

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

-جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département Ecologie et Environnement

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Intitulé :

**La gestion des déchets pharmaceutiques appliquée par l'entreprise  
de traitement des déchets BOURRICHE**

Présenté par :

- M<sup>elle</sup> BENRABAH Chaima
- M<sup>elle</sup> BENYAHIA Nesrine
- M<sup>elle</sup> BOUANIKA Rima
- M<sup>elle</sup> BOUCHAMA Aya Amani

Membre de Jury:

Président : Dr. BOUDRIES A Grade : MCB Université 1955. Skikda

Promoteur : Dr. ROUIDI S Grade : MCA Université 1955. Skikda

Examineur : Dr. HADEF A Grade : MAA Université 1955. Skikda

Année universitaire 2023-2024

## **Remerciements**

*Tout d'abord, nous remercions Dieu qui nous a donné l'opportunité d'accomplir ce devoir envers la science afin de pouvoir achever ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude, à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire en spécialité Protection des écosystèmes.*

*Nous souhaitons aussi exprimer notre profond respect et notre reconnaissance, à notre encadreur **Madame ROUIDI Sonia**, pour ses conseils avisés, son soutien continu et sa disponibilité tout au long de ce projet. Ses connaissances approfondies et son expertise en écologie, ont été une source précieuse d'inspiration et de motivation.*

*Aux membres de notre jury, pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers nos enseignants de l'université, dont les enseignements et les échanges ont enrichi notre réflexion et nous ont permis d'acquérir une solide formation dans ce domaine.*

*Un grand merci à nos collègues et amis pour leur soutien, leurs encouragements et les discussions stimulantes qui ont nourri ce mémoire. Leur compagnie a rendu cette expérience encore plus enrichissante.*

*Enfin, nous remercions également l'entreprise de BOURRICHE d'enlèvement et traitement des déchets, qui nous ont permis d'accéder à leurs ressources et de mener à bien notre stage.*

*Avec toute notre gratitude,*

*Chaima BENRABAH*

*Nesrine BENYAHIA*

*Rima BOUANIKA*

*Aya Amani BOUCHAMA*



## *Dédicace*

*Après un remerciement sincère au Dieu. De profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.*

### *A ma chère famille*

*Je vous remercie pour tout le puissant amour que vous me portez depuis mon enfance ; que ce modeste travail soit le fruit de vos innombrables sacrifices.*

### *Merci à ma chère mère*

*Pour sa patience, et son encouragement, qui a tout sacrifié pour mon bien. Quoi que je fasse ou je dise je ne serai point te remercie comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été la source de force pour affronter les différents obstacles*

### *Merci à mon cher père*

*Modèle de force et de persévérance, qui a cru en moi et m'a toujours encouragé. Tout mon respect et toute ma gratitude pour votre soutien et votre encouragement durant toute ma vie et mes années d'études*

*A mes frères Abderrahmane et Youcef, je vous aime.*

### *Merci à mon cher Tante nadjette*

*Pour son encouragement tout au long de ma carrière universitaire*

*À*

*Mes chers amis Chaima et Maroua, qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès, merci et je t'aime.*

*Merci énormément à mes amis et collègues dans ce travail : Nesrine, Chaima et Rima.*

*" Aya "*



### *Dédicace*

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ce qui, quels, que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, ma précieuse offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père MOUSTAPHA.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère NADIA.*

*A mes chères sœurs SELMA ,MANEL,RITADJ ,mes frères MOUHAMED et ANES, mes copines CHAIMA,NESRINE,AYA,AMEL,NADA,RIM,..... Qui n'ont pas cessée de mon conseiller, encourager, et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protèges et leurs offre la chance et la bonheur.*

*A ma grande mère HOURIA , mes tantes, et mes oncles. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A ma deuxième famille, tous les membres du club ECO MIND, mes amis que j'ai connu jusqu'à maintenant .Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*A tous ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenu, à tous ceux qui m'ont offert un mot gentil ou un conseil, à tous ceux qui m'ont encouragé ne serait-ce que par un mot ,Merci à vous tous .Mon succès aujourd'hui est grace à Dieu puis à votre soutien et votre foi en moi.*

*" Rima"*



## إهداء

إلى أمي، نجمة سمائي الثابتة، وإلى أبي، عزتي وقوتي وأماني، كل نجاحي هو ثمرة حبكما ورعايتكما. أنتما من وهبني القلم وشجعني على الكتابة، فلكما كل الشكر والامتنان. أهدي لكما هذا الإنجاز وأقول: حفظكما الله وأدامكما نوراً في حياتي.

شكراً من أعماق قلبي لتلك اليد التي تمسكت بي ولم تفلتني، وشكراً لرفيقات دربي الغاليات اللواتي كنّ لي السند والدعم. كنتن لي كالدواء للجروح، وكنسمة عليّة تلطف درب الشقاء.

وإلى عائلتي الحبيبة، التي تملأ قلبي بالسعادة والأمل بأحاديثها وضحكاتها، شكراً لوجودكم في حياتي. حفظكم الله وأدامكم مصدر فرح وسرور

وفي الختام، إلى كل أحبائي، قريبين كنتم أم بعيدين، شكراً على كل شيء. أدام الله محبتنا وجمعنا دائماً على الخير والمحبة.

"نسرين"



## إهداء

من أجلك يا فقيد قلبي .. الفضل لله ثم لك أبتاه فيما فيه أنا اليوم , لقد أكملت الطريق يا قرة عيني وهذا

### حصاد تعبك

إليكي أيتها الجوهرة الغالية إليكي يا صاحبة العطاء التي مسحت دمعتي لمن جعلت صدرها مسكنا لي  
أهدي إليك هذا النجاح وأقول جزاك الله عني خير الجزاء دمتي بخير دائما أماه...

شكرا من القلب لكل من وقف بجانبتي لحظة ضعفي , شكرا للذين كانوا قالبا صلبا في حياتي وتحملوا  
رخو واهتزاز ذاتي شكرا وألف شكر لمساندتكم لحبكم ودعمكم ولكل شيء جميل قدمتموه لي.

أدامكم الله شيئا جميلا لا ينتهي...

"شيماء"

## Résumé

Cette étude, a été effectuée au sein de l'entreprise BOURRICHE (Skikda), durant la période allant du 1<sup>er</sup> février au 31 Mai 2024. Le rôle de cette entreprise est la gestion des déchets de la santé et de l'industrie (la collecte, le transport, le tri, le stockage et le traitement). Les déchets traités à son niveau sont : les produits pharmaceutiques, les DASRI et les produits alimentaires. Leur traitement se fait par incinération à très haute température (1200 °C).

L'objectif visé par ce travail, consiste à identifier la méthode exacte de gestion des déchets pharmaceutiques au niveau de l'entreprise BOURRICHE d'enlèvement et de traitement des déchets, en mettant l'accent sur leur efficacité et leur impact sur la santé et l'environnement. Les résultats obtenus serviront à améliorer la gestion des déchets pharmaceutiques et la qualité de vie dans la wilaya de Skikda.

Il est à noter qu'à l'exception du banaliseur de l'ancien hôpital de Skikda, cette entreprise est l'unique activité de traitement des déchets de soins et autres, existante à l'échelle de la wilaya de Skikda. Ce qui lui a permis de signer un grand nombre de conventions avec différentes entreprises et de traiter des produits très diversifiés.

Les données temporelles collectées sont relatives à la période 2021-2023, elles montrent des quantités propres aux produits pharmaceutiques incinérés variant entre 42499 kg/an et 76536 kg/an. Elles sont dépassées par celles des DASRI incinérés, qui sont passées de 21683 kg/an à 309416 kg/an ; tandis que durant la même période, les quantités des déchets des produits alimentaires incinérés par la même entreprise, varient entre 4135 kg/an et 11358 kg/an.

La nette augmentation des quantités des trois types de déchets incinérés durant la période 2021-2023, est due de l'élévation continue du nombre de sociétés conventionnées avec l'entreprise BOURRICHE.

En ce qui concerne les déchets pharmaceutiques, la période d'août à octobre 2021 montre les plus faibles quantités traités (276,52 kg - 307 kg - 201,93 kg), qui peuvent être dû à la période du mois de congé annuel ; et du nombre limité des entreprises conventionnées en 2021. Les années 2021 à 2023, se caractérisent par des pics représentant les quantités maximales de déchets traités, durant les mois de mars et de mai. Concernant le mois de mai, les déchets déclarés sont de : 16010,10 kg - 10722,11 kg – 11411,41 kg, pour les trois années successives, elles sont dues à l'accumulation des déchets stockés au niveau de l'entreprise à cause du rythme de travail ralenti, qui est appliqué tout le long du mois de Ramadan, qui précède le mois de Mai au cours de ces trois années. Pour le mois de mars les quantités traitées sont : 9747,74 kg -

14558,85 kg - 11641,25 kg, car durant ce mois de chaque année, les entreprises agréées font leurs déclarations de déchets à traiter. Le mois de septembre de l'année 2023, montre un pic important (22163.61 kg), qui représente le résultat d'une accumulation de déchets, suite au congé annuel des travailleurs au mois d'Août.

L'incinération des déchets mentionnés précédemment génère deux types de résultats : les fumés contenant des gaz toxiques comme les POP, COV, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, PCB et HAP, qui sont toxiques pour la santé et l'environnement ; et le Mâchefer qui est utilisé dans plusieurs domaines comme matériau de construction. Il est exporté par l'entreprise de BOURRICHE vers la société danoise Rockwooll.

**Mots clés** : Gestion, Incinération, Déchets pharmaceutiques, Entreprise BOURRICHE, Skikda.

## Summary

This study was conducted within the company BOURRICHE (Skikda), during the period from February 1st to May 31st, 2024. The role of this company is the management of healthcare and industrial waste (collection, transportation, sorting, storage, and treatment). The waste treated includes pharmaceutical products, infectious medical waste (DASRI), and food products. Their treatment involves high-temperature incineration (1200 °C).

The objective of this work is to identify the precise method of managing pharmaceutical waste at the BOURRICHE company in terms of collection and treatment, focusing on their effectiveness and impact on health and the environment. The results obtained will be used to improve the management of pharmaceutical waste and the quality of life in the Skikda province.

It is noteworthy that, except for the sterilizer at the former Skikda hospital, this company is the sole activity for the treatment of healthcare and other waste in the Skikda province. This has enabled it to enter into numerous agreements with various companies and to handle a wide range of products.

The temporal data collected relates to the period from 2021 to 2023, showing quantities specific to incinerated pharmaceutical products ranging from 42,499 kg/year to 76,536 kg/year. These quantities are surpassed by those of incinerated DASRI, which have increased from 21,683 kg/year to 309,416 kg/year during the same period. Meanwhile, the quantities of incinerated food waste by the same company vary between 4,135 kg/year and 11,358 kg/year.

The significant increase in the quantities of the three types of incinerated waste during the 2021-2023 period is due to the continuous rise in the number of companies under agreement with BOURRICHE.

Regarding pharmaceutical waste, the period from August to October 2021 shows the lowest quantities treated (276.52 kg - 307 kg - 201.93 kg), likely due to the annual holiday period and the limited number of contracted companies in 2021. The years 2021 to 2023 are characterized by peaks in the maximum quantities of waste treated during March and May. For May, the reported waste amounts are: 16,010.10 kg - 10,722.11 kg - 11,411.41 kg for the three successive years, attributed to accumulated waste stored at the company due to the slower work pace during Ramadan preceding May in these years. In March, the quantities treated are: 9,747.74 kg - 14,558.85 kg - 11,641.25 kg, because accredited companies declare their waste for treatment during this month each year. September 2023 shows a significant peak (22,163.61 kg), resulting from waste accumulation following the annual workers' holiday in August.

The incineration of the aforementioned wastes generates two types of results: smoke containing toxic gases such as POPs, VOCs, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, PCBs, and PAHs, which are harmful to health and the environment; and bottom ash, which is used in various fields such as construction material. It is exported by BOURRICHE to the Danish company Rockwool.

Keywords: Management, Incineration, Pharmaceutical waste, BOURRICHE company, Skikda.

## ملخص

تم إجراء هذه الدراسة على مستوى شركة بوالريش (سكيكدة)، خلال الفترة الممتدة من 1 فبراير إلى 31 مايو 2024. دور هذه الشركة هو تسيير النفايات الصحية والصناعية (الجمع والنقل والفرز والتخزين والمعالجة). النفايات المعالجة على مستواها هي: المواد الصيدلانية ن.ع.م والمنتجات الغذائية. يتم علاجها عن طريق الحرق في درجات حرارة عالية جداً (1200 درجة مئوية).

الهدف من هذا العمل هو تحديد الطريقة الدقيقة لتسيير النفايات الصيدلانية على مستوى بوالريش لإزالة ومعالجة النفايات، مع التركيز على فعاليتها وتأثيرها على الصحة والبيئة. سيتم استخدام النتائج لتحسين تسيير النفايات الصيدلانية ونوعية الحياة في مدينة سكيكدة.

وتجدر الإشارة إلى أنه باستثناء المعالج بالمستشفى القديم بسكيكدة، تعتبر هذه الشركة هي الوحيدة في مجال نشاط معالجة النفايات وغيرها الموجودة على نطاق ولاية سكيكدة، ذلك الذي سمح لها بتوقيع عدد كبير من الاتفاقيات مع شركات مختلفة ومعالجة مواد جد متنوعة.

البيانات الزمنية المجمعة تتعلق بالفترة 2021-2023، توضح أن كميات المواد الصيدلانية المحروقة تتراوح بين 42499 كغ/سنة و76536 كغ/سنة، وتتجاوزها كمية ن.ع.م المحروقة التي ارتفعت من 21683 كغ/سنة إلى 309416 كغ/السنة؛ في حين أنه خلال نفس الفترة، تتراوح كميات النفايات الغذائية المحروقة التي تعالجها نفس الشركة بين 4135 كغ/سنة و11358 كغ/سنة.

يعود الارتفاع الملحوظ لكمية النفايات المحروقة لأنواع الثلاثة خلال الفترة 2021-2023، إلى الارتفاع المستمر في عدد الشركات المتعاقدة مع شركة بوالريش.

وفيما يتعلق بالنفايات الصيدلانية، تبين الفترة من أوت إلى أكتوبر 2021 أدنى الكميات المعالجة (276.52 كغ-307 كغ-201.93 كغ)، والتي قد تكون ناجمة عن فترة الإجازة السنوية؛ والعدد المحدود للشركات المتعاقدة معها في عام 2021. تتميز السنوات من 2021 إلى 2023 بذروات تمثل الكميات القصوى للنفايات المعالجة، خلال شهري مارس وماي. بالنسبة لشهر ماي، تبلغ النفايات المصرح بها: 16010.10 كغ-10722.11 كغ-11411.41 كغ، على مدى السنوات الثلاث المتتالية، يرجع ذلك إلى تراكم النفايات المخزنة على مستوى الشركة بسبب بطء وتيرة العمل، الذي يطبق طيلة شهر رمضان، الذي يسبق شهر ماي خلال هذه السنوات الثلاث. بالنسبة لشهر مارس، الكميات المعالجة هي: 9747.74 كغ-14558.85 كغ-11641.25 كغ، لأنه خلال هذا الشهر من كل عام، تقدم الشركات المعتمدة تصريحاً عن النفايات المراد معالجتها. يظهر شهر سبتمبر من عام 2023 ذروة هامة (22163.61 كغ)، وهو ما يمثل نتيجة تراكم النفايات، بعد الإجازة السنوية للعمال في أوت..

يولد حرق النفايات المذكورة أعلاه نوعين من النتائج: دخان يحتوي على غازات سامة مثل الملوثات العضوية الثابتة، المركبات العضوية المتطايرة، ثاني أكسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكربون، غاز الميثان، مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور، الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والتي تعتبر سامة للصحة والبيئة؛ والماشفير الذي يستخدم في عدة مجالات كموايد بناء. يتم تصديرها من قبل شركة بوالريش إلى شركة Rockwool الدنماركية.

الكلمات المفتاحية: التسيير، الحرق، النفايات الصيدلانية، شركة بوالريش، سكيكدة

## Liste des abréviations

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.  
DAOM : Déchets Assimilables aux Ordures Ménagères.  
DAS : Déchets d'Activité de Soin.  
POP : polluants organiques persistants.  
PMA : Pays les Moins Avancés.  
DMP : Déchets Médicaux et Pharmaceutiques.  
DASRI : Déchets d'Activité de Soins à Risque Infectieux.  
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.  
FFDU : Fabrication, Formulation, Distribution et l'Utilisation.  
DID : Déchets Industriels Dangereux.  
MCC : chambre principale de combustion (Main Combustion Chamber).  
SCC : seconde chambre de combustion (Second Combustion Chamber).  
BTP : Bâtiment et travaux publiques.  
COV : les Composés Organiques Volatils.  
NO : les Oxydes d'Azote.  
GES : Gaz à Effet de Serre.  
ITEQ : International Toxic Equivalent  
ADEME : Agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie.  
FFDU : la fabrication, la formulation, la distribution et l'utilisation.  
SO<sub>2</sub> : Le dioxyde de soufre.  
S<sub>3</sub> : Le trisoufre.  
HCl : Le chlorure d'hydrogène.  
NO<sub>2</sub> : Le Dioxyde d'azote.  
HF : L'acide fluorhydrique.  
CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer.  
CO<sub>2</sub> : Le dioxyde de carbone.  
CH<sub>4</sub> : Le méthane.  
PCB : Le polychlorobiphényle.  
STEP : Station d'épuration des eaux usées.  
O<sub>3</sub> : l'ozone.  
MDDEP : Ministère de l'environnement, de la lutte contre les changements climatiques.  
UV : lumière ultra-violet.  
HAP : Hydrocarbures aromatique polycyclique.  
NH<sub>3</sub> : Amoniac.

## Liste des figures

Figure 1: Plan de Masse de l'incinérateur .....	11
Figure 2: Localisation géographique de l'incinérateur BOURRICHE .....	12
Figure 3: Localisation géographique du bloc administratif de l'entreprise BOURRICHE .....	12
Figure 4: Camion double pond (Chakman).....	14
Figure 5: Semi remorque.....	14
Figure 6: Camion double cabine .....	14
Figure 7: Camion Frigo .....	14
Figure 8: Figure représentant l'incinérateur de l'entreprise BOURRICHE.....	17
Figure 9: Schéma représentant le fonctionnement de l'établissement .....	18
Figure 10: La composition du Mâchefer .....	22
Figure 11: Quantité des DASRI, Produits Pharmaceutiques et Produits Alimentaires traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023).....	23
Figure 12: Quantité des DASRI traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023).....	23
Figure 13: Quantité des Produits Pharmaceutiques traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023).....	26
Figure 14: Quantité des Produits Alimentaires traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023).....	28
Figure 15: Evolution mensuelle de la quantité des déchets pharmaceutiques traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023).....	30

## **Liste des tableaux**

Tableau 1: Les caractéristiques techniques de l'incinérateur .....	17
Tableau 2: Liste de certains clients conventionnés avec l'entreprise de l'intérieur et de l'extérieur de l'état .....	19

# Sommaire

Introduction .....	1
<b>Chapitre I : synthèse bibliographique .....</b>	<b>3</b>
1. Définition des déchets pharmaceutiques : .....	3
2. Classification des déchets pharmaceutiques : .....	3
2.1- Selon la loi Algérienne (2003) : .....	3
2.1.1- Les déchets anatomiques : .....	3
2.1.2- Les déchets infectieux : .....	4
2.1.3- Les déchets toxiques : .....	4
2.2- Selon l’OMS (2004) : .....	4
2.2.1- Les déchets pharmaceutiques sans risque : .....	4
2.2.2- Les déchets biomédicaux et de soins médicaux nécessitant une attention particulière : .....	4
2.2.3- Les déchets infectieux et hautement infectieux : .....	5
2.2.4- Les autres déchets dangereux : .....	5
2.2.5- Les déchets pharmaceutiques radioactifs : .....	5
2.3- Selon leur dangerosité : .....	5
2.3.1- Les déchets infectieux : .....	5
2.3.2- Les matières radioactives : .....	5
2.3.3- Les déchets nocifs : .....	5
2.3.4- Les déchets toxiques : .....	5
3. Risques sanitaire et environnementale des déchets pharmaceutiques : .....	5
3.1- Les risques traumatiques et infectieux : .....	6
3.2- Les risques mécaniques : .....	6
3.3- Les risques chimiques et toxiques : .....	6
3.4- Les risques radioactifs : .....	6
3.5- Impact sur l’eau : .....	7
3.6- Impact sur le sol : .....	7
3.7- Impact sur l’air : .....	7
4. Réglementation : .....	7
4.1- Réglementation nationale : .....	7
4.2- Réglementation internationale : .....	8
4.2.1- Les conventions : .....	8
4.2.1.1- Convention de Bâle : .....	8
4.2.1.2- Convention de Stockholm : .....	9

4.2.1.3- Convention de Bamako : .....	9
4.2.2- Les lois et décrets Marocains : .....	9
<b>Chapitre II : Matériel et Méthodes</b> .....	11
1. Présentation de l'entreprise BOURRICHE : .....	11
1.1. Localisation géographique de l'incinérateur : .....	11
1.2. Localisation du bloc administratif : .....	12
2. L'objectif de l'entreprise : .....	12
3. Le rôle et le fonctionnement de l'entreprise : .....	13
3.1- La collecte des déchets : .....	13
3.1.1- La collecte sur rendez-vous : .....	13
3.1.2- La collecte sur planning : .....	13
3.2- Le transport : .....	13
3.3- Le tri : .....	14
3.4- Le stockage : .....	14
3.5- L'incinération : .....	14
4. Domaines d'activité : .....	15
5. Equipement et protocole employés : .....	16
5.1- L'incinérateur : .....	16
5.2- Caractéristique technique de l'incinérateur : .....	17
5.3- Description générale du mode de fonctionnement de l'unité : .....	17
6. Stockage des déchets industriels recyclables : .....	18
7. Incinération des déchets : .....	18
8. Listes des entreprises conventionnées avec l'entreprise BOURRICHE : .....	19
<b>Chapitre III : Résultats et Discussions</b> .....	21
1. Résultat de l'incinération : .....	21
1.1-Présentation du Mâchefer : .....	21
1.2- Les avantages du Mâchefer : .....	21
1.3- La composition du Mâchefer : .....	21
2. Variation quantitative des taux des différents types de déchets traités par l'entreprise BOURRICHE : .....	22
3. Evolution temporelle des DASRI traités par l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) : ..	23
4. Les impacts des DASRI sur la santé et l'environnement : .....	24
5. Evolution temporelle des produits pharmaceutiques traités par l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) : .....	25
6. Les impacts des produits pharmaceutiques sur la santé et l'environnement : .....	26

7. Evolution temporelle des produits alimentaires traités par l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) :.....	28
8. Les impacts des produits alimentaires sur la santé et l'environnement :.....	28
9. Evolution mensuelle de la quantité des déchets pharmaceutiques traités par l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) :.....	29
10. Les impacts environnementaux des produits industriels dangereux :.....	30
11. Les impacts des COV sur l'environnement : .....	31
12. Les impacts des NO2 sur la santé et l'environnement : .....	31
13. Les impacts des POP sur la santé et l'environnement :.....	32
14. Méthodes alternatives à l'incinération des déchets pharmaceutiques :.....	32
14.1- Traitement biologique : .....	32
14.1.1- Fermentation aérobie et anaérobie :.....	32
14.1.2- Traitement fongique et bactérien :.....	32
14.2- Traitement chimique : .....	33
14.2.1- Oxydation avancée : .....	33
14.2.2- Dégradation chimique : .....	33
14.3- Stérilisation à la vapeur :.....	33
14.4- Recyclage et réutilisation : .....	33
14.4.1- Recyclage des emballages : .....	33
14.5- Elimination sécuritaire : .....	33
14.5.1- Décharges sanitaires : .....	33
14.5.2- Stabilisation et enrobage :.....	33
Conclusion et Perspectives.....	34
Références bibliographiques .....	36



# ***Introduction***

### Introduction

Les activités de soins permettent de protéger la santé, de guérir des patients et de sauver des vies. Mais elles génèrent des déchets dont approximativement 20% représentent un risque infectieux, toxique, traumatique ou radioactif (**CICR, 2011**). Les déchets biomédicaux constituent un problème de santé publique et d'environnement, leur impact prend de plus en plus d'ampleur et génère différentes formes de pollution (sol, air, eau) (**Benhaddou et al., 2019**).

Le Programme des Nations Unies pour l'environnement considère la contamination causée par les déchets comme un problème environnemental important, voire crucial, partout sur la planète. Les déchets qui ne sont pas traités de manière satisfaisante menacent gravement l'environnement ainsi que le bien-être et la santé des êtres humains et des animaux (**Echikr et Krouk, 2021**).

La gestion, le traitement et l'élimination des déchets médicaux peuvent présenter indirectement des risques pour la santé, en libérant des agents pathogènes et des polluants toxiques dans l'environnement (**Banini et Saalaoui, 2021**).

En général, la gestion des déchets solides est un problème majeur pour les pays en développement. La Convention de Bâle considère les déchets provenant des activités de soins médicaux comme des déchets dangereux qui menacent gravement l'environnement. Les rejets dans l'air des incinérateurs municipaux et médicaux, sont des sources de dioxines et de furanes. De plus, la concentration de dioxines dans le sol dépend de la présence de sources potentielles à proximité, comme des incinérateurs (**Ameziane et al., 2012**).

Comme tous les pays du monde, l'Algérie est confrontée à des problèmes de contamination de toutes sortes et à des risques sanitaires, ainsi qu'au déséquilibre environnemental. Parmi les contaminants les plus dangereux pour la santé humaine et l'environnement, il y a les déchets médicaux, qui représentent les sources de problèmes de santé les plus graves qui existent dans l'environnement actuel, en particulier les établissements de santé, en raison des maladies et des épidémies mortelles (**Alloui et Guouasmia, 2022**).

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est de proposer l'élaboration d'une synthèse de la gestion des déchets pharmaceutiques effectuée par l'unique entreprise locale chargée de l'enlèvement et du traitement des déchets, dite : « Entreprise Bourriche »

Ce travail permettra à l'entreprise d'améliorer son mode de traitement des déchets en employant des méthodes plus écologiques et plus rationnelles, dans le but d'atténuer au maximum les rejets toxiques dans l'atmosphère.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres principaux :

- Le premier présente des généralités : les définitions, les classifications, les risques et les différentes lois liées à la gestion de ces déchets ;
- Le deuxième chapitre quant à lui, il se focalise sur la présentation de l'entreprise BOURRICHE, qui est responsable de la gestion de plusieurs types de déchets dont les déchets pharmaceutiques ;
- Le troisième chapitre, consiste en l'exposition des résultats obtenus et leurs discussions ;
- Nous terminons par une conclusion et la proposition de perspectives d'avenir, concernant une meilleure gestion des déchets pharmaceutiques.



***Chapitre I : synthèse  
bibliographique***

---

## *Chapitre I : synthèse bibliographique*

---

### **1. Définition des déchets pharmaceutiques :**

Selon la loi n°85-05 du 16 février 1985 modifiée et complétée, relatives à la protection et à la promotion de la santé, Les produits pharmaceutiques comprennent : les médicaments, les produits chimiques officinaux, les produits galéniques, les matières premières à usage pharmaceutiques, les aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales et tous autres produits nécessaires à la médecine humaine (**Journal Officiel Algérien, 2018**).

Les déchets pharmaceutiques désignent d'une manière générale, les déchets issus d'une activité dans des structures médicalisées ou de recherche, ou encore qui sont produits lors de la réalisation de campagnes de santé publique (**Adnane et al., 2018**). Ces déchets constitués des médicaments périmés ou non utilisés, n'ont non seulement aucune utilité thérapeutique, mais peuvent par ailleurs contribuer à la pollution de l'environnement lorsqu'ils ne sont pas éliminés de manière appropriée (**OCDE, 2022**).

Les principales sources de déchets liés aux soins de santé sont : les hôpitaux et les autres établissements de soins, les laboratoires et les centres de recherche, les morgues et les centres d'autopsie, les établissements de recherche et les laboratoires qui font des tests sur les animaux, les banques de sang et les services de collecte de sang, les établissements de soins pour personnes âgées (**OMS, 2018**).

### **2. Classification des déchets pharmaceutiques :**

Les déchets pharmaceutiques sont classés de plusieurs façons. Quelques-uns sont mentionnés dans cette partie :

#### **2.1- Selon la loi Algérienne (2003) :**

Les déchets pharmaceutiques sont classés d'après leurs caractéristiques. Selon la loi n°01-19, relative à la gestion, contrôle et à l'élimination des déchets (Journal Officiel Algérien, 2003) : les déchets pharmaceutiques sont classés en trois catégories :

##### **2.1.1- Les déchets anatomiques :**

Sont qualifiés de déchets anatomiques tous les déchets anatomiques et biopsiques humains, issus des blocs opératoires et des salles d'accouchement. Ils doivent être pré-collectés dans des sachets plastiques de couleur verte à usage unique.

### **2.1.2- Les déchets infectieux :**

Sont les déchets qui contiennent des micro-organismes ou leurs toxines, susceptibles d'affecter la santé humaine. Les déchets infectieux coupants, piquants ou tranchants, doivent avant leur pré-collecte dans les sachets prévus à cet effet, être mis dans des récipients rigides et résistants à la perforation, munis d'un système de fermeture. Les déchets infectieux doivent être pré-collectés dans des sachets plastiques d'une épaisseur minimale de 0.1 mm, à usage unique, de couleur jaune, résistants et solides.

### **2.1.3- Les déchets toxiques :**

Ils regroupent :

- Les résidus et les éléments périmés des produits pharmaceutiques et chimiques de laboratoire.
- Les déchets contenant de fortes concentrations en métaux lourds.
- Les acides, les huiles usagées et les solvants.
- Les déchets toxiques doivent être pré-collectés dans des sachets plastiques de couleur rouge à usage unique, résistants, solides et ne dégageant pas de chlore lors de l'incinération.

### **2.2- Selon l'OMS (2004) :**

Les déchets pharmaceutiques sont classés selon l'OMS et la convention de Bâle comme suit :

#### **2.2.1- Les déchets pharmaceutiques sans risque :**

Ils comprennent tous les déchets n'ayant pas été infectés comme les ordures de bureaux, les emballages et les restes alimentaires. Ils sont assimilés aux ordures ménagères (DAOM) ou municipales courantes et peuvent être traitées par les services municipaux de nettoyage. Ils représentent entre 75% et 90% de la quantité totale des déchets pharmaceutiques, produits par les institutions médicales.

#### **2.2.2- Les déchets biomédicaux et de soins médicaux nécessitant une attention particulière :**

Ils comprennent :

- Les déchets anatomiques humains.
- Les déchets tranchants et piquants.
- Les déchets pharmaceutiques.

### **2.2.3- Les déchets infectieux et hautement infectieux :**

Cette classe comprend tous les déchets biomédicaux et d'activités de soins connus, ou cliniquement démontrés par un professionnel de la médecine humaine ou vétérinaire, comme ayant le potentiel de transmettre des agents infectieux aux hommes ou aux animaux.

### **2.2.4- Les autres déchets dangereux :**

Cette catégorie de déchets n'appartient pas exclusivement au domaine médical. Elle comprend les substances chimiques gazeuses, liquides et solides à haute teneur en métaux lourds comme les batteries, les conteneurs pressurisés, etc.

### **2.2.5- Les déchets pharmaceutiques radioactifs :**

Ils comprennent les liquides, gaz et solides contaminés par des radionucléides, dont les radiations ionisantes ont des effets génotoxiques (Allaoua, 2020).

### **2.3- Selon leur dangerosité :**

Les déchets pharmaceutiques peuvent être classés également en :

#### **2.3.1- Les déchets infectieux :**

Sont toute matière ou préparation contenant des microorganismes, qui peuvent causer des maladies chez l'Homme.

#### **2.3.2- Les matières radioactives :**

C'est l'action d'exposer un organisme à un rayonnement. Ces radiations perturbent le fonctionnement des cellules vivantes (Rupture de liaisons chimiques et modifications de structure, etc.).

#### **2.3.3- Les déchets nocifs :**

C'est toute substance ou préparation qui peut entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques.

#### **2.3.4- Les déchets toxiques :**

Est toute substance potentiellement dangereuse pour la vie. Dans les établissements de soins, on trouve des produits cancérigènes, mutagènes, toxiques et des produits chimiques dangereux (Ajzoul, 2011).

### **3. Risques sanitaire et environnementale des déchets pharmaceutiques :**

Les risques liés aux déchets pharmaceutiques sur la santé publique peuvent être de nature : traumatique, infectieuse, mécanique, chimique, toxicologique et radioactive.

### **3.1- Les risques traumatiques et infectieux :**

Les déchets pharmaceutiques constituent un réservoir de micro-organismes potentiellement dangereux, susceptibles d'infecter les malades hospitalisés, le personnel et le grand public. Les voies d'exposition sont multiples : par blessure (coupure, piqure), par contact cutané ou contact avec les muqueuses, par inhalation ou par ingestion. En ce qui concerne les infections virales comme le sida et les hépatites B et C, c'est le personnel infirmier qui risque le plus d'être infecté par l'intermédiaire d'aiguilles contaminées. C'est pour cela, que les déchets piquants et tranchants sont considérés comme les plus dangereux. En 2000, l'Organisation Mondiale de la Santé estimait que, dans le monde, les accidents avec déchets piquants/tranchants ont causé 66 000 cas d'infection par le virus de l'hépatite B, 16 000 cas d'infection par l'hépatite C et 200 à 5000 cas d'infection par le VIH chez le personnel des structures de soins (CICR, 2011).

### **3.2- Les risques mécaniques :**

Ils correspondent au risque de subir des dommages cutanés sur le lieu de travail suite à la manipulation d'objets piquants, coupants, tranchants (Bourogaa et Ouareth, 2016).

### **3.3- Les risques chimiques et toxiques :**

De nombreux produits chimiques et pharmaceutiques sont utilisés dans les structures de soins. La plupart représentent un risque pour la santé par leurs caractéristiques (toxiques, cancérigènes, mutagènes, irritantes, corrosives, sensibilisantes, explosives, inflammables, etc.). Le contact avec ces produits peut se faire par différentes voies d'exposition : par inhalation de gaz, vapeurs ou gouttelettes, par contact cutané ou sur les muqueuses et par ingestion (CICR, 2011).

### **3.4- Les risques radioactifs :**

Le risque ici est lié aux produits radioactifs utilisés dans la médecine nucléaire à visée diagnostique (la scintigraphie) ou thérapeutique (la radiothérapie). Ces produits sont utilisés soit en source scellés, soit non scellée ou en produits injectables (Biadillah, 2004).

Lors du choix d'un mode de traitement ou d'élimination des DAS, la protection de l'environnement est un critère capital. L'OMS a défini des taux limites tolérables pour les dioxines et les furannes, mais pas pour les émissions (Sedrati et Sebti, 2017). Les Risques des déchets pharmaceutiques sur l'environnement se divisent en 03 parties :

### **3.5- Impact sur l'eau :**

Un dépôt d'ordure sans précaution, présente un risque grave de contamination des eaux de surface et de nappes souterraines susceptibles d'être utilisés pour l'alimentation en eau potable.

### **3.6- Impact sur le sol :**

L'enfouissement est l'une des méthodes d'élimination des déchets, qui constitue la pratique répandue, surtout pour les médicaments périmés. Lorsque les déchets générés par les établissements hospitaliers sont rejetés directement dans l'environnement naturel et dans des zones non contrôlées, des émissions de polluantes peuvent se produire au contact du sol direct et répondre sa toxicité sur les cultures (**Benkhaled et Bellil, 2021**).

### **3.7- Impact sur l'air :**

Une analyse mondiale publiée dans la revue scientifique «The Lancet», à laquelle ont participé des chercheurs de plusieurs pays, a confirmé que la pollution de l'air est liée à une augmentation de la résistance aux antibiotiques chez l'homme. Les données ont été collectées dans plus de 100 pays, et l'analyse a concerné plus de 11 millions de personnes. Les analyses scientifiques ont révélé une relation entre des niveaux élevés de pollution atmosphérique et des niveaux élevés de résistance aux antibiotiques, ce qui constitue une menace pour la santé mondiale (**Alaraby, 2024**).

## **4. Réglementation :**

### **4.1- Réglementation nationale :**

En Algérie, un ensemble de lois et de décrets a été adopté pour améliorer la gestion des déchets de toutes sortes et préserver la santé humaine et environnementale. La législation algérienne régit la gestion des déchets en général, grâce à la Loi 01-19 du 12 décembre 2001. Cette loi établit clairement les responsabilités, énonce les principes d'une gestion intégrée et écologiquement rationnelle des déchets, et autorise la délégation de tout ou une partie de la gestion des déchets solides (**Bourogaa et Ouareth, 2016**).

La présente loi a pour objet de fixer les modalités de la gestion, de contrôle et de traitement des déchets, sur la base des principes suivants :

1. la prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source.
2. l'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets.

3. la valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage et toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie.
4. le traitement écologiquement rationnel des déchets.
5. l'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques.

Les déchets au sens de la présente loi sont classifiés comme suit :

- les déchets ménagers et assimilés.
- les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux; notamment tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes ;
- les déchets inertes, à savoir tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et /ou à l'environnement. Les conditions de choix de sites d'implantation, d'aménagement, de réalisation, de modification de procès et d'extension des installations de traitement des déchets sont régies par la réglementation relative aux études d'impact sur l'environnement et par les dispositions de la présente loi et de ses textes d'application (FAOLEX, 2024).

### **4.2- Réglementation internationale :**

#### **4.2.1- Les conventions :**

##### **4.2.1.1- Convention de Bâle :**

La convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et leur élimination, est une convention mondiale signée le 22 Mars 1989. Les objectifs principaux de cette convention sont de minimiser la production de déchets dangereux, tant en termes de quantité que de dangerosité. De les éliminer aussi près que possible de leur lieu de production et de restreindre leur déplacement (INTOSAI, 2004).

### **4.2.1.2- Convention de Stockholm :**

La Convention de Stockholm, adoptée en 2001, a pour objectif d'éliminer ou de limiter la production et l'utilisation de tous les produits chimiques persistants organiques intentionnels (POP). Elle vise également à réduire, voire éliminer si possible, les émissions de polluants organiques persistants non intentionnels, tels que les dioxines et les furanes (**Bourogaa et Ouareth, 2016**).

### **4.2.1.3- Convention de Bamako :**

La Convention de Bamako fait suite à l'article 11 de la Convention de Bâle, qui encourage les parties à conclure des accords bilatéraux, multilatéraux et régionaux sur les déchets dangereux afin de contribuer à la réalisation des objectifs de la Convention. L'élan de la Convention de Bamako a également résulté de l'échec de la Convention de Bâle à interdire le commerce des déchets dangereux aux pays moins développés (PMA) négocié par 12 États de l'Union africaine à Bamako, au Mali, en janvier 1991. Entrée en vigueur en 1998. À ce jour, elle compte 29 signataires (**UNEP, 2020**).

### **4.2.2- Les lois et décrets Marocains :**

Le décret n° 2-09-139 relatif à la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques, dans son article 38 de la loi n°28.00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination, prévoit que les déchets médicaux et pharmaceutiques soient soumis à une gestion spécifique dont les modalités sont fixées par voie réglementaire. En application de cet article, le décret n° 2-09-139 du 21 mai 2009 relatif à la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques (DMP) vise :

1. La fixation des modalités de gestion des DMP, en particulier des opérations de tri, de collecte, de stockage, d'emballage, de transport et de traitement inhérents à ces déchets ainsi que les modalités de leur élimination.
2. La classification des DMP en quatre catégories en fonction de leurs caractéristiques et leur nature, en vue de faciliter leur gestion (article 3).
3. La mise en place d'un système interne de gestion de ces déchets, comportant notamment la désignation de personnes responsables du fonctionnement du dit système (articles 4 et 5).
4. La fixation des modalités selon lesquelles les DMP sont triés, emballés et stockés séparément, dans des sacs en plastique ou des récipients solides de différentes couleurs. avant leur dépôt dans des conteneurs de stockage (articles 6 à 9).

5. La fixation des modalités de délivrance de l'autorisation, pour la collecte et le transport des déchets médicaux et pharmaceutiques dangereux, conformément aux dispositions de l'article 40 de la loi 28.00 sus visée (article 10).
6. La précision des conditions et des modalités de collecte, de transport, de traitement et d'élimination de ces déchets selon leur catégorie, ainsi que les responsabilités des personnes chargées de collecter, de transporter et de recevoir ces déchets (**Ajzoul, 2011**).



***Chapitre II : Matériel  
et Méthodes***

## Chapitre II : Matériel et Méthodes

### 1. Présentation de l'entreprise BOURRICHE :

L'entreprise Bourriche a été fondée en 2014, mais elle n'a commencé à fonctionner qu'en Mars 2021. Le rôle de la création de cette entreprise, est l'élimination de tous les types de déchets de santé et industriels (Fig.1).

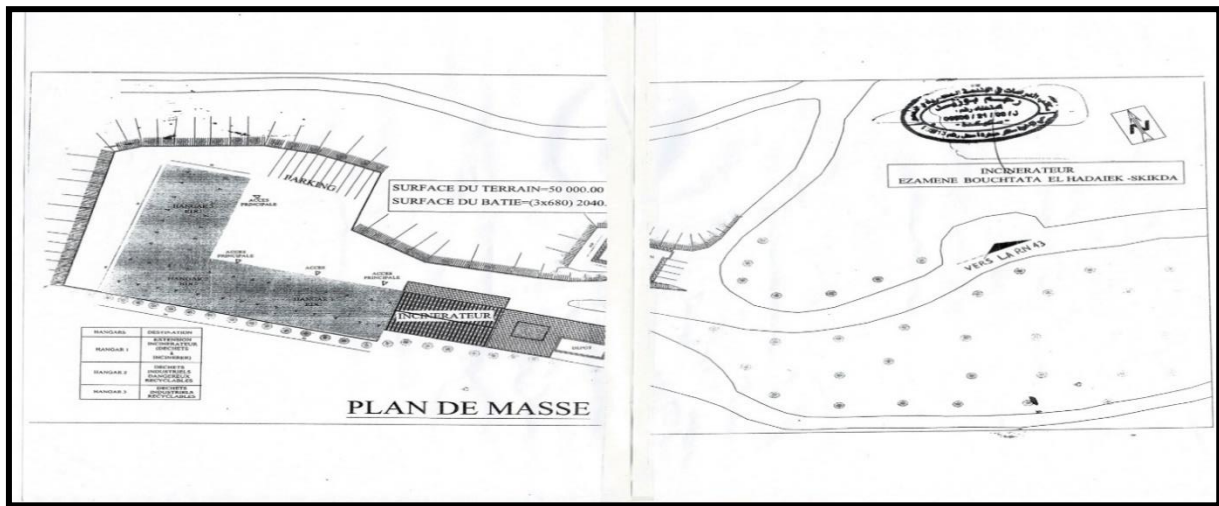


Figure 1: Plan de Masse de l'incinérateur

#### 1.1. Localisation géographique de l'incinérateur :

Situé au nord-ouest de la wilaya de Skikda, l'incinérateur de l'entreprise Bourriche occupe une superficie foncière totale de 05 hectares, prélevé d'une partie du terrain situé au nord de la commune de Bouchata Mahmoud au lieu-dit ZAMENE, avec une superficie totale d'environ 61 hectares (Fig.2).



**Figure 2: Localisation géographique de l'incinérateur BOURRICHE**

### **1.2. Localisation du bloc administratif :**

Le bloc administratif de l'entreprise, quant à lui, il fait partie du complexe avicole Bourriche situé au Camp Eddis N°39 El Hadaik- Skikda, dans une région surnommé BOUGAA (Fig.3).



**Figure 3: Localisation géographique du bloc administratif de l'entreprise BOURRICHE**

## **2. L'objectif de l'entreprise :**

Le développement durable a été placé au centre de la stratégie générale de l'entreprise Bourriche et s'oriente vers 3 axes principaux :

- l'aspect sociétal.
- l'aspect économique.
- l'aspect environnemental.

Les points importants de sa démarche sociale sont :

- l'amélioration des conditions de travail (Aménagement des postes de travail, des horaires...).
- le sentiment d'appartenance de chaque salarié.
- la promotion de l'égalité des chances (travail des femmes, des handicapés, des seniors, des jeunes...) (BETD, 2023).

### **3. Le rôle et le fonctionnement de l'entreprise :**

Le rôle de l'entreprise de BOURRICHE est la gestion des déchets de santé et de l'industrie, qui se déroule en plusieurs étapes :

#### **3.1- La collecte des déchets :**

Les déchets sont collectés à partir de diverses sources telles que les pharmacies, les usines de médicaments, les laboratoires, les salles des soins et les hôpitaux...

Concernant le type de collecte, il existe deux cas :

##### **3.1.1- La collecte sur rendez-vous :**

Le client contacte l'entreprise à l'avance pour prendre un rendez-vous de la collecte. Pour les entreprises conventionnées, leurs déchets sont collectés et stockés dans leurs hangars. Ces dernières contactent l'entreprise Bourriche, lorsqu'une quantité importante est disponible.

##### **3.1.2- La collecte sur planning :**

Cela se fait à travers un plan développé par l'entreprise.

#### **3.2- Le transport :**

Après la collecte, les déchets sont transportés au maximum par quatre camions par journée, vers les sites désignés pour le traitement. Les figures 04 à 07 montrent quelques exemples des moyens de transport utilisés par l'entreprise :



**Figure 4: Camion double pond (Chakman)**



**Figure 5: Semi remorque**



**Figure 6: Camion double cabine**



**Figure 7: Camion Frigo**

### 3.3- Le tri :

Les déchets peuvent être triés pour valoriser leurs matières recyclables. Tous les types de déchets sont triés manuellement là où le processus d'incinération est appliqué, sauf pour les déchets dangereux tels que les DASRI car il est interdit par des lois spécifiques.

### 3.4- Le stockage :

Les produits sont stockés dans un hangar spécial, durant 48 heures.

### 3.5- L'incinération :

D'après l'ADEME (2021), l'incinération est un procédé de traitement thermique des déchets avec excès d'air. Il consiste à brûler les ordures ménagères et les déchets industriels dits banals dans des fours adaptés à leurs caractéristiques (composition, taux d'humidité). En milieu hospitalier, la situation a bien évolué car dans les années 1980–1990, les hôpitaux étaient encore équipés d'incinérateurs in situ car aucun déchet ne devait sortir de l'établissement sans être préalablement brûlé. Cela posait des problématiques de qualité, de gestion du risque lié à l'incinération et de toxicité de l'air via les fumées. Aujourd'hui et pour des questions de

sécurité, la gestion des déchets est confiée à des professionnels compétents et agréés (**Gobert, 2021**).

D'autre part, le traitement thermique de déchets industriels dangereux à forte teneur en soufre, peut engendrer des difficultés de conduite des installations d'incinération du fait des brusques variations de charges en soufre (**Giroud, 2011**).

Au niveau de l'entreprise Bourriche, les déchets sont brûlés dans un incinérateur spécial conçu pour réduire les émissions nocives.

#### **4. Domaines d'activité :**

Le traitement des déchets au niveau de l'entreprise BOURRICHE se fait par incinération à très haute température (1200°C), avec un système de filtration des fumées conçu pour le traitement des déchets de santé et de l'industrie, tels que :

- Les déchets d'activités de soins (DAS) médicaux et vétérinaires.
- Les déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI).
- Les déchets piquants, coupants et tranchants.
- Les déchets anatomiques et organes, y compris sacs de sang et réserves de sang.
- Les déchets pharmaceutiques.
- Les médicaments cytotoxiques et cytostatiques.
- Les déchets provenant de l'agriculture, de l'horticulture, de l'aquaculture, de la sylviculture, de la chasse et de la pêche, ainsi que de la préparation et de la transformation des aliments.
- Les déchets des procédés de la chimie minérale.
- Les déchets des procédés de la chimie organique.
- Les déchets provenant de la fabrication, de la formulation, de la distribution et de l'utilisation (FFDU) de produits de revêtement (peintures, vernis et Emaux vitrifiés), mastics et encres d'impression.
- Les déchets provenant de la mise en forme et du traitement physique et mécanique de surface, des métaux et des matières plastiques,
- Les emballages et les déchets d'emballages, absorbants, chiffons d'essuyage, matériaux filtrants et vêtements de protection.
- Les déchets communaux (déchets ménagers et déchets assimilés provenant des commerces, des industries et des administrations), y compris les fractions collectées séparément...

Tous type de déchets industriels sauf :

- Les déchets explosifs et de munitions.
- Les autres explosifs comme les bombes aérosols et les contenants sous pression.
- Les Acides sous forme concentrée.
- Les déchets contenant du mercure.
- Les métaux lourds.

A ce niveau sont également stockés, les déchets industriels recyclables comme les huiles lubrifiantes usagées, les batteries usagées, les pneus, les déchets ferreux et autres ; pour être ensuite revendue aux établissements de recyclages agréés (station de transit).

### **5. Equipement et protocole employés :**

#### **5.1- L'incinérateur :**

D'une capacité d'incinération maximale de 350 kg/h, avec un pouvoir calorifique maximal autorisé des déchets de 12600kJ/kg. L'incinérateur se compose d'une chambre principale de combustion (MCC) et d'une seconde chambre de combustion (SCC). Le four complet est en béton réfractaire et de multiples couches de matériaux isolants protègent en outre le boîtier métallique du four. Les chambres de combustion sont entièrement revêtues d'un matériau réfractaire de haute qualité. Le matériau réfractaire du sol, à une teneur élevée en oxyde d'alumine et une haute résistance à l'usure. Dans les parois latérales, des jauges de température pour la chambre de combustion principale et la deuxième chambre de combustion sont installées.

Les déchets sont incinérés dans une chambre à lit fixe. Deux brûleurs au gaz propane automatisés (chambre de combustion principale et secondaire), introduisent la chaleur pour le démarrage et le fonctionnement, ils sont équipés d'un ventilateur d'air de combustion, d'un dispositif d'allumage automatique, d'électrodes d'allumage et de dispositifs de contrôle de la flamme. En cas normal, l'incinérateur fonctionne de 07 h à 15 h de samedi au jeudi. Quand il y a de grandes quantités de déchets, l'incinérateur travaille pendant des heures supplémentaires. Le travail de l'incinérateur est suspendu une fois par an, pendant 72 heures maximum pour maintenance.



Figure 8: Figure représentant l'incinérateur de l'entreprise BOURRICHE

### 5.2- Caractéristique technique de l'incinérateur :

Tout ce qui concerne le côté technique de l'incinérateur est mentionné dans le tableau 01.

Tableau 1: Les caractéristiques techniques de l'incinérateur

Longueur	4700 (mm)
Largeur	1900 (mm)
Hauteur	2100 (mm)
Total poids	12 t
hauteur de la cheminée	9 m
Energie d'alimentation	gaz propane, dont, la consommation maximale est de 38m <sup>3</sup> /h.
Isolation	100 mm
Béton réfractaire	180 mm
Epaisseur total	280 mm

### 5.3- Description générale du mode de fonctionnement de l'unité :

Le fonctionnement de l'unité consiste en deux activités :

- 1- La réception, le stockage et la revente des déchets industriels recyclables, et
- 2- L'incinération des déchets industriels.

Le schéma ci-après (Fig. 09), présente une vue simplifiée du fonctionnement de l'établissement.

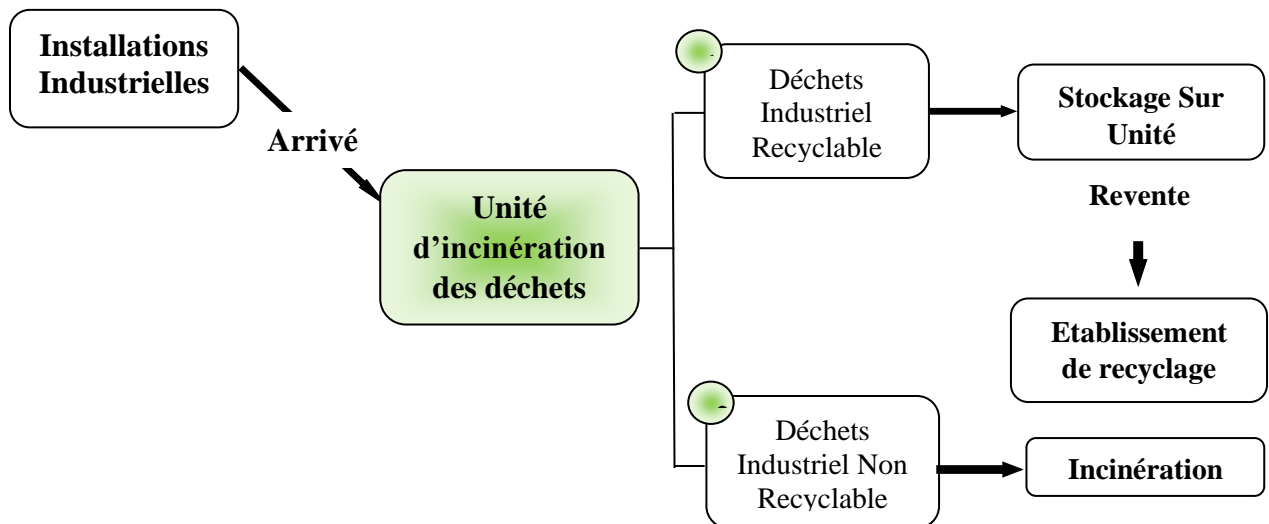


Figure 7: Schéma représentant le fonctionnement de l'établissement

## 6. Stockage des déchets industriels recyclables :

Le stockage sera effectué sur deux entrepôts, le premier est désigné pour recueillir les déchets industriels dangereux et le deuxième pour les déchets industriels inertes.

L'intérieur des deux entrepôts est séparé en sections ou cellules. Chaque cellule englobe un type de déchets, la nature et le code de déchet stocké par section est désigné par un panneau signalétique.

La séparation dans l'entrepôt de stockage des DID, est réalisée par des murs coupe-feu pour éviter toute propagation de développement d'un incendie, dans le cas où il se produirait.

## 7. Incinération des déchets :

Avant la combustion des déchets dans la chambre de combustion principale (MCC), le système est chauffé jusqu'à environ 900°C via deux brûleurs. Ces brûleurs sont alimentés au gaz propane.

Uniquement lorsque les températures dans le four dépasse 850°C, l'alimentation est autorisée. Le four peut être alimenté selon deux modes :

- Via un dispositif de chargement par le haut.
- Via une porte d'alimentation latérale.

Pour une meilleure combustion, l'air est soufflé via des buses dans le MCC. Ceci est contrôlé par une mesure de température.

Les fumées chaudes (SCC en aval), doivent être refroidies à environ 250°C dans un système de clapets de refroidissement, en les mélangeant à l'air ambiant pour que le système de filtration en aval fonctionne parfaitement.

La poussière, les métaux lourds comme le Pb et les autres composantes chimiques dans les gaz de combustion, sont réduits grâce à ce système de filtre en céramique.

Afin d'éliminer les composantes chimiques des fumées, du bicarbonate de sodium est introduit dans les fumées via un système de dosage en amont du filtre.

Cet additif réagit avec des composants chimiques comme le SO<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, HCl, NO<sub>x</sub>, et HF.

L'additif utilisé, chargé de poussières, de métaux lourds et de produits de réaction, est évacué via la fonction de nettoyage du système de filtration.

Les éléments filtrants sont automatiquement nettoyés par un système à jet pulsé.

Un ventilateur ID à vitesse contrôlée, transporte les gaz de combustion à travers le système et assure une dépression permanente dans le système de combustion.

Les fumées épurées sont rejetées dans l'atmosphère via une cheminée.

Un système de gicleurs dans la chambre de combustion principale (MCC), est prévu pour les urgences.

Le produit final d'incinération est la mâche fer, dont la quantité varie en fonction de la quantité des déchets brûlés. Ce dernier est collecté, stocké et envoyé à des entreprises à l'étranger pour être utilisé dans un autre domaine comme : **l'entreprise Rockwool**.

Pour protéger les travailleurs, on utilise des moyen de sécurité comme : les gants, les chaussures de sécurité, des bavettes et masques double filtre, une tenue combinaison et un extincteur (**EBETD, 2023**).

### **8. Listes des entreprises conventionnées avec l'entreprise BOURRICHE :**

Dans la partie suivante, nous présentons un inventaire non exhaustif des entreprises conventionnées avec l'entreprise Bourriche, dans un but d'élimination de leurs déchets (Tab. 02).

**Tableau 2: Liste de certains clients conventionnés avec l'entreprise de l'intérieur du pays**

<b>Nom</b>	<b>lieu</b>
Usine de production pharmaceutique	Constantine
Entreprise nationale de géophysique	Hassi Messaoud
Entreprise nationale récupération	Skikda

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

---

unité de Skikda	
Clinique Abu Al Quassim	Skikda
Clinique Rinad	Skikda
EHS de psychiatrie - El Harrouche	Skikda
Centre d'hémodialyse NEPHROS	Sétif
Centre d'hémodialyse El-Tawfik	Sétif
Unité de production du café Amar	Skikda
Usine de production pharmaceutique BIOGALENIC	Constantine
SARL BOUCHAKOUR Hygiène et Nettoyage	Skikda
EURL BOURRICHE Pharmacie	Skikda
SONATRACH	Skikda
Travaux traitement TCE ChouhaLambarek	Batna
SARL Travail	Alger
SARL El Dahouara	Souk Ahrass
50 Professionnels de la santé (salles de soins, laboratoires d'analyses et cabinets médicaux)	Différentes willayas
130 Officines pharmaceutiques (pharmacies et grossistes de produits pharmaceutiques)	Différentes willayas



***Chapitre III :***  
***Résultats et***  
***Discussions***

---

## *Chapitre III : Résultats et Discussions*

---

### **1. Résultat de l'incinération :**

Le processus de l'incinération est une étape fondamentale de la gestion des déchets. Cette étape produit une matière appelée le Mâchefer.

#### **1.1-Présentation du Mâchefer :**

Le mâchefer est le résidu de l'incinération du charbon ou des déchets dans les usines d'incinération. Le mâchefer de charbon, moins complexe à traiter car issu d'une seule matière première, est utilisé depuis des années dans la composition de ciment ou de béton. Le mâchefer issu de la combustion de déchets est, quant à lui, bien plus complexe à retraiter (I.N.S.A., 2019).

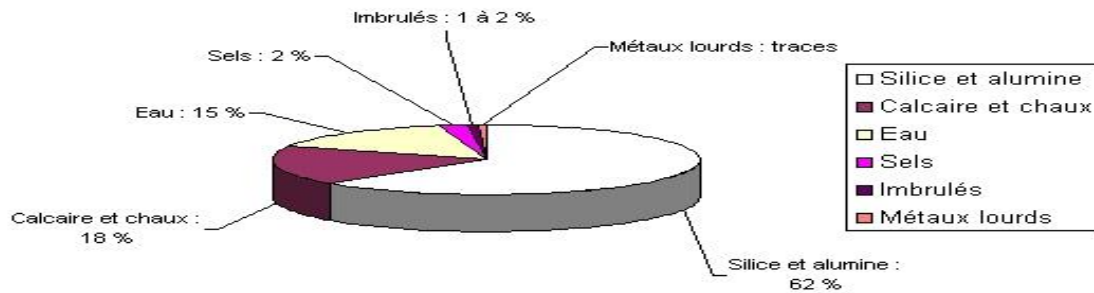
#### **1.2- Les avantages du Mâchefer :**

Le mâchefer présente trois avantages majeurs : Tout d'abord, ses excellentes caractéristiques géotechniques font de lui un matériau utilisable pour de nombreuses applications du BTP. Chaque année, trois millions de tonnes de mâchefer sont produites. Deux millions sont transformées en grava, matériau utilisé en sous-couche de voirie, tandis que l'autre tiers est enfoui dans des décharges. Nous pourrions utiliser cette matière première plutôt que de continuer à extraire des minéraux naturels dans les carrières, disponibles en quantité limitée.

Pour finir, le mâchefer est produit de façon uniforme sur l'ensemble du territoire en fonction des centrales d'incinération. Les coûts liés au transport seraient donc moindres que ceux des minerais issus des carrières (I.N.S.A., 2019).

#### **1.3- La composition du Mâchefer :**

Le mâchefer se compose de plusieurs constituants comme l'eau, des sels, des métaux lourds et des minéraux. Un exemple de composition de mâchefer après traitement est représenté par la figure 10.



**Figure 10: La composition du Mâchefer**

### 1.4- L'utilisation du Mâchefer dans le monde :

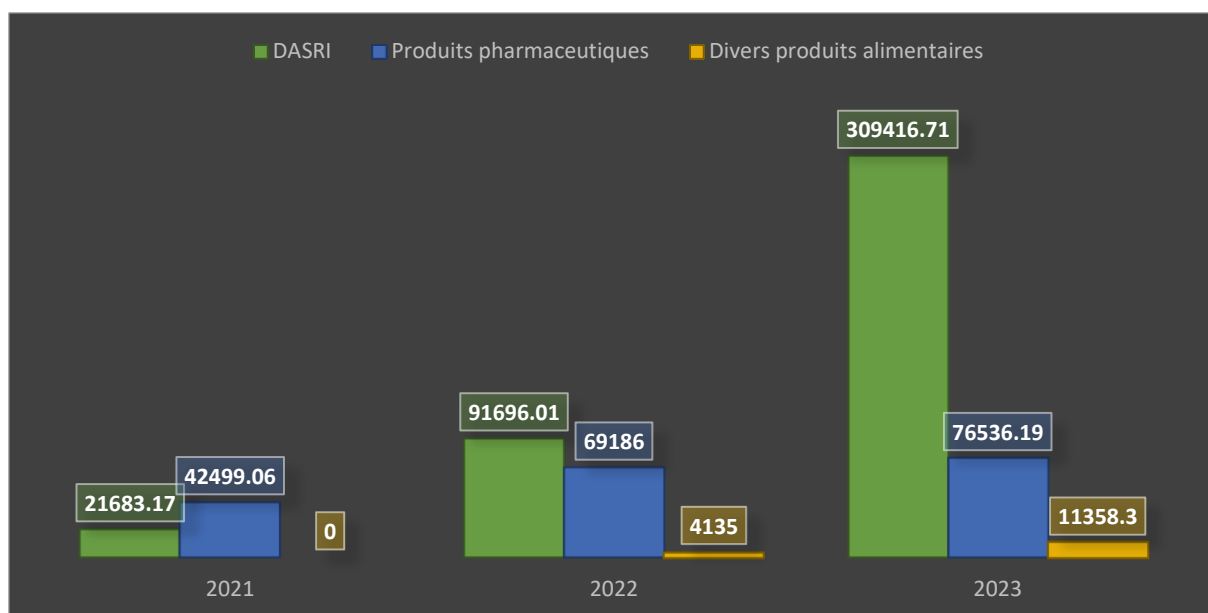
L'utilisation des mâchefers dans le monde, varie en fonction des pays et de leurs politiques de gestion des déchets. Dans certains endroits, les mâchefers sont utilisés comme matériau de construction dans des projets d'infrastructures, tandis que dans d'autres, ils sont traités pour récupérer des métaux ou sont stockés dans des sites d'enfouissement.

En effet, les mâchefers sont parfois utilisés dans la production de ciment ou d'asphalte, ou encore dans des applications agricoles pour améliorer la fertilité des sols. Dans certains pays, des technologies avancées sont utilisées pour valoriser les mâchefers et en tirer profit de manière écologique et économique (Bicchi *et al*, 2019)

## 2. Variation quantitative des taux des différents types de déchets traités par l'entreprise BOURRICHE :

Les déchets de type DASRI, montrent une évolution temporelle importante de leurs quantités entre 2021 et 2023, en comparaison avec les produits pharmaceutiques et les produits alimentaires.

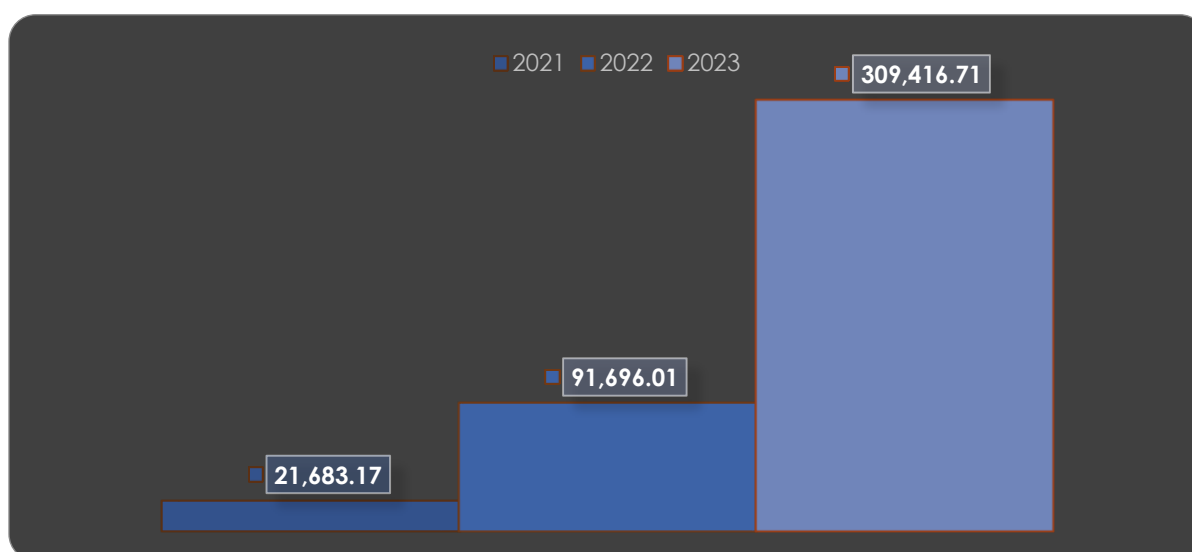
Les produits pharmaceutiques, varient de manière modérée d'une année à une autre. Alors que les produits alimentaires, ne montre qu'une faible variation temporelle par rapport aux deux autres produits cités précédemment (Fig.11).



**Figure 11: Quantité des DASRI, Produits Pharmaceutiques et Produits Alimentaires traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023)**

### 3. Evolution temporelle des DASRI traités par l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) :

Concernant les DASRI traités par l'entreprise Bourriche durant les années 2021-2022-2023, nous remarquons une grande variation quantitative qui va de 21683 kg/an à 309416 kg/an. Cette forte évolution est due probablement, à l'augmentation du nombre de sociétés conventionnées avec l'entreprise BOURRICHE de traitement des déchets au fil du temps (Fig. 12).



**Figure 12: Quantité des DASRI traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023)**

### **4. Les impacts des DASRI sur la santé et l'environnement :**

Les déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI), peuvent avoir des impacts sur la qualité de l'air lors de leur incinération, notamment en générant des émissions de polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote (NOx), les composés organiques volatils (COV) et les particules fines. Une étude publiée dans *Environmental Science and Pollution Research* en 2018 par Mohammadi et al., a examiné les émissions de polluants atmosphériques lors de l'incinération de DASRI et a constaté des concentrations significatives de polluants, mettant en évidence l'importance de prendre en compte ces impacts dans la gestion des déchets médicaux (OMS, 2018).

Selon la même référence, les incinérateurs de DASRI peuvent également émettre des substances toxiques telles que les dioxines et les furanes, qui sont des polluants persistants et bioaccumulables. Une étude menée par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), a établi un lien entre l'exposition aux dioxines et le risque accru de cancer. Ces impacts soulignent la nécessité d'une gestion appropriée des déchets médicaux pour minimiser les risques pour la santé humaine et l'environnement.

Toujours d'après OMS (2018), les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant de l'incinération des DASRI, contribuent au réchauffement climatique. Ces GES, tels que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le méthane (CH<sub>4</sub>), contribuent à l'augmentation de la concentration des gaz dans l'atmosphère, ce qui entraîne des changements climatiques néfastes tels que l'élévation des températures, la fonte des glaces et l'acidification des océans. Une gestion plus durable des déchets médicaux, par le recyclage ou d'autres méthodes alternatives, pourrait contribuer à réduire ces émissions et à atténuer les impacts sur le climat.

Des centres de collecte des déchets mal conçus, mal gérés ou mal entretenus présentent un risque pour les personnes qui y travaillent.

L'incinération des déchets a été largement pratiquée, mais l'incinération imparfaite ou l'incinération de matériaux non conformes à ce régime entraîne le rejet de polluants et de résidus dans l'atmosphère. L'incinération de matériaux contenant du chlore peut produire des dioxines et des furanes, cancérigènes pour l'homme et qui ont été associés à divers effets néfastes sur la santé.

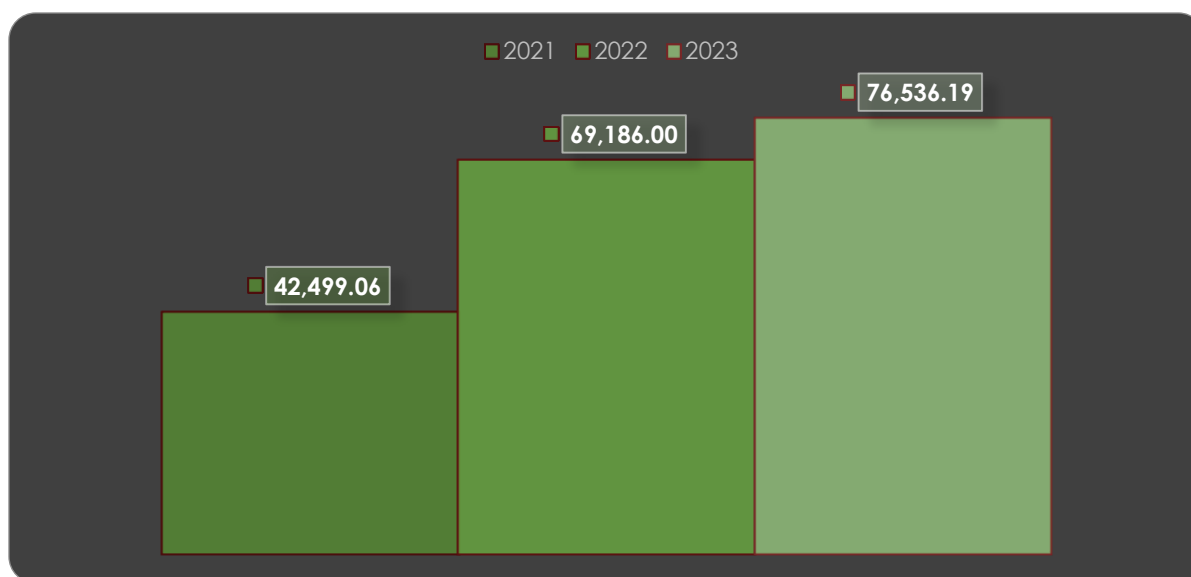
L'incinération des métaux lourds ou de matériaux contenant une grande quantité de métal peut entraîner le rejet de métaux toxiques dans l'environnement. Le mercure est un métal lourd, sous forme liquide à température et pression ambiantes, il s'évapore très facilement dans

l'atmosphère. Il s'accumule dans les sédiments, où il se transforme en un dérivé organique plus toxique : le méthyl mercure. Les installations médicales sont l'une des principales sources de mercure dans l'atmosphère, en raison de l'incinération des déchets médicaux. Elles sont également à l'origine d'une contamination par le mercure en surface. Le mercure est très toxique il peut provoquer une intoxication mortelle dans certains cas. Il est également nocif en cas d'absorption transcutanée et a des effets néfastes sur la grossesse. Lors de l'incinération dans certains cas, notamment lorsque les déchets sont brûlés à basse température ou lorsque des plastiques contenant du chlorure de polyvinyle sont brûlés, il se forme de l'acide chlorhydrique, des dioxines, et d'autres polluants atmosphériques nocifs. On les retrouve dans les émissions mais aussi dans les cendres résiduelles et les cendres volantes. Ces substances sont persistantes, c'est-à-dire que ces molécules ne sont pas dégradées dans l'environnement, et qu'elles s'accumulent dans la chaîne alimentaire. La plus grande partie de l'exposition humaine aux dioxines, aux furanes et aux polychlorobiphényle (PCB) coplanaires est due à l'alimentation. Même dans les incinérateurs à température élevée (plus de 800°C), il se trouve, au début ou à la fin de l'incinération, des poches moins chaudes dans lesquelles peuvent se former des dioxines et des furanes. L'optimisation du processus peut diminuer la formation de ces substances si, par exemple, on fait en sorte que l'incinération n'ait lieu qu'à des températures supérieures à 800°C, et si l'on évite la formation de gaz de combustion à 200-450°C. Enfin, l'incinération de métaux ou de matériels à forte teneur en métaux (en particulier le plomb, le mercure et le cadmium) peut conduire au rejet de métaux dans l'environnement. L'enfouissement et la mise en décharge « sauvage » dans des sites non contrôlés peuvent avoir, en plus des risques cités précédemment, des effets environnementaux directs en termes de pollution du sol et des eaux (**Banini et Saalaoui, 2021**).

### **5. Evolution temporelle des produits pharmaceutiques traités par**

#### **l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) :**

Tout comme les DASRI, les produits pharmaceutiques ont été quantifiés durant les années 2021 à 2023. Les résultats obtenus montrent aussi une forte évolution quantitative, qui va de 42499 kg/an en 2021 à 76 536 kg/an en 2023. Cette augmentation est certainement causée par la signature de nouvelles conventions d'année en année, avec les entreprises traitant les produits pharmaceutiques (Fig.13).



**Figure 13: Quantité des Produits Pharmaceutiques traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023)**

### **6. Les impacts des produits pharmaceutiques sur la santé et l'environnement :**

L'incinération des produits pharmaceutiques peut également avoir des impacts sur la qualité de l'air. Les médicaments contiennent souvent des substances chimiques actives qui, lorsqu'incinérées, peuvent générer des émissions de polluants atmosphériques et de composés organiques volatils (COV). Une étude publiée dans le journal *Environmental Science and Pollution Research* en 2016 par Kwon et al., a examiné les émissions atmosphériques lors de l'incinération de médicaments non utilisés et a constaté la libération de polluants tels que les Oxydes d'Azote (NOx) et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), qui sont nocifs pour la santé humaine et l'environnement. Il est donc important de prendre en compte ces impacts lors de la gestion des médicaments périmés ou non utilisés (OMS, 2018).

De plus, l'incinération des produits pharmaceutiques peut également entraîner la libération de substances chimiques potentiellement toxiques telles que les dioxines et les furanes. Ces composés sont classés comme polluants organiques persistants (POP) en raison de leur capacité à persister dans l'environnement et à s'accumuler dans la chaîne alimentaire. Une étude réalisée par l'Organisation Mondiale de la Santé, a souligné les risques pour la santé associés à l'exposition aux dioxines et aux furanes, notamment des effets sur le développement neurologique, le système immunitaire et la reproduction. Par conséquent, une gestion

appropriée des médicaments périmés ou non utilisés est essentielle pour minimiser ces risques pour la santé publique et l'environnement.

La présence de résidus médicamenteux dans les milieux aquatiques, soulève donc une problématique de santé publique préoccupante et suscite l'intérêt des scientifiques et des pouvoirs publics. Parmi les sources de contamination, les effluents des hôpitaux et des établissements de soins occupent une place de choix, car ils concentrent une quantité de molécules pharmaceutiques présentant une activité biologique élevée et une très grande diversité chimique. En outre ces effluents sont rejetés sans traitement préalable dans les réseaux d'égouts urbains. Parmi ces molécules pharmaceutiques, les médicaments anticancéreux représentent une préoccupation majeure et croissante du fait de leurs propriétés cytotoxiques et génotoxiques. En effet de l'augmentation de l'incidence des cancers résultent une augmentation des traitements anticancéreux et donc une augmentation des rejets aquatiques d'anticancéreux via les urines des patients ; ainsi se pose la question du risque pour l'homme de l'ingestion de faibles doses répétées de ces produits toxiques (**Maillot, 2011**).

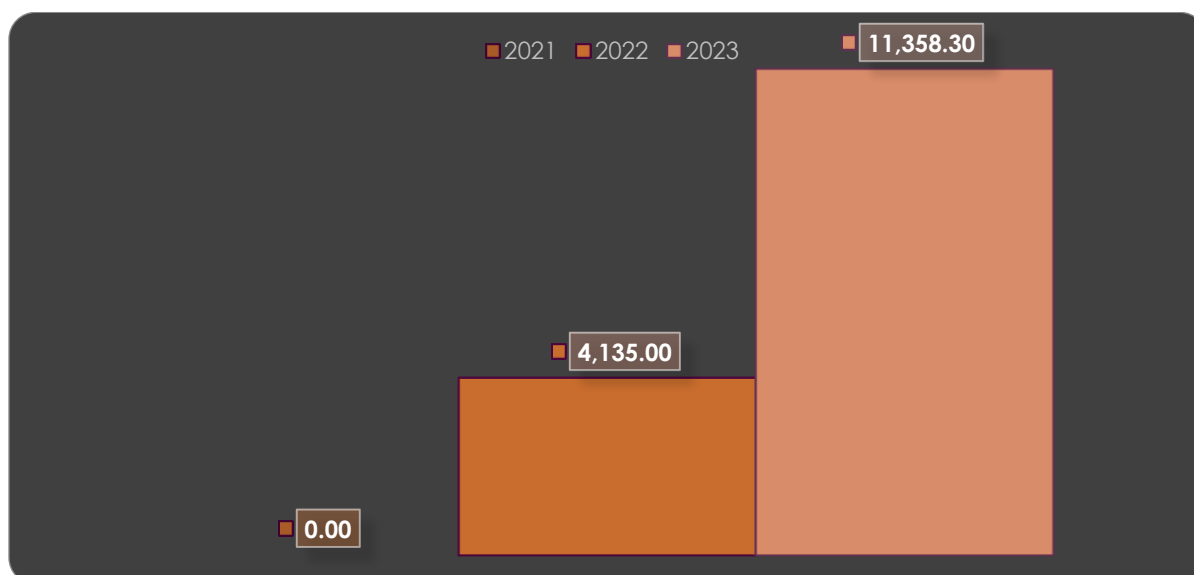
Une étude sur l'impact de différents médicaments dont la carbamazépine, le diclofénac, le paracétamol, l'irbésartan et le naproxène a démontré un effet génotoxique des molécules sur des mollusques. Un effet bien plus troublant est décrit dans un autre rapport selon lequel 20 % des poissons mâles présentent des caractéristiques féminines lors d'exposition aux hormones et perturbateurs endocriniens, même à court terme. Certains développent des ovaires et ont des difficultés de reproduction. D'autres effets toxiques sont observés, telle la substance pharmaceutique diclofénac identifiée comme responsable de l'extinction quasi totale d'une espèce de vautour en Inde, en seulement quelques années, en raison de sa néphrotoxicité chez ces oiseaux. Jusqu'à 90 % des antibiotiques utilisés sont excrétés par l'être humain et les animaux dans l'environnement. Ils ne sont pas éliminés en totalité par les Station d'épuration des eaux usées (STEP) classiques et sont libérés dans l'environnement où ils causent des résistances génétiques dans des microorganismes environnementaux. Ces gènes de résistance aux antibiotiques peuvent alors être transmis aux bactéries pathogènes. Un rapport sur les concentrations des gènes de résistance aux antibiotiques (tétracycline, sulfamides et érythromycine) dans l'eau fluviale en amont et en aval des STEP montre que la plupart des sites révèlent une nette augmentation des concentrations de gènes de résistance. Une étude du projet ECOIMPACT, effectuée sur différentes STEP en Suisse en 2017, démontre les conséquences écologiques de ces micropolluants sur la composition des biocénoses, des cours d'eau et sur le fonctionnement des écosystèmes de rivières. Les effets observés, comme les modifications de

la composition des espèces d'invertébrés ou de la structure de populations d'importants animaux aquatiques, sont dus aux micropolluants. Durant les prochaines années, de nombreuses STEP en Suisse devraient obtenir un niveau d'assainissement supplémentaire afin d'éliminer de façon ciblée les micropolluants organiques (Zuercher, 2022).

### 7. Evolution temporelle des produits alimentaires traités par l'entreprise

#### **BOURRICHE (2021-2023) :**

L'entreprise Bourriche traite également les produits alimentaires provenant de différentes sources citées précédemment (Tableau 3 : Liste de certains clients conventionnés avec l'entreprise de l'intérieur du pays) . Le traitement de ces déchets n'a commencé qu'en 2022. Entre l'année 2022 et l'année 2023, les quantités incinérées sont passées de 4135 kg/an à 11358 kg/an. La cause du dédoublement des quantités traitées, est certainement l'augmentation du nombre d'entreprises conventionnées avec l'entreprise de traitement (Fig.14).



**Figure 14: Quantité des Produits Alimentaires traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023)**

### 8. Les impacts des produits alimentaires sur la santé et l'environnement :

L'incinération des déchets alimentaires peut aussi avoir des impacts sur la qualité de l'air. Lorsque les produits alimentaires sont brûlés, cela peut générer des émissions de polluants atmosphériques tels que les Oxydes d'Azote (NOx), les composés organiques volatils (COV) et les particules fines. Ces polluants peuvent contribuer à la pollution de l'air et avoir des effets néfastes sur la santé humaine, notamment en aggravant les problèmes respiratoires et cardiovasculaires. De plus, l'incinération des déchets alimentaires peut également libérer des

substances toxiques telles que les dioxines et les furanes, qui sont des polluants persistants et bioaccumulables. Par conséquent, il est important d'adopter des pratiques de gestion des déchets alimentaires qui réduisent la nécessité de l'incinération et favorisent le recyclage, le compostage ou d'autres méthodes alternatives de traitement des déchets (OMS, 2018).

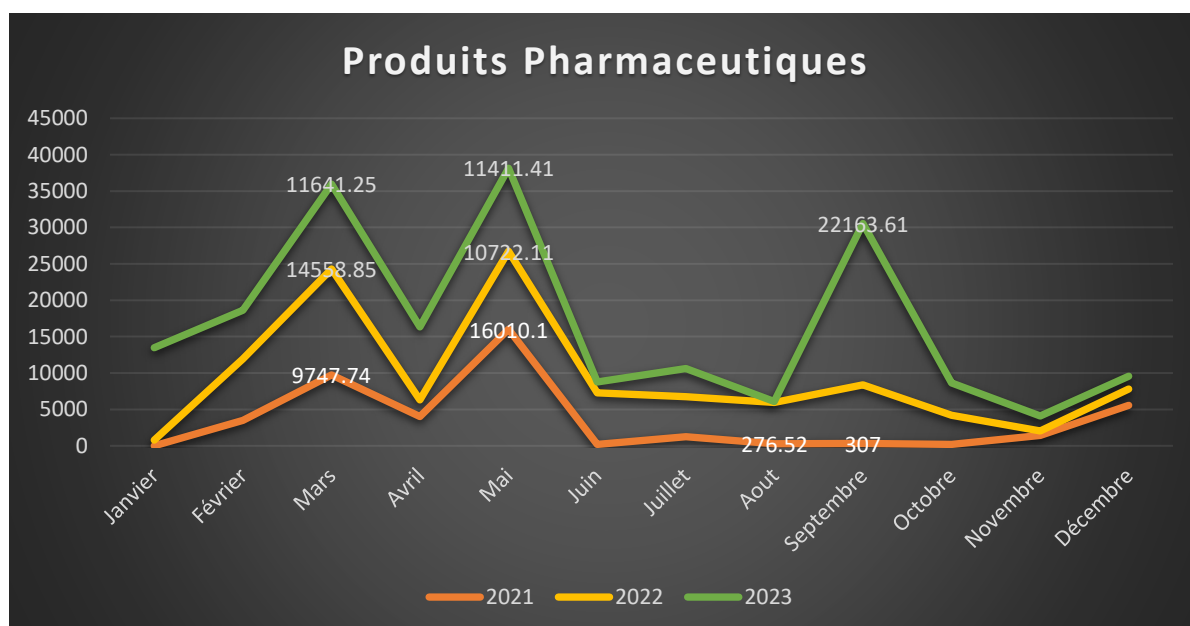
### **9. Evolution mensuelle de la quantité des déchets pharmaceutiques traités par l'entreprise BOURRICHE (2021-2023) :**

Les courbes représentées dans la figure 15 montrent une nette variation des quantités de déchets pharmaceutiques d'un mois à un autre, durant les trois années (2021 à 2023).

La période Août à Octobre 2021, montre les quantités les plus minimales en produits pharmaceutiques traités, correspondant aux valeurs citées respectivement 276.52 Kg - 307 Kg - 201.93 Kg. Ceci pourrait être dû à la fois à la période du mois de congé annuel, en plus du fait que durant cette première année de fonctionnement de l'entreprise, la quantité de déchets traités est faible et dépend du nombre limité d'entreprise conventionnées.

L'évolution des taux de déchets pharmaceutiques incinérés entre 2021 et 2023, est caractérisée par des pics représentant des quantités maximales de déchets traités, pendant les mois de Mars et de Mai. Pour le mois de Mars les quantités traités sont de : 9747.74 Kg - 14558.85 Kg - 11641.25 Kg, car durant ce mois de chaque année, les entreprises conventionnées effectuent leurs déclarations des déchets à traiter. Concernant le mois de Mai les déchets déclarés sont de : 16010.10 Kg - 10722.11 Kg – 11411.41 Kg, pour les trois années successives. Ces valeurs sont maximales, en comparaison avec celles des autres mois. Elles sont dues à l'accumulation des déchets stockés au niveau de l'entreprise à cause du rythme de travail ralenti, qui est appliqué tout le long du mois de Ramadan et qui précède le mois de Mai au cours de ces trois années.

Le mois de septembre de l'année 2023, montre un pic dont la valeur est 22163.61 Kg, qui représente le résultat d'une accumulation de déchets, suite au congé annuel des travailleurs au mois d'Août.



**Figure 15: Evolution mensuelle de la quantité des déchets pharmaceutiques traités par l'entreprise Bourriche durant la période (2021-2023)**

### 10. Les impacts environnementaux des produits industriels dangereux :

L'élimination inconsidérée des déchets a pour conséquence la contamination de l'air, de l'eau et du sol. Les stratégies de gestion des déchets, y compris l'incinération et les décharges, peuvent émettre des gaz à effet de serre et des produits chimiques toxiques qui sont relâchés dans l'atmosphère, le sol et les cours d'eau. L'incinération des produits industriels dangereux, peut également avoir des impacts sur la qualité de l'air.

Dans l'air, les polluants d'origine industrielle sont responsables d'une pollution notable, qui peut être de proximité pour les populations avoisinantes. Les polluants susceptibles d'être transportés par les vents sont nombreux (**Dali et Boumaza, 2020**).

Cependant, l'incinération des déchets génère également de nombreux types de polluants, y compris les poussières, les gaz acides, les dibenzo-p-dioxines polychlorées et les dibenzofuranes, les eaux usées, etc. Par exemple, en 2010 les installations d'incinération des déchets solides en Chine ont émis 8,500 tonnes de SO<sub>2</sub>, 11200 tonnes de poussières, 14100 tonnes de NO<sub>x</sub> (Ministère chinois de la protection de l'environnement, 2010) et 610,47 g d'ITEQ (International Toxic Equivalent) de dioxines en 2007 (China National Implementation Plan, 2007). Ces polluants peuvent avoir de graves répercussions sur l'environnement, il faudrait donc les examiner quantitativement pour évaluer leur incidence sur la santé humaine (**Li et al, 2015**).

### **11. Les impacts des COV sur l'environnement :**

Les COV émis dans l'atmosphère peuvent réagir avec d'autres substances, telles que les oxydes d'azote et de soufre (NOx et SOx) ainsi que l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), pour former de l'ozone (O<sub>3</sub>) et des particules fines secondaires, des composantes importantes du smog qui ont des impacts sur la santé et l'environnement. L'influence des COV d'origine anthropique sur la formation de l'ozone, sera d'autant plus significative que les NOx sont présents en quantité suffisante, pour que les concentrations de COV soient l'élément qui contrôle la formation de l'ozone. Précisons également que certains COV particulièrement réactifs photochimiquement, par exemple : les terpènes (pinènes, limonènes, etc), émanent de la végétation. Ces substances naturelles qui contribuent à la formation des niveaux de fond relativement élevés d'ozone (30 ppb à 40 ppb), que l'on trouve dans les régions agricoles et forestières, ont été ajoutés à la liste de COV mesurés dans l'air ambiant en 2003 et permettront d'avoir un aperçu de la contribution des sources biogéniques.

Puisque les COV sont des précurseurs d'ozone, ils ont été ajoutés à la liste des substances toxiques de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Par ailleurs, certains COV sont considérés en eux-mêmes comme des substances toxiques, susceptibles d'avoir un impact sur la santé de la population (entre autres le benzène et le formaldéhyde). À cet effet, le Ministère de l'environnement de la lutte contre les changements climatiques (MDDEP) a établi des critères de qualité de l'air pour certains COV (BNQ, 2005).

### **12. Les impacts des NO<sub>2</sub> sur la santé et l'environnement :**

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant qui pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires. Les études sur les populations humaines indiquent que l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub>, aux niveaux actuellement observés dans les plus grandes agglomérations, peut réduire la fonction pulmonaire et accroître le risque de symptômes respiratoires tels que la bronchite aiguë, la toux et les glaires. Les personnes asthmatiques et les enfants en général sont considérés comme étant plus vulnérables à l'exposition au NO<sub>2</sub>. Plusieurs études ont démontré que l'exposition au NO<sub>2</sub> augmente les réactions allergiques aux pollens inhalés.

Le dioxyde d'azote se transforme dans l'atmosphère en acide nitrique, qui retombe au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification des milieux naturels. Le NO<sub>2</sub> participe ainsi aux phénomènes de pluies acides. Les effets négatifs des oxydes d'azote sur les végétaux sont la réduction de la croissance, de la production et de la résistance aux pesticides. Les oxydes d'azote accroissent les phénomènes de corrosion.

Le NO<sub>2</sub> est également un précurseur de l'ozone (O<sub>3</sub>) qui est, en basse altitude, un composé néfaste pour la santé humaine et l'environnement (**Boulianger, 2008**).

### **13. Les impacts des POP sur la santé et l'environnement :**

Les POP sont des perturbateurs endocriniens. Déséquilibrent le système hormonal affaiblissant ainsi, le système immunitaire, le système reproducteur et le système neurologique, le développement intellectuel et comportemental, la production d'insuline. Sont considérées comme cancérogènes. Provoquent le diabète, les maladies de la peau, les perturbations de la fonction reproductive et du développement du fœtus, l'altération de la fonction hépatique et du métabolisme des lipides, la faiblesse due à une perte de poids importante.

Des centaines d'études menées sur la faune ont confirmé les effets néfastes des POP dans les organismes vivants tels que les poissons, les oiseaux, les mammifères. Ils provoquent de graves perturbations du système hormonal affectant l'intégrité du tractus génital, les réponses immunitaires, la production spermatique, la reproduction, la masculinisation ou la féminisation, la modification de certains comportements et l'augmentation des cancers.

Des centaines d'études menées sur la faune ont confirmé les effets néfastes des POP dans les organismes vivants tels que les poissons, les oiseaux, les mammifères.

Les jeunes poissons sont particulièrement sensibles aux PCB, celui-ci peut également provoquer des mutations chez les plantes, le déclin de certaines populations d'oiseaux et la réduction de la reproduction chez les mammifères marins et d'eau douce (**Diop, 2016**).

### **14. Méthodes alternatives à l'incinération des déchets pharmaceutiques :**

Comme solution aux différents impacts générés par l'incinération des déchets pharmaceutiques récentes par notre étude, nous proposons quelques méthodes alternatives au traitement par incinération qui sont les suivantes :

#### **14.1- Traitement biologique :**

##### **14.1.1- Fermentation aérobie et anaérobie :**

Elle se fait par utilisation de micro-organismes, pour dégrader les composants organiques des déchets pharmaceutiques. Cela réduit la quantité de déchets et les convertit en matériaux moins nocifs.

##### **14.1.2- Traitement fongique et bactérien :**

Ce principe utilise des champignons et des bactéries spécialisés, pour décomposer les ingrédients toxiques des médicaments et les convertir en substances non toxiques.

### **14.2- Traitement chimique :**

#### **14.2.1- Oxydation avancée :**

Celle-ci utilise des technologies d'oxydation avancées telles que l'ozone et la lumière UV, pour dégrader les composés pharmaceutiques en composants inoffensifs.

#### **14.2.2- Dégradation chimique :**

Elle utilise des produits chimiques, pour décomposer les déchets pharmaceutiques en composants inoffensifs qui peuvent être éliminés en toute sécurité.

### **14.3- Stérilisation à la vapeur :**

#### **14.3.1- Utilisez un autoclave :**

Pour stériliser les déchets pharmaceutiques, en les transformant en matériaux non dangereux pouvant être éliminés en toute sécurité.

### **14.4- Recyclage et réutilisation :**

#### **14.4.1- Recyclage des emballages :**

Nettoyer et désinfecter les emballages pharmaceutiques pour les réutiliser plutôt que de les jeter.

#### **14.4.2- Recyclage de produits chimiques :**

Séparer et traiter les produits chimiques réutilisables pour les réutiliser dans les processus pharmaceutiques.

### **14.5- Elimination sécuritaire :**

#### **14.5.1- Décharges sanitaires :**

Les déchets pharmaceutiques doivent être enfouis dans des décharges sanitaires, dans le but de prévenir la pollution de l'environnement.

#### **14.5.2- Stabilisation et enrobage :**

La stabilisation des déchets pharmaceutiques avec des matériaux insolubles et leurs revêtements, pour une élimination en toute sécurité sur des sites spécifiques.



***Conclusion et  
Perspectives***

### Conclusion et Perspectives

Suite au suivi de la gestion des déchets pharmaceutiques, appliquée par l'entreprise BOURRICHE et après leur traitement final, nous avons retenu les points suivants :

- Les principales sources des déchets pharmaceutiques et des autres produits traités par l'entreprise BOURRICHE, comme les DASRI et les produits alimentaires, sont la surproduction, les produits périmés et les déchets générés par les activités de soins.
- Les déchets pharmaceutiques traités par l'entreprise BOURRICHE, montrent une évolution temporelle moyenne de leurs quantités par rapport aux déchets de type DASRI qui sont en quantités annuelles très importantes et aux déchets des produits alimentaires, qui arrivent à l'entreprise en quantités faible,
- Les données temporelles collectées couvrent la période 2021-2023 et montrent que la quantité spécifique de produits pharmaceutiques incinérés varie entre 42499 kg/an et 76536 kg/an. Les quantités de DASRI incinérés ont dépassé celles des produits pharmaceutiques, passant de 21683 kg/an à 309416 kg/an.
- Au cours de la même période, la quantité de déchets alimentaires incinérés par la même entreprise a varié de 4135 kg/an à 11358 kg/an.
- Une augmentation significative du nombre des trois types de déchets traités par l'entreprise BOURRICHE au cours de la période 2021-2023, est due à l'augmentation continue du nombre d'entreprises conventionnées avec BOURRICHE.
- Concernant les déchets pharmaceutiques, la période d'août à octobre 2021 présente le volume de traitement le plus faible (276,52 kg - 307 kg - 201,93 kg).
- Le mâchefer est le produit final de l'incinération, il est exporté pour réduire l'impact environnemental des déchets incinérés à l'échelle nationale et pour être employé dans d'autres domaines d'activité, comme matériel de construction par exemple.
- L'incinération est la méthode la plus appropriée pour traiter les déchets pharmaceutiques. L'entreprise BOURRICHE utilise des incinérateurs modernes pour assurer une destruction complète et sécurisée des déchets.
- Malgré ce qui vient d'être cité, l'incinération provoque des impacts sur la santé et l'environnement suite à la pollution de l'air par des gaz toxiques comme :
  - Les COV, l'O<sub>3</sub>, les fines particules, le NO<sub>2</sub> et les POP, qui causent le smog photochimique, des atteintes pulmonaires graves, des effets négatifs sur la croissance, la production et la

résistance aux pesticides par les plantes, des cancers, le diabète, les maladies de la peau, les troubles de la reproduction et du développement fœtal, les problèmes hépatiques et métaboliques, ainsi qu'une perte de poids importante, chez les poissons, peuvent se manifester des dommages sur le système hormonal, la reproduction, la réponse immunitaire, la production de spermatozoïdes, la masculinisation ou la féminisation et des changements comportementaux.

- Outre la pollution des sols et de l'eau, une gestion inadéquate des déchets pharmaceutiques peut entraîner de graves conséquences, telles que les cancer et les maladies infectieuses.

Comme recommandations et conseils, pour la progression de l'entreprise BOURRICHE et l'amélioration de la qualité de notre environnement, nous proposons :

- L'intensification des programmes de formation et de sensibilisation à la gestion des déchets ;
- Le traitement des déchets, par l'emploi de technologies plus avancées et plus écologiques ;
- Le maintien du respect des normes environnementales, peut être assuré par des audits réguliers ;
- La recherche et l'innovation dans la récupération et le recyclage des déchets pharmaceutiques sont à encourager.



***Références  
bibliographiques***

### Références bibliographiques

- Achour A, Bellifa N, Benhaddou AI, Mekki H, Gestion des déchets biomédicaux au niveau des secteurs sanitaires de Sidi bel abbés. Fédération algérienne de pharmacie vol 01 (11-2019).
- Adnane A, Nasri N (2018) Gestion et traitement des déchets pharmaceutiques (forme liquide). Thèse de Master, Université larbi ben m'hidi, Oum el Bouaghi, Algérie.
- Ajzoul T (2011) Déchets médicaux et pharmaceutiques au Maroc, al khalif al arabi, Maroc.
- Ajzoul T (2011) Déchets médicaux et pharmaceutiques au Maroc, al khalif al arabi, Maroc.
- Allaoua N (2020) Gestion et traitement des déchets hospitaliers et pharmaceutiques issus des établissements de santé cas EPH « Mohammed Boudiaf » d'Oum el bouaghi. Thèse de Master, Université larbi ben m'hidi, Oum el bouaghi, Algérie.
- Alloui M, Guouasmia M (2021) Évaluation de la gestion des déchets médicaux dans les hôpitaux publics. Thèse Master, Université larbi tebessi-Tebessa, Algérie.
- Ameziane NE, Benaabidate L, Lakhlifi T (2012) Evaluation de l'impact de l'ex-incinérateur des déchets de l'hôpital Mohamed V sur l'environnement. Lascience en liberté 4(121007) : 01-09.
- Banini C, Saalaoui W (2021) Gestion et traitement des déchets médicaux et leur impact sur l'environnement : cas du centre hospitalier Mohammed VI de marrakech-Maroc. Thèse Master, Université Cadi Ayad, Maroc.
- Banini C, Saalaoui W (2021) Gestion et traitement des déchets médicaux et leur impact sur l'environnement : cas du centre hospitalier Mohammed VI de Marrakech-Maroc. Thèse Master, Université Cadi Ayad, Maroc.
- Benkhaled MA, Bellil ML (2021) La gestion des déchets hospitaliers. Thèse Master, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie.
- Biadillah M C(2004) Guide de gestion des déchets des établissements de soins, ed centre régional des activités d'hygiène du milieu (CEHA) et l'organisation mondiale de la santé. Maroc.
- Bibliothèque nationale du Québec (2005) Les composés organiques volatils (COV) dans l'air ambiant au Québec bilan 1989-1999.
- Bicchi E, Caviglia C, Destefanis E, Bermond A, Vinet M, Bizeul F, Charruau J (2019) Valorisation des machefers issus de l'incinération des déchets ménagers.

- Caractérisation et application des nouveaux traitements d'inertage sans risques pour l'environnement, <https://www.construction21.org/>.
- Boulianger C (2008), Etude de la dispersion du dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> dans la commune de Lamentin de Septembre à Novembre 2008, association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, 12/08/NO<sub>2</sub>lamentin.
  - Boumaza M, Dali R (2020) Analyse des déchets industriels et évaluation des dangers potentiels sur les personnes et l'environnement. Thèse Master, Université badji mokhtar-Annaba, Algérie.
  - Bourogaa S, Ouareth A (2016) Situation sur la gestion des déchets solides hospitaliers de la ville d'ouargla. Thèse de Master, Université ksdi merbah, Ouargla, Algérie.
  - Bourogaa S, Ouareth A (2016) Situation sur la gestion des déchets solides hospitaliers de la ville d'ouargla. Thèse de Master, Université ksdi merbah, Ouargla, Algérie.
  - Bourogaa S, Ouareth A (2016) Situation sur la gestion des déchets solides hospitaliers de la ville d'ouargla. Thèse de Master, Université ksdi merbah, Ouargla, Algérie.
  - CICR Comité international de la croix-rouge (2011) manuel de gestion des déchets médicaux, Genève, Suisse, page 8.
  - CICR Comité international de la croix-rouge (2011) manuel de gestion des Déchets Médicaux, Genève, Suisse, page 17.
  - CICR Comité international de la croix-rouge (2011) manuel de gestion des déchets médicaux, Genève, Suisse, page 21.
  - Diop RK (2016) Impacts négatifs des polluants organiques persistants.
  - Echikr CE, Krouk A (2021) Gestion des déchets pharmaceutiques et procédés de traitement. Thèse Master, Université saad dahlab- Blida, Algérie.
  - Entreprise bourriche d'enlèvement et traitement des déchets (2023), 15 pages.
  - Giroud N (2011) Optimisation de la formation d'espèces minérales soufrées en chambre de combustion lors de l'incinération de déchets dangereux : cas du Mancozeb et d'un charbon actif soufré. Thèse doctorale, Ecole doctorale pluridisciplinaire Jean-Henri Lambert, ED 494 Mulhouse, France.
  - Gobert J (2021) L'impact environnemental des déchets d'activités de soins à risques infectieux : comment le diminuer. Thèse de Master, Université de Montpellier, Montpellier, France.
  - INTOSAI (2004) Revue internationale de la vérification des comptes publics, No 4, Vol 31.

## Références bibliographiques

---

- Li W, Huang Q, Lu S, Wu H, Li X, Yan J (2015) Life cycle assessment of the environmental impacts of typical industrial hazardous waste incineration in eastern China. *Aerosol and air quality research* 15: 242-251.
- Maillot G (2011) Etat des lieux et impact de la contamination des milieux hydriques par les rejets hospitaliers de médicaments anticancéreux. Thèse doctoral, UFR de médecine et de pharmacie de Rouen, France.
- OCDE (2022) Organisation de coopération et de développement économique, Gestion des déchets pharmaceutiques des ménages limiter l'impact environnemental des médicaments non utilisés ou périmés, <https://issuu.com/oecd.publishing/docs/essentiel-gestion-des-dchets-pharmaceutiques-des->.
- OMS (2018) Organisation mondiale de la santé, déchets liés aux soins de santé. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.
- Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (2018) Loi n°01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. <https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC043228/> (2024).
- République Algérienne (2003) Loi n°01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (JORA)*, n°78.
- République Algérienne (2018) Loi n° 85-05 du 16 février 1985, relative à la protection et à la promotion de la santé. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (JORA)*, n°46-16 :11-39.
- Sedrati N, Sebti I (2017) Etat des lieux de la gestion des déchets hospitaliers au niveau de l'hôpital d'EL KHROUB de la wilaya de Constantine. Thèse Master, Université des frères Mentouri, Constantine, Algérie.
- UNEP Programme des nations unies pour l'environnement (2020) Convention de Bamako : il est temps pour l'Afrique de passer des décisions à l'action en matière de déchets dangereux. <https://www.unep.org/fr/actualites-et-recits/communiquede-presse/convention-de-bamako-il-est-temps-pour-lafrique-de-passer> (2024).
- Zuercher B (2022) Impact des médicaments sur l'environnement. *rev med suisse* 18 : 1471-3.

### Sites web

- <https://www.insa-lyon.fr/es/noticias/le-machefer-un-materiau-prometteur>.
- <https://www.alaraby.com/news>.