industrie agroalimentaire (µg/l)



Discussion

Le secteur agroalimentaire est un domaine d'activités correspondant à l'ensemble des entreprises qui participent à la production de produits alimentaires, ce secteur est caractérisé par sa propre économie qui regroupe les activités de conception, de production et de commercialisation des produits alimentaires issus de l'agriculture. En générale la fonction principale des procédés alimentaires est de créer, à partir des matériaux d'origine principalement biologique, des produits destinés à la consommation et possédant des propriétés spécifiques (**Trystam, 1998**), cette ligne dite de fabrication est constituée d'étapes précises possédant des propriétés technologiques dont le non-respect peut faire apparaître des écarts ou des défauts, pouvant alors générer des risques de sécurité et de qualité à plusieurs niveaux (**Curt, 2002**).

Ce secteur représente certains risques sur la santé publique et plus précisément sur la santé des travailleurs : manutentions, chutes, glissades, coupures, manipulations de produits chimiques, contaminations biologiques, Protection des machines (comme dans toute installation manufacturière, la production alimentaire peut comporter des machines comprenant des pièces roulantes, des lames et des presses, entre autres. Ces machines présentent des points de pincement qui peuvent entraîner des blessures, des amputations ou même la mort si elles ne sont pas correctement protégées). D'un autre côté, ce secteur peut être une source de pollution qui représente un sérieux problème pour l'environnement à cause des rejets de ces industries qui sont déversés dans les eaux naturelles; les eaux usées non épurées et qui représentent la principale source de pollution organique des eaux.

Dans cette étude, nous essayerons de caractériser les différents types de pathologies professionnelles en milieu agroalimentaire, ainsi d'évaluer la qualité physicochimique de l'eau usée dans 03 types différents d'entreprises, et enfin d'identifier la qualité physicochimique de l'eau d'une entreprise agroalimentaire et sa teneur en minéraux et métaux lourds afin d'évaluer le taux de pollution.

Les risques sont nombreux et variés dans le secteur de l'industrie agroalimentaire. En outre, la conception des lieux de travail a un impact important sur le nombre d'accidents du travail et sur la sécurité sanitaire des aliments. Mais, il est parfois difficile de concilier hygiène, sécurité et aménagement des locaux à des exigences de processus et rentabilité.

Selon les résultats obtenus, les trois entreprises étudiées (abattoir, industrie pharmaceutique et industrie agroalimentaire) représentent des risques avec des degrés variables.

Au niveau de l'abattoir nous avons remarqué une augmentation très hautement significative qui dépasse les valeurs limites de la DCO et la DBO₅ et le taux des matières en suspension qui pourraient être expliqué par l'abondance de la matière organique (débris de panse), la suractivité des micro-organismes qui provoque une baisse de la quantité d'oxygène dans l'eau et par la concentration de cet effluent par le sang des rejets de l'abattoir. L'abattoir consomme des quantités énormes d'eau qui se mélange avec différents débits et déchets animaux, les effluents de cet abattoir sont rejetés directement dans une rive à coté qui verse vers l'oued sans traitement préalable. Ces eaux usées constituent une source de pollution pour les eaux de surface et les lacs à travers la contamination par l'existence de bactéries de la flore intestinale des ruminants (Entérobactéries, coliformes totaux, coliformes thermo-tolérants et *E. coli*). Elles peuvent être responsables d'un déséquilibre écologique irréversible ainsi que de l'eutrophisation des eaux de milieu récepteur. Comme ce dernier rejetait ses eaux usées dans le collecteur urbain, le traitement de cet effluent est fortement recommandé dans le contexte global d'assainissement des eaux usées. Ces résultats sont bien étroits avec les travaux effectués au Canada (**Lindsay, 2018**).

Les rejets de l'industrie pharmaceutique représentent également des dépassements significatifs de ces paramètres (DBO₅, DCO, Matières en suspensions) comparés à la valeur limite fixée par le décret du JORADP et l'OMS, plus précisément la DCO a marqué le taux le plus élevé pour le rejet pharmaceutique qui explique une forte oxydation des contaminants dans l'eau. Même résultats obtenus lors d'une étude des rejets de fabrication de médicaments (**Aus der Beek, 2016**).

L'industrie pharmaceutique nécessite une forte consommation d'eau propre pour produire des médicaments, de nombreuses études mettent en garde contre les effets néfastes de la pollution générée par les usines de production de médicaments sur l'environnement, tels que l'extinction de certaines espèces ou la propagation de la résistance aux antimicrobiens, qui pourrait mettre en danger la santé humaine (**Zachayus, 2019**).

Quant à l'industrie agroalimentaire nous avons constaté que les valeurs moyennes de la DBO₅, la DCO et le taux des matières en suspensions sont au voisinage des valeurs limites du JORADP et de l'OMS. Dans les effluents agroalimentaires, la DCO et la DBO sont habituellement élevées et les niveaux pouvant être de 10 à 100 fois supérieures à ceux des eaux usées domestiques (**Papadopoulos et al., 2022**). Cependant des variations instantanées importantes des flux polluants journalières (lavages de fin de journée), hebdomadaires (lavages de fin de semaine) et saisonnières (activité saisonnière) sont une des caractéristiques de ces effluents.

Plus la DBO/DCO est élevée, plus l'effluent rejeté a une capacité d'extraction de l'oxygène lorsqu'il est rejeté dans les eaux réceptrices (l'oxygène est utilisé biologiquement/chimiquement pour décomposer la matière organique) et plus le risque de dommages à la vie biologique dans ces eaux est élevée.

Il est impératif pour chaque gouvernement de garantir une DBO faible dans les eaux des effluents quittant les usines de traitement des eaux usées. En effet, il est dans l'intérêt du public que les rivières, les lacs et les mers aient une forte teneur en oxygène dissous pour qu'il ne soit pas consommé uniquement que par les micro-organismes. À cette fin, des conventions internationales et des accords tels que La Résolution II, ont été conclus, et un plan détaillé a été élaboré à ce sujet après la conférence sur l'eau des nations unies (ONU, 2023).

Le secteur agroalimentaire est considéré comme un domaine à risque de pathologies professionnelles, notre étude a concerné une population de travailleurs dont le taux de réponse au questionnaire était satisfait. Plus que la moitié des travailleurs étaient âgées de 35 à 45 ans, l'impact de l'âge au sein d'une population représente un facteur assez important dans l'évaluation de la réponse toxicologique. Selon notre enquête, ces travailleurs ne présentaient aucune maladie avant leur date de recrutement. Le taux de pathologies professionnelles était très élevé chez les hommes que chez les femmes. Cela peut être expliqué par la nature de l'activité pratiquée par les hommes comparée à celle pratiquée par les femmes, dont les femmes occupaient juste des postes de femmes de ménage ou des postes administratifs qui restent loin de l'unité de production et de la conservation.

Chez les travailleurs en milieu agroalimentaire les troubles musculo-squelettiques ont marqué le taux le plus important parmi les autres pathologies professionnelles, les Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) sont des pathologies qui affectent les différents tissus (tendons, gaines synoviales, nerfs,...) situés à la périphérie des articulations. Ces pathologies résultent d'un déséquilibre entre les capacités fonctionnelles des personnes et les exigences des situations de travail, en effet, durant l'activité de travail, des microlésions se créent dans les tissus. Les TMS se développent principalement à l'épaule (tendinite de la coiffe des rotateurs), au coude (épicondylite) et au poignet (syndrome du canal carpien). Le taux élevé de cette pathologie peut être dû à la gravité de manipulations des machines extrêmement fortes et le taux de répétition des gestes tout au long de la journée et la période de travail. Nos résultats sont bien d'accord avec ceux d'une étude effectuée au niveau de 04 industries agroalimentaires en Europe (France, Espagne, Italie, Belgique) dont les industries agroalimentaires sont l'un des secteurs d'activités occasionnant le plus d'accidents du travail et de maladies professionnelles (Irastorza, 2019). Et une autre étude a prouvé qu'avec plus de 43 000 salariés en Rhône-

Alpes qui est la troisième région agroalimentaire de France, les troubles musculo-squelettiques (TMS) représentent plus de 95% des maladies professionnelles reconnues et un salarié de l'agroalimentaire a 2 fois plus de risques de développer un TMS que dans d'autres secteurs d'activités (**Lestra et al., 2020**).

D'autres maladies professionnelles telles que les infections, la dermatite, les troubles neurologiques et respiratoires, les intoxications ont été enregistrées avec des taux minimaux comparés aux TMS.

D'après notre enquête, toutes les catégories des industries agroalimentaires représentent une source de pathologies professionnelles, le secteur de conserverie des jus, des tomates et de la confiture est le domaine le plus représentatif de ce problème comparé aux autres domaines d'activités. Par contre, en France, il s'est avéré que le domaine de production d'aliments de bétail est le plus représentatif en matière de pathologies professionnelles, d'où près de la moitié des accidents du travail et de pathologies sont liés à des manutentions manuelles dans le secteur de la nutrition animale entre 2010 et 2014. Le risque est dû aux agents biologiques, chimiques ou physiques présents dans les aliments pour animaux de ferme qui, s'il n'est pas maîtrisé, peut avoir des effets nocifs sur la santé animale, la santé des travailleurs ou l'environnement. Les établissements de fabrication d'aliments pour animaux de ferme sont tenus d'identifier les dangers qui posent un risque de contamination des aliments et de mettre en place des mesures de contrôle pour chacun des dangers relevés (**INRS, 2008**).

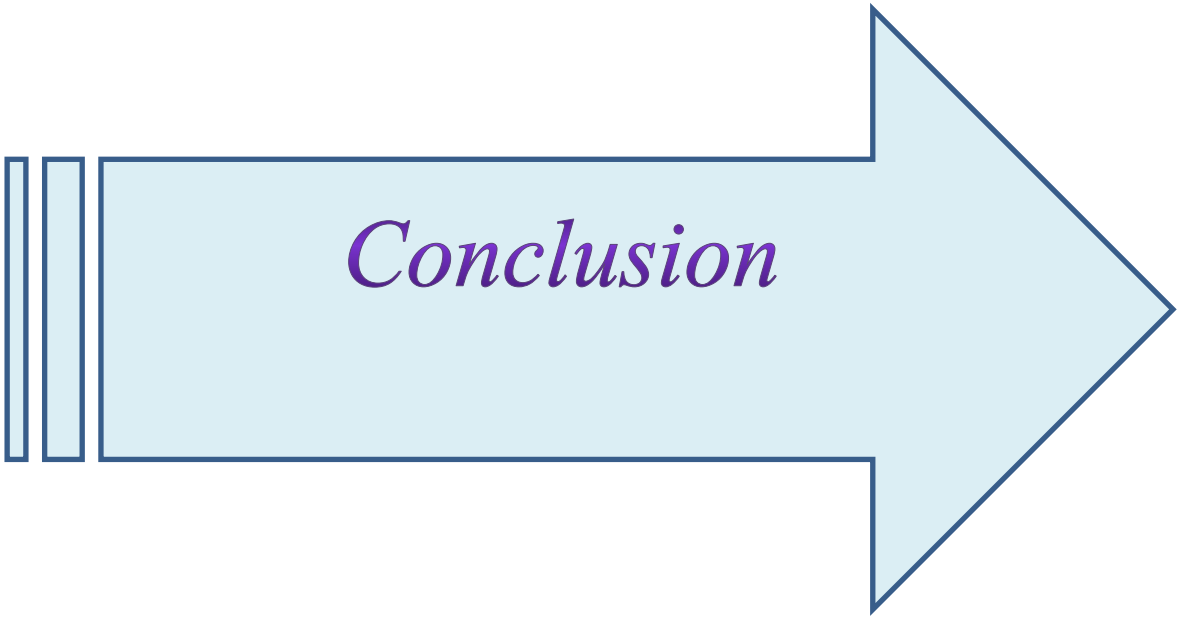
Quant à la partie expérimentale, nos résultats ont démontré qu'il n'y a pas une différence remarquable entre la qualité de l'eau rejetée à l'entrée et celle à la sortie de l'unité de production et de conservation de la tomate. Cela qui nous conduit à dire que cette entreprise n'utilise pas assez de produits chimiques ou dangereux au moment du lavage de la matière alimentaire et qui peuvent être retrouvés dans l'eau usée du lavage (première phase).

Les taux de la DBO5, la DCO, les matières en suspension étaient dans les normes du JORADP et de l'OMS soit à l'entrée ou à la sortie, ce qui signifie que l'eau ne présente aucun risque de pollution organique ou chimique. Les taux des éléments nitrite, sulfates, chlorures et phosphore total qui représentent des indices de pollution qui menacent la santé des êtres vivants à travers la chaîne trophique, n'ont pas dépassé les normes également. D'autres études en Algérie ont constaté que l'industrie agroalimentaire montre des valeurs plus élevées de ces paramètres comparés à une industrie pharmaceutique (**Elaouani et al., 2019**).

Les métaux lourds zinc, manganèse et plomb ont été retrouvés en quantités inférieures aux valeurs limites, par contre le mercure et le cadmium ont marqué une forte concentration dans les 02 fractions (entrée et sortie), cette augmentation représente un risque de pollution

métallique mais on pense que cela est peut être due à un défaut de dosage et ça reste à confirmer par d'autre dosage sur d'autres échantillons ultérieurement. Même résultats obtenus lors d'une étude de la contamination des eaux usées par les métaux lourds (**Remili & Kerfouf, 2013**).

Cette pollution métallique peut causer des problèmes au niveau de l'environnement : parce que les eaux usées passent par l'assainissement et se déversent dans la mer, ce qui provoque des risques et des dangers sur l'écosystème aquatique ; Les conséquences de la pollution des milieux aquatiques sont multiples. Elles conduisent à des mortalités massives d'espèces, mais elles ont aussi des effets moins visibles : une eutrophisation des milieux, des effets toxiques à plus ou moins long terme, des maladies ou des perturbations endocriniennes (**Jiang et al., 2022**). Elle peut aussi causer des risques sur la santé publique par la consommation directe de l'eau car les eaux usées agroalimentaires peuvent se déverser dans les barrages ou par la consommation des poissons : On compte, comme dangers sanitaires indirects pour l'homme, la consommation de poissons ou de mollusques rendus toxiques par la présence de bactéries, de métaux ou de composés organiques que l'on retrouve dans les eaux usées (**Waldichuck, 1989**) ou l'exposition, au cours d'activités récréatives, à des eaux ayant fait l'objet d'une contamination microbienne (**Edsall et al., 1996**).



Conclusion

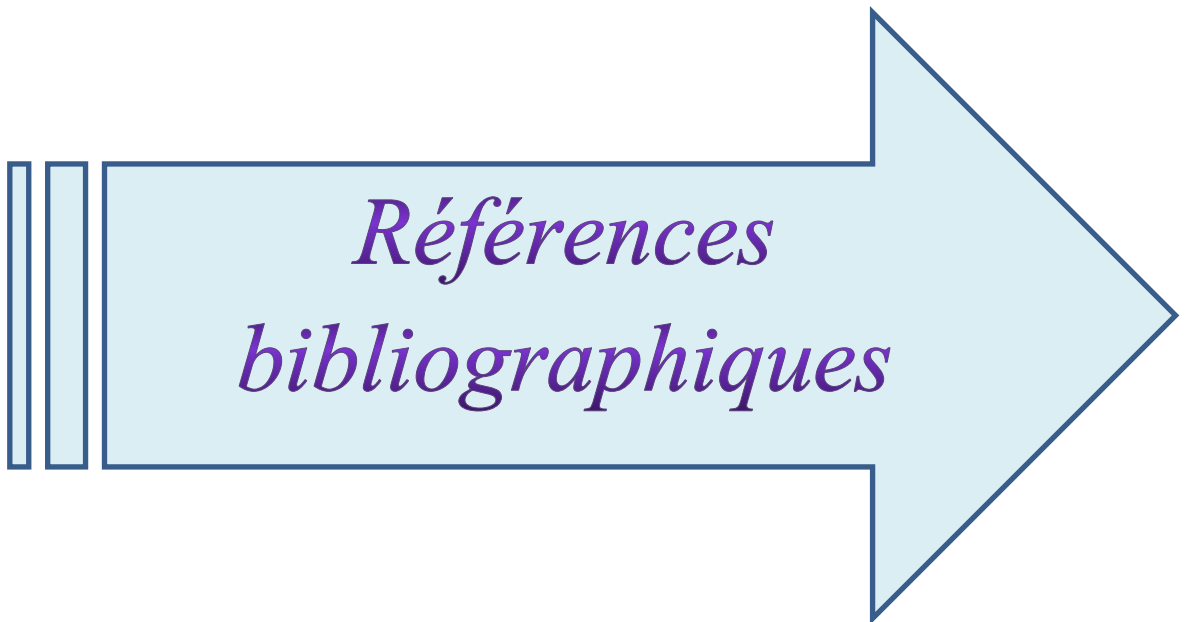
Conclusion

L'industrie agroalimentaire fait partie des principaux facteurs de risque environnemental pour notre planète. Ce domaine a beaucoup évolué au fil des ans, pour combler les besoins alimentaires d'une population sans cesse grandissante. Toutefois, le secteur nécessite une grande disponibilité des ressources naturelles pour atteindre ses objectifs. Ce fonctionnement incessant de l'industrie a un impact permanent sur la nature, la santé et l'environnement. Après le BTP (Bâtiments/Travaux Publics) et les métiers du bois, les industries agroalimentaires sont l'un des secteurs d'activités occasionnant le plus d'accidents du travail et de maladies professionnelles. Ces pathologies présentent des variabilités selon l'âge, le sexe et la nature de l'activité.

Le suivi de la pollution toxique dans l'environnement due aux rejets issus des différents types d'industries y compris l'agroalimentaire se fait essentiellement au moyen de mesures analytiques de plusieurs paramètres chimiques et physiques de suivi de l'eau et de concentration de certaines substances chimiques appelés micropolluants, et par des tests biologiques. D'un point de vue chimique, l'objectif consiste à s'assurer que les eaux de rejets ne dépassent pas certaines teneurs en paramètres (au sens le plus large), visés, par des directives nationales (JORADP) et internationales (OMS). La qualité de l'eau de rejet agroalimentaire représente un risque accru par certains dépassements dans les indices de pollution chimique et biologique (DCO, DBO5, MES et minéraux) qui peut arriver jusqu'à la présence de concentrations importantes en métaux lourds. Les micropolluants retrouvés dans l'eau vont rejoindre les réseaux d'assainissement et les cours d'eaux ce qui pourra affecter par conséquent la chaîne trophique et provoquer une altération fonctionnelle chez l'ensemble des êtres vivants arrivant à l'homme créant un problème de santé publique.

Sur la lumière des résultats obtenus, il serait important de retirer certaines perspectives :

- Élargir le spectre de l'étude épidémiologique sur le plan national, afin d'avoir une vue globale sur le risque professionnel en milieu agroalimentaire.
- Mettre le point sur les outils et les mécanismes de traitement des eaux usées avant leur émission dans les réseaux d'assainissement.
- Penser à proposer des stratégies de protection spécifique aux travailleurs de ce secteur.
- Approfondir l'étude expérimentale par d'autres tests afin de confirmer la teneur de l'eau en métaux lourds.
- Proposer des études de toxicologie expérimentale pour évaluer l'effet de ces micropolluants sur les organismes vivants.



*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

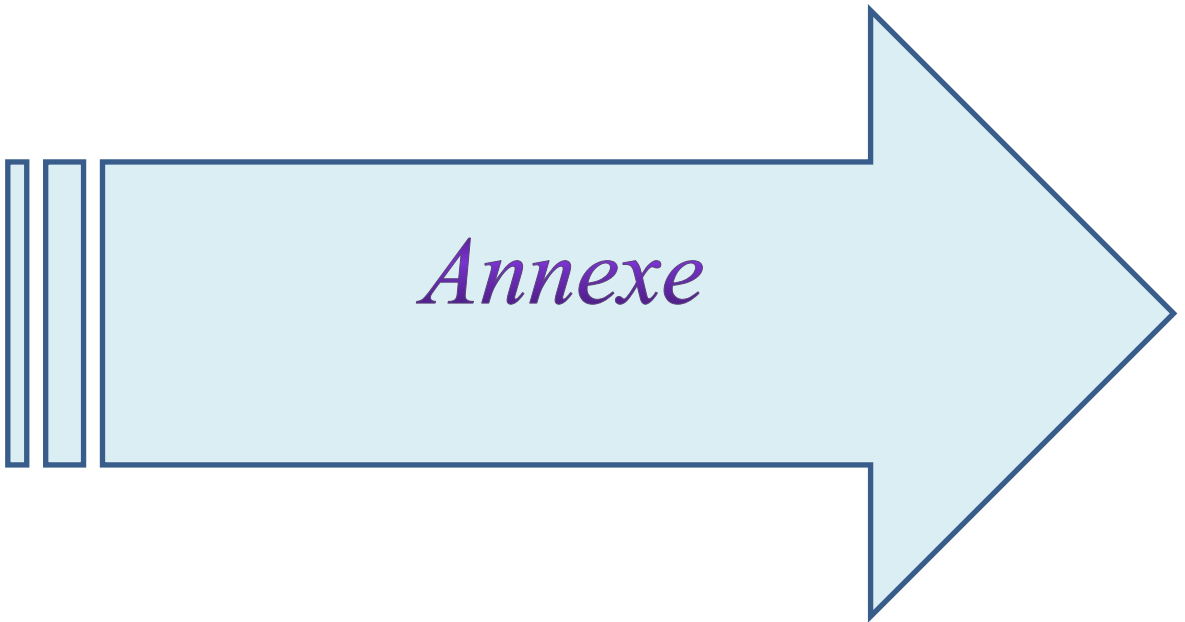
- ✓ **Adimalla N, Qian H.** Ground water quality evaluation using water quality index (WQI) for drinking purposes and human health risk (HHR) assessment in an agricultural region of Nanganur, South India. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2019;176:153–161.
- ✓ **Agatz A.** Imidacloprid perturbs feeding of *Gammarus pulex* at environmentally relevant concentrations. *Environmental Toxicology and Chemistry.* 2014;33(3).
- ✓ **Alava JJ.** Projected amplification of food web bioaccumulation of MeHg and PCBs under climate change in the Northeastern Pacific. *Sci Rep.* 2018;8(1):13460.
- ✓ **American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF).** Standard methods for the examination of water and wastewater. 21e édition, 2005;2540D-2540E.
- ✓ **American Public Health Association (APHA), 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.
- ✓ **ANSES** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Caractéristiques des eaux utilisées en industrie agroalimentaire. Fiche outil. 2014;p. 15.
- ✓ **Ardenti R, Mathieu R, Gorgeu A.** Caractère soutenable du travail et trajectoires ouvrières : études de cas dans la filière automobile et les industries agroalimentaires. *Sociétés contemporaines.* 2010;78(2):87
- ✓ **Ashauer R.** Toxic mixtures in time-the sequence makes the poison. *Environ Sci Technol.* 2017;51(5):3084-3092.
- ✓ **Atinkpahoun CNH, Soclo HH, Pons MN, Leclerc JP.** Physico-chemical characterization of domestic wastewaters in the "Vie-Nouvelle" agglomeration, Cotonou, Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 2018;12(1): 542-557.
- ✓ **Aus der Beek T.** Pharmaceuticals in the environment-Global occurrences and perspectives. *Environ Toxicol Chem.* 2016;35(4):823-35.
- ✓ **Barni MFS.** Persistent organic pollutants (POPs) in fish with different feeding habits inhabiting a shallow lake ecosystem. *Sci Total Environ.* 2016;15/550:900-909
- ✓ **Bellon-Fontaine MN, Bénézech T, Boutroux K, Hermon C.** Les approches alternatives ou complémentaires aux méthodes traditionnelles de nettoyage, chez Conception hygiénique de matériel et nettoyage-désinfection pour une meilleure sécurité en industrie agroalimentaire. Paris, Lavoisier. 2016; p.17.

- ✓ **Bigot M.** Air–seawater exchange of organochlorine pesticides in the southern ocean between australia and antarctica. *Environ Sci Technol.* 2016;50(15) 8001–8009.
- ✓ **Blanchfield P.** Recovery of a wild fish population from whole-lake additions of a synthetic estrogen. *Environ Sci Technol.* 2015;49(5) : 3136-3144.
- ✓ **Bliefert C, Perraud R.** Chimie de l’environnement : aire, eau, sols déchets. Édition de Boeck 2ème édition. Bruxelles. 2001; p.285-336
- ✓ **Bondéelle A.** Les TMS dans l’agroalimentaire. *Travail et sécurité.* 2013;743:13-7.
- ✓ **Bouffard, V.** Milieux humides artificiels pour l'amélioration de l'efficacité de traitement des eaux usées domestiques d'une petite municipalité. 2000;p.150.
- ✓ **Bridgman Howard A.** Encyclopedia of Global Change: Pollution. Ed. Andrew S. Goudie. Oxford University Press. 2001.
- ✓ **Brown DR.** Developmental exposure to a complex PAH mixture causes persistent behavioral effects in naive *Fundulus heteroclitus* (killifish) but not in a population of PAH-adapted killifish. *Neuro Toxicol Teratol.* 2016;53:55–63.
- ✓ **Cantet J.** Effluents industriels. *Revue Cahier Des Chroniques Scientifiques.* 2007;2(10):1-2.
- ✓ **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.
- ✓ **Chion C, Sisco C.** Maladies professionnelles. Dans : Gérard Valléry. Ed : Psychologie du Travail et des Organisations : 110 notions clés. Paris. 2019;288-292.
- ✓ **Curt C.** Méthode d'analyse, d'évaluation et de contrôle des propriétés sensorielles en conduite de procédé alimentaire. Application à la fabrication du saucisson sec. Sciences de l'environnement. Doctorat, ENSIA Massy. 2002.
- ✓ **Davis KF, Downs S, Gephart JA.** Towards food supply chain resilience to environmental shocks. *Nature Food.* 2021;2(1):54–65.
- ✓ **Déplaud M.** Codifier les maladies professionnelles: les usages conflictuels de l'expertise médicale. *Revue Française De Science Politique.* 2003; 53:707-735
- ✓ **Dongo KR, Niamké BF, Adjé AF, Britton BH, Nama LA, Anoh KP.** Impacts des effluents liquides industriels sur l'environnement urbain d'Abidjan-Côte d'Ivoire. *Int J Biol Chem Sci.* 2013;7(1):404-420.
- ✓ **Edsall, Thomas A. Charlton, Murray N.** State of the lakes ecosystem: Nearshore waters of the Great Lakes. Canada. 1996;152:97-115.

- ✓ **Elaouani H, Haffad H, Jaafari K, Elbada N, Mailainine S.** Évaluation de la qualité physico-chimique des rejets liquides industriels de la zone industrielle d'Elmarsa Laayoune. *Revue de l'Entrepreneuriat et de l'Innovation.* 2019;2(7).
- ✓ **Emmanuel E.** Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard Lyon1. 2005;164p.
- ✓ **FAO (Food and Agriculture Organization).** L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. *FAO Irrigation and Drainage Paper.* 2003;65p.
- ✓ **Germain G.** La pollution atmosphérique. *Journal saint Germain en Laye.* 2017.
- ✓ **Ghimpusan M, Nechifor G, Nechifor AC, Dima SO, Passeri P.** Case studies on the physical-chemical parameters' variation during three different purification approaches destined to treat wastewaters from food industry. *J Environ Manage.* 2017;203(2):811-816
- ✓ **Guittouy-Philippe A, Masotti V, Laffont-Schwob I, David D, Viglione J.** Potentiels d'utilisation des macrophytes pour réduire l'impact des industries sur les milieux aquatiques européens. In : *Sciences Eaux & Territoires.* 2014;(15)74-77.
- ✓ **Halstead NT.** Comparative toxicities of organophosphate and pyrethroid insecticides to aquatic macroarthropods. *Chemosphere.* 2015;135:265-271.
- ✓ **Hamed M, Guettache A, Bouamer L.** Etude des propriétés physico chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage djorf- torba (Bechar). *Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie.* Université de Bechar. 2012; p.7- 9.
- ✓ **INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité).** Agroalimentaire, fabrication d'aliments pour bétail. *Risques professionnels.* 2008.
- ✓ **Irastorza X.** Les TMS dans les industries agro-alimentaires en Europe. *Agence Européenne pour la Sécurité et la Santé au Travail (SST).*1. 2019.
- ✓ **Jensen A, Dahl S, Sherson D, Sommer B.** Respiratory complaints and high sensitization rate at a rennet- producing plant. *Am J Ind Med.* 2006;49(10):858-61.
- ✓ **Jiang J, Zhao G, Xu Y, Zhao J, Liu L, Liu C, Wang D.** Occurrence and distribution characteristics of heavy metals in the surface water of Yongding River Basin, China. *Environmental Science and Pollution Research International.* 2022;29(12):17821–17831.
- ✓ **Kim B.** Devenir du phosphore dans les filtres plantés de roseaux : étude de sa rétention /libération et des facteurs d'influence. *L'institut national des sciences appliquées de Lyon.* Thèse de Doctorat. 2014;p.181.

- ✓ **Laabassi A.** L'épuration des eaux usées par le système de lagunage à Macrophytes. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas-Sétif. 2016;70p.
- ✓ **Larkem Fet Bacel S.** Traitements des eaux usées "effluents" de la raffinerie de SKIKDA. Mémoire d'ingénieur. Université de Constantine. 2005.
- ✓ **Lestra L, Burles D, Sanchez C.** L'intervention en prévention des troubles musculosquelettiques : La légitimité du kinésithérapeute préventeur en santé au travail. *Kinésithér Scient.* 2020;(618):19-27.
- ✓ **Lindsay MÈ.** La gestion des eaux usées dans l'industrie de l'abattage de bovin, de porc et de volaille au Québec. *CUFE – Essais.* 2018;1308.
- ✓ **Melquiot P.** 1.001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable. *Dictionnaire Environnement Et Développement Durable.* 2010;192 p.
- ✓ **Merghem KA, Elhalouani H, Alnedhary A, Dssouli K, Gharibi E, Alansi R, Alnahmi F.** Étude de l'impact des rejets d'eaux usées brutes et épurées sur la qualité de l'Oued Bani Houat (Bassin de Sanaa) : Étude spatio-temporelle. *J Mater Environ Sci.* 2016;7:1516-1530.
- ✓ **Morel J.** Stratégies de remédiation in situ des sols pollués- la phytoremédiation. *INRA.* 2014; p.50.
- ✓ **Morin-Crini N, Crini G.** Eaux industrielles contaminées : Réglementation, paramètres chimiques et biologiques & procédés d'épuration innovants. *Presses Universitaires de Franche-Comté.* 2017.
- ✓ **ONU (Organisation des Nations Unies).** Conférence des nations unies sur l'eau. 2023.
- ✓ **ONU (Organisation des Nations unies).** Objectifs du Millénaire pour le développement. *New York.* 2016; p.63.
- ✓ **Papadopoulos T, Allende A, Egea JA, Palop Gómez A.** Training in tools to develop quantitative risk assessment of fresh produce using water reuse systems in Mediterranean production. *EFSA journal. European Food Safety Authorit.* 2022;20(1):e200416.
- ✓ **Pelletier E.** Contribution au développement de sondes bioanalytiques pour évaluer la toxicité sous-létale des contaminants en milieu marin. *Env Canada INRS-Océonologie.* 2004;36:169-182.
- ✓ **Ramade F.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions : les polluants de l'environnement de l'homme. *Edi Science International.* Paris. 2002.
- ✓ **Ramdane F.** Dictionnaire encyclopédique de l'eau. *Edition Dunord.* Paris. 2005;760p.
- ✓ **Remili S, Kerfouf A.** Evaluation de la qualité physico-chimique et du niveau de contamination métallique (Cd, Pb, Zn) des rejets d'eaux usées d'Oran et de Mostaganem (littoral ouest algérien). *Physio-Géo.* 2013;7:165-182.

- ✓ **Renaudin JM.** Allergie respiratoire professionnelle dans l'industrie agroalimentaire. Allergologie- pneumologie professionnelle- Références En Santé Au Travail. 2012;130:137-149
- ✓ **Rodier J.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8eme ed. Dunod. Paris. 2005;p.1383.
- ✓ **Rodier J, Legube B, Merlet N.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 9ème édition. Paris,Dunod. 2009.
- ✓ **Salghi R.** Différentes filières de traitement des eaux. Edition ESKA. 2000;p83-87.
- ✓ **Schmitzberger K.** La prévention des pollution, la pollution de l'eau, Edition Agence de l'Eau, Rhin-Meuse. 2008;127-130
- ✓ **Spink J.** Safety of food beverages: risks of food adulteration. Encyclopedia of Food Safety. Elsevier. 2014.
- ✓ **Tomoda S.** Occupational safety and health in the food and drink industries. Sectoral Activities Programme Working Paper. Genève BIT. 1993.
- ✓ **Truhaut R.** Ecotoxicology: Objectives, principles and perspectives », Ecotoxicology and Environmental Safety. Uptake from soil important in bioaccumulation and toxic effects for snails Use of land snail as bioindicator of pollution. In: Abstract proceedings,"From basic science to decision-making: The environmental odyssey", 11th SETAC European Meeting.Madrid. 1977;151-173.
- ✓ **Trystram G.** Automatisme et procédés agroalimentaires, Technique de l'ingénieur.2002
- ✓ **Veolia Eau.** Rapport d'analyses, Autosurveillance STEP, Les Crots Montmirail. Embrun. France. 2017.
- ✓ **Waldichuk, M.** Amnesic shellfish poison. Mar Pollut B. Canada. 1989; 359-360.
- ✓ **Zachayus A.** Le traitement des déchets d'activité de soins : vers une écologie sanitaire. Droit et Ville. 2019;87(1):161-177.





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 Jomada 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 Jomada 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 LIMITEES 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 LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES 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 LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES 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 LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES 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 LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES 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