

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

Intitulé :

**Les déchets médicaux et leur impact dans la région de
Skikda**

Présenté Par : **Chalabi Chaima**
Boutobza Ferdaous

Djeghader Loubna
Boughelita Asma

Membre de Jury:

Mr. Boudeffa K	(MCA)	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me} . Fekrache F	(MCA)	Examineur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me} . Oudjane F	(MCA)	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. Aouzal B	(Doctorants)	Co promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné l'envie, le Courage et la force pour réintégrer les études et mener à terme ce travail.

Tout d'abord, nous tenons également à remercier **Boudeffa k** d'avoir accepté de présider le jury

On adresse aussi nos sincères remerciements à **Madame Fekrache F** qui nous a fait l'honneur d'accepter la tâche d'examinatrice de ce manuscrit ainsi que pour sa patience, sa gentillesse et ses conseils.

Nous tenons à remercier très sincèrement notre promoteur **Madame Oudjan F**, d'avoir proposé ce sujet de mémoire et de nous avoir fait confiance pour tenter de le mener à bien.

Nous tenons aussi à remercier très sincèrement notre Co-promoteur **Mr Aouzal B**, Nous sommes surtout reconnaissants pour sa disponibilité et ses conseils ainsi que pour la chance de faire nos premiers pas dans le monde de la recherche sous sa directive.

Nous témoignons notre grande gratitude et nos remerciements à tous nos enseignants du SNV de l'université 20 août Skikda 1955 qui ont contribué à notre formation.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à **Mrs Mezdour abdelghani**, superviseur de la formation à l'EPH de Collo, **et Mrs Sranda**, superviseur de la formation à l'EPH de Tamalous, pour leur disponibilité totale et leur précieux soutien dans l'orientation de notre travail, ce qui a permis d'obtenir des résultats satisfaisants.

Au moment de présenter ce travail, nous tenons à assurer notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à l'élaboration de ce travail.

Merci à tous



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ceux qui m'ont soutenu m'ont encouragé tout au long de mes études et pour leur sacrifice. A ceux qui ont toujours voulu que je sois la meilleure à mon père et ma mère.

A mes frères et mes sœurs chacun à son nom à Zahiya et Meriem

Tous mes amies et à Amira spécialement pour leur soutien au long de cette année

Mes chers collègues qui ont contribué avec moi à la réussite de ce travail.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ce projet ; tout le monde avait de bonnes intentions de m'aider

Chaima



Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu, le tout puissant, qui m'a aidée et permis de suivre ce parcours universitaire qui m'a ouvert les portes sur mon avenir. Pour m'avoir donné la force, le courage, la volonté et la patience durant mes 18 ans d'études.

Je tiens à dédier cet humble et modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté : A mes chers parents dont nulle dédicace, ne peut exprimer mes sentiments les plus distingués, merci pour votre soutien, votre patience et votre amour.

A la prunelle et la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma Mère Sacia pour son affection, sa patience, sa compréhension et son soutien dans les moments les plus difficiles.

Merci à toi papa Abdelhamid tuas toujours été là, merci pour avoir été, Merci pour m'avoir tenu la main et de m'avoir toujours guidée et orientée.

Mes chères sœurs : Hanine et Hiba

Cher frère : Houssam

Toute ma famille Bouchaala ; Tous mes amis sans exception et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis MERCI

Mes chers collègues Ferdaous ,chaima , Loubna qui ont contribué avec moi à la réussite de ce travail.

Merci mille fois, mon oncle Mahmoud Boutobza de nous accompagner et de partager ce travail

Je dédie ce travail à la chère âme de ma grand-mère, Que Dieu ait pitié d'elle

Merci d'avoir été là à mes côtés, merci d'avoir partagé avec moi mes peines et mon bonheur. La source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Votre prière et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études merci beaucoup.

Asma



Dédicace

Grâce à Dieu tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la force pour réaliser ce mémoire

Je dédie ce modeste travail :

***À mon cher père,** je suis extrêmement reconnaissant pour ton amour et ton soutien inconditionnels. Je te suis reconnaissant pour le temps et les efforts que tu as consacrés pour moi, ainsi que pour les sacrifices que tu as faits pour mon bien-être et mon bonheur. Tu as toujours été là pour moi à chaque étape de ma vie, que ce soit dans mes succès ou mes échecs. Ta confiance en moi et ta foi constante en mes capacités m'ont poussé à réaliser mes rêves et à aspirer au succès. Je ne pourrai jamais te remercier assez pour tout ce que tu as fait et ton dévouement dans mon éducation et mon épanouissement.*

***À Ma chère mère,** Toi qui as été le pilier central de ma vie, depuis le moment où j'ai ouvert les yeux sur le monde jusqu'à ce jour, toujours présente pour offrir tendresse, soutien et attention. Tes précieux conseils, ton aide et ta présence dans ma vie, quel que soit ce modeste acte, reçoivent à travers cette lettre l'expression de mes sentiments et ma gratitude éternelle.*

***À mon cher frère,** Je suis reconnaissante de sa présence à mes côtés tout au long de mes études. Il a été un pilier solide et un soutien constant grâce à sa présence, son soutien financier et moral, ainsi que ses encouragements puissants. J'ai pu surmonter les défis et atteindre mes objectifs grâce à lui. Je lui suis extrêmement reconnaissant.*

***À ma chère amie Anfel,** je ne peux pas décrire l'étendue de ma gratitude qui remplit mon cœur pour ton soutien constant. Je te remercie du fond du cœur pour être restée solidement à mes côtés dans les moments difficiles et pour ton encouragement incessant. Je suis reconnaissante que tu fasses partie de ma vie. Je te souhaite un avenir radieux rempli de bonheur et de réussites.*

*À mes chères amies : **Mouna, Amani, Rania, Fatima El Zahra, Lina, Hadil et Hadjar** Merci pour votre amour et votre soutien pour moi.*

*À chère trinôme **Asma, Chaima et Loubna** : merci pour vous, pour votre amitié, ce sont des bons souvenirs je vous souhaite une bonne réussite dans la vie.*

Ferdaous



Dédicace

À mes très chers parents ; Salah et Fatiha, qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis. Merci beaucoup mes parents.

Je dédie ce modeste travail à tous ceux que j'ai trouvés durant cette période à mes côtés pour m'encourager

A toute ma famille, mes chers frères et mes sœurs. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin pour que ce projet soit possible.

A tous mes amis(es) et proches, ils s'en reconnaîtront sans que je les cite.

Loubna

Sommaire

Résumé

Absract

الملخص

Liste des abréviations

Liste de de Figure

Liste des Tableaux

Introduction générale 1

Chapitre 01 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.

I - Généralités sur les déchets 3

1- Définition 3

2- Les types..... 3

2.1- Déchets assimilées aux déchets managers (DMA) 4

2.2- Les déchets inertes (DI)..... 4

2.3- Déchets spécieux (DS) 4

2.4- Déchets spécieux dangereux (DSD) 4

II- Les déchets médicaux 4

1- Définition des déchets médicaux 4

2- Les types des déchets médicaux 5

2.1- Les déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI)..... 5

2.2- Les déchets de soins à risques chimiques et/ou toxiques (DRCT) 5

2.3- Les déchets anatomiques d'origine humaine 5

2.4- Déchets radioactifs 6

3- Les impacts de déchets médicaux..... 6

3.1- Sur l'homme 6

3.2- Sur la santé 6

3.2- Sur l'environnement 7

III- Cadre règlementation de la gestion des déchets médicaux 7

1- Règlementation internationale..... 7

2- Règlementation nationale..... 8

IV- Les gestion des déchets médicaux 8

1- Le Tri 9

2- Conditionnements 9

3- La collecte primaire	10
4- Le stockage sur site.....	10
5- Collecte secondaire des déchets	11
6- Transport	11
7- Traitement et élimination	11
7.1- L'incinération	11
7.2- Le prétraitement par désinfection (banalisation)	11
7.3- L'enfouissement.....	12
IV- Les métaux.....	13
1-Définition	13
2-Les types de métaux.....	13
2.1- L'arsenic (As)	13
2.2- Le Cadmium (Cd)	13
2.3- Le Chrome (Cr).....	13
2.4- Le Cuivre (Cu).....	13
2.5- Le Plomb (Pb).....	14
2.6- Le Zinc (Zn)	14
2.7- Le Cobalt (CO)	14
2.8- Le Baryum (BA).....	14
2.9- Le Fer (Fe).....	14
3- Les effets de métaux	14
3.1- Sur santé	14
3.2- Sur l'environnement.....	15

Chapitre 02 : MATERIEL ET METHODE

I- Présentation de la zone d'étude	17
1.1-Station géographique de la wilaya de Skikda.....	17
1.2-Secteur sanitaire au niveau de Skikda.....	17
1.2.1-Les structures de santé du secteur public	18
1.2.2-Secteur sanitaire privé	18
II- Le choix des sites d'études.....	18
1-Établissement public hospitalier les frères Saad Guermech.....	18
2-Établissement hospitalier Abd Errezak Bouhara.....	18
3-Sarl clinique Abu Al Qassim.....	18
4-Établissement public hospitalier de El Harrouche.....	18
5-Établissement public hospitalier de Tamalous	19
6-Établissement public hospitalier de Collo.....	19

7- Établissement public hospitalier de Azzaba.....	19
8- Entreprise Bourriche Ahmed.....	19
III- Les stations de prélèvement	21
1- Échantillonnage	21
2- Le protocole de prélèvement	21
IV- Protocole d'analyses métaux lourd	22
1- Analyse par fluorescence X.....	22
1.1- Les rayons X	22
2- Principe de la fluorescence X	22
3- Calibration.....	23
IV- Mode opératoire de l'analyse des métaux lourd par fluorescence X.....	23
1- Préparation	23
2- Traitement statistique des résultats.....	23
3- L'analyse de la variance.....	23
4- Test de student.....	24
Chapitre 03 : Résultat et discussion	
I-Observation et résultat de l'enquête.....	25
II- Resultat d'analyse statistique	26
III- Analyse statistique des métaux lourds.....	34
1-Comparaison des analyses avec normes internationale et nationale	36
2-Comparaison des analyses avec norme nationale	43
3- Analyse sans normes	46
IV- Discussion
Conclusion	50

Référence bibliographique

Résumé

Résumé :

Notre étude vise à identifier et quantifier les différents déchets hospitaliers produits dans la wilaya de Skikda, ainsi qu'à suivre leur système de gestion. Cette étude a été réalisée dans 7 établissements. Nos observations illustrent que les déchets produits suivent un processus comprenant le tri, le conditionnement, la collecte, le stockage, le transport, l'élimination et le traitement.

L'enquête révèle également qu'à Skikda, il existe trois méthodes d'élimination : l'enfouissement pour les déchets anatomiques, la banalisation et l'incinération. Un questionnaire a été établi pour évaluer la sensibilisation des responsables de l'élimination des déchets. La majorité d'entre eux ont montré une connaissance limitée sur le sujet. De plus, nous avons renforcé notre étude en mesurant la quantité de métaux lourds présente dans les déchets médicaux dans 3 stations différentes à l'aide de l'analyse du FRX.

Nous avons constaté une absence de coordination entre les établissements et la direction de l'environnement. Enfin, nous avons analysé les résidus de l'incinération afin d'obtenir une idée de la performance de ce processus. Malheureusement, nous avons également constaté une importante pollution de l'environnement due à la présence de quantités significatives de métaux lourds, nocifs pour l'environnement et pour la santé humaine.

Mots clé : Incinérateur, Déchets hospitalier, Métaux lourds, Pollution, Hôpital

ABSTRACT

Our study aims to identify and quantify different hospital waste generated in the Skikda province and track their management system. This study was conducted in 7 establishments. Our observations highlight that the produced waste follows a process involving sorting, packaging, collection, storage, transportation, disposal, and treatment.

The investigation also reveals three disposal methods in Skikda: burial for anatomical waste, normalization, and incineration. A questionnaire was administered to assess the awareness of waste disposal managers, with the majority demonstrating limited knowledge on the subject. Additionally, we reinforced our study by measuring the presence of heavy metals in medical waste at 3 different stations using XRF analysis.

We observed a lack of coordination between establishments and the environmental department. Finally, we analysed incineration residues to assess its performance, unfortunately revealing significant environmental pollution due to the presence of harmful heavy metals detrimental to both the environment and human health.

Keywords: Incinerator, Hospital waste, Heavy metals, Pollution, Hospital.

ملخص:

تهدف دراستنا إلى تحديد وقياس نفايات المستشفيات المختلفة المنتجة في ولاية سكيكدة، وكذلك مراقبة نظام إدارتها. أجريت هذه الدراسة في 7 مؤسسات. توضح ملاحظتنا أن النفايات المنتجة تتبع عملية تشمل الفرز والتعبئة والجمع والتخزين والنقل والتخلص والمعالجة.

يكشف التحقيق أيضا أنه في سكيكدة، هناك ثلاث طرق للتخلص: دفن النفايات التشريحية، والتقليل من الأهمية والحرق. تم وضع استبيان لتقييم وعي المسؤولين عن التخلص من النفايات. أظهر معظمهم معرفة محدودة حول هذا الموضوع. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتعزيز دراستنا من خلال قياس كمية المعادن الثقيلة الموجودة في النفايات الطبية في 3 محطات مختلفة باستخدام تحليل فركس. لاحظنا عدم وجود تنسيق بين المؤسسات وإدارة البيئة. أخيرا، قمنا بتحليل بقايا الحرق من أجل الحصول على فكرة عن أداء هذه العملية. لسوء الحظ، لاحظنا أيضا تلوثا كبيرا للبيئة بسبب وجود كميات كبيرة من المعادن الثقيلة الضارة بالبيئة وصحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية: نفايات، مستشفى، معادن ثقيلة، تلوث.

Liste des abréviations

As : Arsenic

DND : Déchets non Dangereux

DD : Déchets Dangereux

DI : Déchets Inertes

DMA : Déchets ménagers et Assimilés

DS : Déchets Spéciaux

DSD : Déchets Spéciaux Dangereux

DI : Déchets Inertes

CICR : Comité International de la Croix _Rouge

GAVI: Global Alliance for Vaccines and Immunization

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

DAS : Déchet Activité de Soins

DASRI : Déchets d'activité de Soins à risque infectieux

DRCT : Déchets de Soins à risques Chimiques et/ou Toxiques

OPCT : objets piquants ou coupants tranchants

IRA : Insuffisance rénale aigue

SIDA : Syndrome d'immunodéficience acquise

CIRC : Centre International de Recherche sur le cancer

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

Fe: Fer

Cd: Cadmium

Pb: Plomb

Zn: Zinc

Cu: Cuivre

Cr: Chrome

Co: Cobalt

BA: Barym

EPH : établissement public Hospitalière

EH : établissement Hospitalier

Liste de figure

Figure 01 : Les différents Catégories des déchets	3
Figure 02 : les différents famille des déchets.....	3
Figure 03 : Les différents Déchets dangereux des Activités de soins	5
Figure 04 : l'impact des Déchets sur l'homme	6
Figure 05 : Réglementation internationale	8
Figure 06 : Tri des déchets.....	9
Figure 07 : principe d'enfouissement.....	12
Figure 08 : principe de bioaccumulation	12
Figure 09 : plan de gestion des déchets d'activité de soins	16
Figure 10 : carte géographique de la wilaya de Skikda	17
Figure 11 : les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda.....	20
Figure 12 : appareil d'autoclave.....	21
Figure 13 : spectromètre à fluorescence X Axios PW4400 de Axios	22
Figure 14 : photo représentant les déchets de soin dans un Hôpital municipale	26
Figure 15 : Représentation des pourcentage des déchets produit par chaque hôpital de la wilayade Skikda Algérie pendant la période de 2018-2022	28
Figure 16 : Histogramme représentant la comparaison entre la quantité de déchets produit depuis l'année 2019-2022 par les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda Algérie.	28
Figure 17 : Histogramme représentant la comparaison entre les donné fourni par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produit dans l'année2020.	29
Figure 18 : Histogramme représentant la comparaison entre les donné fourni par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produit dans l'année 2021.	30
Figure 19 : Histogramme représentant la comparaison entre les donné fourni par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produit dans l'année 2022.....	31
Figure 20 : Histogramme représentant la comparaison entre les moyennes des déchets fournir par les hôpitaux et la direction de l'environnement de la wilaya de Skikda pendant la période de 2020 à 2022.	32
Figure 21 : Comparaison entre la quantité de déchets entre les donné fourni par les hôpitaux et la direction de l'environnement pendant les 3 dernier année (2020 à 2022) en utilisant le Test de t de Student.	33

Figure 22 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des métaux lourds à l'hôpital COLLO par analyse a fluorescence X.....	34
Figure 23 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des métaux lourds à l'hôpital ABU-AL-QASSIM par analyse a fluorescence X.	35
Figure 24 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des métaux lourds à l'hôpital SAAD GUERMECH.par analyse a fluorescence X.....	36
Figure 25 : Comparaison des teneurs de cadmium (Cd) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes	37
Figure 26 : Comparaison des teneurs de fer (Fe) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes.	38
Figure 27 : Comparaison des teneurs de Stannum (Sn) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes	38
Figure 28 : Comparaison des teneurs de Plomb (Pb) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes	39
Figure 29 : Comparaison des teneurs de zinc (Zn) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme Nationale algériennes	39
Figure 30 : Comparaison des teneurs de cuivre (Cu) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes	40
Figure 31 : Comparaison des teneurs de Brome (Br) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes	40
Figure 32 : Comparaison des teneurs de cobalt (Co) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes.....	41
Figure 33 : Comparaison des teneurs de Chrome en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes.....	41
Figure 34 : Comparaison des teneurs de silicium (Si) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes.....	42
Figure 35 : Comparaison des teneurs d'Arsenic (As) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes.....	42
Figure 36 : Comparaison des teneurs de cadmium (cd) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes	43
Figure 37 : Comparaison des teneurs de plomb (Pb) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes.....	44
Figure 38 : Comparaison des teneurs de zinc (Zn) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes.....	44
Figure 39 : Comparaison des teneurs de cuivre (Cu) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes.....	43

Figure 40 : Comparaison des teneurs de chrome (Cr) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes	45
Figure 41 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des cations présents dans les 3 Hopitaux	46

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Etiquetage des conteneurs de déchets de soins médicaux.....	10
Tableau 02 : Type de traitement des déchets médicaux de la wilaya de Skikda	25
Tableau 03 : Analyse statistique descriptive des déchets de la wilaya de Skikda pendant la période de 2018 à 2022	27
Tableau 04 : Analyse de la variance des déchets de la wilaya de Skikda pendant la période de 2018 à 2022.....	27
Tableau 05 : Comparaison entre les donnés fournis par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2020	29
Tableau 06 : Comparaison entre les donnés fournis par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits chaque dans l'année 2021 par les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda Algérie	30
Tableau 07 : Comparaison entre les donnés fournis par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2022.....	31
Tableau 08 : Comparaison entre les moyennes des déchets fournis par les hôpitaux et la direction de l'environnement pendant de la wilaya de Skikda pendant la période de 2020 à 2022.....	32
Tableau 09 : Statistique descriptive des déchets de la wilaya de Skikda pendant la période de 2020 à 2022.	33
Tableau 10 : Comparaison entre la quantité de déchets entre les donnés fournis par les hôpitaux et la direction de l'environnement pendant les 3 dernières années (2020 à 2022) en utilisant le Test de t de Student.	33
Tableau 11 : Résultats analyse représentants les teneurs moyennes (mg/kg) des métaux lourds issues de l'hôpital Collo par analyse à fluorescence X	34
Tableau 12 : Résultats analyse représentants les teneurs moyennes (mg/kg) des métaux lourds issues de l'hôpital ABU AL QUASSIM par analyse à fluorescence X	35
Tableau 13 : Résultats analyse représentants les teneurs moyennes (mg/kg) des métaux lourds issues de l'hôpital Saad Guermech par analyse à fluorescence X	35
Tableau 14 : norme internationale européenne AFNOR	36
Tableau 15 : norme nationale algérienne	37

Introduction générale

Introduction générale

Les déchets sont un grave problème environnemental qui affecte l'environnement. Les activités humaines génèrent de grandes quantités de déchets, des restes de nourriture et d'emballage aux produits chimiques toxiques et aux déchets nucléaires. L'urbanisation rapide et la croissance démographique continuent de générer une quantité croissante de déchets solides dans le monde. En 2020, on estime que 2,24 milliards de tonnes de déchets solides ont été générés dans le monde. Cela équivaut à 0,79 kg par personne et par jour. (OMS/UNICEF 2022).

De plus, la pandémie de COVID-19 est devenue l'un des plus grands défis mondiaux depuis la grippe espagnole, le choléra et la fièvre jaune. L'épidémie est désormais considérée comme une maladie symptomatique, où "maladie, facteurs biologiques et environnementaux s'entremêlent et leurs effets synergiques exacerbent l'impact de ces maladies sur la population" pour les vulnérabilités à long terme. Un problème majeur de ce siècle comprend l'existence de grandes quantités de déchets biomédicaux et les défis de gestion qui en résultent (Gravlee, 2020).

Les déchets biomédicaux peuvent présenter des risques pour la santé publique et l'environnement s'ils ne sont pas manipulés correctement. Ces déchets peuvent inclure des micro-organismes pathogènes tels que des virus, des bactéries et des parasites, ainsi que des produits chimiques toxiques tels que des médicaments, des détergents et des produits radio pharmaceutiques.

D'ici 2021, un tiers des établissements de santé dans le monde ne disposeront pas de systèmes de base de gestion des déchets, et ce sera encore pire dans les pays à faible revenu. Les systèmes de gestion durable des déchets visent généralement à réduire la consommation de ressources naturelles en réutilisant, recyclant ou valorisant les matériaux aussi souvent que possible avant la fin de leur vie utile. Nous nous assurons également que la quantité de déchets générés est minimisée et qu'ils sont éliminés de la manière qui a le moins d'impact négatif sur l'environnement (Das et al., 2021).

Les déchets médicaux mal gérés peuvent entraîner de la pollution, des émissions de carbone inutiles, un gaspillage de ressources et présenter des risques pour les patients, les travailleurs de la santé et le grand public et l'environnement. Enfin, ils peuvent contribuer directement à la propagation de certaines des maladies que le Fonds mondial cherche à éradiquer en tant que menaces pour la santé publique, exemple par contact avec des déchets médicaux contaminés.

Les déchets générés par les installations médicales présentent un risque potentiel pour l'environnement car ils peuvent contenir des métaux lourds provenant d'appareils médicaux tels que le plomb, le mercure, le cadmium et le nickel, ainsi que des produits chimiques en contenant. Si ces déchets ne sont pas manipulés correctement, leur rejet peut polluer l'environnement. Les méthodes d'élimination traditionnelles telles que l'incinération, l'enfouissement et l'élimination

Introduction générale

peuvent également libérer des métaux lourds dans l'environnement, ce qui peut avoir des effets néfastes à long terme sur les écosystèmes et leur différentes populations animales et humaines. (Jaber S et al., 2021)

L'objectif de notre étude vise à mesurer la quantité de déchets générés dans la Wilaya de Skikdaces dernières années et à confirmer la présence de métaux lourds et autres produits chimiques issus du traitement hospitalier comme l'incinération et les méthodes conventionnelles. Cette démarche vise à révéler la présence de métaux lourds afin de limiter leur exposition au contenues déchets hospitaliers. Dès lors, cette étude aidera à établir des contrôles pour la gestion responsable des déchets hospitaliers, en respectant les réglementations environnementales et sanitaires locales pour assurer la sécurité des travailleurs de la santé, des patients et de l'environnement.

Pour atteindre cet objectif, ce travail se compose de trois chapitres. Le chapitre 1 est une synthèse bibliographique qui résume les informations sur les déchets.

Le chapitre 2 décrit le matériel et les méthodes utilisées pour mettre en place les expériences et les techniques utilisées pour détecter les métaux lourds.

Le chapitre 3 est consacré à la description et à la discussion des principaux résultats obtenus.

Enfin, en conclus par présentant les principaux résultats obtenus et des perspectives susceptibles de déclencher d'autres travaux de recherche.

Chapitre I

Synthèse bibliographiques

I - Généralités sur les déchets

1-Définition

Selon la directive européenne du 11 novembre 2004, un déchet est toute substance ou objet qui est éliminé, destiné à être éliminé ou dont l'élimination est exigée par son propriétaire". En Algérie, selon l'article **3 de la loi n° 01-19 du 12 décembre 2001**, le procédé de production, la reconversion d'usage, et plus généralement les résidus provenant des substances ou produits et biens mobiliers dont le propriétaire ou le propriétaire est, sont obligé d'enlever ou d'enlever toutce qui est destiné à être enlevé ou éliminé.

2-Les types

Les déchets peuvent être classés en trois catégories :

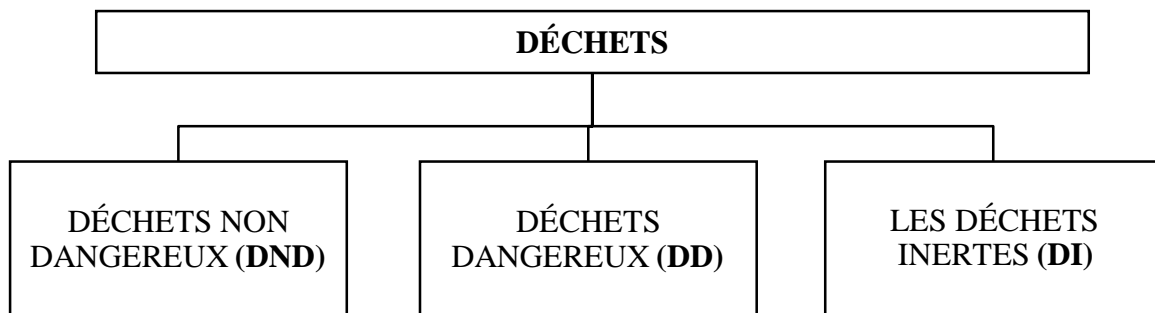


Figure 01 : Les différents Catégories des Déchets

En Algérie, selon l'article **05 de la loi n°01-19 du 12 décembre 2001**, les déchets sont divisés en quatre catégories.

Indication de la classe de déchets à laquelle appartient le déchet en question. Indiquant qu'il

Les déchets peuvent être classés en quatre catégories :

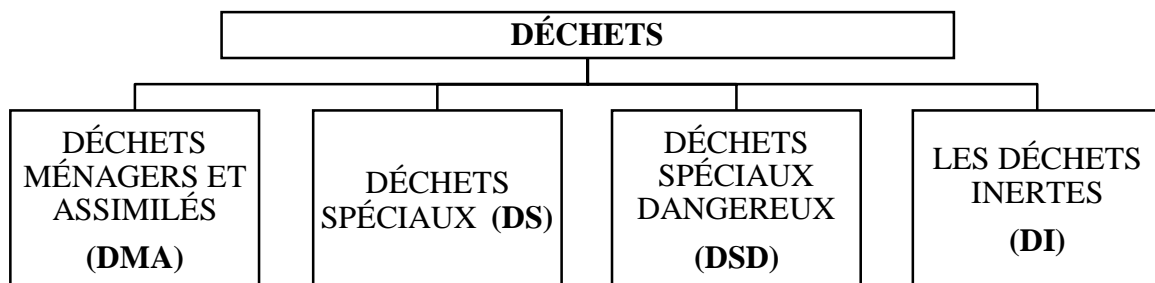


Figure 02 : Les différents famille des Déchets

2.1-Déchets assimilés aux déchets ménagers (DMA)

Il s'agit de déchets de secrétariat, de restauration et d'emballage d'instruments stériles et ne présentent aucun risque pour la santé ou l'environnement. Cela permet de l'éliminer avec les ordures ménagères sans risque pour la santé publique ou l'environnement. (Shen et al, 2004 ; Journal officiel, 2001)

2.2-Les déchets inertes (DI)

Déchets générés par des activités telles que l'exploitation minière, l'exploitation de carrières, la démolition, la construction et la rénovation, qui ne subissent pas de modifications physiques, chimiques ou biologiques lorsqu'ils sont éliminés dans une décharge. Ces déchets ne sont pas contaminés par des substances nocives ou des éléments pouvant nuire à la santé ou à l'environnement. (Shen et al, 2004 ; Journal officiel, 2001).

2.3-Déchets spéciaux (DS)

Tous les déchets générés par les activités industrielles, agricoles, de soins, de service et toutes autres activités. qui, du fait de leur nature et de la composition des substances qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes (Hendriks, 2000)

2.4-Déchets spéciaux dangereux (DSD)

Tous les déchets dangereux sont potentiellement dangereux pour la santé publique et/ou l'environnement en raison de la nature de leur composition ou des contaminants qu'ils contiennent. Les déchets issus des activités de soins sont classés en déchets dangereux et déchets spéciaux (Shen et al, 2004).

II -Les déchets médicaux (DAS)**1-Définition**

Il s'agit de l'ensemble des déchets générés par le fonctionnement des établissements de santé, tant au niveau des services hospitaliers et infirmiers, de la technologie médicale et des services administratifs et de leurs dépendances (Bouhtouri, 2013).

Les déchets sanitaires peuvent être classés selon le tableau suivant, qu'ils présentent ou non un risque pour la manipulation et l'environnement.

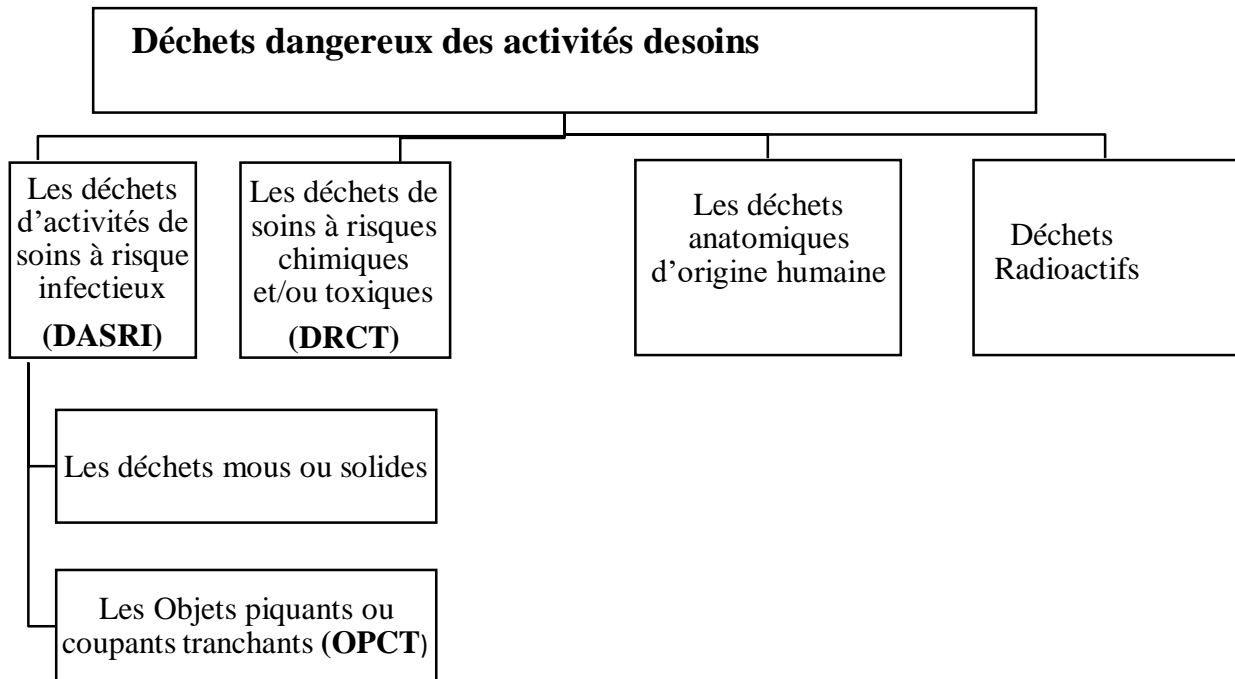


Figure 03 : Les différents Déchets dangereux des Activités de soins

2-Les types des déchets médicaux

2.1-Les déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI)

Contient ou peut contenir des micro-organismes viables ou leurs toxines qui peuvent affecter la santé humaine. Selon le degré de risque, on distingue :

Les Objets piquants ou coupants tranchants (OPCT) Classé comme déchet dangereux. (Indépendamment du contact avec des rasoirs, lames, aiguilles, pipettes, verrerie brisée, lames, lamelles, produits biologiques).

Les déchets mous ou solides, si vous avez été en contact avec un produit biologique :Coton absorbant, compresses, pansements (national waste agency, 2019).

2.2-Les déchets de soins à risques chimiques et/ou toxiques (DRCT)

Médicaments ouverts et/ou périmés ou endommagés, déchets contenant des métaux lourds, réactifs de laboratoires d'analyses médicales, produits cytotoxiques (anticancéreux) (national waste agency ,2019).

2.3-Les déchets anatomiques d'origine humaine

Il est défini comme "tous les déchets d'anatomie humaine et de biopsie provenant des salles d'opération et d'accouchement, des organes, des membres ou des fragments d'organes" (national waste agency, 2019).

2.4-Déchets radioactifs

Les déchets radioactifs sont tout ce qui est généré lors du traitement d'un patient dans un service de médecine nucléaire dont la radioactivité dépasse le bruit de fond naturel des rayonnements (flocons de radionucléides, gants, seringues, aiguilles, robinets à trois voies contaminés). (National waste agency, 2019).

3-L'impact des déchets médicaux

3.1- Sur l'homme

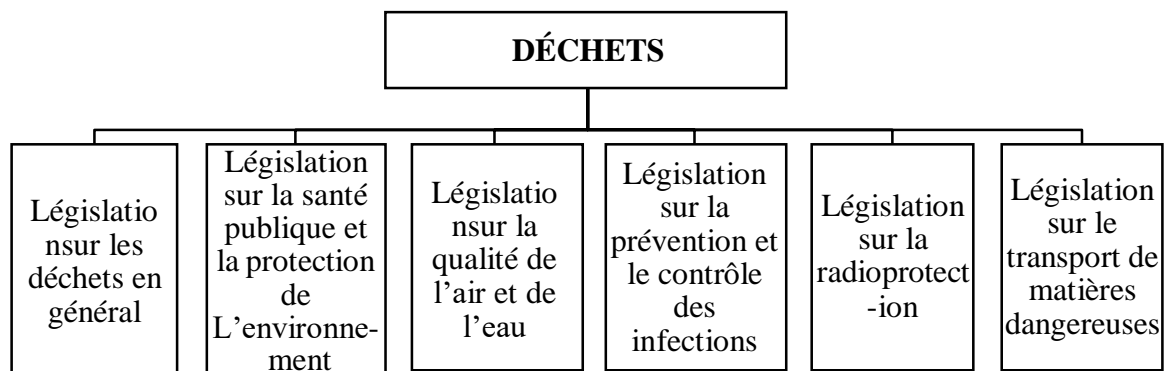


Figure 4 : l'impact des Déchets sur l'homme (CICR., 2011).

Les principaux risques associés à l'élimination des déchets médicaux comprennent les déchets chimiques, les déchets toxiques, les déchets radioactifs, les produits pharmaceutiques périmés, les médicaments cytotoxiques, les déchets médicaux contenant des organismes génétiquement modifiés et des agents pathogènes et les lacérations. (OFEV, 2021).

3.2- Sur la santé

En pratique, il correspond à une éventuelle atteinte de l'intégrité de la peau ou des muqueuses après coupure ou ponction (OPCT) par un objet piquant ou tranchant et, dans des cas exceptionnels, après des blessures (physiques) dues à des brûlures chimiques ou des engelures. (Agence nationale des déchets, 2019).

Les déchets médicaux contiennent des micro-organismes dangereux qui présentent un risque d'infection pour les patients hospitalisés, le personnel et le grand public. Il existe de nombreuses voies d'exposition.

Par traumatisme (coupures, piqûres), contact avec la peau ou les muqueuses, inhalation ou ingestion. (CICR, 2011)

Les produits chimiques utilisés dans les établissements de santé présentent divers risques en raison

de leurs propriétés, telles que la présence de métaux lourds (mercure, argent, chrome, nickel) (National Policy Office, 2019, Guide de gestion des déchets des activités de soins), (cobalt...) ou des molécules organiques (solvants, antibiotiques, désinfectants, détergents, pharmaceutiques...) (Ssenv, 2017).

L'utilisation d'éléments radioactifs comporte un degré de risque élevé et une élimination inadéquate des déchets médicaux peut entraîner des maladies.

IRA, hépatite C, hépatite B, SIDA, cancer, troubles psychiatriques, troubles neurologiques et psychiatriques, malformations congénitales (Ssenv, 2017).

3.3- Sur l'environnement

L'élimination inappropriée des déchets médicaux à plusieurs effets négatifs sur l'environnement physique.

-L'enfouissement des déchets peut contaminer l'eau potable et présenter un risque pour la santé des travailleurs qui y travaillent. (OMS, 2018).

-La qualité de l'air se dégrade en raison de la décomposition des déchets qui ne sont pas traités en temps opportun. (Sénateur, 2017)

-La combustion de substances riches en métaux (en particulier le plomb, le mercure et le cadmium) peut entraîner le rejet de ces métaux dans les écosystèmes. (CICR, 2011)

-Stérilité de la Terre (Ssenv, 2017)

-Les zones de collecte et de décharge continuent de causer des problèmes environnementaux en raison de leur chaotique modification du paysage (Ssenv, 2017)

III -Cadre réglementation de la gestion des déchets médicaux

1-Réglementation internationale

Plusieurs accords internationaux ont été signés établissant des principes de base pour la santé publique, la protection de l'environnement et l'élimination sûre des déchets dangereux. Ces principes et pratiques doivent être pris en compte lors de la planification de l'élimination des déchets médicaux dangereux (**voir annexe 1**) (CICR, 2011).

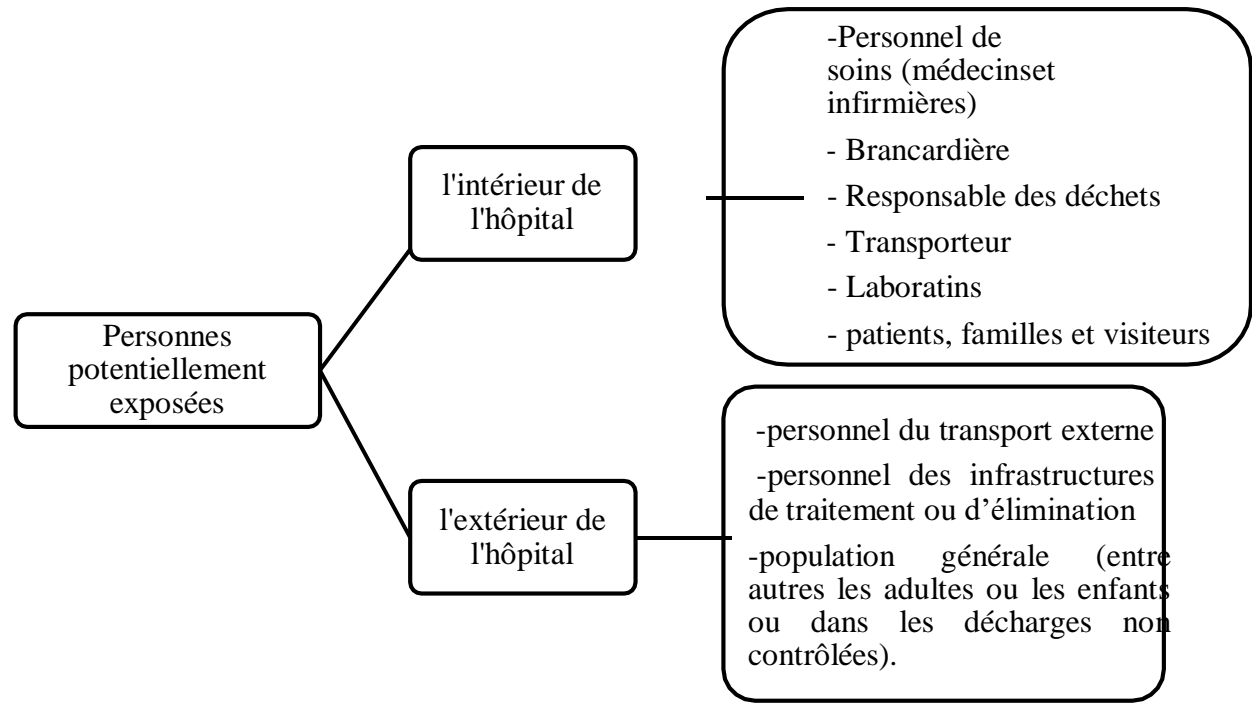


Figure 5 : Réglementation internationale (CICR, 2011).

2-Réglementation nationale

La législation algérienne a édicté de nombreuses lois et réglementations pour mieux gérer tous les types de déchets et protéger la santé humaine et l'environnement.

En Algérie, La gestion générale des déchets est régie par la loi **1-19 du 12 décembre 2001** Relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

La loi définit clairement les responsabilités, établit des principes de gestion écologiquement rationnelle et intégrée des déchets et autorise la délégation totale ou partielle de la gestion des déchets (**voir annexe 1**), (Bourogaa et Oureth, 2016).

IV -Les gestion des déchets médicaux

La gestion DAS consiste en une série d'étapes standardisées allant de la génération des déchets à l'élimination finale. Ils sont résumés comme suit.

- Tri des déchets.
- Conditionnement.
- Collecte primaire.
- Stockage sur site (stockage intermédiaire et central).
- Collecte secondaire des déchets (cycle de collecte).

- Installations de transport.
- Traitement et élimination (sur site ou hors site). (Agence nationale des déchets, 2019).

1-Tri

Un système qui sépare les déchets par type sur le lieu de production. La responsabilité de la classification incombe à l'infirmière traitante. Appliquer un code couleur selon le type de déchet comme suit :

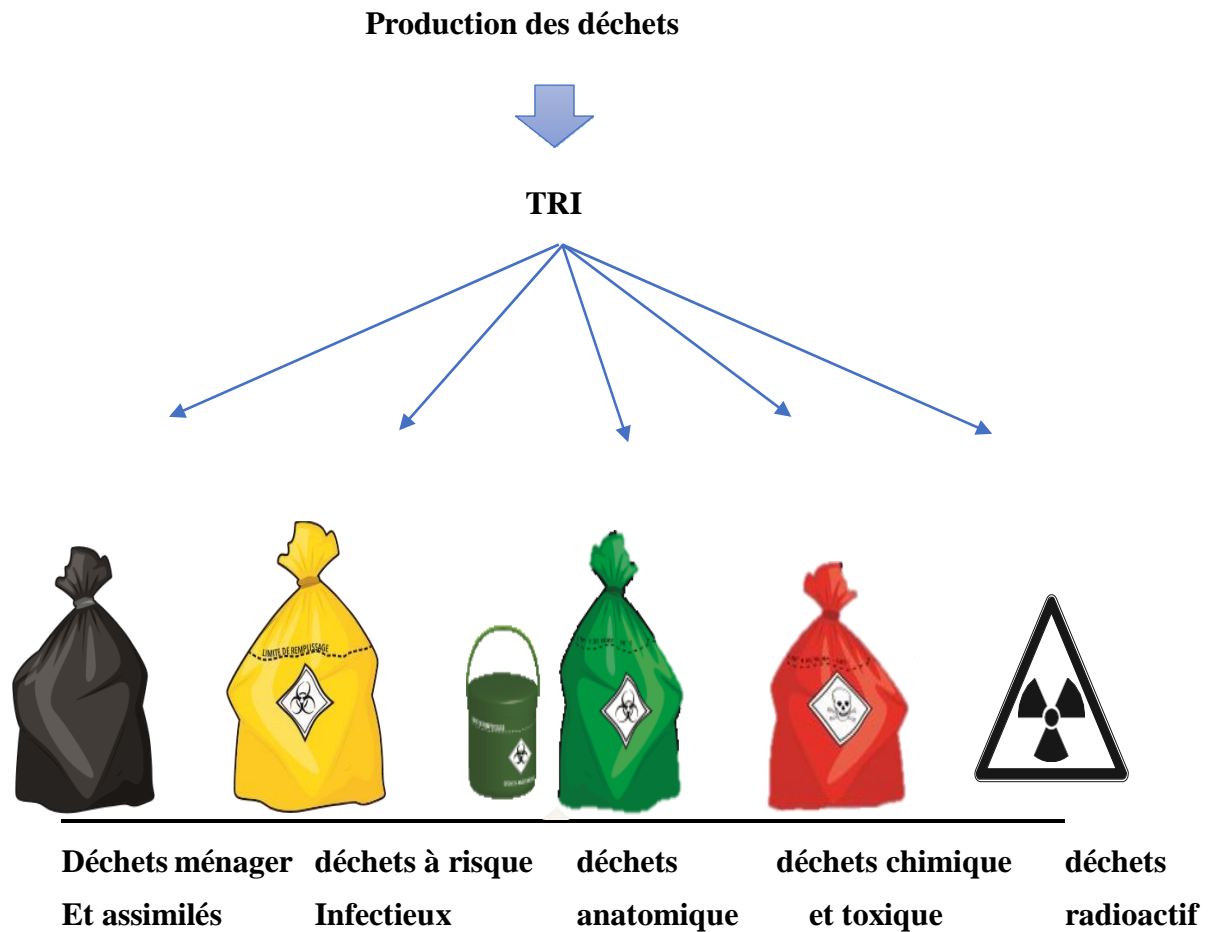








Figure 6 : Tri des déchets

1- Conditionnements

Pour assurer la sécurité des personnes exposées, le DAS est conditionné dans des contenants compatibles avec les propriétés physiques des déchets. (Agence nationale des déchets, 2019).

Tableau 01: Etiquetage des conteneurs de déchets de soins médicaux.

Catégorie	Etiquetage	Symbole International
Les déchets anatomiques humains	« Danger ! déchets anatomiques, à incinérer ou enterrer très profondément »	
Les déchets tranchants et piquants	« Danger ! Objets tranchants/piquants, ne pas ouvrir »	
Les déchets pharmaceutiques cytotoxique, sang et fluides corporels, déchets infectieux	« Danger ! Déchets infectieux dangereux »	
Les déchets hautement infectieux	« Danger ! Déchets hautement infectieux, à pré-traiter »	
Les déchets pharmaceutiques potentiellement infectieux, déchets pharmaceutiques dangereux, autres déchets dangereux	« Danger ! Ne doit être enlevé que par le personnel autorisé »	
Les déchets radioactifs	« Danger ! Déchets Radioactifs »	

3-La collecte primaire

Cela comprend le déplacement des déchets de leur point d'origine vers des lieux de stockage intermédiaires (Agence nationale des déchets, 2019).

4-Stockage sur site (stockage intermédiaire et stockage centralisé).

Les établissements médicaux doivent disposer d'une installation de stockage centrale pour le DAS avant l'évacuation pour traitement.

Dans la mesure du possible, les services et les services de soins doivent disposer de lieux de stockage temporaires. La capacité de stockage du DAS et la fréquence d'évacuation doivent être adaptées à la quantité de déchets produits. (Agence nationale des déchets, 2019).

5-Collecte secondaire des déchets (circuit de collecte)

Il s'agit du processus par lequel les déchets stockés dans un lieu de stockage intermédiaire sont évacués et transportés vers un lieu de stockage central. (Agence nationale des déchets, 2019).

6-Transport

Cela inclut le mouvement des déchets du stockage vers les sites de traitement, que ce soit sur site ou hors site. (Agence nationale des déchets, 2019).

7- Traitement et élimination

Le type de traitement et d'élimination dépend du type de DAS. Trois modes ont été identifiés (hors déchets radioactifs).

- L'incinération
- Prétraitement avec désinfection (banalisation)
- Enfouissement (Agence nationale des déchets, 2019).

7.1- L'incinération

Il s'agit du traitement thermique des déchets qui consiste à incinérer les déchets puis à traiter les gaz d'échappement. L'incinération réduit le poids des déchets de 80 %. La teneur en cendres ne doit pas dépasser 3 % du poids initial. Ce procédé produit trois catégories de résidus : Résidus d'épuration des scories, des cendres et des gaz de combustion nécessitant un post-traitement :

- Les mâchefers peuvent être recyclés pour être utilisés en bordure de route.
- Les résidus d'épuration des gaz d'échappement contiennent des métaux lourds et nécessitent un traitement particulier (déchets chimiques et toxiques).
- Les cendres qui ne sont pas contaminées par des métaux lourds sont envoyées à l'élimination finale des déchets.

La combustion de matériaux à haute teneur en métaux (plomb, mercure, fer cadmium, etc.) peut libérer des particules non biodégradables dans l'environnement.

Tout au long de la chaîne alimentaire. Certains sont concentrés dans les organismes vivants. Par conséquent, ils peuvent atteindre des niveaux très élevés dans certaines espèces, comme les poissons, destinés à la consommation humaine. Cette « bioaccumulation et bioamplification » explique leur très forte toxicité. Cependant, l'administration cutanée et l'inhalation présentent également des risques. (OMS, 2004).

7.2- Le prétraitement par désinfection (banalisation)

Il s'agit de tout procéder de désinfection associée à la modification de l'aspect des déchets sanitaires avec risque d'infection. Les DASRI deviennent méconnaissables avant la désinfection (généralement

par un processus de polissage). (OMS, 2004)

7.3- L'enfouissement

Ce mode d'élimination est réservé au DMA et aux déchets potentiellement dangereux. Il consiste à stocker les déchets dans des conditions très contrôlées pour maîtriser leur impact environnemental.

(OMS, 2004)



Figure 7 : Principe d'enfouissement (Google).

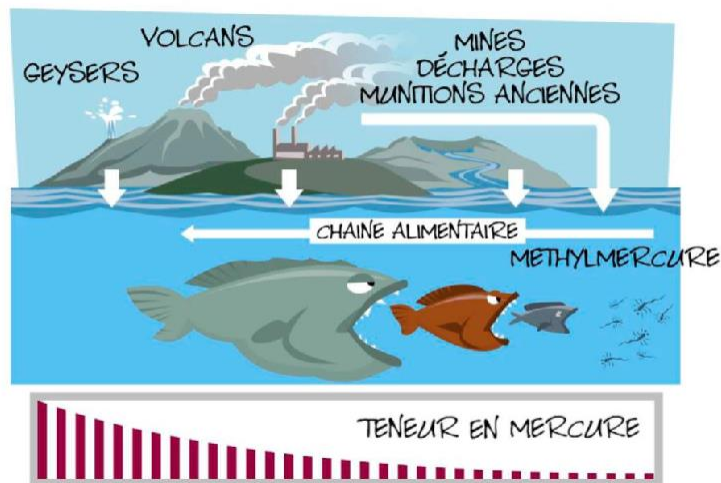


Figure 8 : principe de bioaccumulation.

IV- Les métaux

1-Définition

Le terme métal lourd n'a pas de définition scientifique (Seigneur, 2018).

Généralement, ils sont considérés comme des éléments métalliques dont la densité est supérieure à 5 g/cm³, à l'exception du mercure, qui est principalement sous forme gazeuse. Ces métaux sont naturellement présents dans la croûte terrestre, mais l'activité humaine est la principale source d'émissions de particules. (Citepa., 2020)

2-Les types des métaux

2.1-L'arsenic (As)

Est un semi-métal naturellement présent dans la croûte terrestre sous forme d'arsénite (Fe S As). Selon l'INERIS, la concentration moyenne dans la croûte terrestre est de 2 mg/kg. On le trouve dans les combustibles minéraux solides, le pétrole lourd, la biomasse et certaines matières premières. Il est classé par le CIRC comme cancérigène du groupe 1 et est un irritant respiratoire et cutané sévère. (Citepa, 2020)

2.2- Le cadmium (Cd)

Est un métal naturellement présent dans la croûte terrestre. Présent en quantités infimes dans les combustibles fossiles solides, le pétrole lourd et la biomasse. C'est un métal toxique qui est un irritant grave des voies respiratoires et qui a été classé comme cancérigène, mutagène et toxique pour la reproduction. (Citepa, 2020).

2.3- Le chrome (Cr)

N'existe pas dans la nature, seulement sous forme de minerais comme la chromite. Il s'agit d'un composé naturellement présent en petites quantités dans les roches et les sols. Sa forme naturelle est également trivalente (**Chrome III**).

La forme hexavalente (**chrome VI**) est principalement associée à l'activité humaine. Présent en quantités infimes dans les combustibles fossiles solides, le pétrole lourd et la biomasse.

Le chrome hexavalent est classé comme cancérigène du groupe 1, mais les autres formes ne le sont pas. (Citepa, 2020)

2.4- Le cuivre (Cu)

Est un métal naturellement présent à l'état pur dans la croûte terrestre et de nombreux minerais. Il se produit en quantités infimes dans les combustibles fossiles solides et la biomasse. Le cuivre est un oligo-élément essentiel. L'intoxication orale chronique au cuivre affecte le foie, les reins et l'estomac. (Citepa, 2020).

2.5-Le plomb (Pb)

Est un composé chimique présent naturellement dans tous les environnements, mais principalement dans la croûte et le sol. On le trouve également dans les carburants, le pétrole lourd, les combustibles fossiles solides et la biomasse. Les composés du plomb sont généralement classés comme toxiques pour la reproduction, dangereux par inhalation et dangereux pour l'environnement. Le plomb est classé par le CIRC comme potentiellement cancérigène pour l'homme (Citepa, 2020).

2.6-Le zinc (Zn)

Est naturellement présent dans la croûte terrestre. Le minerai de zinc est très commun. Le zinc se trouve dans les combustibles fossiles solides, le pétrole lourd et la biomasse. A faible dose c'est un oligo-élément, mais à forte dose il peut être toxique (selon la nature chimique) (Citepa, 2020).

2.7- le cobalt (CO)

Etant donné que le cobalt est très présent dans l'environnement Le cobalt présente certains bienfaits pour l'homme, c'est un des composants de la vitamine B12, qui est essentielle. Le cobalt est utilisé pour traiter l'anémie chez les femmes enceintes car il stimule la production de globules rouges.

Cependant, des concentrations trop importantes de cobalt peuvent être nocives. Lorsqu'on respire des concentrations trop importantes de cobalt dans l'air, on peut avoir des problèmes pulmonaires tels que l'asthme ou la pneumonie (Citepa, 2020).

2.8-le baryum (BA)

Le baryum est un métal blanc argenté qui peut être trouvé dans l'environnement, où il existe naturellement. Il y est présent en combinaison avec d'autres produits chimiques tels que le soufre, le carbone et l'oxygène (Citepa, 2020).

2.9- le fer (FE)

Métal blanc grisâtre, est le quatrième métal le plus abondant dans la croûte terrestre.

3-Les effets des métaux**3.1- Sur la santé**

Les métaux ont généralement des effets toxiques plus ou moins importants sur les organismes vivants. Cependant, il contient également des éléments essentiels tels que le cuivre, le sélénium et le zinc. Le cadmium, le mercure et le plomb n'ont pas une telle fonction et sont toxiques à l'état de traces. Au-dessus d'une certaine concentration, la plupart des métaux sont toxiques. Certains métaux sont cancérigènes (comme l'arsenic) et peuvent être nocifs pour le système immunitaire et reproducteur (comme le mercure). Notez que les effets sur la santé varient selon la forme chimique du métal présent

dans l'environnement. L'efficacité dépend de sa concentration, de sa biodisponibilité et de sa capacité à entrer dans la chaîne alimentaire (Scal Air, 2015)

3.2-Sur l'environnement

Les métaux ne se décomposent pas et existent sous diverses formes chimiques dans l'environnement. Certaines substances, telles que le mercure, peuvent entrer dans la chaîne alimentaire où elles peuvent se concentrer et devenir une voie de contamination par ingestion ou inhalation (Scal Air, 2015).

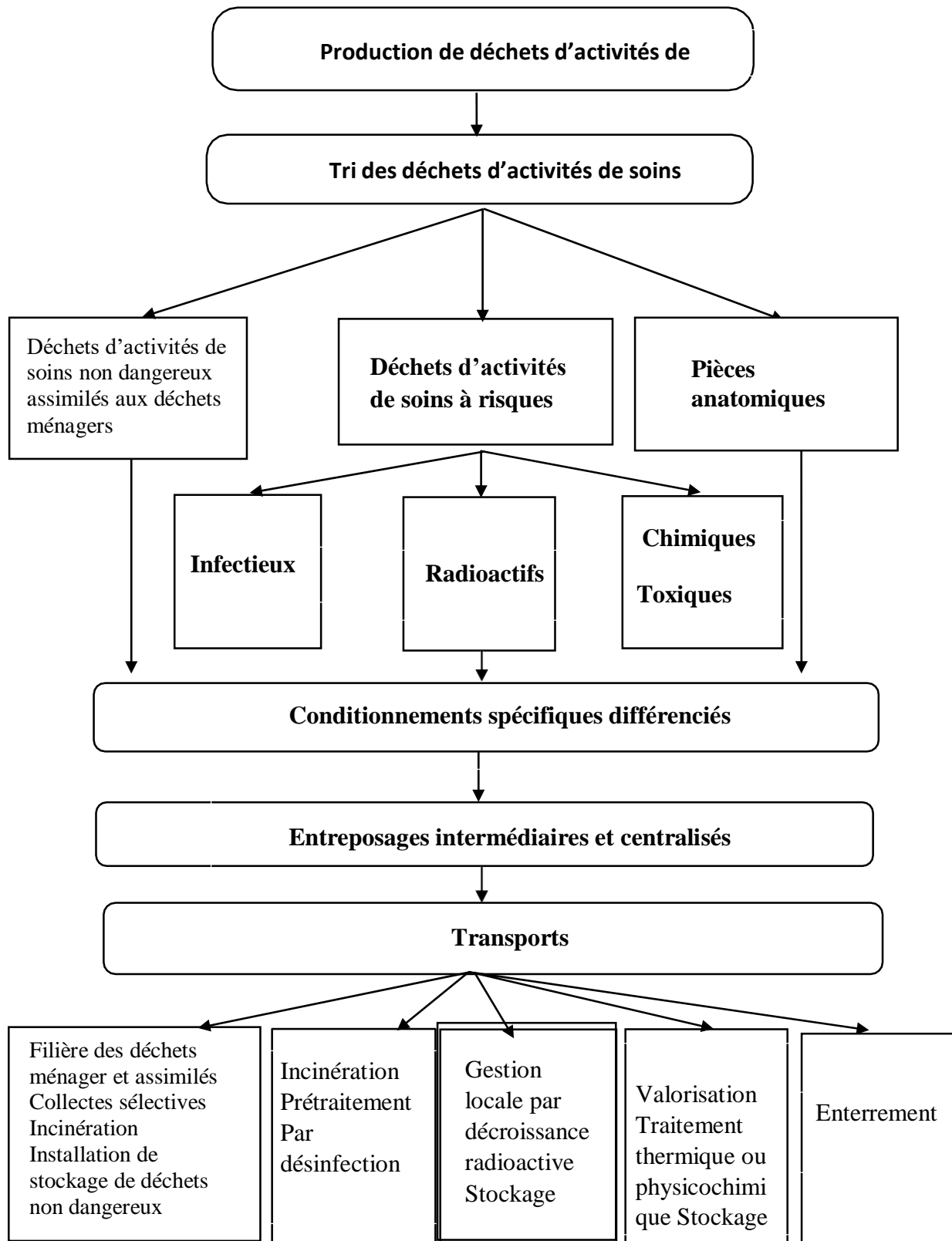


Figure 9 : Plan de gestion des déchets d'activité de soins

Chapitre II

Matériels et méthodes

Notre étude c'est déroulée sous forme d'une enquête de terrain réalisée auprès des établissements hospitaliers au moyen d'un questionnaire. L'objectif de cette enquête était de recueillir des données relatives à la gestion des déchets médicaux dans la wilaya de Skikda.

I -Présentation de la zone d'étude

1 Station géographique de la wilaya de Skikda

La wilaya de Skikda est une région localisée sur la côte méditerranéenne de l'est de l'Algérie. Elle partage ses frontières avec la mer Méditerranée au nord et wilaya de Jijel à l'est. La superficie totale de la wilaya est de 4126 km² (figure 10).



Figure 10 : Carte géographique de la wilaya de Skikda

2 Secteur sanitaire au niveau de Skikda :

Bien que le secteur de la santé ait connu une dynamique certaine grâce à de nombreuses réalisations, équipements et réhabilitations réalisées ces dernières années, il reste encore loin de répondre aux attentes citoyennes.

2.1 Les structures de santé du secteur public

Le secteur de la santé dispose de 7 établissements hospitaliers totalisant 1843 lits

- 6 hôpitaux généraux
- 1 hôpital spécialisé en psychiatrie
- 50 polycliniques
- 170 salles de soins

2.2 Secteur sanitaire privé

- 6 Clinique privé
- 461 cabinets

II- Le choix des sites d'études

La wilaya dispose plusieurs hôpitaux et centres médicaux répartis Dans la région qui fournissent des soins médicaux de qualité à la population locale. Nous avons effectué notre enquête sur 7 établissements de santé stratégique qui englobe la wilaya de Skikda

1 Établissement public hospitalier les frères Saad Guermech

Est un hôpital public (**Figure 1.a**) situé dans la ville de Skikda, il a été établi en 1984 avec une capacité de 468 lits et offre une large variété de services médicaux tels que les soins d'urgence, la chirurgie, la pédiatrie, la gynécologie, la cardiologie, la neurologie.

2-Établissement hospitalier ABD ERREZAK BOUHARA

Est un hôpital public (**Figure 11.b**) se trouve dans la ville de Skikda. Sa capacité théorique de 240 lits. Il a été inauguré le 1 décembre 2007 pour offrir les consultations médicales spécialisées, puis le 23 mars 2008 pour le premier service d'hospitalisation accessible au public.

3-Sarl clinique ABU AL QASSIM

Est une clinique privée (**Figure 11.c**) situé dans la ville de Skikda, a une capacité de 34 lits dans les domaines suivants : Chirurgie générale, urologie, gynéco-obstétrique ORL, ophtalmologie, orthopédie, traumatologie et laboratoire-imagerie médicale.

4-Établissement public hospitalier de EL HARROUCHE

Est un établissement public (**Figure 11.d**) situé dans Harrouche Skikda, il couvre 6 services : service de médecine interne, service de pédiatrie, service de chirurgie général, service d'obstétrique et de gynécologie et service de filtration du sang, il a une capacité de 130 lits.

5-Établissement public hospitalier de TAMALOUS

Est un établissement (**Figure 11.e**) à caractère administratif doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Sa création a été officialisée par l'arrêt N 2776 du 06 février 2008 qui établit les services et les unités qui le composent au sein de l'établissement public hospitalier, il couvre 82 lits.

6-Établissement public hospitalier de COLLO

Il se situe (**Figure 11.f**) dans une zone côtière ou il s'éloigne du chef-lieu de la wilaya de 75 kmet du plus proche chu (Constantine) de 108 km, il a une capacité de 226 lits pour 7 services.

7- Établissement public hospitalier de AZZABA :

L'hôpital Dendan Mohamed est un hôpital public situé dans Azzaba Skikda (**Figure 11.g**). Sa capacité théorique est estimée à 134 lits. Pour 5 services chirurgie générale, médecine interne, gynéco-obstétrique, urgences médico chirurgicales, pédiatrie.

8- Entreprise Bourriche Ahmed :

L'entreprise Bourriche (**Figure 11.h**) fondée en 2014, dynamique née d'une véritable passion pour la conception et la réalisation d'installation d'unités d'incinérations qui répondent aux évolutions de la réglementation et aux nouvelles contraintes environnementales en termes de déchets spéciaux et dangereux.

L'entreprise Bourriche dispose de sa propre unité d'incinération à très haute température (1200°C) fondée en 2021 avec une station de filtration des fumées (dégagement de gaze propre à 99 %) conçue pour le traitement des déchets.



11.a: Hôpital les frères SAAD GUERMECH



11.b: Hôpital ABDERRAZAK BOUHARA



11.c : Clinique ABU AL QASSIM



11.d : Hôpital d'EL HARROUCHE



11.e: Hôpital de TAMALOUS



11.f : Hôpital de COLLO



11.g : Hôpital de Azzaba



11.h : Entreprise Bourriche Ahmed

Figure 11. Photo des différents hôpitaux de la wilaya de Skikda.

II-Les stations de prélèvements

1-Echantillonnage

Nous avons par ailleurs collecté des informations concernant la quantité des déchets générée au cours des années précédentes. Pour classer les hôpitaux en fonction du mode de traitement utilisé pour leurs déchets. Deux modalités de traitement ont été identifiées à savoir l'incinération et la banalisation.

L'échantillonnage a été réalisé pendant une période de 3 mois de janvier à mars 2023 Environ 200 g de sous-produit d'incinérateur et ont été collectés une fois par semaine.

Au cours de notre enquête 3 stations ont été sélectionnées pour établir une comparaison

- **S1** : Incinérateur Bourriche Ahmed qui a traité les déchets de l'hôpital de COLLO
- **S2** : Incinérateur Bourriche Ahmed qui a traité les déchets de l'hôpital de ABU-AL-QASSIM.
- **S3** : Incinérateur de l'hôpital SAAD GUERMECH

2-Le protocole de prélèvements

Les échantillons de cendres inférieures ont été collectés conformément à la norme ASTM D6009-96 Guide standard pour l'échantillonnage des tas de déchets et stockés dans des emballages en verre qui ont été stérilisés à l'aide d'un autoclave (**figure 12**). Les échantillons étiquetés et collectés ont été transportés au niveau du laboratoire de Hadjar el Soud pour une analyse des métaux lourds.



Figure 12 : Appareil d'autoclave.

IV -Protocole d'analyses des métaux lourd

1. Analyse par fluorescence X

Les analyses ont été réalisées à l'aide du spectromètre à fluorescence X Axios PW4400 de Panalytical (Figure 13). Le paramétrage de l'appareil, la calibration et les analyses ont été effectués à l'aide du logiciel Super Q.

1.1 Les rayons X

Les rayons X sont des radiations électromagnétiques de longueur d'onde comprises entre 0,01 nm et 10 nm (124 à 0,124 keV). Dans l'appareillage utilisé, les rayons X sont émis par un tube à rayon X.



Figure 13 : spectromètre à fluorescence X Axios PW4400 de Panalytical.

2. Principe de la fluorescence X

La méthode analytique de Fluorescence X est une méthode spectrométrique élémentaire, c'est à dire qu'elle permet l'analyse qualitative et quantitative d'un élément, mais ne renseigne pas sur sa spéciation. Son principe est basé sur l'analyse du rayonnement que va émettre un échantillon ayant été excité par des rayons X. Lorsque l'on bombarde de la matière avec des rayons X, les éléments présents vont entrer dans un état excité et réémettre un rayonnement durant la relaxation (transition de l'état excité à l'état fondamental) sous la forme, entre autres, de rayons X. C'est le phénomène de fluorescence X. Le spectre des rayons X émis par la matière est caractéristique de la composition de l'échantillon. Par analyse du spectre émis et après avoir préalablement étalonné l'appareil, la composition élémentaire de l'échantillon peut être déduite.

3. Calibration

La calibration de l'appareil a été réalisée au moyen de ces standards dont les concentrations (C) ont été enregistrées dans l'application « solsreunion ».

IV -Mode opératoire de l'analyse des métaux lourds par fluorescence X

1-Préparation

Des « perles » Une perle est un cylindre de verre de 37 mm de diamètre et d'environ 2 mm d'épaisseur. Elles sont obtenues en mélangeant 10 g de l'échantillon de cendre de chaque station avec 10 g d'un mélange de tétraborate de lithium/méta borate de lithium (66% $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ /34% $\text{Li}_2\text{B}_2\text{O}_5$), 80 mg d'agent non-mouillant (2 ml d'une solution de $[\text{LiBr}]$ à 40 g/L) et 1 g d'agent oxydant (2 ml d'une solution de $[\text{NH}_4\text{NO}_3]$ à 0,5 g/ml) et en portant ce mélange à haute température dans un creuset en alliage Platine (95 %/5 %). La montée en température se déroule en plusieurs étapes : une phase d'oxydation de 3 minutes à 550°C pendant laquelle tous les éléments du sol vont être portés dans leur état d'oxydation maximum et une phase de fusion progressive de trois paliers à 1100, 1150 et 1200°C de 5 minutes chacun. Pendant la fusion, l'agitation du creuset va permettre d'inclure les éléments dans le borate de manière homogène (température de fusion du mélange de borate 875°C). Le mélange est ensuite « coulé » dans un moule et la perle est obtenue après refroidissement. Les perles sont directement analysables par fluorescence X.

2-Traitement statistique des résultats

L'exploitation statistique des résultats de notre expérience biologique, pour ce faire nous avons utilisé les logiciels Graphpad prism 8 et Excel 2016 qui ont pour rôle de traiter les résultats acquis durant l'étude afin d'obtenir une bonne interprétation et cela s'effectue grâce à l'utilisation de l'analyse de la variance ANOVA.

3-L'analyse de la variance

C'est un test d'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe, basé sur le test de FISHER. Il permet de calculer la probabilité de mettre en évidence les différences significatives (P : Seuil de signification).

On compare la valeur de P avec $\alpha = 0.05$.

Si $P > \alpha$ alors il n'existe pas de différences significatives entre les moyennes. Si $P \leq \alpha$ il existe des différences significatives entre les moyennes.

Si $P \leq 0.01$ différences hautement significatives.

Si $P \leq 0.001$ différences très hautement significatives.

4-Test de Student

Le test de Student, également appelé test t de Student, est une méthode statistique utilisée pour comparer les moyennes de deux groupes indépendants. Il permet de déterminer s'il existe une différence significative entre ces groupes. En comparant les différences entre les moyennes des échantillons et les variations à l'intérieur de chaque échantillon, le test calcule une valeur t. Si cette valeur t est supérieure à une valeur critique, on peut conclure qu'il y a une différence significative entre les groupes.

Chapitre III

Résultats et discussions

I -Observation et résultat de l'enquête

Durant notre visite dans les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda nous avons observé plusieurs irrégularités dans la gestion des déchets et une non-conformité aux réglementations de santé individuelle et environnementale. On constatera que certains hôpitaux ne disposent pas d'un moyen de traitement de déchets car certains incinérateurs sont non fonctionnels d'autres sont remplacés par un autre système qui est la banalisation.

Pour les hôpitaux qui disposent d'un incinérateur comme l'hôpital de SAAD GURMECH et AZZABA etc. nous pouvons constater selon notre questionnaire que certains de ces hôpitaux n'ont pas une orientation adéquate sur les procédés d'incinération comme la température.

Tableau.2 Type de traitement des déchets médicaux de la wilaya de Skikda

Nom de L'hôpital	Type de traitement	Lieu de traitement	
		Sur site	Hors site
Établissement public hospitalier Les Frères Saad Guermech	Incinération Banalisation	✓	
Établissement hospitalier Ad Errezak Bouhara	Banalisation	✓	
L'établissement public hospitalier de Tamalous	Banalisation	✓	
L'établissement public hospitalier de Collo	Banalisation Incinération	✓ Banalisation	✓ Incinération Bourriche Ahmed
clinique ABU ALQASSIM	Incinération		✓ Incinération Bourriche Ahmed
L'établissement public hospitalier d'El Harrouche	Banalisation	✓	
L'établissement public hospitalier de Azzaba	Banalisation Incinération	✓ Banalisation	✓ Incinération Mila

D'après le tableau 2, nous pouvons observer que les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda ont une diversité dans le traitement des déchets :

- EPH Les Frères Saad Guermech utiliser Incinération et Banalisation sur site.
- EPH Abd Errezak Bouhara, LPH de Tamalous et EPH d'el harrouche utiliser Banalisation sur site.
- EPH de Collo et EPH Azzaba utiliser Banalisation sur site et incinération hors site.
- Clinique ABU ALQASSIM utiliser Incinérations hors site.

On remarquera aussi que la majorité des hôpitaux municipaux ne suivent pas un système de triage (**Figure 14**), la plupart des déchets médicaux sont placés ensemble dans un même lot pour l'incinération ou bien pour la banalisation.



Figure 14 : Photo représentant les déchets de soin dans un Hôpital municipale.

Contrairement à cela, les hôpitaux les cliniques privées comme ABU-AL-QASSIM sont bien régulés d'un point de vue d'organisation des déchets, ce dernier comme certains hôpitaux municipaux comme celui de COLLO sont conventionnés avec des sociétés privées d'incinération comme celle de l'entreprise BOURICHE AHMED pour le traitement de leurs déchets, nous avons observé un travail méthodique dans leur traitement des déchets malgré la non-conformité du trié par leur hôpital respectif (Figure 14). Cette société présente une bonne gestion des données statistiques de déchets produits par les hôpitaux conventionnés contrairement à certains hôpitaux qui ont minimisé notre accès à ces données publiques (Hôpital Harouche).

II -Résultats de Analyse statistique :

Le présent chapitre est consacré aux résultats obtenus et leur discussion. La gestion des déchets hospitaliers, leur quantification et les mesures des métaux lourds dans les hôpitaux de la wilaya de Skikda.

Tableau 3 : analyse statistique descriptive des déchets de la wilaya de Skikda pendant la période de 2018 à 2022.

Sommaire		
<i>Hôpital</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>
SAAD GUERMECH	478599	95719,8
ABD ERRAZAK BOUHARA	255948,3	51189,66
ABU-AL-QASSIM	158810,2955	31762,0591
TAMALOUS	104489	20897,8
COLLO	55448	11089,6
AZZABA	772680,0267	154536,0053

Tableau 4 : Tableau d'analyse de la variance des déchets de la wilaya de Skikda pendant lapériode de 2018 à 2022.

ANOVA						
<i>Source De Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Valeur P</i>	<i>F critique</i>
Entre Les Groupes	75023376073	5	15004675215	7,547895917	0,000221838 P<0,001	2,620654148
Au sein des Groupes	47710277026	24	1987928209			
Résumé de la valeur P ***						
Diff significative entre les moyennes (P < 0.05) ? Oui						
R carré	0,6113					

Durant le traitement statistique par ANOVA de nos donnée issues des hôpitaux de la wilaya deSkikda pendant la période de 2018 à 2022 nous avons constaté une différence hautement significative (P<0,001) entre les différents hôpitaux (**Tableau 4**). Nous pouvons observer que le plus grand producteur de déchet pendant cette période est l'EPH Azzaba avec un totale estimé42% (Figure 15) suivis par l'EPH Les Frères Saad Guermech se positionne en deuxième placeavec une production totale de 26%. Les hôpitaux EH Abd Errezak Bouhara, Abou Al Qasim, Tamalous et Collo affichent respectivement des productions totales de déchets de 14%,9%,6%,3%.

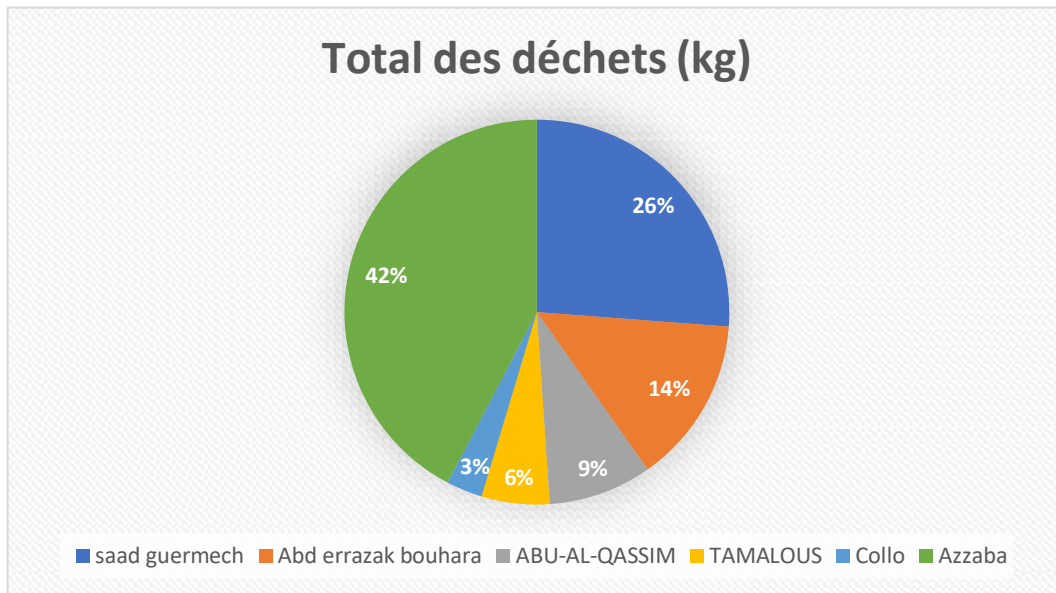


Figure 15 : Représentation des pourcentage des déchets produit par chaque hôpital de lawilaya de Skikda Algérie pendant la période de 2018-2022.

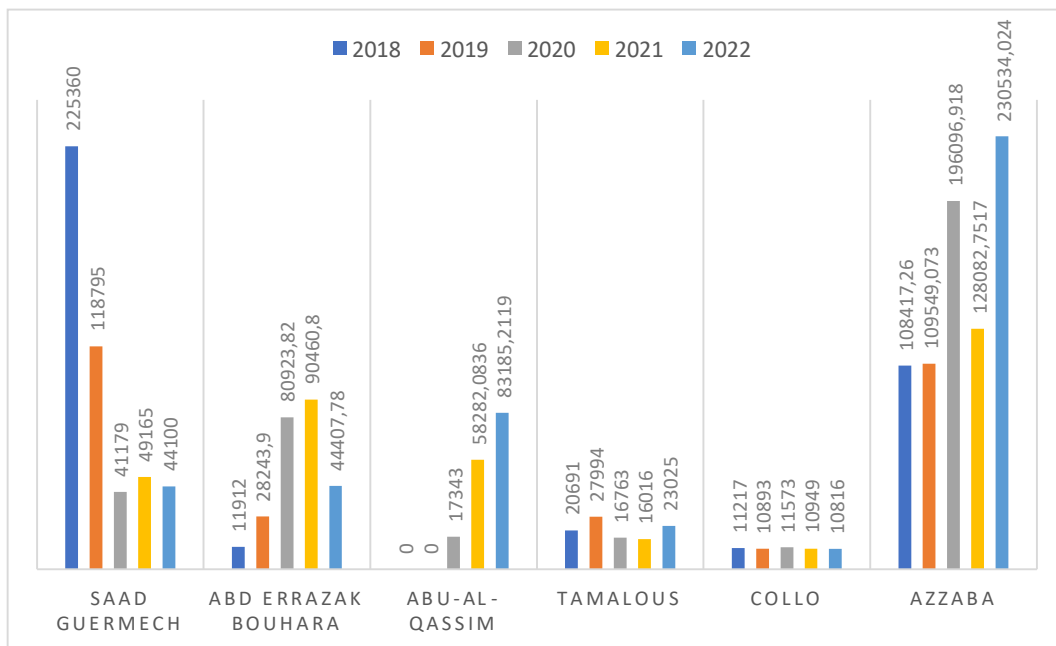


Figure 16 : Histogramme représentant la comparaison entre la quantité de déchets produit depuis l’année 2019-2022 par les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda Algérie.

D’après la figure 16, une observation réalisée en 2018 révèle que l’Établissement Public Hospitalier (EPH) des frères SAAD GUERMECH a généré la plus grande quantité de déchets. Cette position a ensuite été attribuée à l’EPH d’AZZABA pour les quatre années suivantes, de 2019 à 2022. Par ailleurs, il est notable que l’EPH de Collo demeure le moins producteur en termes de quantité de déchets.

Tableau 5 : comparaison entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2020

2020 Kg	Saad guermech	Abd errazak bouhara	ABU-AL- QASSIM	TAMALOUS	Collo	Azzaba
Information hôpital	41179	80923,82	17343	16763	11573	196096,92
Information DE	41179	45660,31	17343	16763	11573	196096,92

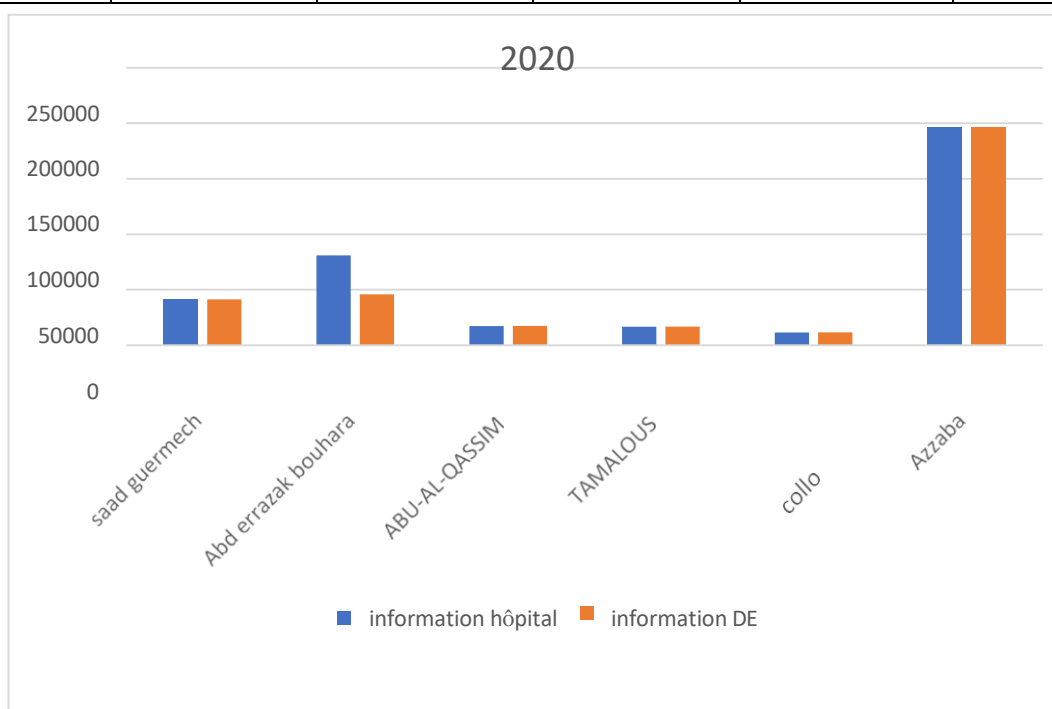


Figure 17 : Histogramme représentant la comparaison entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2020.

D'après la figure 17, en 2020, une différence des moyennes des déchets produits par les hôpitaux a été observée entre les données statistiques fournies par les hôpitaux et celles de la direction de l'environnement (**Figure 17**). Au sein de l'hôpital Abd El Razarak Bouhhara, cette différence révèle que la moyenne des données des hôpitaux est supérieure (80923,82 kg) à celle rapportée par la direction de l'environnement (45660,31 kg) (**Tableau 6**). L'estimation de cette différence est de 35263,51 kg.

Tableau 6 : comparaison entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits chaque année 2021 par les différents hôpitaux de la wilaya de Skikda Algérie.

2021 kg	Saad guermech	Abd errazak bouhara	ABU-AL-QASSIM	Tamalous	Collo	Azzaba
Information hôpital	49165	90460,8	58282,084	16016	10949	128082,75
Information DE	49165	45660,31	17343	22480	10949	128083

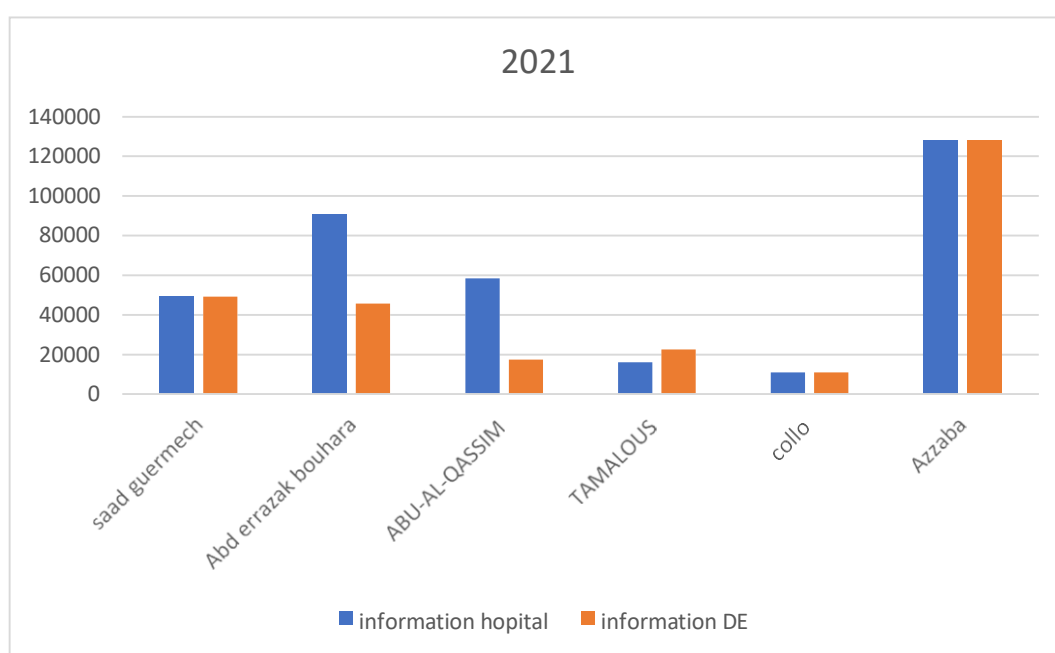


Figure 18 : Histogramme représentant la comparaison entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2021.

D'après la figure 18, en 2021, une différence des moyennes des déchets produits par les hôpitaux a été observée entre les données statistiques fournies par les hôpitaux et celles de la direction de l'environnement (Figure 18). Au sein des hôpitaux Abd El Zarak Bouhra, ABU-AL-QASSIM, cette différence révèle que la moyenne des données fournies par les hôpitaux est supérieure (90460,8 kg) pour ABD EL ZARAK BOUHRA et une moyenne de (45660,31 kg) pour ABU-AL-QASSIM. Contrairement à celle rapportée par la direction de l'environnement qui sont (45660,31 kg) et (17343 kg) respectivement (Tableau 7).

Cette observation est inversée pour l'hôpital de TAMALOUS et l'EPH d'AZZABA où nous remarquons que la différence observable dans les moyennes fournies par la direction de l'environnement

est supérieure à celle rapportée par les hôpitaux (22480 kg) pour TAMALOUS et une moyenne de (128083 kg) pour l'EPH d'AZZABA bien que cette différence soit minime dans cet hôpital (**Tableau 7**).

Tableau 7 : comparaison entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2022.

2022 Kg	Saad guermech	Abd errazak bouhara	ABU-AL-QASSIM	TAMALOUS	Collo	Azzaba
Information hôpital	44100	44407,78	83185,212	23025	10816	230534,02
Information DE	44100	40110	21089	23025	10644	124660

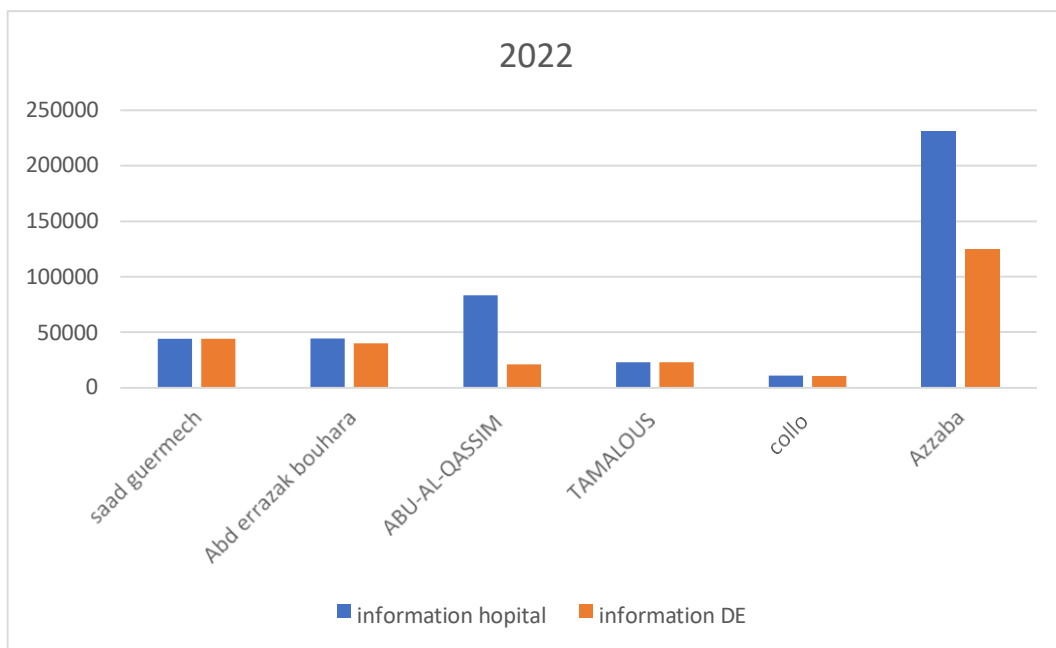


Figure 19 : Histogramme représentant la comparaison entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement sur la quantité de déchets produits dans l'année 2022.

D'après la figure 19, en 2022, une disparité des moyennes de production de déchets entre les hôpitaux et la direction de l'environnement a été constatée (**Figure 19**). Plus spécifiquement, au sein des hôpitaux ABD ERRAZAK BOUHARA, ABU-AL-QASSIM et l'EPH d'AZZABA il est apparu que la moyenne des déchets hospitaliers était supérieure (44407,78 kg) pour le 1^{er}, (83185,212 kg) pour le second et enfin (230534,02 kg) pour le 3^{ème} (**Tableau 7**).

Tableau 8 : comparaison entre les moyennes des déchets fourni par les hôpitaux et la direction de l'environnement pendant de la wilaya de Skikda durant chaque année (de 2020 à 2022).

	2020	2021	2022
Information hôpital (kg)	60646,45667	58825,939	72678,002
Information DE (kg)	54769,205	45613,385	43938

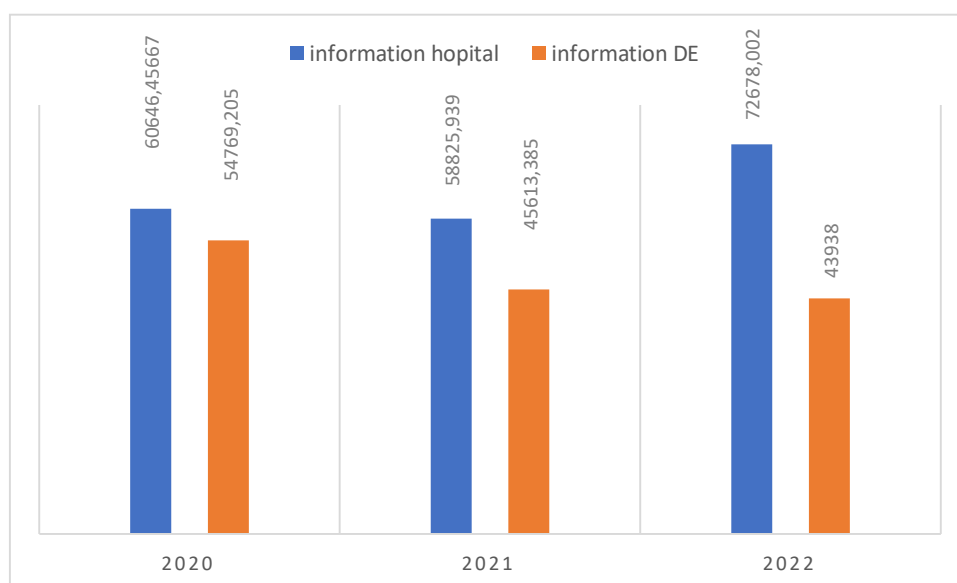


Figure 20 : Histogramme représentant la comparaison entre les moyennes des déchets fournis par les hôpitaux et la direction de l'environnement de la wilaya de Skikda pendant la période de 2020 à 2022.

Suite à notre enquête une comparaison des données relatives aux déchets médicaux entre les informations fournies par les hôpitaux et celles de la direction de l'environnement pendant les 3 dernières années (**Figure 20**). Les résultats ont révélé une différence significative entre les deux sources d'information :

Selon les données provenant des hôpitaux, la quantité estimée de déchets médicaux s'élevait à **60646,45667 Kg** pour **2020**, **58825,939 Kg** en **2021** et enfin **72678,002 kg** pour **2022**. En revanche, les informations fournies par la direction de l'environnement indiquaient une estimation de **144,320.59 Kg**, **54769,205 Kg** et **43938 Kg** respectivement pour les mêmes périodes.

Tableau 9 : Statistique descriptive des déchets de la wilaya de Skikda pendant la période de 2020 à 2022.

<i>Groupes</i>	<i>SOMME</i>	<i>MOYENNE</i>	<i>Variance</i>
Information hôpital	192150,3977	64050,1326	56658669,5
Information DE	144320,59	48106,8633	33991826,1

Tableau 10. Comparaison entre la quantité de déchets entre les donnés fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement pendant les 3 dernières années (2020 à 2022) en utilisant le Test de t de Student.

Test t nom apparié	
Valeur P	0,04
Résumé des valeurs P	*
Différentiel significatif ($P < 0.05$) ?	Yes
Valeur P unilatérale ou bilatérale ?	Bilatéral
t, df	t=2,90, df=4

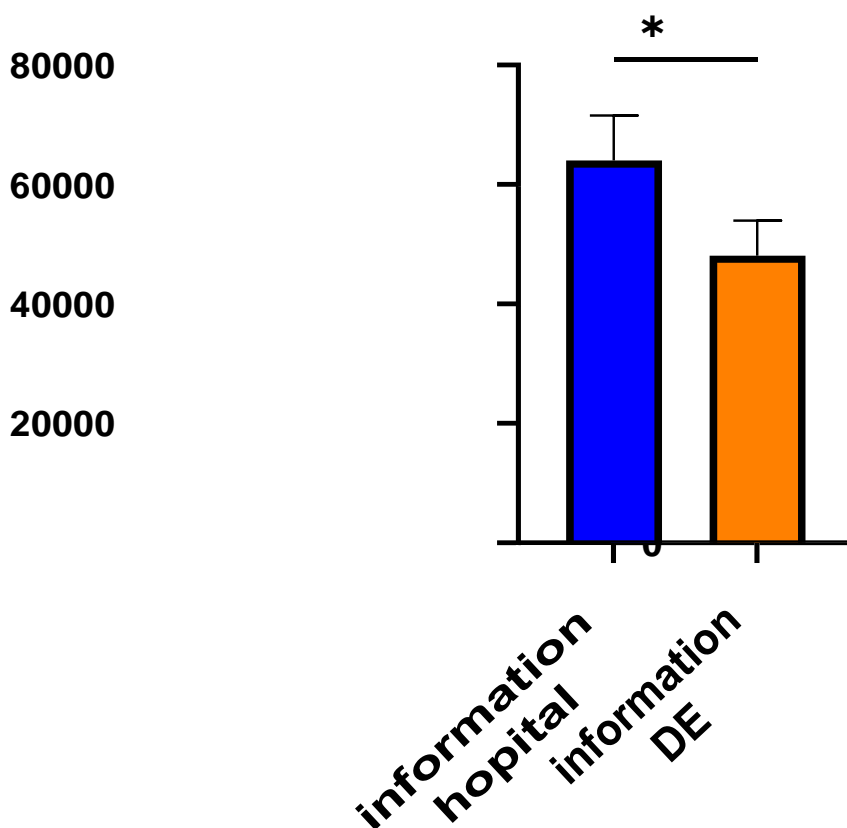


Figure 21 : Comparaison entre la quantité de déchets entre les données fournies par les hôpitaux et la direction de l'environnement pendant les 3 dernières années (2020 à 2022) en utilisant le Test de t de Student.

Selon nos résultats, une différence significative ($P=0,04 < 0,05$) dans la quantité de déchets médicaux présents dans les hôpitaux a été observée grâce au test de Student, ce qui met en évidence une hétérogénéité entre les données entre les données recueillies auprès les hôpitaux et celles fournies par de la direction de l'environnement.

III -Analyse statistique des métaux lourds

Analyse par fluorescence X Les analyses ont été réalisées à l'aide du spectromètre à fluorescence X Axios PW4400 de Panalytical a révèlè le suivant :

Tableau 11 : Résultats analyse représentant les teneurs moyennes (mg/kg) des métaux lourds issue l'hôpital COLLO par analyse a fluorescence X.

Éléments	Ba	Fe	Cd	Sn	Ca	Na	K	Pb	Zn
Teneurs moyennes	8282	7425	1	129	2323	542	579	2083	685
Éléments	Cu	Mn	Br	Co	Cl	Cr	Si	As	
Teneurs moyennes	430	63	1863	31	1285	696	8342	17	

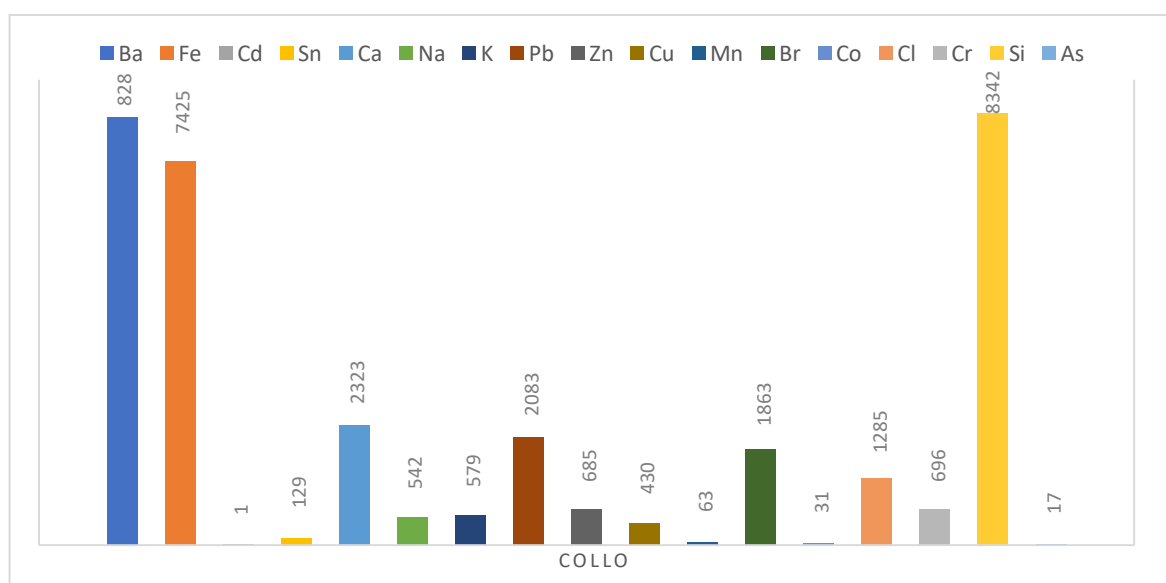


Figure 22 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) desmétaux lourds à l'hôpital COLLO par analyse a fluorescence X.

D'après la figure 22, nous pouvons observer que les métaux les plus présents dans l'hôpital de Collo sont le silicium(Si) avec une proportion de 8342 mg, suivi du baryum (Ba) également à **8282** mg, et enfin du fer (Fe) à **7425** mg.

Tableau 12 : Résultats analyse représentant les teneurs moyennes (mg/kg) des métaux lourds issue l'hôpital ABU-AL-QUASSIM par analyse a fluorescence X.

Éléments	Ba	Fe	Cd	Sn	Ca	Na	K	Pb	Zn
Teneurs moyennes	7373	11500	6	1000	2310	425	126	3214	425
Éléments	Cu	Mn	Br	Co	Cl	Cr	Si	As	
Teneurs moyennes	847	92	2145	1	215	5980	10100	65	

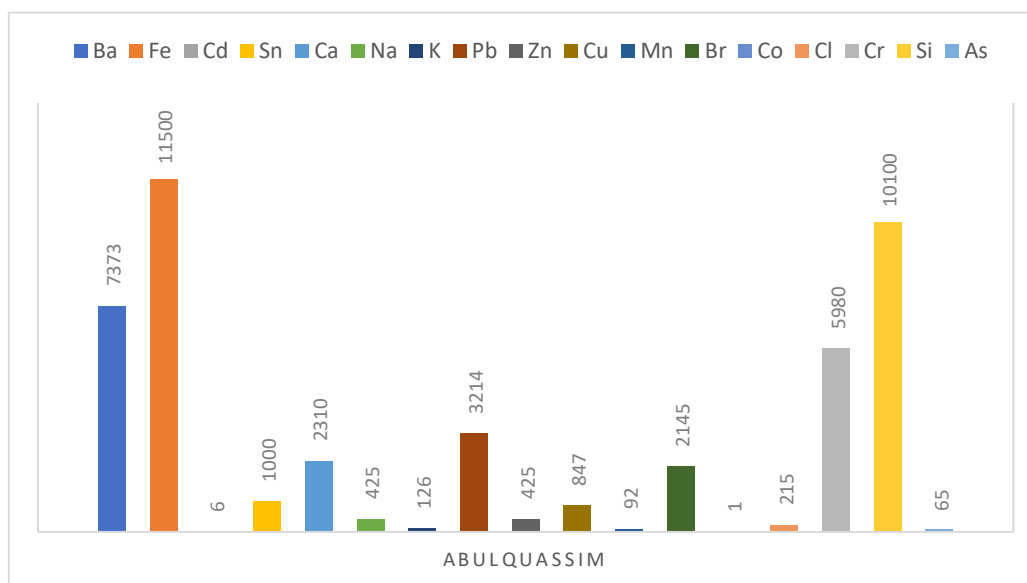


Figure 23 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des métaux lourds à l'hôpital ABU-AL-QASSIM par analyse a fluorescence X.

D'après la figure 23, nous pouvons observer que les métaux les plus abondants dans l'hôpital d'ABU-AL-QASSIM sont le fer (Fe) avec une quantité de **11500 mg**, suivi du silicium (Si) à une proportion de **10100mg**, et enfin du baryum (Ba) à une quantité de **7373 mg**.

Tableau 13 : résultats analyse des quantités des métaux dans la cendre des déchets incinéré saad guermech

Éléments	Ba	Fe	Cd	Sn	Ça	Na	K	Pb	Zn
Teneurs moyennes	9721	22310	7	87	104600	6000	4120	5630	4604
Éléments	Cu	Mn	Br	Co	Cl	Cr	Si	As	
Teneurs moyennes	2934	414	3363	45,1	2131	312	13401	512	

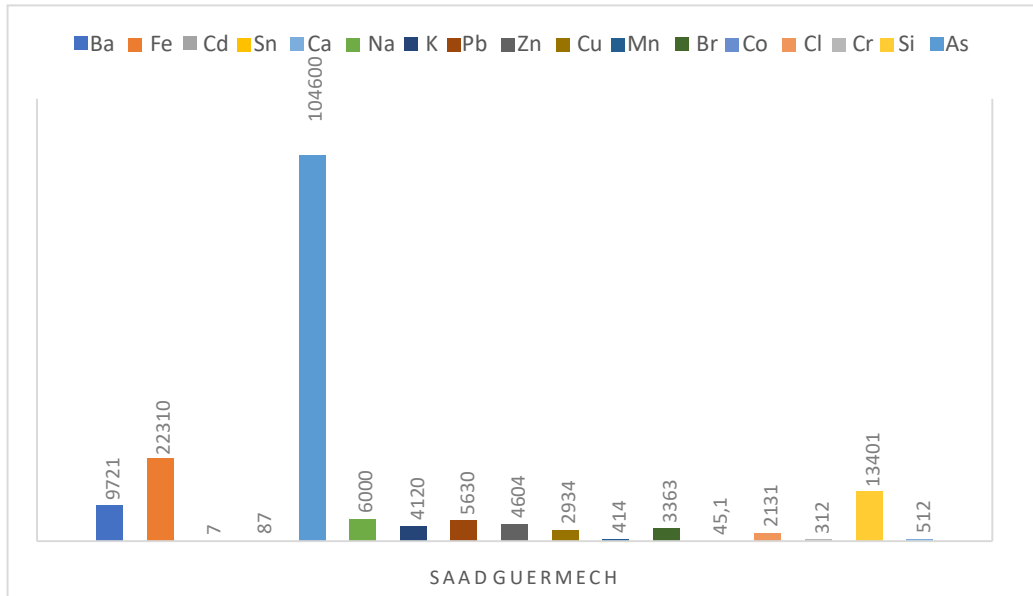


Figure 24 : Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des métaux lourds à l’hôpital SAAD GUERMECH par analyse a fluorescence X

D'après la figure 24, nous pouvons observer que les métaux les plus abondants dans l'hôpital Saad Guermech sont le calcium (Ca) avec une concentration de 104600 mg suivis du fer (Fe) à une quantité de 22310 mg. Une variation des autres métaux. Peut être observer mais ils sont moins significatif que celle citée.

1-Comparaison des analyses avec normes international et national

Tableau14 : Norme international européen AFNOR

Éléments	Norme AFNOR
Cd	2
Zn	300
Cu	100
Cr	150

Tableau 15 : Norme national algérienne (Décret exécutif n 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006)

Éléments	Cd	Pb	Zn	Cu	Cr	Cl
Norme national	0,25	5	5	5	5	50
Éléments	Fe	Sn	Co	Si	As	
Norme national	5	5	5	1	1	

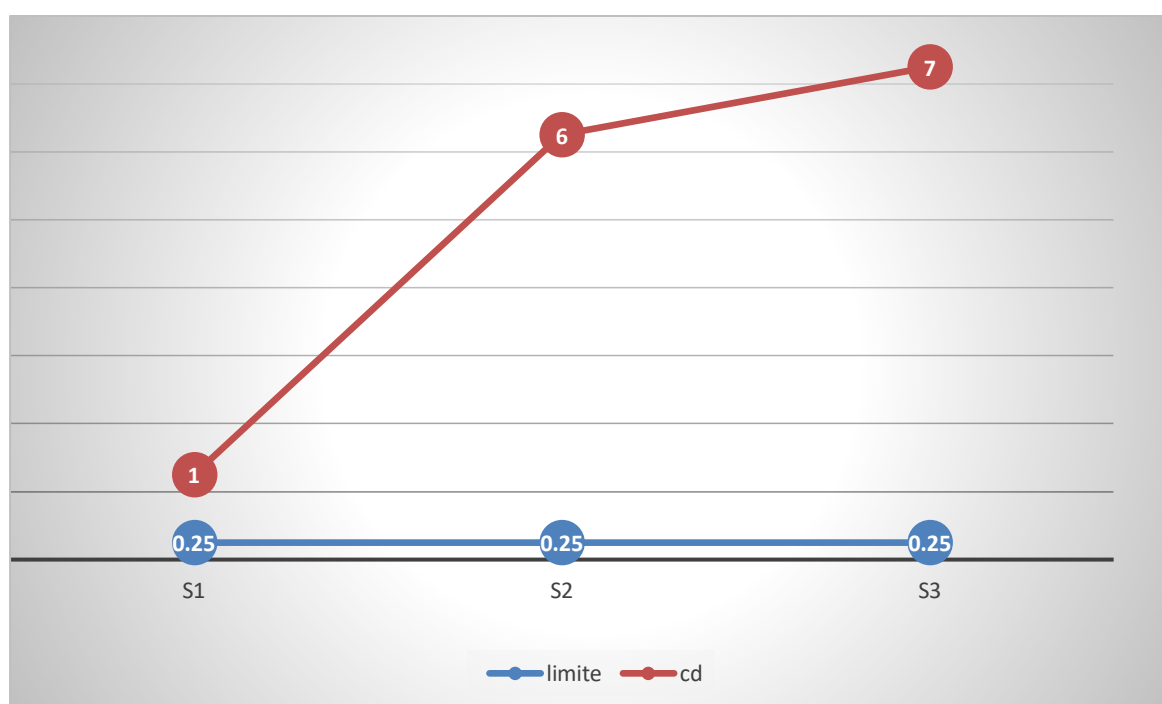


Figure 25 : Comparaison des teneurs de cadmium (Cd) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes

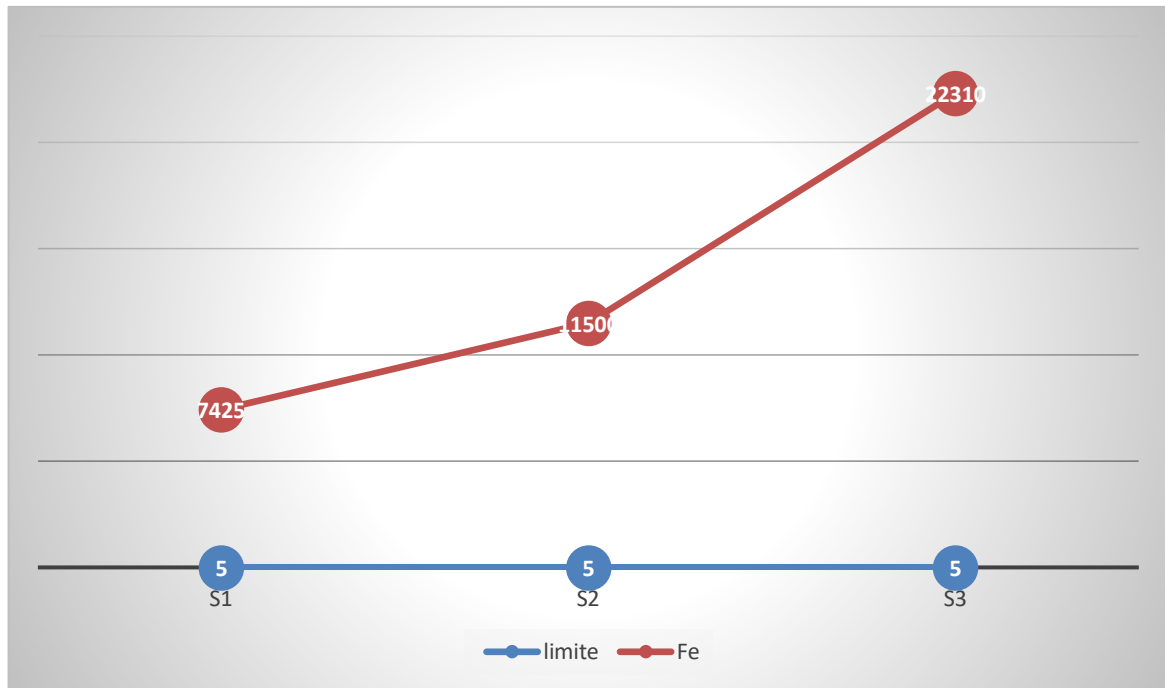


Figure 26 : Comparaison des teneurs de fer (Fe) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes

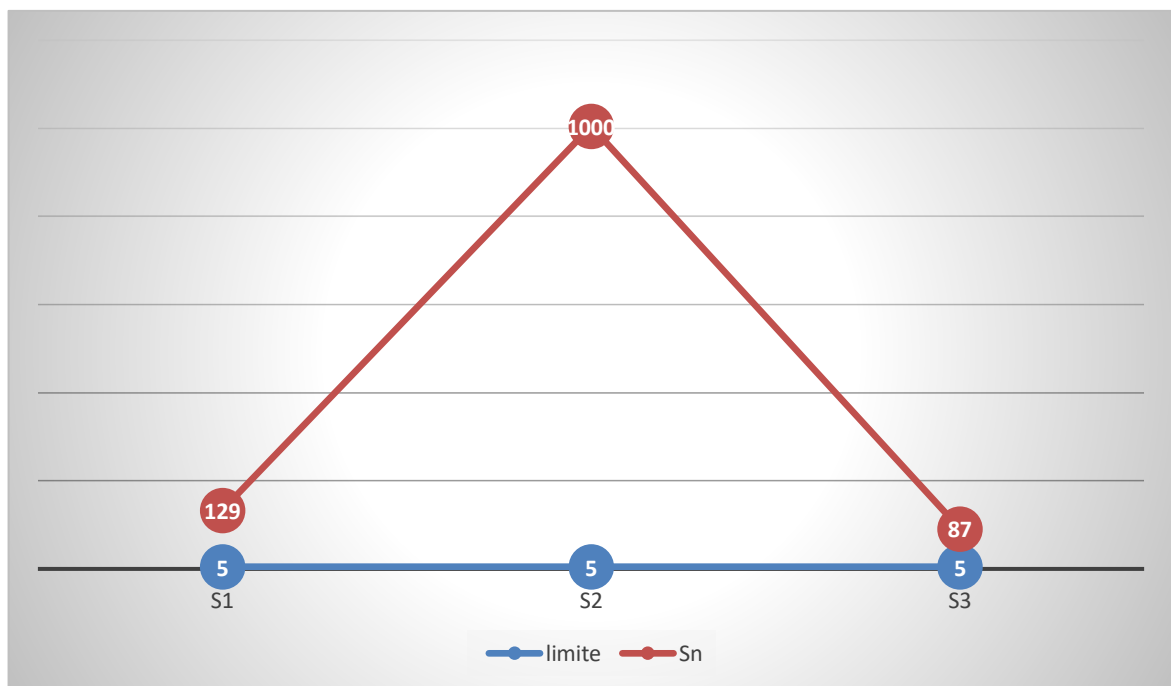


Figure 27 : Comparaison des teneurs de Stannum (Sn) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes

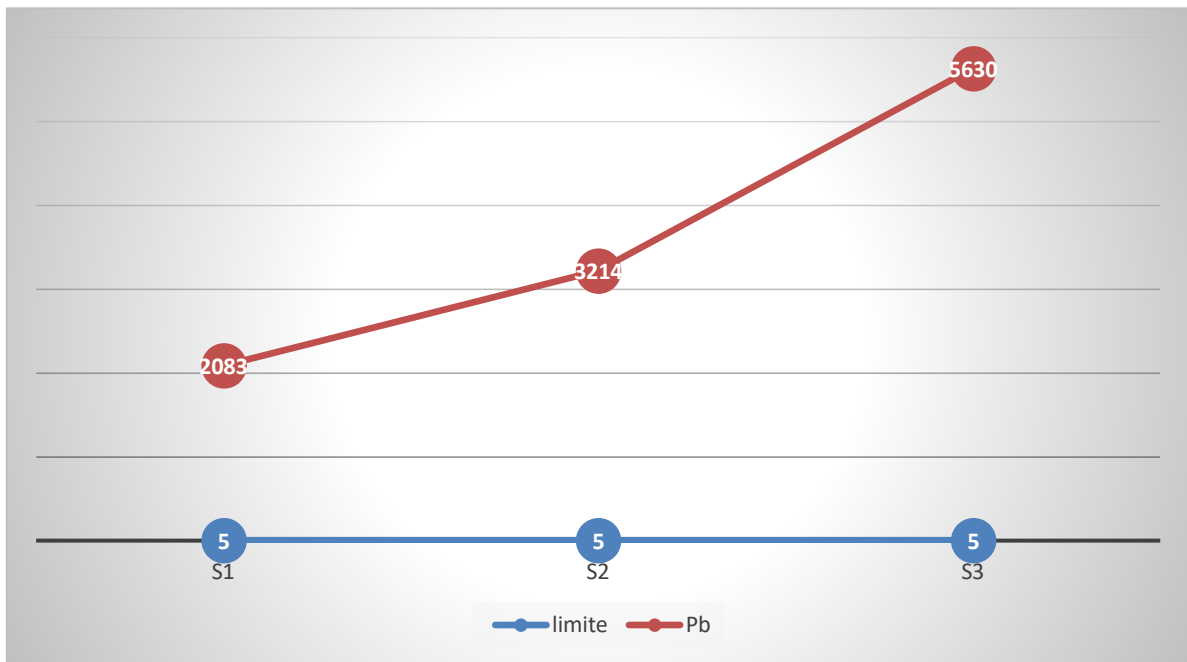


Figure 28 : Comparaison des teneurs de Plomb (Pb) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes

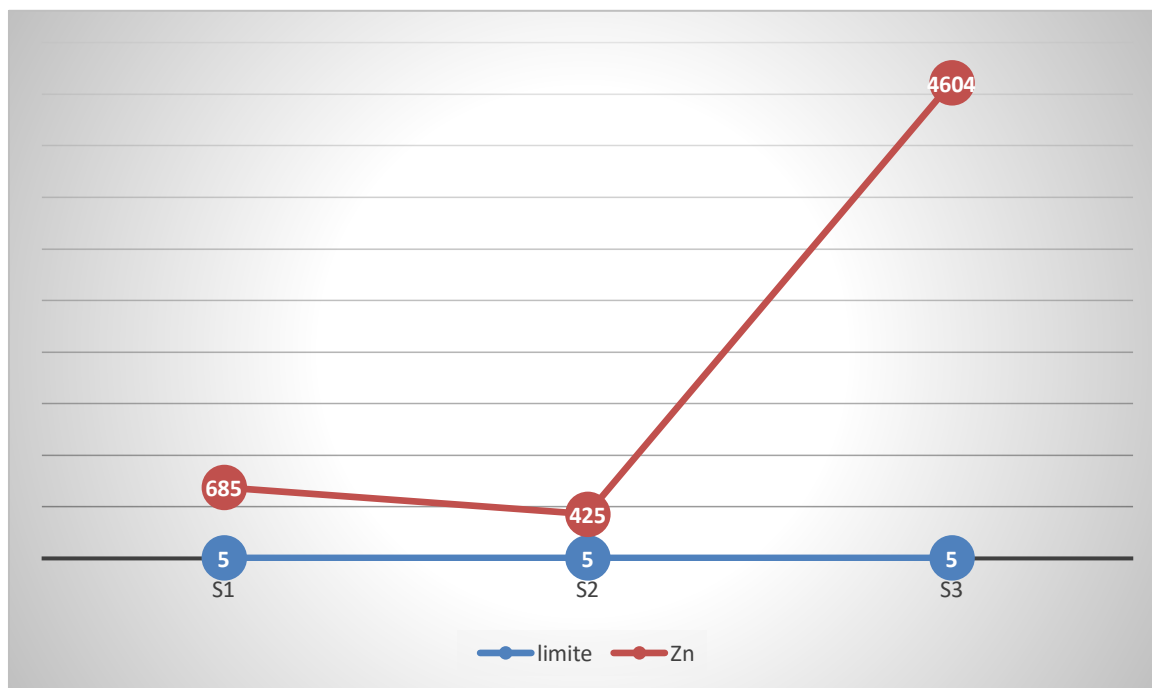


Figure 29 : Comparaison des teneurs de zinc (Zn) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme Nationale algériennes

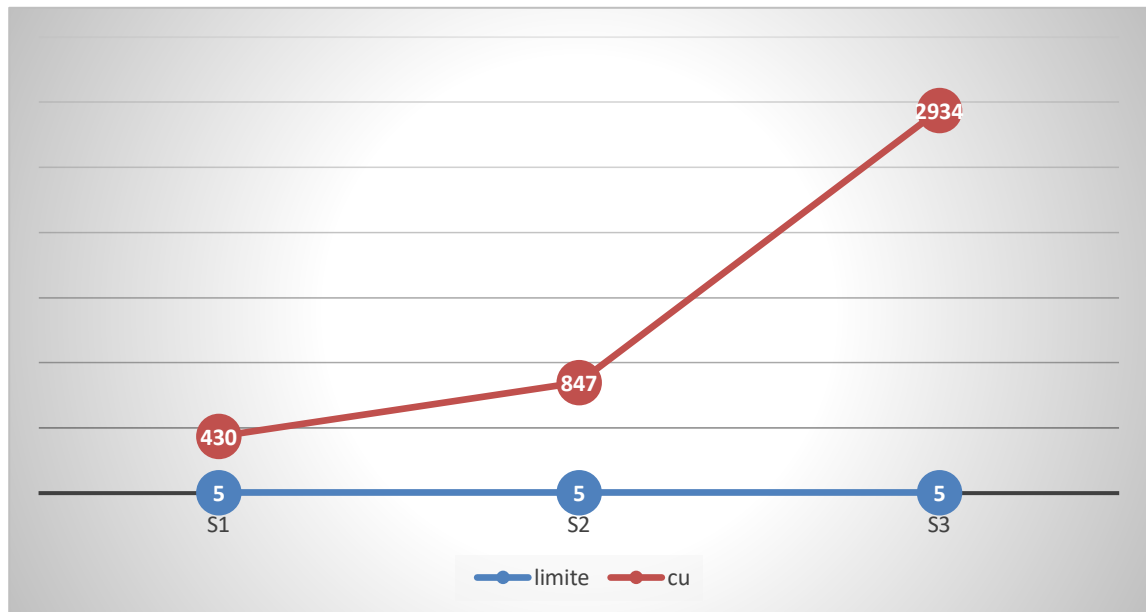


Figure 30 : Comparaison des teneurs de cuivre (Cu) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes

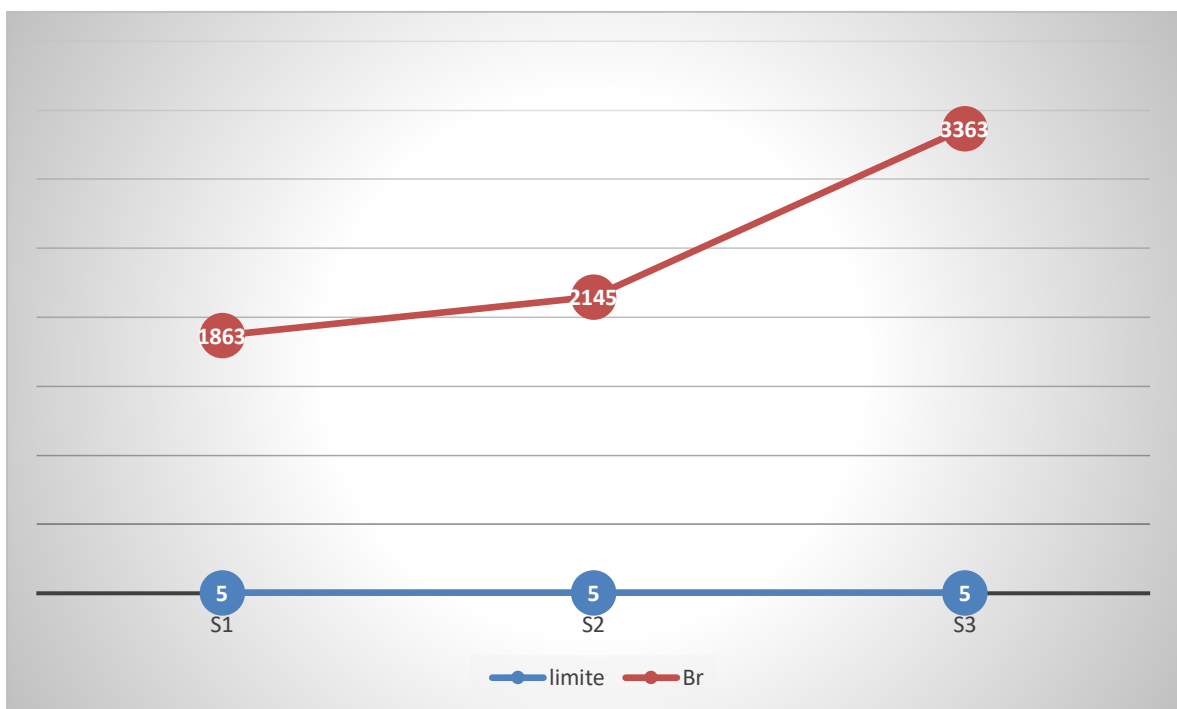


Figure 31 : Comparaison des teneurs de Brome (Br) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme nationale algériennes

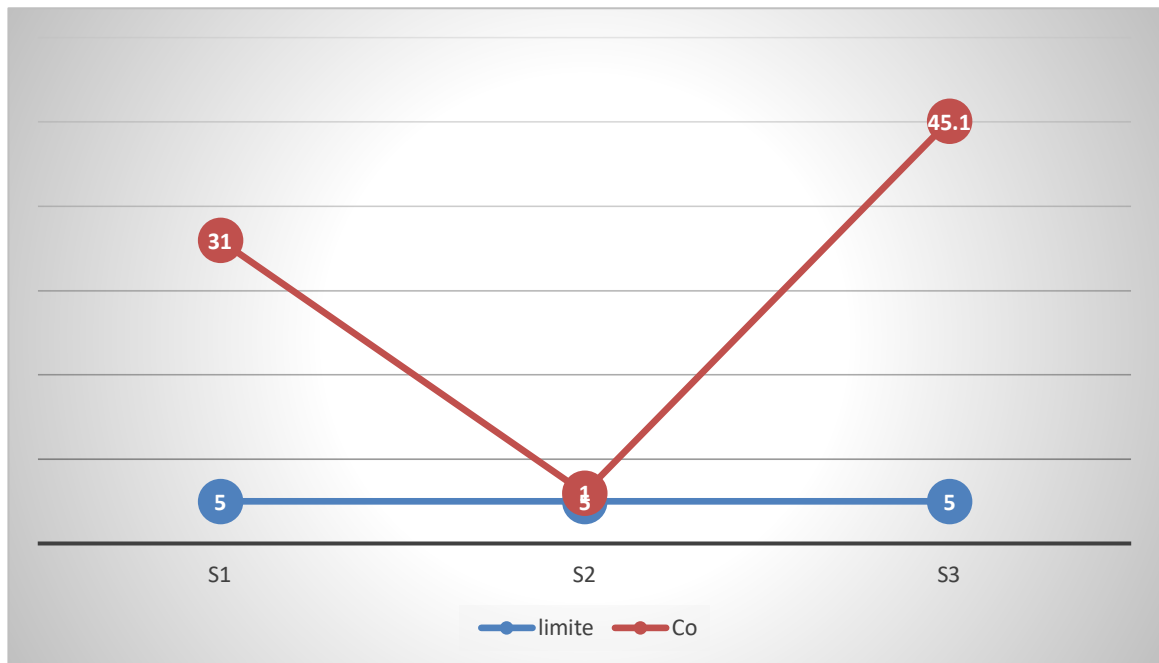


Figure 32 : Comparaison des teneurs de cobalt (Co) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes

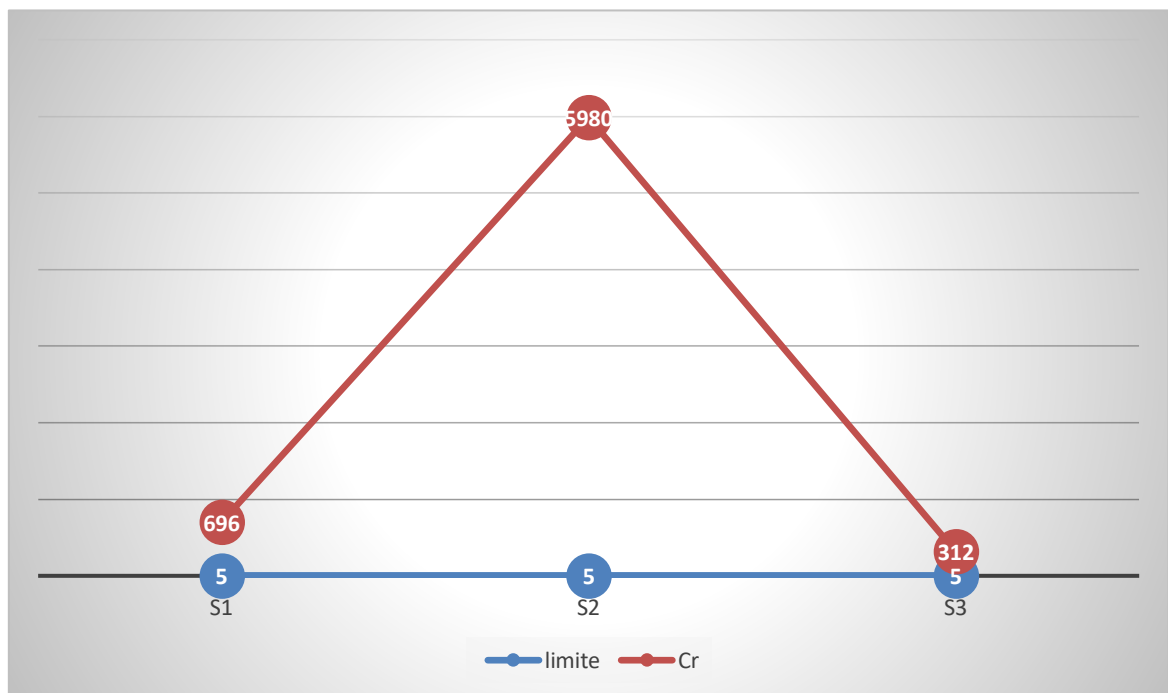


Figure 33 : Comparaison des teneurs de Chrome en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes

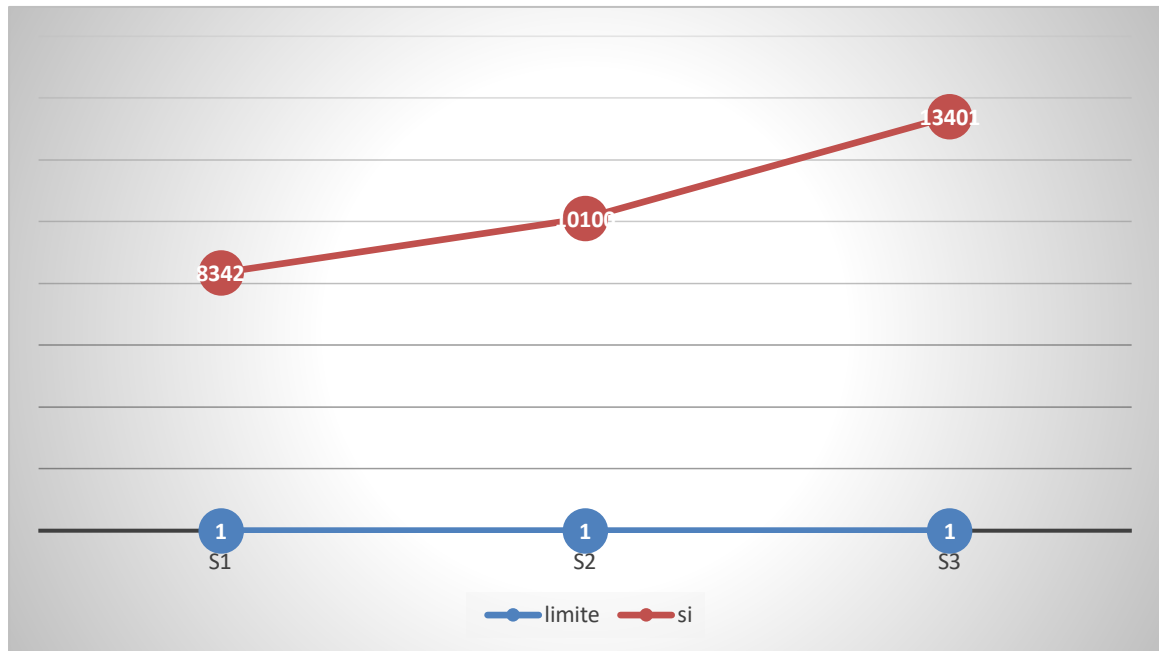


Figure 34 : Comparaison des teneurs de silicium (Si) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes

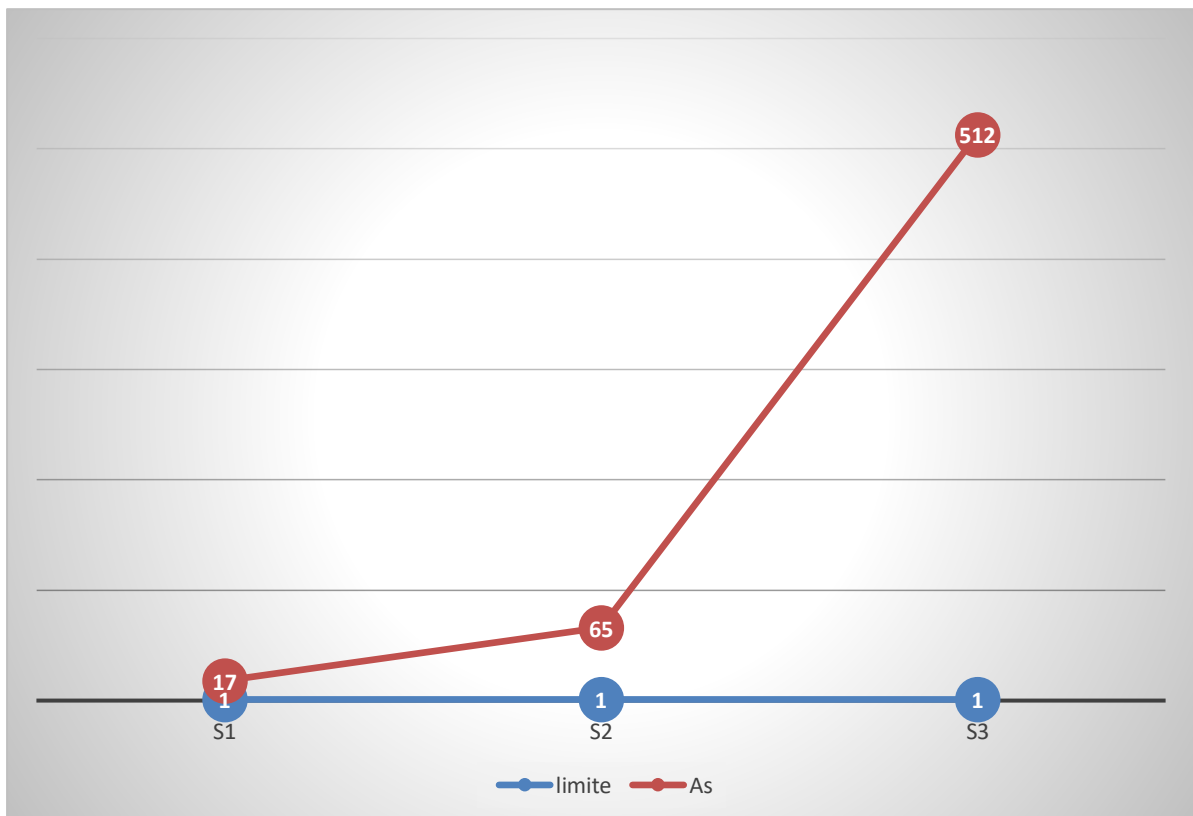


Figure 35 : Comparaison des teneurs d'Arsenic (As) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme national algériennes

Nous pouvons constater selon cette comparaison que les déchets issus des 3 Hôpitaux contiennent des quantités largement supérieures des normes nationales Algériennes selon le **Décret exécutif n 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006** et ainsi qu'aux normes internationales Européennes AFNOR cette différence est surtout observable à l'hôpital Saad Guermech pour le plomb, le zinc et le cuivre tandis que pour ABU AL QUASSIM elle est observable dans le chrome.

2-Comparaison des analyses avec norme internationale

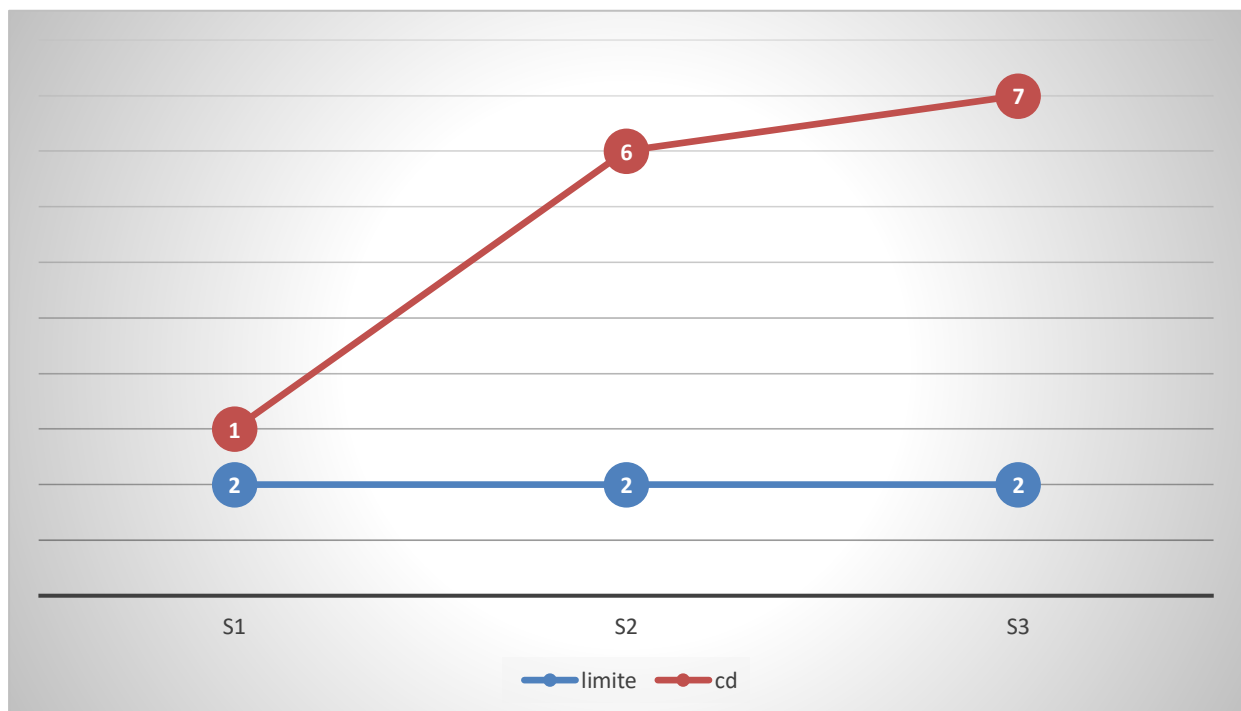


Figure 36 : Comparaison des teneurs de cadmium (cd) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme internationale européenne

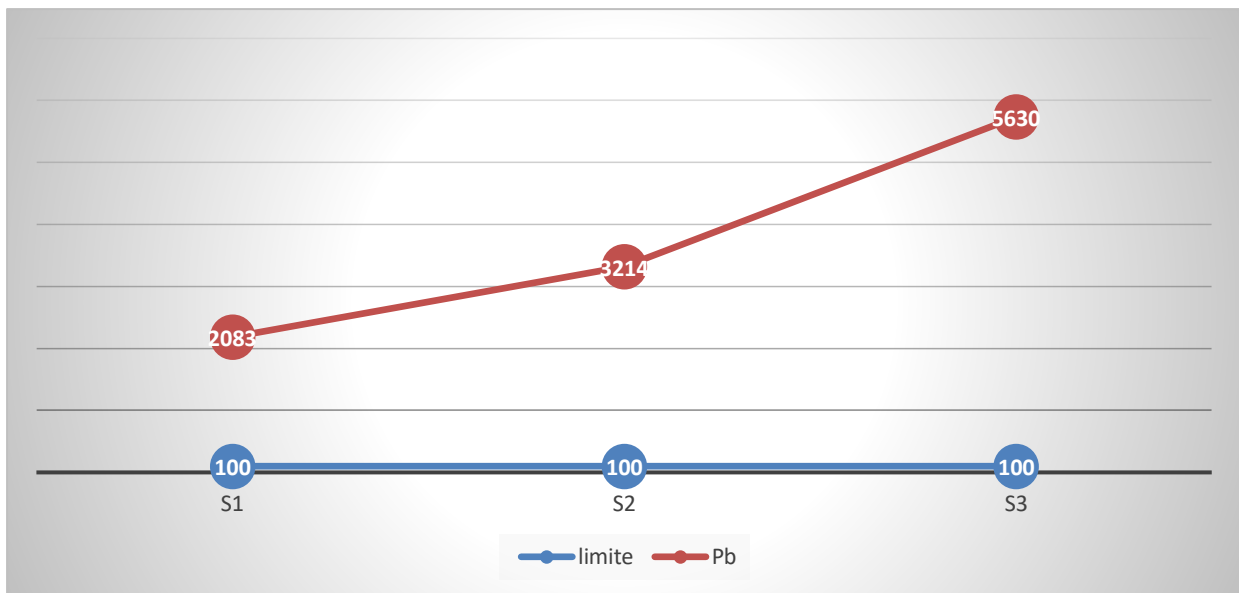


Figure 37 : Comparaison des teneurs de plomb (Pb) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes

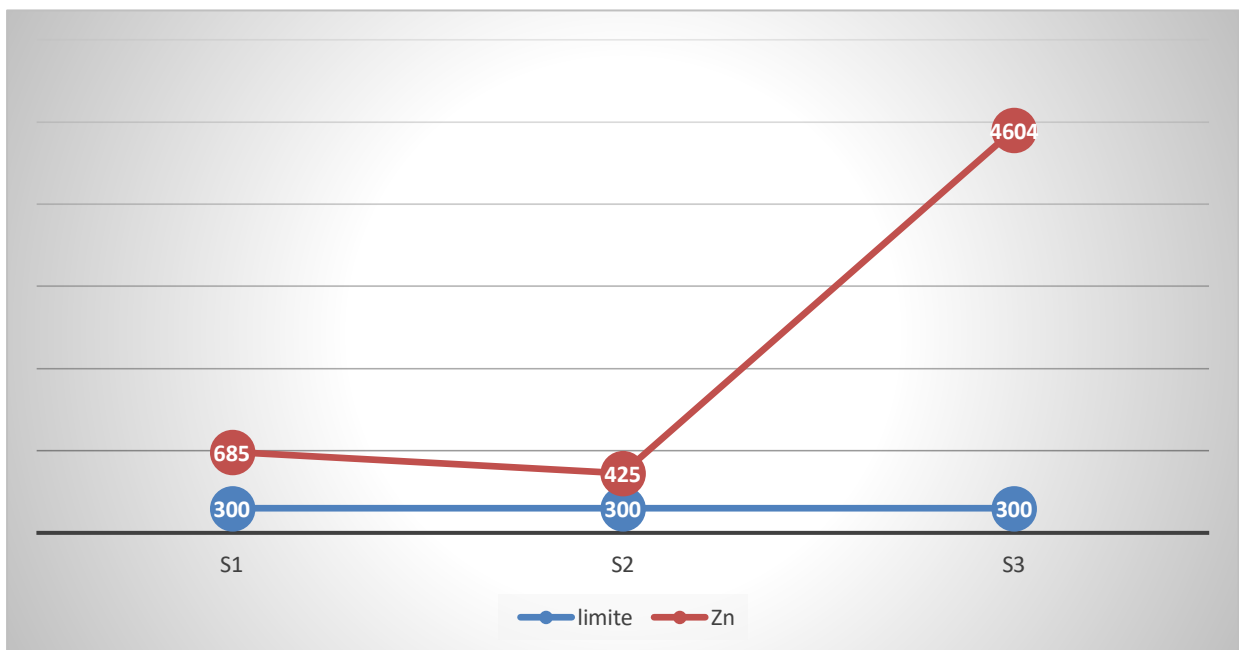


Figure 38 : Comparaison des teneurs de zinc (Zn) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européennes

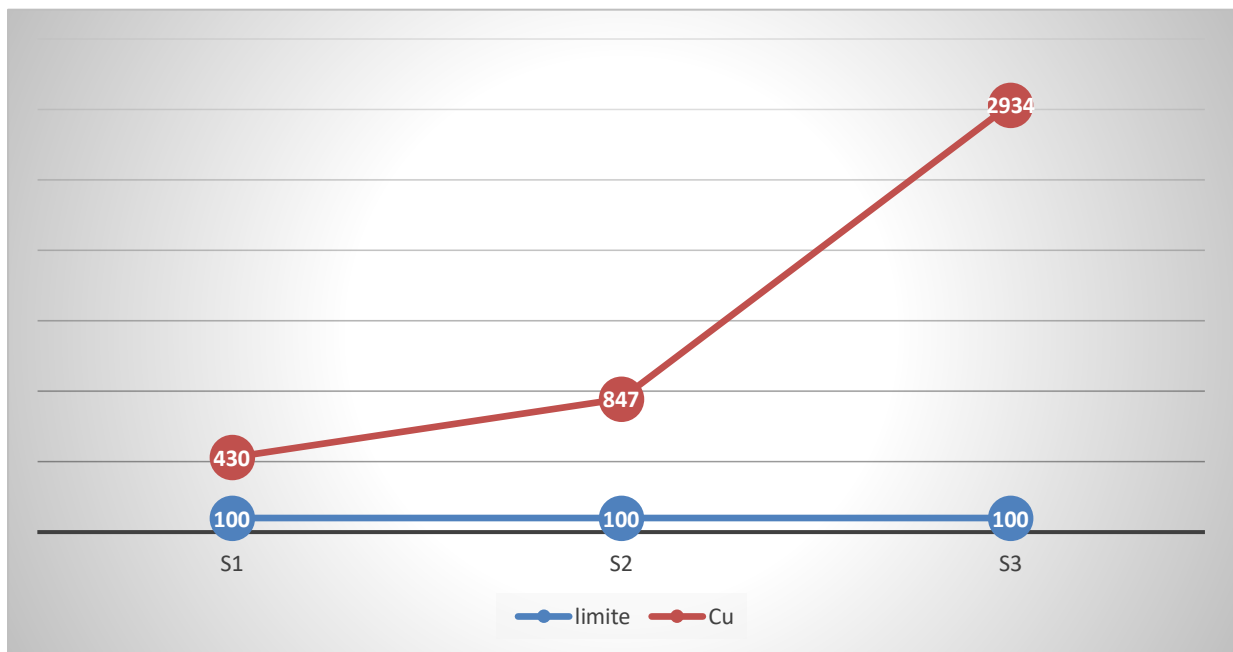


Figure 39 : Comparaison des teneurs de cuivre (Cu) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européenne

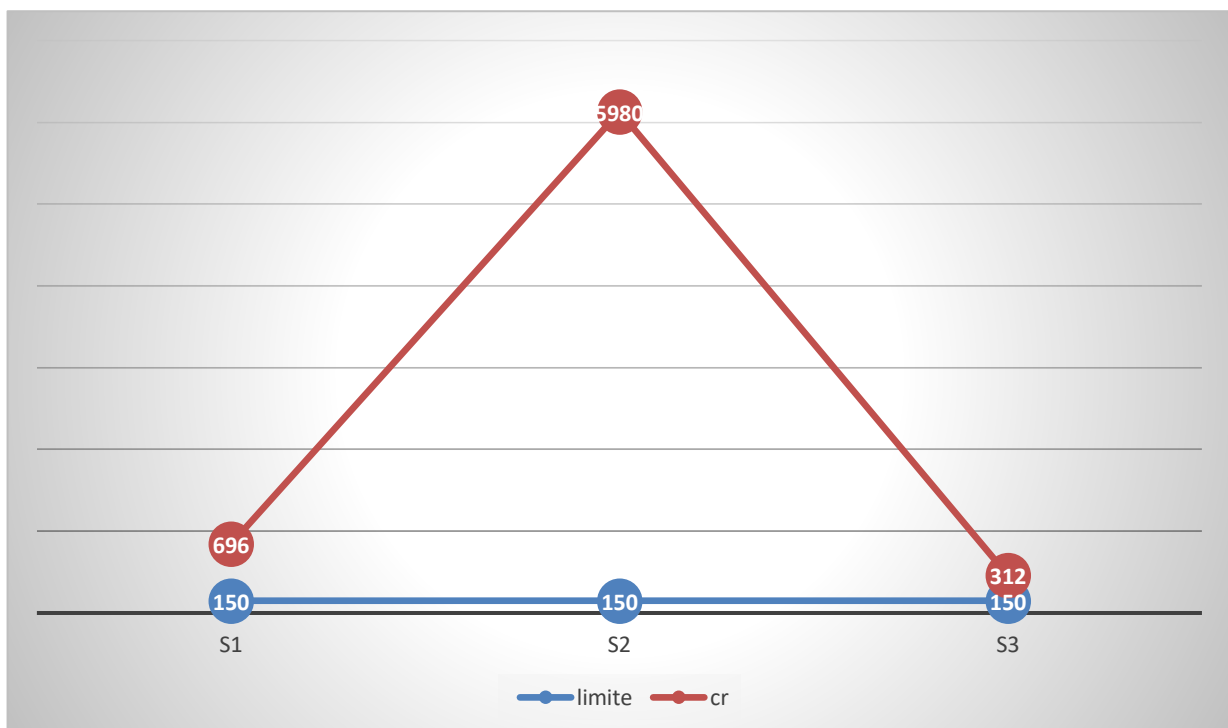


Figure 40 : Comparaison des teneurs de chrome (Cr) en mg/kg dans les 3 échantillons avec norme international européenne

Les énormes quantités de métaux observer dans la **figure 26** dépassent largement les normes nationales algériennes. Nous pouvons constater, d'après cette comparaison, que les déchets provenant des 3 hôpitaux contiennent des quantités largement supérieures aux normes nationales algériennes, telles que définies dans le **Décret exécutif n° 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006**. Cette observation est valable pour tous les hôpitaux, notamment en ce qui concerne le fer, le brome et le silicium. Ces derniers ne sont passoumis à des normes internationales spécifiques dans ce domaine.

3-Analyse sans normes

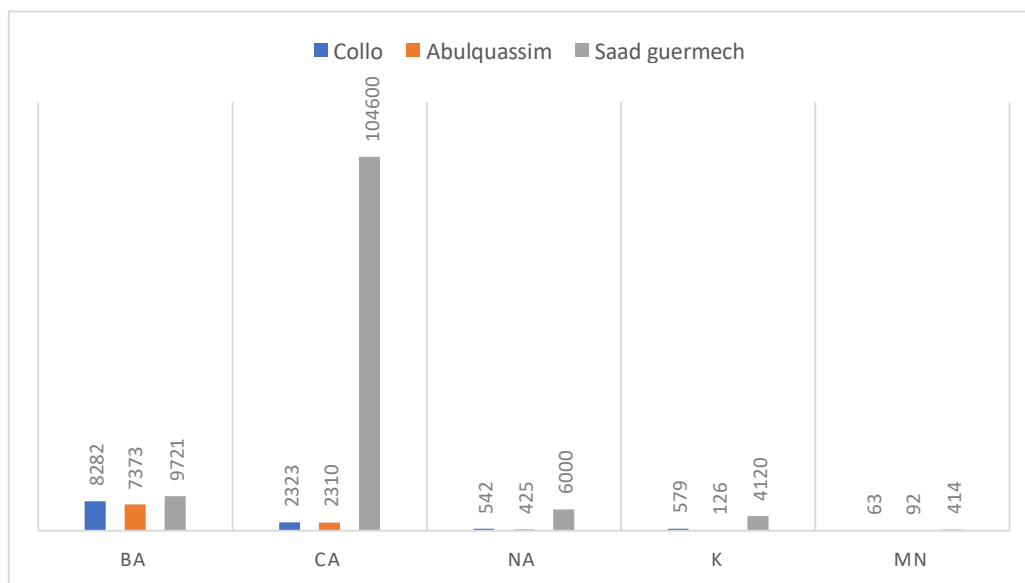


Figure 41. Histogramme représentant la Comparaison les teneurs moyennes (mg) des cations présents dans les 3 Hopitaux.

Cette étude a pour objectif d'évaluer la gestion des déchets dans les hôpitaux de la wilaya de Skikda. À travers une enquête approfondie, nous examinerons les différentes pratiques mises en place pour la gestion efficace des déchets hospitaliers. Nous nous intéresserons particulièrement à l'élimination des métaux lourds présents dans ces déchets, en analysant leur concentration et leur impact potentiel sur l'environnement. L'évaluation de ces aspects cruciaux nous permettra de mieux comprendre les procédures actuelles de gestion des déchets hospitaliers et d'identifier les éventuelles lacunes ou besoins d'amélioration. Les résultats obtenus contribueront à la mise en place de mesures plus efficaces et durables pour la gestion des déchets dans les hôpitaux de la wilaya de Skikda, visant ainsi à préserver l'environnement et la santé publique.

Discussion

Nous avons aussi constaté qu'à l'inverse de l'augmentation massive du volume des déchets mondiaux du au COVID-19 (**Lavagnolo, 2020**) la quantité de déchets Hospitalier de la région de Skikda n'a pas augmenter pendant cette période d'épidémique, mais a plutôt subi une régression par rapport aux l'années précédente. Cela et dû premièrement a la limitation des services de certains hôpitaux en tant que centres de traitement des maladies et aussi à la peur des gens d'aller à l'hôpital et d'attraper l'infection cela ne concorde pas avec **Wei, 2021** qui a trouvé que chez Wuhan, en Chine, le volume de déchets considérés comme à haut risque était en mars 2020 environ 5 fois plus élevé par rapport à la période pré-COVID-19, tandis que la densité des déchets (kg/m³) diminuait passant de 120 à 67-85 en raison de l'utilisation d'équipements de protection individuelle à usage unique légers tels que des tabliers, des gants et des masques .

Les résultats de l'enquête révèlent qu'il y avait une mauvaise ségrégation à la source de génération des déchets infectieux et perforants en utilisant un système de codage couleur. Cela était contraire à ce qui avait été observé précédemment (**Matee et Manyele, 2015 ; Honest andal, 2020**).

Les résultats d'observation ont révélé une différence significative entre les données relatives aux déchets médicaux fournies par les hôpitaux et celles fournies par la direction de l'environnement. Cette disparité soulève des questions quant à la fiabilité et à la précision de la collecte et du rapport d'informations sur les déchets médicaux.

L'une des raisons potentielles de cette différence observée réside dans les amendes fixées par l'État algérien, telles que décrites dans le décret exécutif n° **03-477 du 15 Chaoual 1424 correspondant au 9 décembre 2003**, qui établit les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux. Les hôpitaux pourraient éviter de payer ces amendes en raison des énormes quantités de déchets qu'ils produisent.

D'après les résultats obtenus l'hôpital Azzaba se distingue par son taux élevé de production de déchets médicaux au cours des trois dernières années, de 2018 à 2022. Cette performance est principalement due à sa situation géographique privilégiée, situé entre les wilayas de Skikda et Annaba. Cet emplacement stratégique attire un grand nombre de patients venant de différentes régions environnantes. Étant le seul grand hôpital dans cette zone, il est naturel que de nombreux patients choisissent de s'y rendre pour recevoir des soins médicaux. Cela contribue

Directement à l'augmentation du volume des déchets médicaux produits par l'établissement qui peut également poser des défis en matière de gestion des déchets. Le volume de déchets médicaux générés est largement supérieur à la capacité de l'hôpital. Cela a également été observé précédemment

(Manyele et Anicetus, 2006), ce qui signifie que la plupart des hôpitaux ont une faible capacité d'incinération et ne peuvent pas accueillir tous les déchets générés dans l'hôpital respectif.

Selon Baharun et al, 2005 Pour qu'un incinérateur fonctionnant parfaitement, l'efficacité de combustion est garantie en faisant fonctionner la chambre de combustion secondaire à une température $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ et exige qu'il soit à 1 km du complexe de population, contrairement à cela. Pendant notre période de nos enquêtes, nous avons constaté que l'incinérateur de l'hôpital SAAD GUERMECH public est proche de l'emplacement des résidents qui est contraire à la loi Algérienne selon le **Décret exécutif n° 03-477 du 15 chaoual 1424 correspondant au 9 décembre 2003**). Ce dernier aussi n'utilise aucun filtre et provoque une pollution de l'air qui nuit à l'environnement et à la santé humaine car les émissions des incinérateurs de déchets médicaux peuvent inclure le monoxyde de carbone (résultant d'une combustion incomplète), les matières particulaires, le chlorure d'hydrogène, les métaux (comme le mercure, le plomb, l'arsenic et le cadmium) (**Segura-Munoz et al, 2004**), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (**Levendis et al, 2001 ; Lee et al, 2002b**), les dioxines (polychlorodibenzo-p-dioxine (PCDD) et les furanes (polychlorodibenzofurane (PCDF) (**Lee et al, 2004 ; Brent et Rogers, 2002 ; Fritsky et al, 2001 ; Matsui et al, 2003**). Les personnes vivant à proximité des incinérateurs d'hôpitaux peuvent être exposées à ces substances toxiques en raison d'une mauvaise ségrégation des déchets et de la surcharge conséquente des incinérateurs. Il est donc souhaitable de respecter strictement et de renforcer une bonne ségrégation des déchets afin de réduire les risques sanitaires liés à l'incinération en aval. Il est donc impératif de garantir le respect strict des réglementations environnementales, notamment ce qui concerne la gestion des déchets, afin de minimiser les risques pour la santé publique et de préserver l'environnement.

L'analyse de la teneur des métaux dans les cendres provenant de l'incinération des déchets médicaux a révélé une contamination par divers métaux. Les diverses concentrations dépassant les limites standard, indiquant ainsi une contamination par ces métaux et malheureusement ces cendres sont jetées dans les décharges publiques malgré qu'il contient des concentrations très élevées de plomb de zinc de cuivre, chrome de fer de brome et silicium, il présente des effets toxiques cancérigènes et nocif pour les systèmes respiratoires et immunitaire et aussi ne sont pas

Biodégradables. De plus, la teneur en fer et en acier des déchets incinérés est également élevée en raison de nombreux objets en fer ou en acier qui entrent dans le flux de déchets médicaux, comme l'ont également signalé (**Matee et Manyele, 2015 & Manyele et al, 2011**).

La quantité de déchets à incinérer pourrait être réduite de 80 % si seuls les déchets nécessitant une incinération étaient rigoureusement séparés. Par conséquent, les quantités de polluants émis par rapport

à l'incinération d'un mélange de tous les types de déchets ont connu les réductions suivantes selon **Alvim-Ferraz et Afonso, 2005** : (1) matières particulaires, 98 % ; (2) dioxines, 99,5 % ; (3) As, Cd, Cr, Mn et Ni, respectivement 90 %, 92 %, 84 %, 77 % et 92 % ; (4) Hg et Pb, pratiquement éliminés ; (5) SO₂ et NO_x, 93 % ; (6) CO et HCl, plus de 99 %. Les résidus de l'incinération sont jetés dans les décharges public directement.

Dans la plupart des cas, les métaux lourds émis seront déposés relativement près des incinérateurs, bien qu'une partie des métaux - et en particulier le mercure - puisse être transportée sur de longues distances. Il est évident de constater que, bien que seule une très petite partie de la teneur en métaux lourds des déchets soit émise dans l'air, les émissions des incinérateurs de déchets peuvent constituer une part significative de l'ensemble des émissions atmosphériques d'un pays (**Lassen et Hansen, 1996 ; Drivsholm et al., 2000**). Cependant, à mesure que les systèmes de nettoyage des gaz de combustion s'améliorent pour répondre aux normes modernes, l'élimination des scories et en particulier des résidus de nettoyage des gaz de combustion devient un sujet majeur de préoccupation. Des mesures doivent être prises pour contrôler ces polluants et réduire leur impact négatif sur l'environnement et la santé publique. La surveillance de la qualité des métaux et des polluants associés dans les incinérations des déchets médicaux ainsi que l'amélioration des mesures préventives et de la gestion des déchets et le développement des techniques d'élimination sont nécessaires pour maintenir l'intégrité environnementale et la santé publique.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de notre travail réalisé l'identification et quantification des différents déchets hospitalier, produits au niveau de la wilaya de Skikda ainsi suivre leurs systèmes de gestion l'étude a été effectuée sur 7 établissements.

Les déchets produits passent par le processus de tri, conditionnement, collecte, stockage, transport, l'élimination et le traitement le résultat mensuel obtenu indique qu'il existe 4 types de déchets, déchets à risque infectieux, déchets à risque chimique ou toxique, Anatomique, et Radioactifs. Le suivi direct montre que le système de gestion des déchets dans son ensemble souffre de quelque obstacle organisationnel.

Les résultats d'observation mettent en évidence la nécessité d'hôpitaux pour développer des stratégies de gestion des déchets médicaux robustes. Cela pourrait impliquer la mise en place de processus de tri plus efficaces, l'utilisation de technologies de traitement adéquates et la sensibilisation du personnel médical aux bonnes pratiques en matière de gestion des déchets.

Ces mesures permettront de garantir la conformité réglementaire tout en contribuant à la préservation de l'environnement et à la santé publique.

L'enquête aussi montre qu'ici en Skikda il y a 3 méthodes d'élimination banalisation, incinération et enfouissement pour les déchets anatomiques.

Comparaison des données relatives aux déchets médicaux soulèvent des inquiétudes quant à la fiabilité et à la précision des données sur les déchets médicaux. Des actions doivent être entreprises pour comprendre et résoudre les différences observées, notamment par le biais d'investigations approfondies, de la mise en place de protocoles standardisés et de la sensibilisation du personnel. L'objectif ultime est de parvenir à une meilleure harmonisation des données entre les hôpitaux et les autorités de l'environnement, afin d'assurer une gestion efficace des déchets médicaux et de contribuer à la protection de l'environnement et de la santé publique.

L'écart entre les incinérateurs étudiés est évident en termes de conformité aux lois environnementales et des mesures prises pour préserver la qualité de l'air. Il est impératif de remédier à cette situation en renforçant la législation et en mettant en place des mesures de contrôle plus strictes pour garantir la santé et le bien-être des populations exposées à ces installations industrielles.

Il est nécessaire de renforcer la conformité législative en matière de gestion des déchets, en se basant notamment sur le décret exécutif n° 03-477 du 15 chaoual 1424, et d'assurer une mise en œuvre stricte des réglementations environnementales en Algérie. Cela contribuera à réduire les risques pour la santé publique et à préserver l'environnement, tout en favorisant des pratiques plus durables et

Conclusion générale

respectueuses de l'environnement dans la gestion des déchets.

La possibilité de recycler les métaux devrait être reconsidérée pour l'exploitation au lieu de les jeter dans les décharges publiques et de nuire à l'environnement et aux citoyens.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références Bibliographique :

- **A., Honest , Manyele., S., V , Saria., J., A. S , Mbuna., J. (2020).** *Assessment of the heavy metal - levels in the incinerators bottom-ash from different hospitals in Dares Salaam. African Journal of Environmental Science and Technology, 14(11), 347– 360.* doi:10.5897/ajest2020.2891.
- **Agence nationale des déchets, 2019,** Guide national de gestion des déchets dans les activités de soins, 85p
- **Alvim-Ferraz, M.C.M., Afonso, S.A.V., 2005.** Incineration of healthcare wastes: management of atmospheric emissions through waste segregation. *Waste Management 25, 638–648.*
- **AUGRIS M -Ministère de l'éducation nationale, Laurent ROY -Université de Rouen**
- **Baharun S, Robiah A, Khairili M, Arshad A, Tahir A, Rashid M, Zamri I (2005).** Variables affecting the combustion efficiency of a clinical waste incineration Pprocess. *Jurnal Teknologi 42(F):11-24.*
- **Bouhtouri Y, 2013,** Gestion des déchets hospitaliers au Maroc cas du CHU de Rabat-Salé et de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknés pour l'obtention du doctorat en Médecine. Université Mohamed V-souissi, Faculté de médecine et de pharmacie, RABAT, PP 146.
- **Bourogaa S & Ouareth A, 2016,** Situation sur la gestion des déchets hospitaliers de la ville d'Ouargla, Mémoire de Master en Sciences biologiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, PP 64.
- **Brent, A., Rogers, D., 2002.** Establishing the propensity for dioxin formation using a plume temperature model for medical waste incinerator emissions in developing countries. *Journal of the Air & Waste Management Association 52, 811–821.*
- **CICR, 2011,** Manuel de gestion des déchets médicaux, Comité international de la Croix- Rouge 19, avenue de la Paix 1202 Genève, Suisse, PP 162.
- **CUNIASSE B et GLASS T Citepa.** Rapport Secten édition 2020 Émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France Métaux lourds
- **Das, A. K., Islam, M. N., Billah, M. M., & Sarker, A (das et al).(2021).** COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review. *Science of the Total Environment, 778(146220).*
- **Drivsholm TE, Hansen JM, Havelund S (2000).** Massestr⁻ms analyse for cadmium [Substance flow analysis for cadmium]. *Environmental Project No. 557.*
- **Fritsky, K., Kumm, J., Wilken, M., 2001.** Combined PCDD/F destruction and particulate control in a baghouse: experience with a catalytic filter system at a medical waste incineration plant.

Références bibliographiques

J. Air Waste Manage. Assoc. 51, 1642–1649.

- **Gravlee, C. C. (2020).** Systemic racism, chronic health inequities, and COVID-19: Asyndemic in the making?. *American Journal of Human Biology*, 32(5), e23482.
- **Guermoud, N., Ouadjnia, F., Abdelmalek, F., Taleb, F., Addou, A., 2008.** Municipalsolid waste in Mostaganem city (Western Algeria). *Waste Management* 29,896–902.
- **guide dechets speciaux :::: CONRAD V (-Université de Reims Champagne Ardenne, Stéphane BERNIER -CNRS, Dominique TERRILLON -CNRS avec laparticipation de David DROUIN - Institut de rudologie, de Patrick FAUCHER - Groupe Ecocampus et de Jean BEDIN et Jean-Marc PASQUIER –ConservatoireNational des Arts et Métiers**
- **Hendriks C.F and Pietersen H.S. (2000).** Sustainable raw materials: constructionand demolition waste-state-of-the-Art report of Rilem technical committee. Rilem publications, vol. 22, p165
- <https://www.lenntech.fr/periodique/elements/ba.htm#ixzz83Hf0kBmf>
- **Jaber S., Aljawad A., Prisecaru T., Pop E., 2021.** the environmental situation of the ash medical waste in baghdadIraq .
- **l’Office fédéral de l’environnement OFEV Berne, 2021.,** Élimination des déchets médicaux (60p).
- **Lassen C, Hansen E (1996).** Massestr msanalyse for fly [Substance flow analysis forlead]. Environmental Project No. 327. The Danish EPA, Copenhagen
- **Lavagnolo .,MC.(2020).** “Closing the loop” of circular economy and COVID- 19.Detritus 10.1-2. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.13949>.
- **Lee, B., Ellenbecker, M., Moure-Eraso, R., 2004.** Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes. *Waste Management* 24,143–151.
- **Levendis, Y., Atal, A., Carlson, J., Quintana, M., 2001.** PAH and soot emissions from burning components of medical waste: examination/surgical gloves and cottonpads. *Chemosphere* 42, 775–783.
- **Matee., VE, Manyele., SV (2015).** Performance of a large-scale medical wasteincinerator in a referral hospital. *Engineering* 7:676-690.
- **Matiko D (2015).** Managing disposal of unwanted pharmaceuticals at health facilitiesin Tanzania: A case of Dar es Salaam region public health facilities MSc. (Pharmaceutical Management) Dissertation, Muhimbili University of Health and Allied Sciences, Dar es Salaam, Tanzania
- **Matsui, M., Kashima, Y., Kawano, M., 2003.** Dioxin-like potencies and extractable organohalogen (EOX) in medical, municipal and domestic waste incinerator ashes in Japan. *Chemosphere* 53, 971–980.

Références bibliographiques

- Nationale waste agency, 2019 guide national gestion des déchets d'activité de soins Edition 2019.
- **OMS/UNICEF (2022)**. Progress on WASH in health care facilities 2000-2021. Organisation mondiale de la Santé, Genève.
- **OMS., 2018**. Déchets liés à la santé
- **OMS 2004** Gestion des déchets médicaux
- **Plan de gestion des déchets d'activité de soins** 3e édition décembre 2009. Mise en page : DICOM - S10-012
- **Rogers, D.E.C., Brent, A.C., 2006**. Small-scale medical waste incinerators –experiences and trials in South Africa. *Waste Management* 26, 1229–1236.
- **Scal Air 2015** les métaux lourds polluant atmosphérique surveillé en nouvelle-calédonie : origines, impacts et surveillance
- **Segura-Muñoz, S.I., Takayanagui, A.M.M., Trevilato, T.M.B., Santos, C.B., Hering, S.E., 2004**. Trace metal distribution in surface soil in the area of a municipal solid waste landfill and a medical waste incinerator. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 72, 157–164
- **Seigneur C ,2018**. Pollution atmosphérique. Concepts, théorie et applications -Edition Belin
- **Shen L.Y., Tam VW., Tam C.M., Drew D. (2004)**. Mapping approach for examining waste management on construction sites. *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 130, No. 4, pp. 472-481.
- Journal officiel de la république Algérienne et populaire. Loi du 15 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, No. 77, Algérie.
- **Ssenv., 2017**. Guide technique de gestion des déchets médicaux
- **Wei L, Huang W, Lu X, Wang Y, Cheng L, Deng R, Long H, Zong Z. (2020)** Contamination of SARS-CoV-2 in patient surroundings and on personal protective equipment in a non-ICU isolation ward for COVID-19 patients with prolonged PCR positive status. *Antimicrob Resist Infect Control* 9.167. doi: <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00839-x>.
- **Yong-Chul, J., Cargro, L., Oh-Sub, Y., Hwidong, K., 2006**. Medical waste management in Korea. *Journal of Environmental Management* 80, 107–115.

Chalabi Chaima
Boutobza Ferdaous
Boughelita Asma
Djehader Loubna

Thème : Les déchets médicaux et leur impact dans la région de Skikda

Nature du diplôme : Diplôme de Master en Protection des écosystèmes

Résumé :

Notre étude vise à identifier et quantifier les différents déchets hospitaliers produits dans la wilaya de Skikda, ainsi qu'à suivre leur système de gestion. Cette étude a été réalisée dans 7 établissements. Nos observations illustrent que les déchets produits suivent un processus comprenant le tri, le Conditionnement, la collecte, le stockage, le transport, l'élimination et le traitement. L'enquête révèle également qu'à Skikda, il existe trois méthodes d'élimination : l'enfouissement pour les déchets anatomiques, la banalisation et l'incinération. Un questionnaire a été établi pour évaluer la sensibilisation des responsables de l'élimination des déchets. La majorité d'entre eux ont montré une connaissance limitée sur le sujet. De plus, nous avons renforcé notre étude en mesurant la quantité de métaux lourds présente dans les déchets médicaux dans 3 stations différentes à l'aide de l'analyse du FRX. Nous avons constaté une absence de coordination entre les établissements et la direction de l'environnement. Enfin, nous avons analysé les résidus de l'incinération afin d'obtenir une idée de la performance de ce processus. Malheureusement, nous avons également constaté une importante pollution de l'environnement due à la présence de quantités significatives de métaux lourds, nocifs pour l'environnement et pour la santé humaine.

Mots clé : Incinérateur, Déchets hospitalier, Métaux lourds, Pollution, Hôpital

ABSTRACT

Our study aims to identify and quantify different hospital waste generated in the Skikda province and track their management system. This study was conducted in 7 establishments. Our observations highlight that the produced waste follows a process involving sorting, packaging, collection, storage, transportation, disposal, and treatment. The investigation also reveals three disposal methods in Skikda: burial for anatomical waste, normalization, and incineration. A questionnaire was administered to assess the awareness of waste disposal managers, with the majority demonstrating limited knowledge on the subject. Additionally, we reinforced our study by measuring the presence of heavy metals in medical waste at 3 different stations using XRF analysis. We observed a lack of coordination between establishments and the environmental department. Finally, we analyzed incineration residues to assess its performance, unfortunately revealing significant environmental pollution due to the presence of harmful heavy metals detrimental to both the environment and human health.

Keywords: Incinerator, Hospital waste, Heavy metals, Pollution, Hospital.

ملخص:

تهدف دراستنا إلى تحديد وقياس نفايات المستشفيات المختلفة المنتجة في ولاية سكيكدة، وكذلك مراقبة نظام إدارتها. أجريت هذه الدراسة في 7 مؤسسات. توضح ملاحظتنا أن النفايات المنتجة تتبع عملية تشمل الفرز والتعبئة والجمع والتخزين والنقل والتخلص والمعالجة. يكشف التحقيق أيضا أنه في سكيكدة، هناك ثلاث طرق للتخلص: دفن النفايات التشريحية، والتقليل من الأهمية والحرق. تم وضع استبيان لتقييم وعي المسؤولين عن التخلص من النفايات. أظهر معظمهم معرفة محدودة حول هذا الموضوع. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتعزيز دراستنا من خلال قياس كمية المعادن الثقيلة الموجودة في النفايات الطبية في 3 محطات مختلفة باستخدام تحليل فركس. لاحظنا عدم وجود تنسيق بين المؤسسات وإدارة البيئة. أخيرا، قمنا بتحليل بقايا الحرق من أجل الحصول على فكرة عن أداء هذه العملية. لسوء الحظ، لاحظنا أيضا تلوثا كبيرا للبيئة بسبب وجود كميات كبيرة من المعادن الثقيلة الضارة بالبيئة وصحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية: نفايات، مستشفى، معادن ثقيلة، تلوث.

2022-2023

Promoteur : Oudjan F

Co-Promoteur : Aouzal B