

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université a. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie  
Département de Génie des procédés

# Mémoire

## EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés  
Spécialité : Génie chimique

Présenté par

**Hammi Asma**

**Phiri Lisa Nokulunga**

*Thème*

**Gestion des Déchets Spéciaux Dangereux en Algérie - cas de l'entreprise  
CINTECH**

Nom et Prénom	Grade		
Mr REZGUI		Université de Bejaia	Président
Mme CHIBANI		Université de Bejaia	Examineur
Mr AZZOUG.M		Université de Bejaia	Encadrant

Année Universitaire : 2022/2023



## ***Remerciements***

*Nous tenons compte à exprimer nos sincère gratitude et profonde reconnaissance à :*

*Notre promoteur Mr AZZOUG, en particulier,*

*Qu'il trouve ici l'expression de nos gratitude et de nos respects. Merci de nous avoir accompagné et d'assister durant tous nos travaux de recherche.*

*Directeur Générale de l'entreprise CINTECH pour son accompagnement durant la période de notre stage pratique*

*Tous les enseignants de l'université Targa Ouzemour durant notre cycle d'étude.*

## *Dédicace*

*I dedicate this work to my favourite Person that has remained faithful. He has encouraged me every step of the way and has always showed me His kindness in moments of weakness. He is my Strength and my Shield.*

*I also dedicate this to my parents who have supported me the best way they could. Be it financially or through sentimental and inspiring words, I have come this far because of that. No word has been taken for granted. Therefore, I am honestly so grateful for your presence and precious care.*

*This goes out to my sisters, Audrey and Michelle.*

*Thanks for keeping in touch, and making the distance feel as though it didn't exist at times. You guys get an A for being there.*

Lisa

## *Dédicace*

*A ma Wizwiz, mon soutien infatigable,  
À travers les hauts et les bas, Tu as été mon épaule sur laquelle pleurer,  
Mon écho dans les moments de joie.*

*À mes parents, Vous avez été mes piliers, Et votre soutien indéfectible  
m'a permis de grandir.*

*À mes deux frères et ma sœur,  
Les liens du sang qui ne se brisent jamais,  
Nos rires, nos disputes, Vous êtes mes alliés,  
Et chaque moment partagé est précieux à mes yeux.*

*Aux sœurs que j'ai rencontrées au long de mon parcours scolaire. Des  
amitiés nées dans les salles de classe. Des souvenirs gravés dans mon  
cœur. Votre présence a été un cadeau précieux, Vos encouragements et  
votre amitié ont nourri ma croissance.*

*Enfin, à mon petit chat Michel,  
Toi qui ronronnes à mes côtés,  
Ta douceur et ta présence apaisante ont réchauffé mon âme.  
À tous ceux qui ont croisé ma route, Et grâce à vous, mon mémoire  
prend tout son sens.*

Asma

## Sommaire

### Liste des tableaux

### Liste des figures

### Liste d'abréviation

## Introduction générale .....2

## Chapitre 1 : Généralités sur les Déchets Spéciaux dangereux

I.1 Définition.....	5
I.2 Catégories.....	5
I.3 Les Sources.....	6
I.4 Les risques sanitaires et environnementaux des Déchets spéciaux dangereux.....	6
I.5 Législation environnementale des déchets spéciaux dangereux.....	10
I.6 Gestion et traitement des déchets dangereux.....	11
I.6.1 Solidification-stabilisation.....	11
I.6.2. Incinération.....	14
1.6.2.1 Les Conditions.....	16
1.6.2.2 Types de fours.....	16
1.6.2.3. Sous-produits de l'incinération (fumées + Mâchefers).....	20
1.6.2.4. Impacts environnementaux et sanitaires de l'incinération de déchets dangereux....	24
.....	24
I.7. Normes environnementales des sous-produits .....	25
I.8. Gestion des DASRI dans le monde.....	25

## Chapitre II : Gestion et traitement des DS en Algérie-Cas de l'entreprise CINTECH

2.1. Production et génération de Déchets Spéciaux Dangereux en Algérie.....	29
2.2. Législation Algérienne sur les Déchets Spéciaux .....	29
2.3 Présentation de l'entreprise CINTECH.....	31
2.4 Historique et Statut.....	31

2.5 Structure de l'entreprise.....	32
2.6 Les étapes de traitement de Déchets Spéciaux au sein de l'entreprise.....	35
2.7 Méthodes et procédés utilisés pour l'incinération.....	38
2.8. Méthodes d'analyses des Fumées et des Mâchefers.....	52

### **Chapitre III : Résultats et Discussion**

3.1 Bilans des Masses annuelle et mensuelle .....	56
3.2 Quantités de mâchefers produites.....	61
3.3. Emission de fumées produites.....	62

### **Conclusion**

### **Référencés Bibliographique**

## Listes des tableaux

**Tableau I.1 :** Exemples d'infections pouvant être causées par les DASRI.

**Tableau I.2 :** Comparaison entre type 1 et type 2.

**Tableau 3.1 :** Bilan des Déchets Spéciaux et Spéciaux Dangereux l'année 2020.

**Tableau 3.2 :** Bilan des Déchets Spéciaux et Spéciaux Dangereux en 2021.

**Tableau 3.3 :** Bilan de Déchets Spéciaux et Déchets Spéciaux Dangereux en 2022.

**Tableau 3.4 :** Quantité de volumes de CO

**Tableau 3.5 :** Quantité de volume de NO

**Tableau 3.6 :** Quantité de volume de SO<sub>2</sub>

**Tableau 3.7 :** Quantité de volume de NO<sub>x</sub>



## Listes des figures

**Figure 1.1 :** Symboles de danger internationaux.

**Figure 1.2 :** Solidification des déchets par liants hydrauliques et par liants organiques

**Figure 1.3 :** La vitrification

**Figure 1.4 :** Stabilisation des déchets – L'enfouissement

**Figure 1.5 :** Schéma d'un incinérateur

**Figure 1.6 :** Incinérateur four rotatif FRCD 450

**Figure 1.7 :** Schéma d'un Four à grille amovible

**Figure 1.8 :** Four Fixe

**Figure 1.9 :** Four à Lit Fluidisé circulant

**Figure 1.10 :** Mâchefers d'incinération des déchets industriels

**Figure 1.11 :** Fumées d'incinération

**Figure 1.12 :** Waste generation by Region

**Figure 2.1.** Présentation géographique de l'entreprise.

**Figure 2.2 :** La structure hiérarchique de l'entreprise.

**Figure 2.3 :** La collecte de DASRI et des déchets spéciaux dangereux.

**Figure 2.4 :** La nomenclature des déchets cas de DASRI.

**Figure 2.5 :** Le transport des déchets collecté

**Figure 2.6 :** Système d'incinération des déchets dangereux

**Figure 2.7 :** Unité de chargement automatique

**Figure 2.8 :** Cycle d'unité de chargement automatique

**Figure 2.9 :** Nuage de pulvérisation, comme un brouillard

**Figure 2.10 :** Unité de four rotatif

**Figure.2.11 :** Convoyeur d'enlèvement des cendres et Chariot de cendres

**Figure 2.13 :** Échangeur de chaleur

**Figure 2.14 :** Unité de filtre à manches

**Figure 2.15:** Ventilateur ID fan

**Figure 2.16 :** Unité de contrôle

**Figure 2.17:** Chambre de combustion principale

**Figure 2.18 :** Partie de lavage humide

**Figure 2.19:** Cheminée d'évacuation de fumée traité

**Figure 2.20:** Vue d'ensemble de l'analyseur

**Figure 3.1 :** Quantité des Déchets Spéciaux traitées l'année 2020

**Figure 3.2 :** Quantité des Déchets Spéciaux traitée l'année 2021

**Figure 3.3 :** Quantité des Déchets Spéciaux traitée l'année 2022

**Figure 3.4 :** Concentration de CO traitée en 2020

**Figure 3.5 :** Concentration de CO traitée en 2021

**Figure 3.6 :** Concentration de CO traitée en 2022

**Figure 3.7 :** Concentration de NO traitée en 2020

**Figure 3.8 :** Concentration de NO traitée en 2021

**Figure 3.9 :** Concentration de NO traitée en 2022

**Figure 3.10 :** Concentration de SO<sub>2</sub> traitée en 2020

**Figure 3.11 :** Concentration de SO<sub>2</sub> traitée en 2021

**Figure 3.12 :** Concentration de SO<sub>2</sub> traitée en 2022

**Figure 3.13 :** Concentration de NO<sub>x</sub> traitée en 2020

**Figure 3.14 :** Concentration de NO<sub>x</sub> traitée en 2021

**Figure 3.15 :** Concentration de NO<sub>x</sub> traitée en 2022

## Liste D'abréviations

<b>DS</b>	Déchets Spéciaux
<b>DSD</b>	Déchets Spéciaux Dangereux
<b>DASRI</b>	Déchets d'activités de soins à risques infectieux
<b>DI</b>	Déchets Inertes
<b>DMA</b>	Déchets ménagers et assimilés
<b>PNAGDES</b>	Plan national de gestion des déchets spéciaux
<b>DAS</b>	Déchets d'activités de soins
<b>SNGID</b>	Stratégie Nationale de la Gestion Intégrée des Déchets
<b>RCRA</b>	Resource Conservation and Recovery Act
<b>PNAE-DD</b>	Plan national d'action pour l'environnement et le développement durable
<b>TEOM</b>	Taxe d'enlèvement des ordures ménagères
<b>TAPD</b>	Taxe sur les activités polluantes et dangereuses

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **Introduction**

Les déchets sont des substances ou des matériaux qui sont considérés comme inutiles ou indésirables (Y. Menard, 2003). Ils peuvent être produits par des activités domestiques, industrielles, agricoles ou médicales. La quantité de déchets générés dans le monde a considérablement augmenté au fil des années, posant ainsi des défis majeurs en termes de gestion et de traitement.

Les déchets, qu'ils soient spéciaux ou spéciaux dangereux, sont devenus un problème majeur dans le monde d'aujourd'hui. Ces derniers comprennent une large gamme de substances telles que les produits chimiques, les déchets médicaux, les déchets électroniques, les huiles usées, les solvants et encore plus (Alfons, 2013). Ces déchets peuvent représenter une menace pour l'environnement et la santé humaine en raison de leur nature toxique, inflammable, corrosive ou radioactive (CICR, 2011). Par conséquent, ces déchets spéciaux dangereux nécessitent une manipulation, un stockage et un traitement appropriés pour minimiser les risques potentiels.

L'Algérie s'inscrit pleinement dans cette stratégie de gestion des déchets dangereux en adoptant une politique nationale qui comprend des réglementations strictes sur la collecte, le transport, le stockage et l'élimination des déchets spéciaux et spéciaux dangereux. Ces réglementations sont conformes aux normes internationales et visent à prévenir la pollution de l'air, de l'eau et du sol, ainsi que les risques pour la santé humaine.

C'est dans ce contexte que se situe notre présent mémoire qui consiste en une immersion dans le cadre d'un stage de fin d'étude au sein de l'entreprise CINTECH, spécialisée dans l'incinération de déchets dangereux.

Les déchets dangereux comprennent une large gamme de substances telles que les produits chimiques, les déchets médicaux, les déchets électroniques, les huiles usées, les solvants, etc. Leur manipulation inappropriée peut entraîner une contamination de l'air, de l'eau et du sol, ainsi et visent à prévenir la pollution de l'air, de l'eau et du sol, ainsi que les risques pour la santé humaine.

Le deuxième chapitre s'attèlera à la description de l'entreprise CINTECH, sa structure, son fonctionnement et les méthodes de traitement spécifiques mises en œuvre. Il explore les technologies utilisées, les équipements spécialisés, les processus de tri, de recyclage et

d'élimination, ainsi que les mesures de sécurité mises en place pour minimiser les risques pour l'environnement et la santé des travailleurs.

Enfin, le troisième chapitre est dédié à la présentation des résultats de l'étude. Il examine les performances de CINTECH en termes de conformité aux réglementations, d'efficacité des processus de traitement des déchets spéciaux et spéciaux dangereux, ainsi que les avantages environnementaux et économiques générés par ces activités.

# **CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES DECHETS SPECIAUX DANGEREUX**

La gestion efficace des déchets spéciaux dangereux est devenue une priorité cruciale pour les entreprises et les autorités publiques à travers le monde. Cette chapitre comprendra une revue approfondie des politiques et des réglementations en vigueur en Algérie concernant la gestion des déchets spéciaux dangereux, en mettant également en évidence les pratiques actuelles de traitement final des déchets.

## **I.1 Définition:**

Les déchets spéciaux dangereux sont les déchets spéciaux qui, par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et / ou l'environnement. (Guide National, 2019)

## **I.2 Les Catégories**

**I.2.1 Les Déchets chimique :** Les déchets chimiques sont les déchets générés par les industries chimiques et pharmaceutiques. Ils comprennent les produits chimiques toxiques, les solvants, les colorants, les pesticides, les produits chimiques inflammables et les acides. Les déchets chimiques peuvent causer des dommages à l'environnement et à la santé humaine s'ils ne sont pas manipulés correctement. (Alfons, 2013)

**I.2.2. Les Déchets anatomiques :** Cette catégorie de déchets comprend les parties anatomiques, organes et tissus humains et les poches de sang issues des blocs opératoires, des laboratoires d'anatomopathologie. Cette catégorie comprend les petits déchets anatomiques, les petits membres amputés, les déchets de tissus, les organes enlevés et les placentas, etc (OMS, 1999).

**I.2.3. Les Déchets médicaux :** Les déchets médicaux comprennent les déchets générés par les installations médicales telles que les hôpitaux et les cliniques. Cela comprend les aiguilles, les seringues, les instruments chirurgicaux, les gants, les blouses, les masques et les déchets infectieux. Les déchets médicaux peuvent être dangereux pour la santé humaine s'ils ne sont pas éliminés correctement. (Alfons,2013)

**I.2.4. Les Déchets Explosif :** Les déchets explosif sont principalement des matériaux de munitions (artillerie). Les explosifs présentent un potentiel de danger élevé en cas de stockage, de collecte et de disposition. (Khrishnaswamy et al,2020)

**I.2.5. Les Déchets huileux :** Les déchets huileux sont les déchets générés par l'industrie pétrolière et gazière. Ils comprennent les boues de forage, les résidus de raffinerie, les lubrifiants usés et les



huiles usées. Les déchets huileux peuvent causer des dommages à l'environnement s'ils ne sont pas gérés correctement. (Khrishnaswamy et al, 2020)

## I.3 Les Sources de Déchets

La production des déchets est inéluctable pour les raisons suivantes (Emilian, 2009)

- **Biologiques** : tout cycle de vie produit des métabolites.
- **Chimiques** : toute réaction chimique est régie par le principe de la conservation de la matière et dès que veut obtenir un produit à partir de deux autres on en produira un troisième désirable, et un quatrième indésirable.
- **Technologiques** : tout procédé industriel conduite à la production de déchets.
- **Économiques** : les produits en une durée de vie limitée.
- **Écologiques** : les activités de la dépollution (eau, air) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessiteront une gestion spécifique.
- **Accidentelles** : les inévitables dysfonctionnements des systèmes de production et de consommation sont eux aussi à l'origine de déchets.

## I.4. Les Risques Sanitaires et Environnementaux des Déchets Spéciaux Dangereux

### I.4.1 Les Risques Sanitaires

Les risques peuvent être de nature infectieuse ou biologique, traumatique ou psycho-émotionnel et aussi chimique ou toxique.

#### I.4.1.1 Risque biologique :

Le risque infectieux varie selon la nature, la quantité, le métabolisme du microorganisme pathogène dans le déchet.

Ils sont liés à l'exposition à des micro-organismes pathogènes ayant contaminé les objets entrés en contact avec les malades et dont la manipulation, à tout moment, comporte un risque. C'est la probabilité de contracter une maladie due à un agent biologique présent dans le milieu ou sur les instruments de travail. (CICR, 2011)

Les risques de transmission des infections à partir des déchets au niveau des établissements de santé sont multiples. Le tableau I.I montre quelques maladies qui peuvent être transmises lorsque les déchets ne sont pas manipulés correctement.

### I.4.1.2. Risques chimiques et/ou toxiques :

Les produits chimiques et pharmaceutiques qui sont utilisés dans les structures de soins présentent des risques variés pour la santé par leurs caractéristiques.

La plupart représentent un risque pour la santé de par leurs caractéristiques ; toxiques, cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, irritantes, corrosives, sensibilisantes, explosives, inflammables, etc. Le contact avec ces produits peut se faire par différentes voies d'exposition : par inhalation de gaz, vapeurs ou gouttelettes, par contact cutané ou sur les muqueuses et par ingestion. Certains produits présentent des incompatibilités et peuvent générer des gaz toxiques lorsqu'ils sont mélangés par exemple : chlore et acides. (CICR, 2011)

L'identification des dangers est basée sur l'exploitation des fiches des données de sécurité du produit et l'utilisation de pictogrammes montrée dans le figure I.1, d'avertissement sur les risques ou mentions de danger.



Figure I.1 : Pictogrammes SGH Symboles de danger internationaux

### **I.4.1.3 Risques psycho-émotionnel :**

Ils proviennent de la reconnaissance visuelle d'objets fortement évocateurs d'une activité de soins (sonde, canule, gant, drain, seringue, ...). Les professionnels chargés du tri sélectif y sont le plus souvent confrontés puisqu'ils peuvent trouver de manière éparse ou rassemblée dans des bouteilles plastiques, plusieurs aiguilles de soins mélangées aux autres déchets à trier.

La peur de se blesser, l'angoisse d'avoir été contaminé par un agent infectieux lors d'une coupure ou piqûre est d'autant plus importante que la fréquence des Déchets spéciaux infectieux présents sur les chaînes de tri sélectif est grande. (CICR, 2011)

### **I.4.1.4 Risques mécaniques :**

Ils proviennent d'objets piquants, coupants, tranchants dont l'usage est fréquent lors des soins médicaux et qui peuvent être manipulés lors de la collecte et du tri sélectif de déchets. Cette probabilité de subir une plaie cutanée ou transcutanée lors de leur utilisation directe ou lors de la manipulation de récipients non adaptés contenant ce type d'objets représente la seule voie possible de contamination. (CICR, 2011)

## **I.4.2 Les Risques Environnementaux**

En plus des risques pour la santé humaine due au contact direct, les déchets spéciaux dangereux peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement.

### **I.4.2.1 Impact sur l'eau :**

Lorsque les déchets sont éliminés dans une fosse qui n'est pas isolée ou qui est trop proche des sources d'eau, l'eau peut être contaminée. Dans les eaux usées, il y a deux catégories de déchets, à savoir : l'urine et les fèces, ainsi que le sang et d'autres liquides biologiques rejetés directement à l'égout lors des opérations de nettoyage, en particulier dans le domaine chirurgical.

Les matières fécales sont susceptibles de véhiculer différents types de micro-organismes tels que des bactéries, des virus, des microchampignons.

Les uns et les autres sont alors susceptibles d'affecter la santé des travailleurs des stations d'épuration des eaux usées et ensuite de se retrouver dans le milieu aquatique où ces eaux usées sont rejetées après une épuration insuffisante (Billau P, 2008).

### **I.4.2.2 Impact sur le sol :**

L'impact sur le sol est principalement dû à un entreposage non contrôlé ou à une mise en décharge sauvage. La composition chimique de certains déchets peut entraîner la contamination bactériologique et toxique du sol et de la nappe phréatique.

### **I.4.2.3 Impact sur l'air :**

Lorsque les déchets dangereux sont brûlés en plein air ou dans un incinérateur dont les émissions ne sont pas contrôlées (ce qui est le cas dans la plupart des incinérateurs des pays en développement), il peut y avoir émission dans l'air de dioxines, de furannes et d'autres polluants toxiques, qui peuvent être à l'origine des maladies graves chez les personnes qui inhalent cet air (OMS,2005).

## **I.5 Législation environnementale des Déchets Spéciaux Dangereux**

La législation sur les déchets spéciaux dangereux varie selon les pays et les régions. Cependant, en général, ces déchets sont réglementés de manière stricte en raison de leur potentiel de nuire à la santé humaine et à l'environnement.

Dans l'Union européenne, la directive 2008/98/CE sur les déchets établit des règles pour la gestion des déchets dangereux. Cette directive définit les critères pour classer un déchet comme dangereux et exige que ces déchets soient collectés, transportés et éliminés de manière sûre et appropriée.

Aux États-Unis, la loi RCRA réglemente la gestion des déchets dangereux. Cette loi exige que les entreprises qui produisent des déchets dangereux obtiennent un permis pour stocker ou éliminer ces déchets. La RCRA établit également des normes pour le transport, le traitement et l'élimination des déchets dangereux.

A partir de 2001, le gouvernement Algérien a défini une stratégie nationale en matière de protection de l'environnement qui s'est traduite par le PNAE-DD.

Le gouvernement s'est lancé sur tout un programme de mise à niveau notamment par :

1. **Renforcement de l'aspect réglementaire :** promulgation de la loi 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

## 2. Renforcement institutionnel :

- Par la création d'institutions dédiées à toutes les thématiques environnementales. C'est à ce titre que l'Agence Nationale des Déchets a été créée. Sa mission principale étant la promotion de la gestion intégrée des déchets.
- Services déconcentrés : 48 directions de l'environnement de wilayas et inspections régionales.

## 3. Introduction de la fiscalité environnementale : notamment la TEOM et la TAPD.

Dans d'autres pays européens ou hors l'Afrique et, il peut y avoir des lois similaires qui réglementent la gestion des déchets spéciaux dangereux. Les entreprises qui produisent ces types de déchets doivent se conformer à ces lois pour éviter les amendes et autres sanctions.

## I.6. Gestion et traitement des déchets dangereux

La gestion des déchets est un processus qui intègre à la fois la production des déchets et leur traitement. La production correspond aux choix des produits à la source, à leur utilisation, à leur valorisation.

### I.6.1. Solidification-stabilisation

#### - Solidification des déchets

La solidification des déchets est un procédé de traitement des déchets qui s'applique principalement aux déchets industriels, ou déchets dits dangereux afin d'en réduire l'impact environnemental. Il s'agit principalement des résidus d'incinération, des résidus de la métallurgie, des déchets minéraux, des déchets de traitement chimique, des résidus de forage, des déchets de pollution, de peinture et d'amiante. (Roger D et al, 2005)

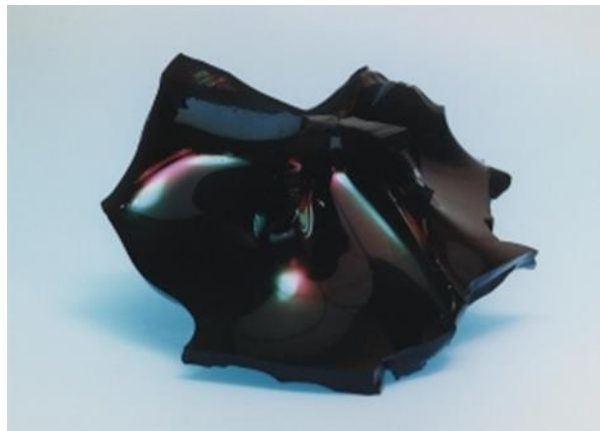
La solidification consiste à lier physiquement ou à emprisonner les polluants au sein d'une masse stable, dure et inerte visibles dans la figure 1.2.

L'intérêt de la solidification des déchets et de limiter leur évolution, leur potentiel polluant, leur réactivité, et leur perméabilité à l'eau. Il est également bien plus aisé de stocker ou de transporter des déchets solidifiés.

Il existe plusieurs techniques pour solidifier des déchets, les principales étant la vitrification (pour les déchets nucléaires) représentées en figure I.3, la stabilisation par liants hydrauliques, et l'enrobage par liants organiques représenté en figure I.2



**Figure 1.2 :** Solidification des déchets par liants hydrauliques et par liants organiques  
(Walter,2010)



**Figure 1.3 :** La vitrification (Walter,2010)

### - **Vitrification des déchets**

La vitrification des déchets est une technique de traitement des déchets qui consiste à les transformer en un matériau solide et stable appelé verre. Cette technique est utilisée pour traiter les déchets radioactifs, les déchets industriels dangereux et les déchets médicaux.

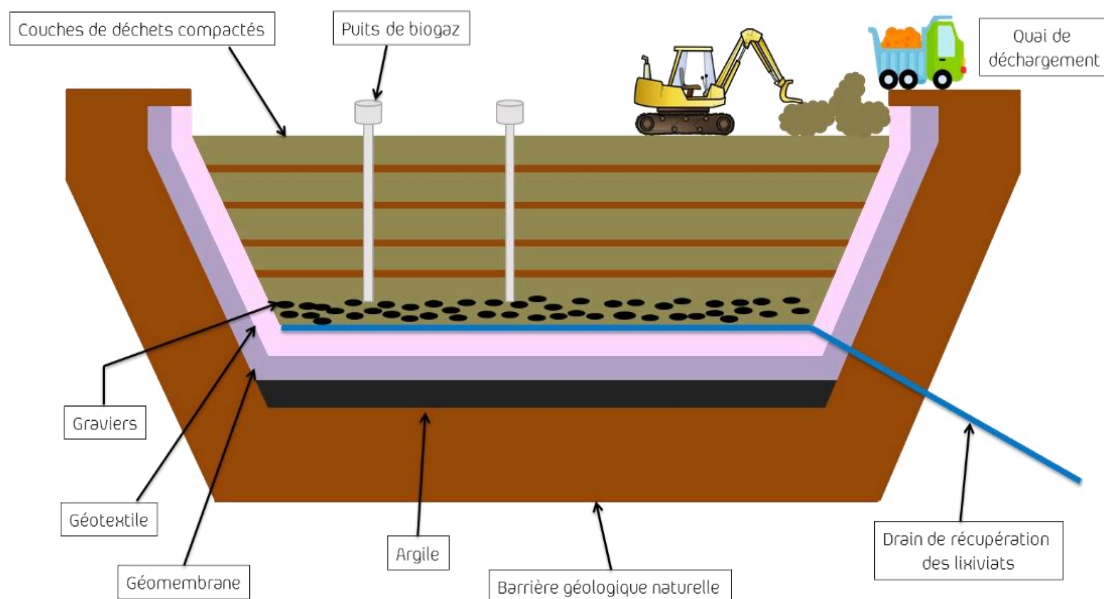
Le processus de vitrification implique de chauffer les déchets à des températures très élevées (environ 1000°C) pour les faire fondre. Le matériau fondu est ensuite refroidi rapidement pour former un verre solide. Ce verre est très stable et résistant aux réactions chimiques, ce qui le rend sûr pour le stockage à long terme. (DANIEL et al, 2015)

## - Stabilisation des déchets

La stabilisation vise à éliminer les matières pouvant provoquer des réactions de fermentation produisant des lixiviats et des biogaz nocifs pour l'environnement. Les déchets concernés par la stabilisation sont les déchets ménagers ou les déchets dangereux, susceptibles de polluer l'environnement une fois enfouis. (Roger D et al, 2005)

La méthode de stabilisation des déchets la plus utilisée est la stabilisation biologique, qui consiste à supprimer les composés organiques contenus dans les déchets. La stabilisation des déchets permet d'obtenir des déchets ultimes éligibles à l'enfouissement en figure 1.4.

On peut également utiliser la stabilisation minérale, faisant usage de liants minéraux et parfois désignée sous le terme de stabilisation-solidification.



**Figure 1.4 :** Stabilisation des déchets – L'enfouissement (Thomas H et al, 2010)

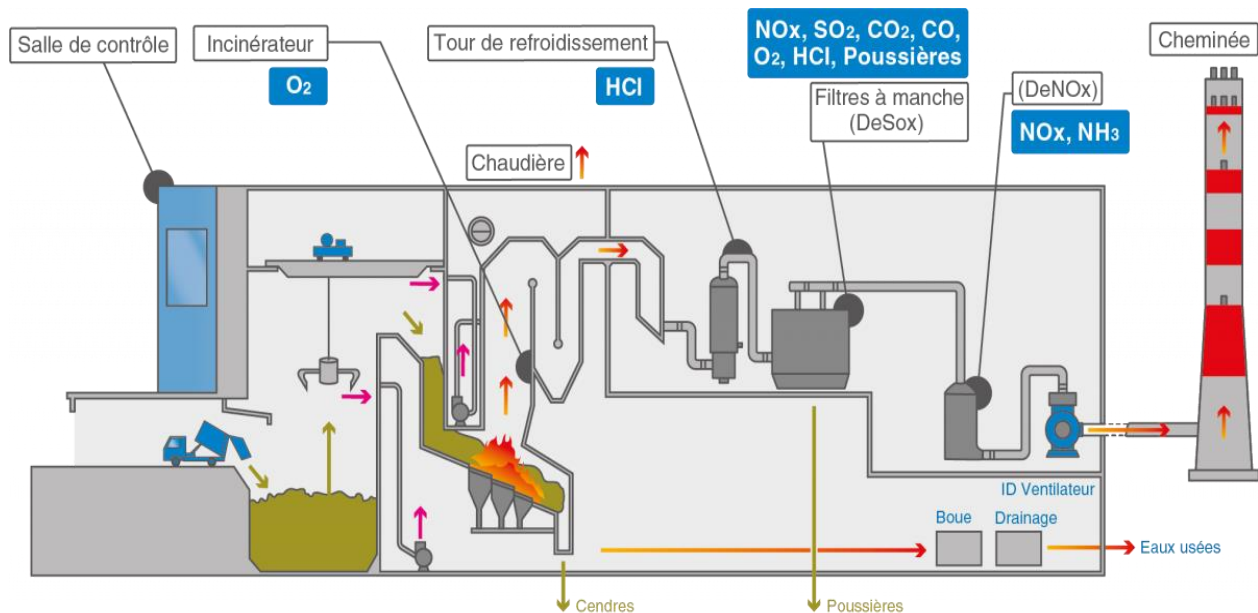
### I.6.2 Incinération

L'incinération des déchets implique l'utilisation d'un incinérateur. Un incinérateur est un four spécial, dans lequel sont brûlés les déchets. (Walter, 2010)

Les 3 principaux composants d'un incinérateur :

- Un four : stockage et combustion des déchets, équipé d'un brûleur au gaz ou au fioul ;
- Une chaudière : récupération de l'énergie ;
- Un filtre de traitement des fumées : empêcher la propagation dans l'air.

Les déchets destinés à l'incinération peuvent être collectés et acheminés vers des centres de traitement des déchets, ou être incinérés sur le lieu de production, dans un incinérateur installé sur le site industriel comme montre dans le figure I.5.



**Figure 1.5 :** Schéma d'un incinérateur (Thomas H et al, 2010).

## 1. Un Four

C'est le lieu de la combustion du déchet. La combustion des déchets est autoalimentée, c'est-à-dire qu'aucun autre combustible n'est nécessaire au maintien de la combustion. Toutefois, un brûleur (alimenté au gaz ou au fioul la plupart du temps) est toujours nécessaire pour assurer trois fonctions :

- Montée en température jusqu'aux conditions d'incinération (la température du gaz émis par la combustion doit atteindre  $850\text{ °C}$  pendant au moins deux secondes après la dernière injection d'air ; et  $1\ 100\text{ °C}$  pendant au moins deux secondes s'il s'agit de déchets dangereux avec une teneur en substances organiques halogénées, exprimée en chlore, supérieure à 1 % ; c'est une obligation européenne 16) ;



- Maintien des conditions d'incinération au cas où les déchets seuls ne le permettent pas (rare en France) ;
- Arrêt du four et descente en température (qui doit être progressive).

### **2. Une chaudière**

La récupération d'énergie a toujours une conception particulière (personnalisée), la conversion en électricité est toujours très attrayante. Mais la conversion en électricité est aussi la plus compliquée et moins économiquement rentable pour les petites installations (le min. Capacité est de 3 tonnes / h de déchets). Si la chaleur peut être utilisée dans un autre procédé sur place, par exemple dans un évaporateur / sécheur, Il doit être pris en considération ainsi la connexion entre l'incinérateur et le processus de production (sèche) peut être la solution la plus efficace. Cela peut devenir un inconvénient s'il y a un arrêt de production de l'incinérateur, le procédé (sèche) ne peut pas toujours être arrêté en même temps.

### **3. Un filtre de traitement des fumées**

En fonction de la quantité de chlore, soufre, azote ou autres produits chimiques dans le flux des déchets, il existe des systèmes d'épuration par voie humide et / ou sec. Les systèmes de combustion pour le traitement des gaz sont des systèmes standards avec une réaction chimique standard.

#### **I.6.2.1 Les Conditionnes**

Les conditions d'incinération des déchets sont réglementées pour garantir la sécurité sanitaire et environnementale. Les principales conditions sont :

- Les déchets doivent être triés et classés avant l'incinération pour éviter la présence de substances dangereuses
- Les installations d'incinération doivent être équipées de systèmes de contrôle des émissions atmosphériques pour limiter les rejets polluants.
- La température de l'incinérateur doit être suffisamment élevée (entre 800 et 1200 °C) pour assurer une combustion complète des déchets.
- Les cendres produites par l'incinération doivent être traitées et stockées dans des conditions appropriées pour éviter toute contamination.

- Les installations d'incinération doivent respecter les normes en matière de bruit, d'odeurs et de sécurité pour les travailleurs.
- Les autorités compétentes doivent effectuer des contrôles réguliers sur les installations d'incinération pour s'assurer du respect des normes environnementales et sanitaires.

### I.6.2.2 Types de Fours

#### I.6.2.2.1 Incinérateur à four rotatif

L'incinérateur à four rotatif est fabriqué avec une chambre de combustion rotative qui maintient les déchets en mouvement, ce qui lui permet de se vaporiser pour faciliter la combustion. (Figure 1.6)

Quelques caractéristiques de fours rotatifs :

- Les déchets tournent dans ce type de four, permettant le mélange avec de l'air
- Température de fonctionnement de 800 - 1400 degrés Celsius
- Haute résistance aux températures élevées
- Peut gérer liquide, boue, solide, gaz en grandes quantités
- Peut gérer des lots comme des barils et permet une plus grande flexibilité.

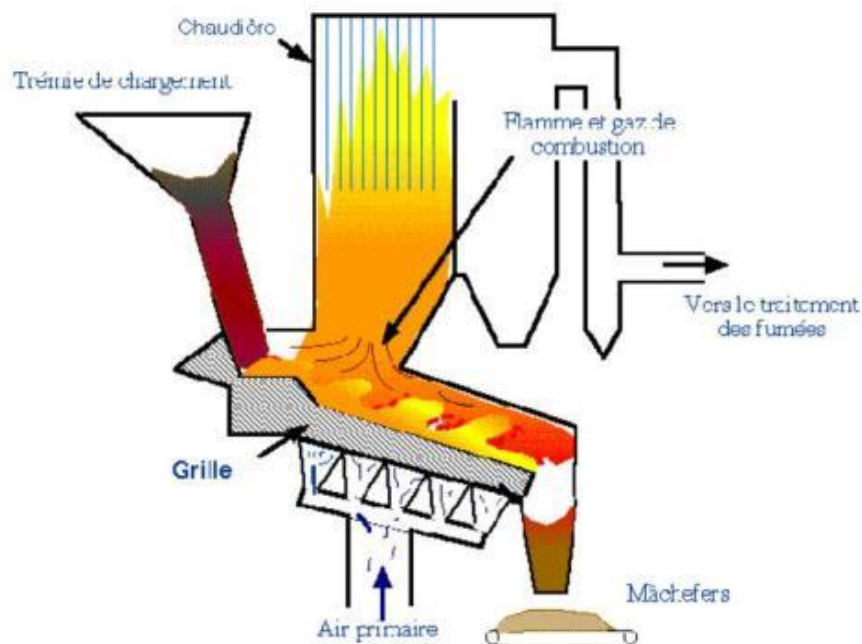


**Figure 1.6:** Incinérateur four rotatif FRCD 450 (Walter,2010).

## I.6.2.2.2. Four à Grille Amovible

Les déchets arrivent par des camions à ordures dans le bunker de déchets de l'usine d'incinération. Après ces ordures sont amenés dans le tamis qui les amènera dans la fosse à déchets vers l'incinérateur. En mettant en mouvement les grilles, les déchets avancent et brûlent lentement. La chambre de combustion est alimentée avec de l'air provenant de la fosse à déchets. Cet air odorant ne peut donc pas s'évacuer de l'usine et cet air contient également l'oxygène (O<sub>2</sub>) pour la dégazification et le processus de combustion. La température est de + / -950 degrés Celsius et le temps de combustion des déchets dans le four est de + / -45 minutes jusqu'à 1 heure.

Le schéma d'un four à grille est démontré dans le figure I.7.



**Figure 1.7 :** Schéma d'un Four à grille amovible (Thomas H et al, 2010).

## I.6.2.2.3. Four Statique/Fixe

Montré dans la figure I.8, le principe général consiste en la combustion de déchets à haute température, entre 900 à 1200°C, dans le four statique. L'introduction des déchets dans le four s'opère selon la nature des déchets : les déchets solides sont introduits manuellement ou automatiquement au moyen d'un skip de chargement, d'une trémie de réception et d'un poussoir d'alimentation et sont introduits dans la chambre de combustion . Les déchets liquides et gazeux

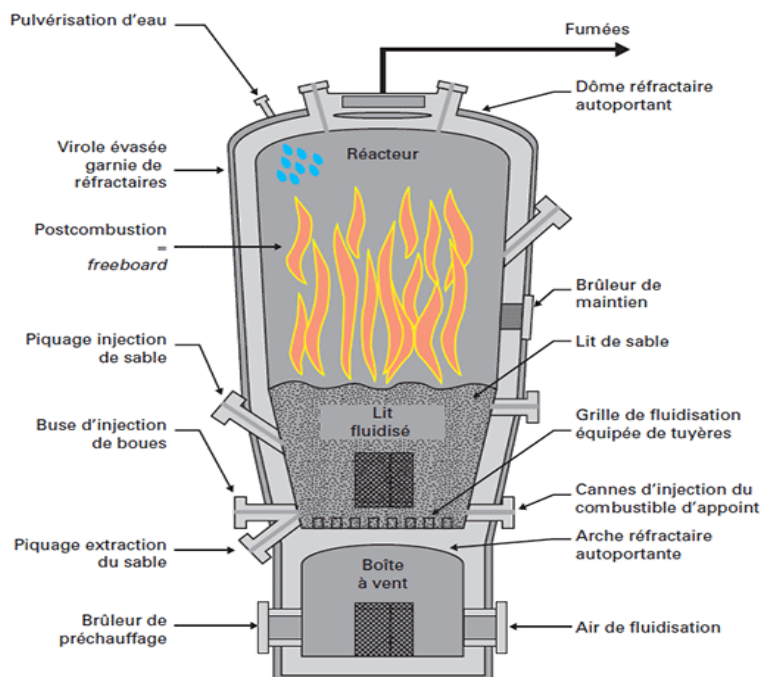
peuvent être introduits à deux niveaux, soit dans le corps rectangulaire du four, soit directement dans la chambre de postcombustion par l'intermédiaire de brûleurs ou de buses d'injection spécifique. Ce procédé éprouvé assure la destruction complète des déchets dangereux, protégeant ainsi l'environnement.



**Figure I.8:** Four Fixe (Walter,2010)

#### **I.6.2.2.4 Four à Lit Fluidisé circulant**

Les fours à lits fluidisés (denses, rotatifs ou circulants) assurent la combustion des produits solides dans un lit de matériaux inertes mis en suspension par une injection d'air chaud. Il s'agit, le plus souvent, d'un mélange de sable auquel est ajoutée une petite fraction de déchets (5 %) qui forme la base du lit (figure 1.9.) L'ensemble est fluidisé par injection d'air (injection verticale, horizontale, à la base ou au niveau des parois du four). La technique du lit fluidisé, mise au point pour brûler du charbon, a été adaptée depuis quelques années au traitement des déchets ménagers. Ces fours ont un rendement de combustion élevé (99 %) et acceptent des déchets de natures très différentes (même à bas pouvoir calorifique). Ils offrent l'avantage de fonctionner à plus basse température (650 – 850°C), avec un faible excès d'air par rapport aux autres systèmes de combustion, ce qui assure un meilleur rendement thermique et une émission limitée de NOx. (Y. Menard, 2003)



**Figure 1.9 :** Four à Lit Fluidisé circulant (Thomas H et al, 2010).

### I.6.2.3 Sous-produit de l'incinération

Le four n'élimine pas tous les éléments des déchets brûlés. Après la combustion, il reste des résidus des fumées et des solides appelés mâchefers.

#### 1. Mâchefers

Les mâchefers d'incinération sont les résidus solides qui restent après le processus d'incinération des déchets. Figure I.10 démontre qu'ils peuvent contenir des métaux lourds, des substances toxiques et d'autres composés potentiellement dangereux montrés dans le tableau I.3. (Jean-Pierre et al, 2014).



**Figure 1.10** : Mâchefers d'incinération des déchets industriels (Walter,2010)

○ **Traitement de Mâchefers**

Afin de traiter correctement les mâchefers d'incinération, plusieurs méthodes peuvent être utilisées, notamment :

- a) **Tri et séparation** : Les mâchefers peuvent être triés pour séparer les matériaux valorisables tels que les métaux ferreux et non ferreux. Ces matériaux peuvent être recyclés et réutilisés, réduisant ainsi la quantité de déchets à éliminer.
- b) **Stabilisation/solidification** : Cette méthode vise à réduire la lixiviation des substances toxiques des mâchefers en les traitant avec des agents liants pour les stabiliser. Cela permet de limiter leur impact environnemental lorsqu'ils sont éliminés.
- c) **Traitement thermique** : Les mâchefers peuvent être soumis à un traitement thermique supplémentaire pour réduire leur toxicité. Par exemple, la vitrification consiste à fondre les mâchefers à haute température pour les transformer en un matériau vitreux inerte, réduisant ainsi leur potentiel de libération de substances toxiques.
- d) **Valorisation énergétique** : Certains mâchefers peuvent être utilisés comme combustible pour la production d'énergie, généralement sous forme de granulés solides appelés "combustibles dérivés de déchets" (CDD). Ils sont utilisés dans des installations de cogénération ou dans des cimenteries en respectant certaines valeurs limites figurant dans le tableau I.4 pour produire de la chaleur ou de l'électricité.

e) **Enfouissement sécurisé** : Si aucune autre option de traitement n'est réalisable, les mâchefers peuvent être éliminés dans des sites d'enfouissement spécialement conçus pour les déchets dangereux. Cependant, cette méthode est de moins en moins privilégiée en raison de ses impacts environnementaux et des réglementations strictes sur les décharges. (Wang L et al,2020)

### 2. Des Fumées

Les fumées d'incinération, également appelées gaz de combustion, sont produites lors du processus d'incinération des déchets (figure I.11). Elles contiennent des polluants atmosphériques montrés dans tableau I.5 tels que les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les dioxydes de soufre (SO<sub>2</sub>), les métaux lourds, les dioxines et les furanes, qui peuvent être dangereux pour l'environnement et la santé humaine.



**Figure I.11** : Fumées d'incinération (M.N. Rao et al, 2016)

#### ○ **Traitement de Fumées**

Différentes méthodes de traitement sont utilisées pour réduire les émissions de polluants provenant des fumées d'incinération (Alfons, 2013). Voici quelques-unes :

a) **Filtres à manches** : Ces systèmes utilisent des tissus filtrants pour capturer les particules solides contenues dans les fumées. Les filtres à manches sont très efficaces pour la capture des particules fines, y compris les métaux lourds. Les particules capturées sont ensuite collectées et éliminées de manière appropriée.

- b) **Systèmes d'électrofiltres** : Les électrofiltres, également appelés precipitators électrostatiques, utilisent une charge électrostatique pour capturer les particules solides et les polluants gazeux. Les particules chargées électrostatiquement sont collectées sur des plaques ou des électrodes, puis éliminées.
- c) **Systèmes de lavage des gaz** : Ces systèmes utilisent des procédés de lavage, tels que le lavage humide ou le lavage à sec, pour éliminer les polluants gazeux des fumées. Les gaz sont mis en contact avec un liquide absorbant qui réagit chimiquement avec les polluants, les capturant ainsi. Les liquides absorbants peuvent être régénérés et les polluants récupérés.
- d) **Systèmes de réduction catalytique sélective (SCR)** : Ces systèmes sont utilisés pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>). Le principe de fonctionnement consiste à injecter un agent réducteur, tel que de l'ammoniac ou de l'urée, dans les fumées d'incinération. En présence d'un catalyseur, les oxydes d'azote réagissent chimiquement avec l'agent réducteur pour former de l'azote et de l'eau, réduisant ainsi les émissions de NO<sub>x</sub>.
- e) **Traitement des dioxines et des furanes** : Les dioxines et les furanes sont des polluants organiques persistants présents dans les fumées d'incinération. Des systèmes spécifiques, tels que les filtres à charbon actif et les systèmes de désactivation catalytique, peuvent être utilisés pour capturer et détruire ces substances toxiques.

Il est important de noter que les méthodes de traitement des fumées d'incinération peuvent être combinées et adaptées en fonction des caractéristiques des déchets incinérés, des réglementations environnementales et des technologies disponibles dans chaque installation d'incinération. Les systèmes de contrôle des émissions sont essentiels pour minimiser l'impact environnemental des installations d'incinération et assurer le respect des normes de qualité de l'air. (Wang L et al,2020)

### **I.6.2.4 Impacts environnementaux et sanitaires de l'incinération de déchets dangereux**

L'incinération des DSD présente incontestablement l'avantage de réduire le volume des déchets. Toutefois, la question des risques que la technique fait courir à l'Homme et à l'environnement reste posée.



L'incinérateur libère une grande variété de polluants en fonction de la composition des déchets, ce qui entraîne une détérioration de la santé et une dégradation de l'environnement.

En plus de la libération d'innombrables substances de toxicité inconnue. Ce processus d'incinération des déchets constitue une menace importante pour la santé publique et l'environnement.

Même si leur quantité est réduite, les polluants rejetés peuvent avoir des conséquences sur la santé des êtres humains. L'impact majeur sur la santé est l'incidence plus élevée du cancer et des symptômes respiratoires. D'autres effets potentiels sont des anomalies congénitales et des anomalies hormonales. L'effet sur l'environnement prend la forme d'un réchauffement planétaire, d'une acidification, d'une formation photochimique d'ozone ou de smog, d'une eutrophisation et d'une toxicité pour les humains et les animaux. Il est donc nécessaire de passer à des technologies plus récentes, largement acceptées, économiques et respectueuses de l'environnement. (Jean-Yves, et al 1995)

### **I.7. Normes environnementales des sous-produits**

Les normes environnementales pour la gestion des DSD sont établies pour minimiser les risques pour la santé humaine et l'environnement. Les sous-produits de la gestion de ces déchets doivent être traités conformément aux réglementations en vigueur, qui varient selon les pays et les régions.

Les normes environnementales pour les sous-produits de la gestion des déchets spéciaux dangereux peuvent inclure des exigences telles que :

- La classification des déchets en fonction de leur dangerosité
- L'utilisation de méthodes appropriées pour le traitement et l'élimination des déchets
- La surveillance et le contrôle des émissions atmosphériques, des eaux usées et du sol pendant le traitement et l'élimination des déchets
- La mise en place de mesures de prévention des accidents, d'urgence et de sécurité
- La formation du personnel sur les procédures de gestion des déchets spéciaux dangereux.

Les entreprises qui produisent ou gèrent ces types de déchets doivent se conformer à ces normes afin d'assurer une gestion responsable et durable.

### I.8. Gestion des DASRI dans le monde

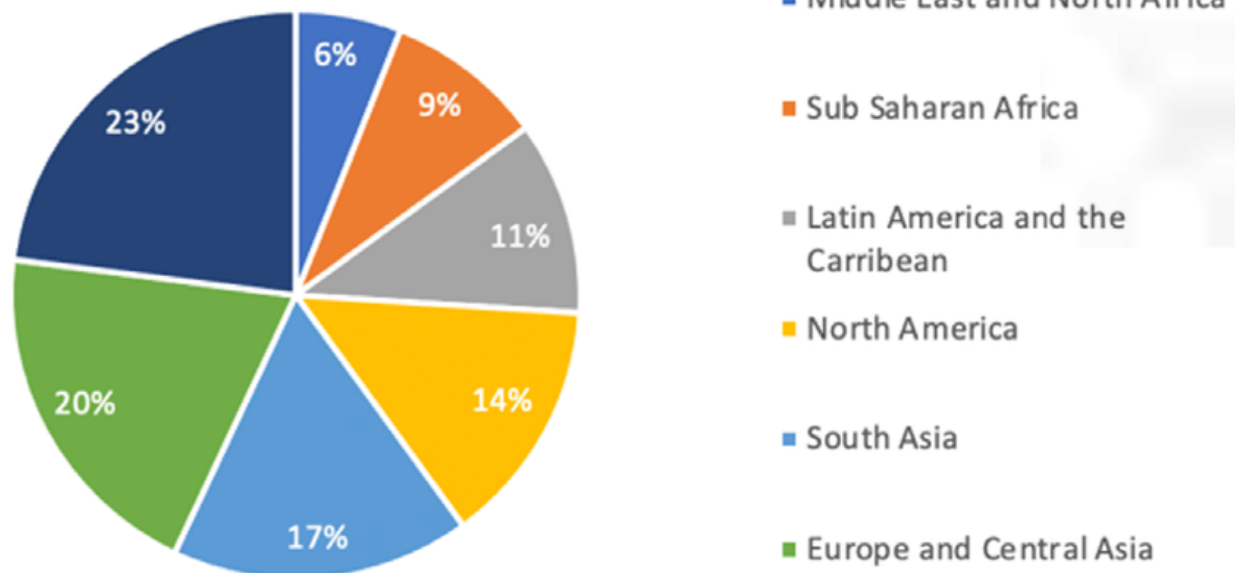
La gestion des DASRI varie considérablement dans le monde en fonction des réglementations et des infrastructures disponibles dans chaque pays. Dans les pays développés, la gestion des DASRI est généralement bien organisée et réglementée, avec des normes strictes pour la collecte, le transport, le traitement et l'élimination de ces déchets. Les hôpitaux et les centres de soins sont tenus de suivre des protocoles stricts pour la gestion des DASRI afin de minimiser les risques pour la santé publique.

Il y a une grande différence entre la quantité de déchets traités dans les pays développés et les pays en développement comme indique dans le figure I.12. Les pays développés ont généralement des systèmes de gestion des déchets plus avancés et efficaces, ce qui leur permet de traiter une grande quantité de déchets. Les infrastructures de traitement des déchets sont souvent plus modernes et sophistiquées, avec des installations de tri, de recyclage et d'incinération.

Dans les pays en développement, cependant, la gestion des DASRI peut être plus difficile en raison du manque d'infrastructures appropriées et de réglementations adéquates. Les hôpitaux et les centres de soins peuvent ne pas avoir accès à des installations de traitement appropriées ou à un personnel formé pour gérer correctement ces déchets. Cela peut entraîner une contamination environnementale et une propagation de maladies. (DANIEL et al, 2015)

Les pays en développement ont souvent des systèmes de gestion des déchets moins développés et moins efficaces. Les infrastructures sont souvent limitées ou inexistantes, ce qui signifie que la plupart des déchets sont jetés dans des sites d'enfouissement ou brûlés à ciel ouvert.

Alors, il y a une grande différence entre la quantité de déchets traitée dans les pays développés et les pays en développement en raison des différences dans les infrastructures et le niveau de consommation.



**Figure I.12:** Waste generation by Region (World Bank, 2016)

Dans l'ensemble, il est important que tous les pays mettent en place des réglementations solides pour la gestion des DASRI afin de protéger la santé publique et l'environnement. Les gouvernements doivent investir dans les infrastructures nécessaires pour collecter, transporter, traiter et éliminer correctement ces déchets. Les professionnels de la santé doivent également être formés sur les protocoles appropriés pour minimiser les risques liés aux DASRI.

**CHAPITRE 2 : GESTION ET TRAITEMENT DES  
DS EN ALGERIE -CAS DE L'ENTREPRISE  
CINTECH**

**II.1. Production et génération de déchets spéciaux et spéciaux dangereux en Algérie :**

En Algérie, l'enregistrement total est de 325 000 tonnes de déchets spéciaux et dangereux annuellement. Les déchets médicaux représentent entre 30 000 et 40 000 tonnes. (AND)

Pour une approche plus qualitative et dans le cadre de la nouvelle **SNGID** à l'horizon 2035, l'Algérie s'est fixé des objectifs prenant en considération les principes de prévention et de gestion écologiquement rationnelle des déchets d'activités de soins. Les objectifs nationaux en la matière sont la maîtrise des quantités des déchets produites (gisements de déchets) et l'atténuation de leur impact sur la santé publique et sur l'environnement.

**II.2. Législation Algérienne sur les déchets spéciaux et spéciaux dangereux :**

Les déchets sont classifiés en quatre catégories selon la loi 01-19 relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets (AND) :

- Déchets ménagers et assimilés (DMA) ;
- Déchets inertes (DI) ;
- Déchets spéciaux (DS) ;
- Déchets spéciaux dangereux (DSD).

Aperçu sur la législation algérienne :

- Décret exécutif n° 03-478 du 9 décembre 2003 définissant les modalités de gestion des déchets d'activités de soins.
- Décret exécutif n°03-477 du 9 décembre 2003 fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux.
- Décret exécutif n° 04-409 du 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.
- Décret exécutif n° 04-410 du 14 décembre 2004 fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

- Décret exécutif n° 05-314 du 10 septembre 2005 fixant les modalités d'agrément des groupements de générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux
- Décret exécutif n° 05-315 du 10 septembre 2005 fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux
- Décret exécutif n° 06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.
- Décret présidentiel n° 06-170 du 22 mai 2006 portant ratification de l'amendement à la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination.
- Décret exécutif n° 09-19 du 20 janvier 2009 portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux.
- Arrêté interministériel du 2 septembre 2013 fixant les caractéristiques techniques des étiquettes des déchets spéciaux dangereux

La loi **01-19** a également institué un outil de gestion, de planification et d'aide à la décision, le **PNAGDES** qui, en se basant sur l'état de la situation en matière de la gestion des déchets spéciaux, dégage des solutions adaptées pour le traitement de ce type de déchets. Ce plan se décline sous forme de schémas directeurs pour chaque wilaya (Guide National d'Algérie, Edition 2019).

Pour permettre l'élaboration du **PNAGDES**, le ministère en charge de l'Environnement a procédé en 2002 à un inventaire exhaustif, notamment sur les déchets d'activités de soins. Ce plan initialement établi pour une période de **(10)** dix années, est actuellement, en cours d'actualisation pour la période 2014-2023.

L'activité des établissements de soins génère des déchets de natures diverses faisant courir des risques sanitaires potentiels (infectieux, toxiques et/ou chimiques, radioactifs) au personnel de santé, aux patients et à la population. Ces déchets sont également porteurs de risques pour l'environnement (Guide national, 2019).

### **II.3. Présentation de l'entreprise CINTECH**

**CINTECH** Algérie est une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux dangereux, tels que les produits chimiques, les déchets d'activité de soin et les médicaments périmés. L'entreprise dispose d'une autorisation du ministère de l'Environnement pour collecter, transporter et traiter ces déchets en utilisant les techniques les plus avancées et les plus propres.

En outre, CINTECH Algérie a une équipe pluridisciplinaire expérimentée dans le domaine de l'environnement et de la gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux, ce qui leur permet de gérer les déchets de manière sûre, réglementaire et respectueuse de l'environnement, depuis leur enlèvement jusqu'à leur élimination finale.

Il est important de noter que la gestion des déchets dangereux est une question cruciale en matière d'environnement et de santé publique, et qu'il est essentiel de disposer de sociétés spécialisées telles que CINTECH pour garantir une gestion sûre et responsable de ces déchets CINTECH.

### **II.4. Historique et statut**

Fondée en 2013, l'entreprise est située à Blida, en Algérie. Depuis sa création, CINTECH a acquis une solide réputation en matière de gestion et d'élimination des déchets spéciaux et spéciaux dangereux.

L'entreprise CINTECH, spécialisée dans le traitement et l'élimination des déchets spéciaux et dangereux projette d'installer une ligne d'incinération qui permettra de traiter les déchets issus de l'industrie pétrolière tels que les produits chimiques, les résidus pétroliers et solvants de laboratoires et aussi les DAS. (Présentation, Direction Général Cintechn, 2022).

CINTECH a connu une croissance régulière depuis sa création, grâce à une stratégie de développement axée sur l'innovation et la satisfaction des clients. Elle dispose d'une équipe d'experts qualifiés qui travaillent en étroite collaboration avec les clients pour proposer des solutions de gestion de déchets adaptées à leurs besoins spécifiques.

L'entreprise est dotée d'équipements modernes et de technologies avancées pour garantir une gestion efficace des déchets spéciaux et spéciaux dangereux, en toute sécurité et conformément aux normes environnementales en vigueur.

Au fil des ans, CINTECH a remporté de nombreux contrats pour la gestion et l'élimination des déchets auprès de grandes entreprises locales et internationales. L'entreprise est fière de sa contribution à la préservation de l'environnement en Algérie, en offrant des solutions respectueuses de l'environnement pour la gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux (Présentation, Direction Général Cintech, 2022).

## II.5. Structure de l'entreprise

### II.5.1 Situation géographique :

L'entreprise CINTECH est située à la zone industrielle de Bouinan wilaya de Blida. (Figure 2.1)



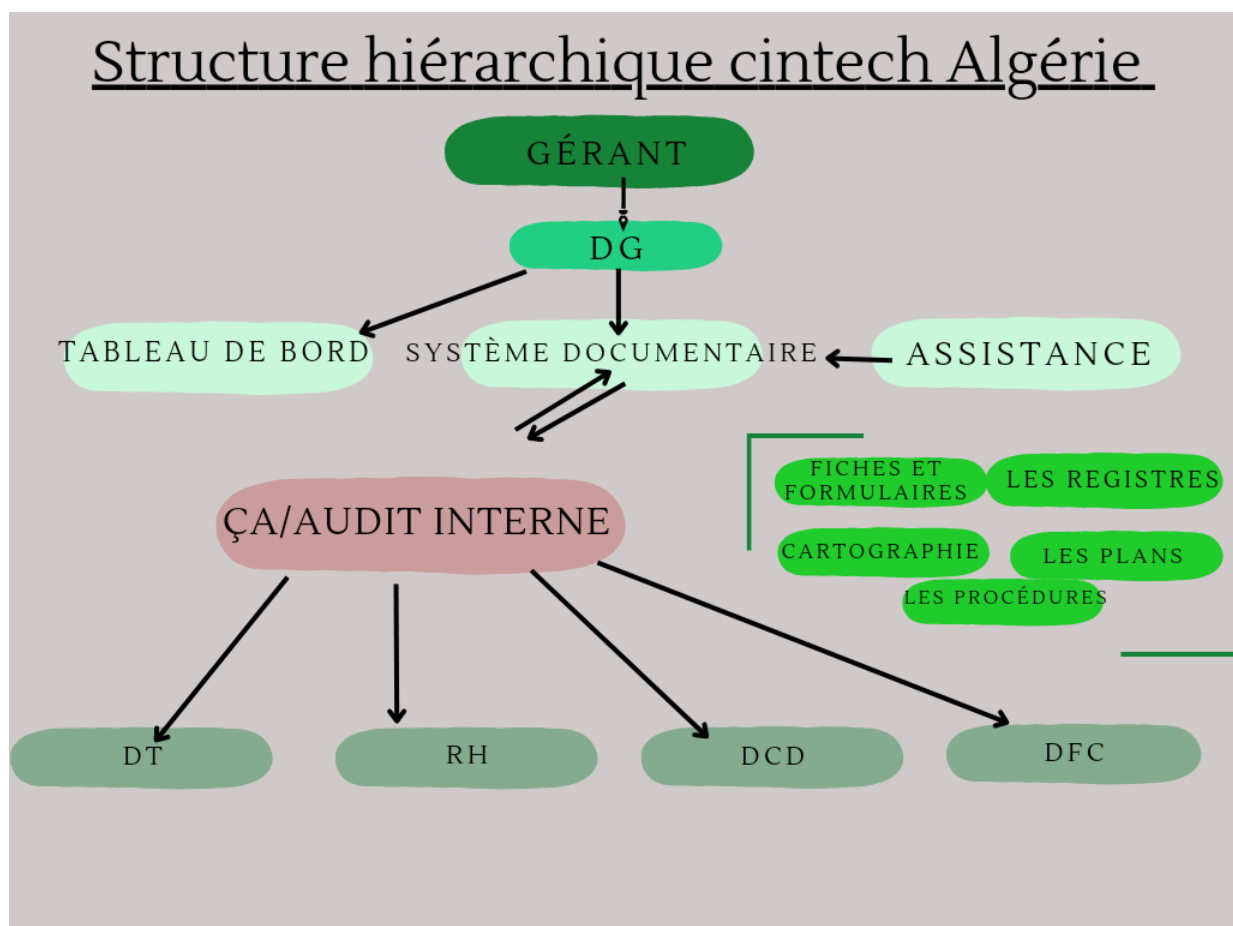
**Figure 2.1** : Présentation géographique de l'entreprise CINTECH (Cintech,Alger)



L'entreprise se compose de trois zones (figure 2.1) :

- **Zone de stockage** : deux dépotés de stockage des déchets pour planifier à incinérer.
- **Zone de broyage** : Cette zone conçue à préparer les déchets pour faciliter leur incinération pour garantir la bonne qualité de mâchefers issue de l'incinération.
- **Zone d'incinération** : zone conçue pour l'incinération des déchets et le traitement de fumé de l'incinération.

### II.5.2 Structure Hierarchique figure



**Figure 2.2** : La structure hiérarchique de l'entreprise (SITE CINTECH)

**II.5.3 Le service de l'entreprise :****1. Collecte des déchets spéciaux dangereux**

Ayant l'agrément de collecte pour les DSD, CINTECH agit dans le respect de la réglementation algérienne en termes de gestion de ce type de déchets :

- Produits chimiques ;
- Médicaments périmés ;
- Déchets d'activités de soin ;
- Déchets de peinture

**2. Transport des déchets spéciaux dangereux :**

Le transport des déchets est assuré par CINTECH dans le respect des règles Hygiène Sécurité Environnement (HSE) et de la réglementation en vigueur tout en assurant la traçabilité du mouvement des déchets spéciaux dangereux.

Leur flotte de camion normalisé est autorisée à effectuer l'enlèvement des déchets à travers les 58 wilayas du pays. (SITE CINTECH)

**3. Traitement des déchets spéciaux dangereux :**

- Broyage
- Déchiquetage
- Incinération

**4. Dépollution des sites :**

Après enlèvement des déchets, CINTECH assure la dépollution des sites et sols pollués par différents procédés selon le type des polluants. (Guide National, 2019)

### **5. Analyse des rejets atmosphériques :**

CINTECH dispose d'équipements d'analyse des polluants tels que les NO<sub>x</sub>, NO, CO<sub>2</sub>, CO, SO, SO<sub>x</sub>, qui permettent de contrôler les limites des rejets atmosphériques.

## **II.6. Les étapes de traitement des Déchets Spéciaux au sein de l'entreprise CINTECH :**

### **a. La collecte :**

CINTECH assure la gestion des DSD, depuis l'enlèvement jusqu'à leur acheminement à leur unité d'incinération en mettant en place les moyens humains et matériels et dans le respect total des règles d'hygiène et de sécurité, aussi bien sur le lieu d'enlèvement que sur tout le trajet de l'acheminement. (SITE CINTECH)

La collecte des déchets à CINTECH se fait par deux méthodes (figure 2.3) :

1. La réception des déchets à l'entreprise : le client se déplace pour livrer ses déchets à l'entreprise où l'équipe de collecte de l'entreprise fait le tri et les pesages des déchets.
2. Le déplacement pour collecter les déchets : dans ce cas le service de collecte de l'entreprise se déplace pour faire l'enlèvement des déchets chez le client avec une fiche de mouvement de déchets collecté. Cette fiche contient les informations concernant la codification des déchets et la quantité de cette dernière (CINTECH, Département technique 2023).



**Figure 2.3 :** La collecte de DASRI et des déchets spéciaux dangereux (CINTECH, Département technique 2023).

Les déchets collecter ont des classifications systématiques codifier par une nomenclature normalise par le **Décret exécutif n°06-104 du 29 Muharram1427 correspondant au 28 février 2006** ce décret fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, avec des critères :

- L'attribution d'un numéro de code.
- L'identification de la classe des déchets à laquelle appartient le déchet concerné.
- L'indication de la dangerosité du déchet spécial dangereux concerné. (AND)

NB : Tableau 2.1 montre la nomenclature utiliser par l'entreprise.

Le premier chiffre représente la catégorie qui retrace le secteur d'activité ou le procédé dont le déchet est issu.

Le second chiffre représente la section qui retrace l'origine ou la nature du déchet appartenant à la catégorie.

Le troisième chiffre représente la rubrique qui retrace la désignation du déchet.

Par exemple : le code des déchets de soins et activité infectieux : **18.1.2/3/4**.

### b. Le transport :

L'entreprise CINTECH a accès à des véhicules pour les différentes opérations de collecte des déchets spéciaux et spéciaux dangereux, avec une autorisation interministérielle de transport des déchets (figure 2.5).

Les déchets collectés sont organisés et classifiés par l'équipe de collecte selon la dangerosité des déchets collectés (CINTECH, Département technique,2023.)



**Figure 2.5 :** Le transport des déchets collecté (CINTECH, Département technique 2023).

### c. Le stockage :

L'entreprise à un système de stockage temporaire des déchets collecté selon les critères suivants :

- L'état et la nature de déchets : pour vérifier si ce déchet est prêt à incinéré ou bien il nécessite un tri et préparation avant l'incinération.

La préparation consiste à faire des quantités correspondant à la capacité calorifique de l'incinérateur pour éviter toute complication dans le four et assurer une bonne incinération. (CINTECH, Département technique, 2023)

Cette préparation se fait :

- Avec le broyage des déchets qu'on ne peut pas les incinérer directement, par exemple des flacons en verre contaminés, matériaux d'isolation (la laine de roche.).

La division de déchets selon leur caractère et leur effet dans le four, par exemple faire des quantités des déchets en poudres.

- Préparation des déchets de produits chimiques pour l'incinération : par dilution des déchets liquides et préparer des quantités des déchets chimiques solide correspondre à la capacité calorifique de l'incinérateur.
- La dangerosité de déchets collectés : pour la planification d'incinération des déchets selon leur risque d'infection ou leur impact sur l'environnement (CINTECH, Département technique,2023).

**Note :** pour les DAS, leur stockage ne dépasse pas 24 heures, sinon il nécessite un stockage frigorifié.

### **2.7. Méthodes et procédés utilisés pour l'incinération :**

L'entreprise CINTECH utilise la méthode de traitement thermique des déchets par incinération avec deux types incinérateur, incinérateur rotatif et un fixe.

#### **2.7.1. L'incinérateur rotatif**



**Figure 2.6 :** Système d'incinération des déchets dangereux. (CINTECH, Département technique, 2023).

**1- Trois facteurs critiques assurant la complétude de la combustion dans l'incinérateur rotatif (figure 2.6) :**

- a. La température dans la chambre de combustion,
- b. La durée pendant laquelle les déchets sont maintenus à des températures élevées,
- c. La turbulence, ou degré de mélange, des déchets et de l'air.

**2- Fonctionnement de l'incinérateur :**

L'incinération comporte quatre étapes fondamentales :

- Les déchets sont introduits dans l'incinérateur ;
- Les déchets sont brûlés, détruisant les composés organiques et produisant des produits résiduels sous forme de cendres et de gaz ;
- Les cendres sont collectées, refroidies et retirées de l'incinérateur ;

- Les gaz sont refroidis, nettoyés et rejetés dans l'atmosphère par la cheminée de l'incinérateur.

#### **2.7.1.1. Description du fonctionnement des équipements :**

Le système d'incinération des déchets est conçu en tenant compte de la composition estimée des déchets. Il n'est absolument pas recommandé que les déchets tels que les batteries, les matières radioactives et les conteneurs sous pression soient introduits dans le système.

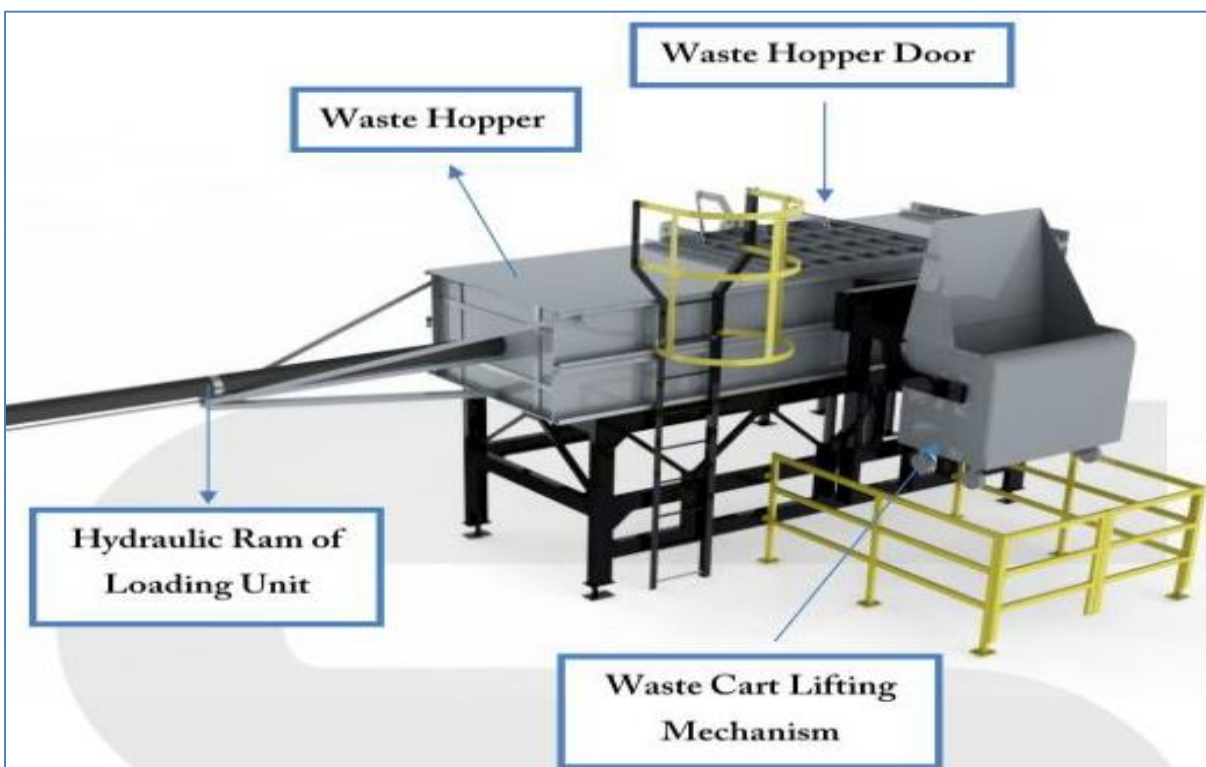
La partie inorganique des déchets sortira du système sous forme de cendres et sera collectée du système d'élimination des cendres tandis que les matières organiques seront brûlées à l'intérieur de la chambre de combustion primaire puis dirigées vers la chambre de combustion secondaire pour terminer le processus de combustion. Le système d'incinération de déchets dangereux avec une capacité totale associée de déchets solides et liquides de **250 kg/heure** (CINTECH, Département technique, 2023).

Ce système comprend les unités suivantes :

##### **a. Unité de chargement automatique :**

L'utilisation prévue de l'unité de chargement (figure 2.7 ), est l'alimentation des déchets dangereux dans la chambre de combustion primaire et permet l'incinération complète des déchets (CINTECH, Département technique, 2023).

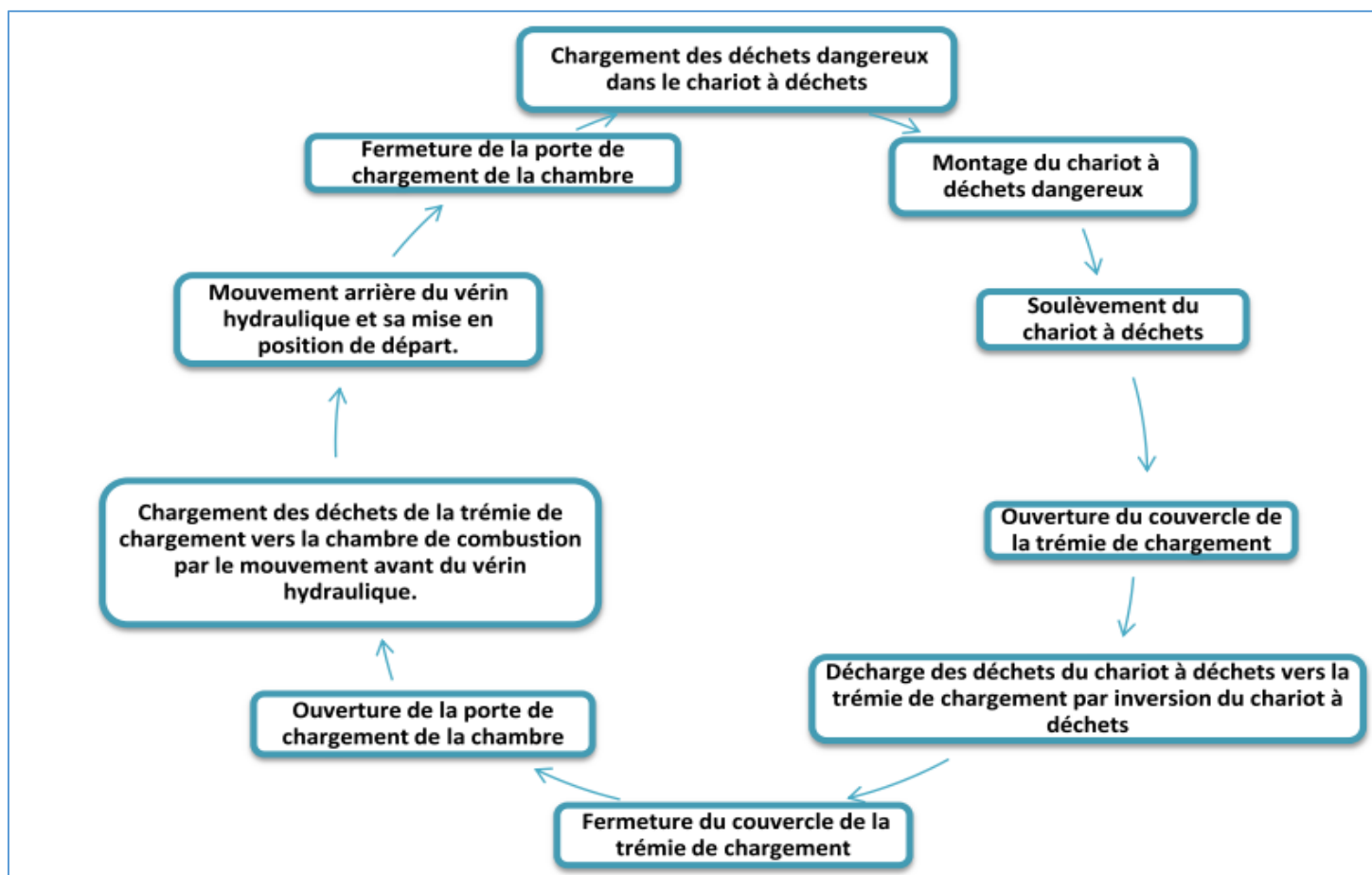




**Figure 2.7 :** Unité de chargement automatique (CINTECH, Département technique, 2023).

Les déchets sont alimentés directement dans le four rotatif en continu (figure 2.7). La capacité de chargement de l'unité est de 250 kg/h et les déchets seront alimentés par un alimentateur à vérin hydraulique. Il a été conçu pour les déchets solides. D'autre part, l'exploitant doit déterminer la charge totale en fonction du pouvoir calorifique des déchets. Si le pouvoir calorifique est supérieur au nombre de cycles par heure, il faut l'augmenter. En même temps, si le pouvoir calorifique est inférieur au nombre de cycles par heure, il doit être diminué pour maintenir la température du four rotatif (CINTECH, Département technique, 2023).

Le cycle complet de systèmes de chargement est :



**Figure 2.8 :** Cycle d'unité de chargement automatique (CINTECH, Département technique, 2023)

### b. Système d'injection de déchets liquides

L'utilisation prévue du système d'injection de liquide (figure 2.9) est d'alimenter les déchets liquides dans la chambre de combustion primaire et de permettre l'incinération complète des déchets dangereux. La capacité de chargement de l'unité est de 100L/h et son principe de fonctionnement consiste à charger des liquides en atomisant le liquide à l'aide d'air sous pression (CINTECH, Département technique, 2023).

- Capacité des déchets liquides : 100 L/h
- Taille maximale des particules solides dans le liquide : 0,1 mm



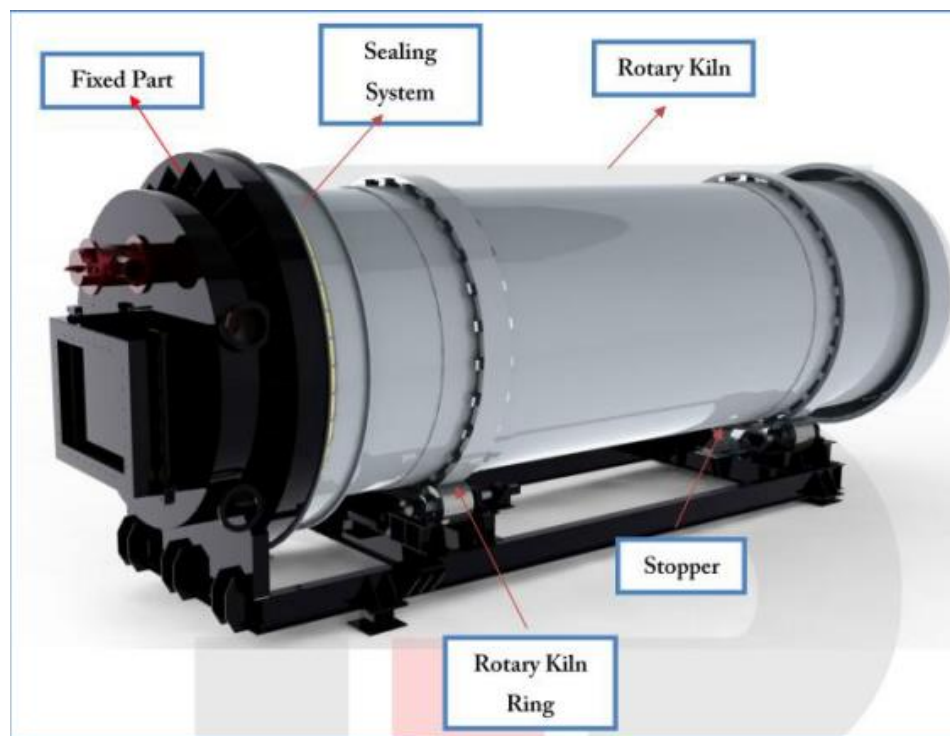
**Figure 2.9** : Nuage de pulvérisation, comme un brouillard (CINTECH, Département technique, 2023).

**c. Chambre de combustion primaire (Four Rotatif) :**

Le processus d'incinération commence par le chauffage de l'intérieur de la chambre de combustion primaire (figure 2.10). Lorsque la température intérieure de la chambre de combustion atteint 950 °C, le système permet le chargement et le démarrage du processus d'incinération. Ce premier processus de chauffage est réalisé via un brûleur placé dans la chambre de combustion primaire. Les gaz provenant de la combustion du four sont acheminés vers la chambre de combustion secondaire pour terminer le processus de combustion et les cendres sont dirigées vers l'unité d'élimination des cendres (CINTECH, Département technique, 2023).

La chambre de combustion principale est conçue comme un type de four rotatif et comprend les composants suivants ;

- Brûleur à combustion primaire
- Ventilateur d'air de combustion primaire
- Système d'étanchéité
- Bouchon
- Anneau de four rotatif et rouleaux de roulement
- Moteur hydraulique



**Figure 2.10 :** Unité de four rotatif (CINTECH, Département technique, 2023).

Unité d'élimination des cendres (figure.2.11) :

- Convoyeur de cendres
- Chariot de cendres



**Figure.2.11** : Convoyeur d'enlèvement des cendres et Chariot de cendres (CINTECH, Département technique, 2023).

**d. Chambre de combustion secondaire :**

L'entrée de la chambre de combustion secondaire (figure 2.12 ),est conçue de manière si particulière qu'elle assurera un parfait mélange flamme/gaz, la température des gaz de combustion : 1100°C (CINTECH, Département technique, 2023).



**Figure 2.12** : Chambre de combustion (CINTECH, Département technique, 2023).

**e. Échangeur de chaleur refroidi par air**

L'utilisation prévue de l'unité d'échangeur de chaleur (figure 2.13), est de diminuer la température des gaz de combustion provenant du processus de combustion.

Les températures d'entrée et de sortie seront mesurées en continu et en cas d'augmentation ou de diminution extraordinaire des températures (CINTECH, Département technique, 2023).



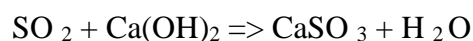
**Figure 2.13** : Échangeur de chaleur. (CINTECH, Département technique, 2023)

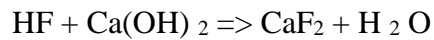
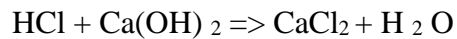
**f. Système de dosage chimique****o Système de dosage de charbon actif**

Le mécanisme d'injection de charbon actif fonctionne selon le principe du dosage de charbon actif en poudre dans les fumées. Par l'injection du charbon actif, les gaz tels que le furane de dioxine et les métaux lourds provenant du processus de combustion sont neutralisés.

**o Unité de dosage de chaux**

Le mécanisme d'injection de chaux fonctionne selon le principe du dosage de la chaux dans les fumées. Par l'injection de chaux, les gaz tels que le SO<sub>2</sub> et le HCl issus du processus de combustion sont neutralisés.





**g. Filtre à manches :**

L'utilisation prévue du filtre à manches (figure 2.14), est d'éliminer les particules du flux de gaz de combustion avec une très grande efficacité et de fournir un temps de contact suffisant entre le charbon actif et le contenu dangereux du gaz ; à savoir la dioxine et le furane, les métaux lourds. Le temps de séjour de ces produits chimiques dans le filtre à manches est de 15 secondes (CINTECH, Département technique, 2023).



**Figure 2.14 :** Unité de filtre à manches (CINTECH, Département technique, 2023).

**h. Ventilateur ID fan**

L'utilisation prévue du ventilateur ID (figure 2.15), est de fournir une pression négative dans la chambre de combustion et de fournir la tête nécessaire requise par le système (CINTECH, Département technique, 2023).



**Figure 2.15 :** Ventilateur ID fan. (CINTECH, Département technique, 2023)

**i. Unité de contrôle automatique :**

L'utilisation prévue de l'utilisation du contrôle automatique est la surveillance continue de l'ensemble du processus d'incinération (figure 2.16). Le panneau de commande automatique a des interrupteurs de commande manuels à utiliser en cas d'urgence (CINTECH, Département technique, 2023).



**Figure 2.16 :** Unité de contrôle (CINTECH, Département technique, 2023).



### 2.6.2. L'incinérateur fixe :

C'est un incinérateur de déchets ayant une capacité de destruction allant de 10 à 100 kg/h. Cet équipement est une solution fiable qui permettent d'éliminer différents types de déchets en tenant compte de leur PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur), et dans le respect de normes environnementales.

Cet incinérateur est conçu comme des unités compactes, précâblées, rendant ainsi l'installation plus simple. Ils disposent également d'un fonctionnement automatique qui nécessite peu de surveillance.

La consommation de combustible est faible, grâce à des brûleurs de forte puissance permettant de répondre à une plus grande typologie de déchets. (Thomas. H 2010)

L'incinérateur se compose de :

- **Chambre de la combustion principale :**

C'est la chambre d'incinération des déchets qui sont chargé manuellement elle se compose de brûleur à base de gaz naturel, la température max d'incinération est de 1100 C° (figure 2.17).



**Figure 2.17 :** Types de chambre de combustion principale (CINTECH, Département technique, 2023).

- **Traitement du fume par laveur humide :**

Tous les fours sont équipés d'une chambre postcombustion rebrûlant les gaz à une température minimale de 850°. Les fumées en sortie de post-combustion contiennent différents polluants, et des particules en suspension, qui seront piégées par le système de laveur humide.(figure 2.18)

Le principe du laveur consiste à faire passer les gaz de combustion au travers d'un rideau d'eau. À travers ce film aqueux, la plupart des polluants sont absorbés. L'eau récoltée est évacuée vers un système de traitement des eaux usées. Les plus grosses particules présentes dans l'eau sont séparées par la force de décantation et seront éliminées différemment, permettant de pouvoir recycler l'eau de lavage. (Thomas H 2010)

Ce système, simple et robuste, permet d'éviter un lourd investissement et garantit un coût d'utilisation et de maintenance bas. (Thomas H 2010)



**Figure 2.18 :** Partie de lavage humide



**Figure 2.19 :** Cheminée d'évacuation de fumée traité

## 2.8 Méthode d'analyse des fumées et des mâchefers :

### 2.8.1 L'analyse des rejets atmosphérique :

L'entreprise utilise un équipement interne pour faire l'analyse du rejet atmosphérique dans la procédure de control du système de traitement de la fumée d'incinération (CINTECH, Département technique, 2023).

Ce procédé sert à respecter la réglementation site au **décret exécutif n° 06-138** émission atmosphère gaz fumées vapeurs particules liquides solides. (AND)

**L'appareil utilisé :** L'entreprise utilise l'équipement d'analyse **KIGAZ 310** , un analyseur de combustion avec 4 cellules (O<sub>2</sub> longue vie, CO-H<sub>2</sub> , NO et NO<sub>2</sub> ou SO<sub>2</sub> ).

Ces caractéristiques principales sont les suivantes (figure 2.20) :

- Autodiagnostic de l'appareil
- Dilution du CO-H<sub>2</sub>
- Pot à condensats intégré avec alarme de niveau max
- Écran couleur TFT
- Création et édition des attestations d'entretien selon le décret du 15/09/09 sur imprimante intégrée
- 2 voies thermocouples

L'analyseur se compose d'un kit de pression différentielle, une sonde des fumées interchangeable de longueur 300 mm avec tirage intégré et LED, une batterie Li-Ion et son chargeur.

**Note :** Cet analyseur est destiné à contrôler les paramètres des gaz de combustion dans les conduits d'évacuation des appareils de chauffage. Il ne doit en aucune manière être utilisé de manière permanente et/ou être utilisé en tant que système d'alarme (CINTECH, Département technique, 2023).



**Figure 2.20 :** Vue d'ensemble de l'analyseur

### 2.8.2. L'analyse des mâchefers d'incinération :

L'entreprise après vérification des mâchefers produits de l'incinération fait des analyses par prise des échantillons et les analyser avec des laboratoires externes pour confirmer l'absence des métaux lourde dans les cendres.

La quantité des mâchefers produits est prise par une autre société pour le traitement, cette société agréée et conventionné avec l'entreprise CINTECH pour la collecte et traitement des mâchefers (CINTECH, Département technique, 2023). Tableau 2.3 montre un exemple de résultats d'analyse des rejets atmosphérique.

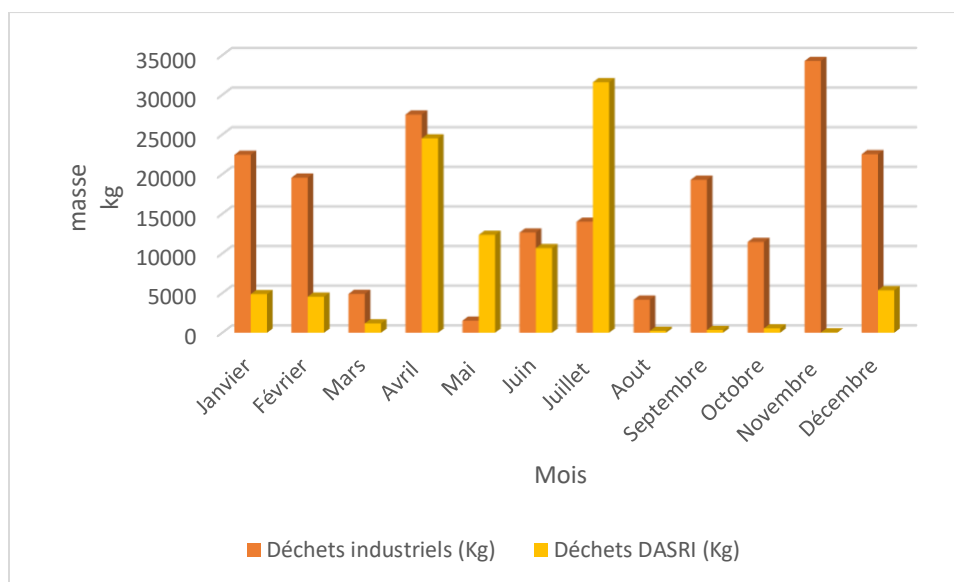
## **CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION**

### III.1 Les résultats de Cintech Blida

#### III.1.1 Bilans de masse mensuelles et annuelles

Nous avons pris des quantités des DSD de CINTECH par années. Commenant par l'année 2020, et l'analyse sera aussi faite par des analyses de quantités des années 2021 et 2022.

➤ L'année 2020 :



**Figure 3.1** : Quantité des Déchets Spéciaux traitées l'année 2020

Basé sur les informations (Figure 3.1), voici une analyse du tableau des bilans des déchets spéciaux et spéciaux dangereux pour l'année 2020

1. Les totaux :

- Le total des déchets industriels pour l'année 2020 s'élève à 194 300,63 kg.
- Le total des déchets DASRI pour l'année 2020 s'élève à 96 266,71 kg.

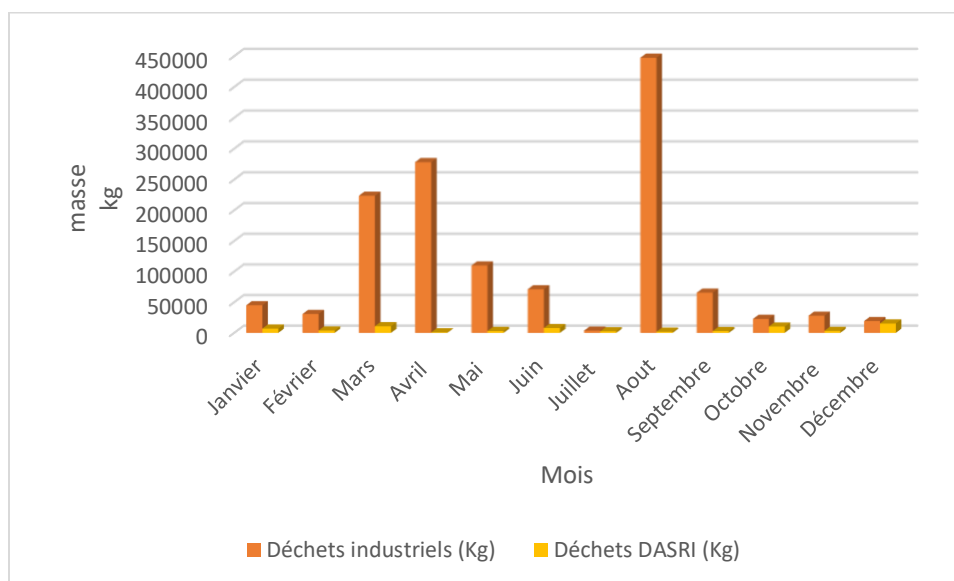
2. Les mois avec des valeurs atypiques :

- Le mois d'avril présente une quantité de déchets industriels (27 521 kg) nettement plus élevée que les autres mois.

- Le mois de juillet présente une quantité de déchets DASRI (31 598,86 kg) nettement plus élevée que les autres mois.

En résumé, la figure 3.1 met en évidence les quantités de déchets industriels et de déchets DASRI pour chaque mois de l'année 2020, ainsi que les totaux annuels. Il montre également que les mois d'avril et de juillet se distinguent par des quantités de déchets plus élevées que les autres mois. Cette analyse pourrait être utile pour identifier les mois où des mesures spécifiques doivent être prises pour la gestion des déchets, ainsi que pour surveiller les variations saisonnières ou les tendances générales dans la production de déchets.

➤ L'année 2021



**Figure 3.2 :** Quantité des Déchets Spéciaux traitée l'année 2021.

Voici une analyse des bilans des déchets spéciaux et spéciaux dangereux pour l'année 2021 (Figure 3.2) :

1. Les totaux :

- Le total des déchets industriels pour l'année 2021 s'élève à 1 345 387,86 kg.
- Le total des déchets DASRI pour l'année 2021 s'élève à 69 689,9 kg.

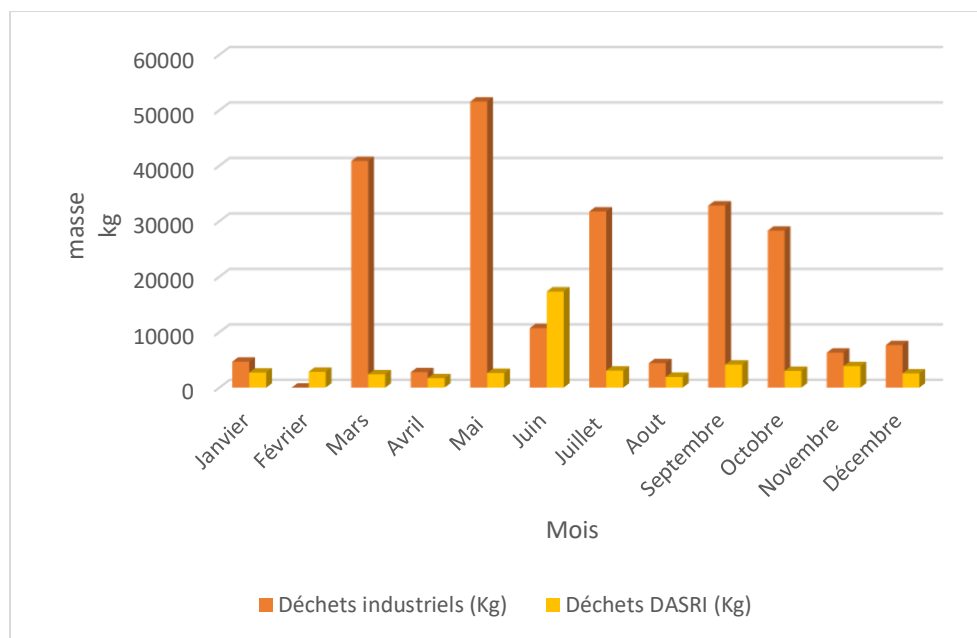
2. Les mois avec des valeurs atypiques :

- Le mois d'août présente une quantité de déchets industriels (447 380,47 kg) nettement plus élevée que les autres mois.

- Le mois de décembre présente une quantité de déchets DASRI (15 301,59 kg) nettement plus élevée que les autres mois.

En résumé, la figure 3.2 met en évidence les quantités de déchets industriels et de déchets DASRI pour chaque mois de l'année 2021, ainsi que les totaux annuels. Il montre également que les mois d'août et de décembre se distinguent par des quantités de déchets plus élevées que les autres mois. Cette analyse peut aider à identifier les mois nécessitant une attention particulière en termes de gestion des déchets, ainsi qu'à observer les variations saisonnières ou les tendances générales de production de déchets.

➤ L'année 2022



**Figure 3.3 :** Quantité des Déchets Spéciaux traitée l'année 2022.

Bilans des déchets spéciaux et spéciaux dangereux pour l'année 2022 (Figure 3.3) :

1. Les totaux :

- Le total des déchets industriels pour l'année 2022 s'élève à 221 749,56 kg.



- Le total des déchets DASRI pour l'année 2022 s'élève à 48 179,97 kg.

2. Les mois avec des valeurs atypiques :

- Le mois de juin présente une quantité de déchets DASRI (17 314,55 kg) nettement plus élevée que les autres mois.

- Le mois de mars présente une quantité de déchets industriels (40 835,6 kg) nettement plus élevée que les autres mois.

En résumé, la figure 3.3 met en évidence les quantités de déchets industriels et de déchets DASRI pour chaque mois de l'année 2022, ainsi que les totaux annuels. Il montre également que les mois de mai et de juin se distinguent par des quantités de déchets industriels et DASRI plus élevées que les autres mois respectivement. Cette analyse peut aider à identifier les mois nécessitant une attention particulière en termes de gestion des déchets, ainsi qu'à observer les variations saisonnières ou les tendances générales de production de déchets.

### **III. 2. Quantités de mâchefers produites**

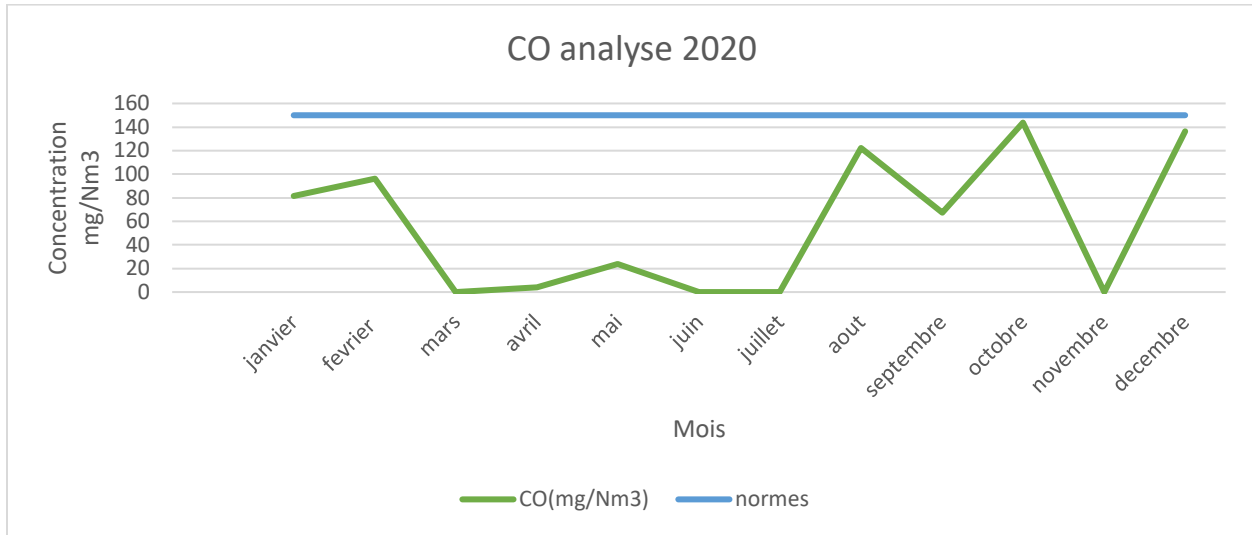
La pesée quotidienne des mâchefers n'est pas effectuée. Chaque jour, lors de l'incinération, les mâchefers sont produits, puis ils sont laissés à refroidir et triés pour éliminer les déchets qui n'ont pas été correctement incinérés. Ensuite, ils sont placés dans des 'bigbags'. Lorsqu'ils atteignent 40 'bigbags', ils sont chargés et transportés vers la société de co-incinération, Lafarge.

Chaque chargement contient environ 26 tonnes et cette opération est répétée chaque semaine.

### **III.3 Emission de fumées d'incinérateur**

#### **III.3.1 Analyse de CO**

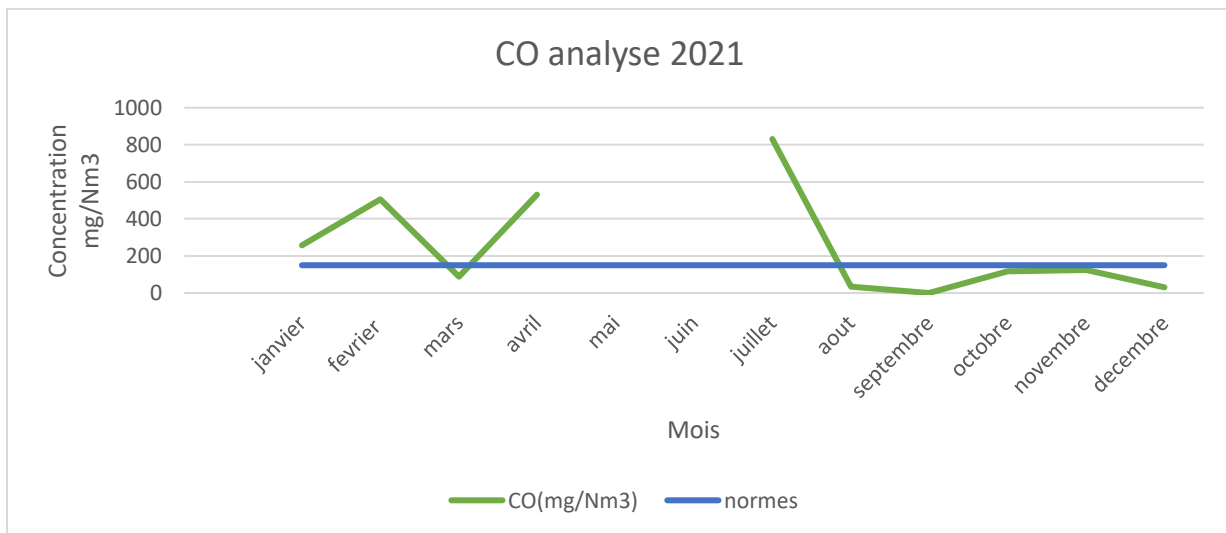
Voici une analyse des concentrations de CO dans l'air



**Figure 3.4 :** Concentration de CO traitée en 2020

En 2020, (figure 3.4) :

- Les valeurs de concentration de CO dans l'air pour l'année 2020 varient de 0 mg/Nm<sup>3</sup> à 143.75 mg/Nm<sup>3</sup>.
- La valeur maximale de concentration de CO en octobre 2020 est de 143.75 mg/Nm<sup>3</sup>, ce qui ne dépasse pas la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>.

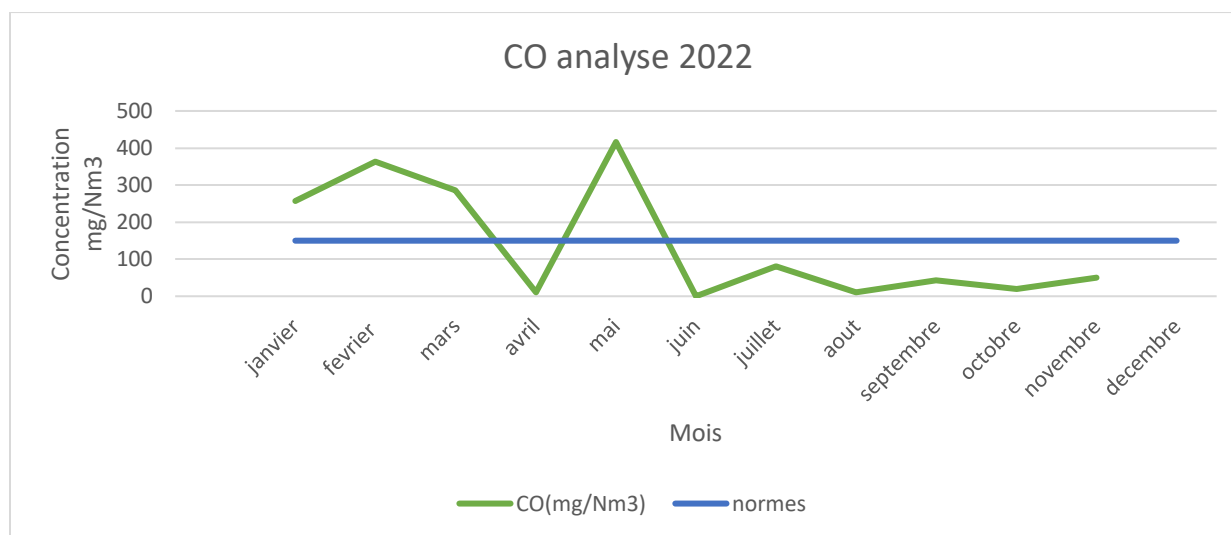


**Figure 3.5 :** Concentration de CO traitée en 2021

En 2021 (figure 3.5) :

- Les valeurs de concentration de CO dans l'air pour l'année 2021 varient de 0 mg/Nm<sup>3</sup> à 831.25 mg/Nm<sup>3</sup>.
- La valeur maximale de concentration de CO en juillet 2021 est de 831.25 mg/Nm<sup>3</sup>, ce qui dépasse la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>.

NB : Aucun concentration n'a été enregistré pendant les deux mois de mai et juin



**Figure 3.6 :** Concentration de CO traitée en 2022

En 2022 (figure 3.6) :

- Les valeurs de concentration de CO dans l'air pour l'année 2022 varient de 0 mg/Nm<sup>3</sup> à 416.25 mg/Nm<sup>3</sup>.
- La valeur maximale de concentration de CO en mai 2022 est de 416.25 mg/Nm<sup>3</sup>, ce qui dépasse la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>.

En comparant les données avec la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>, on peut conclure ce qui suit :

- Pour l'année 2020, les concentration de CO ont été détectée, ce qui est en conformité avec la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>.
- Par contre pour l'année 2021, la valeur maximale de concentration de CO en juillet dépasse la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>.

- En plus pour l'année 2022, la valeur maximale de concentration de CO en mai dépasse la valeur limite de 150 mg/Nm<sup>3</sup>.

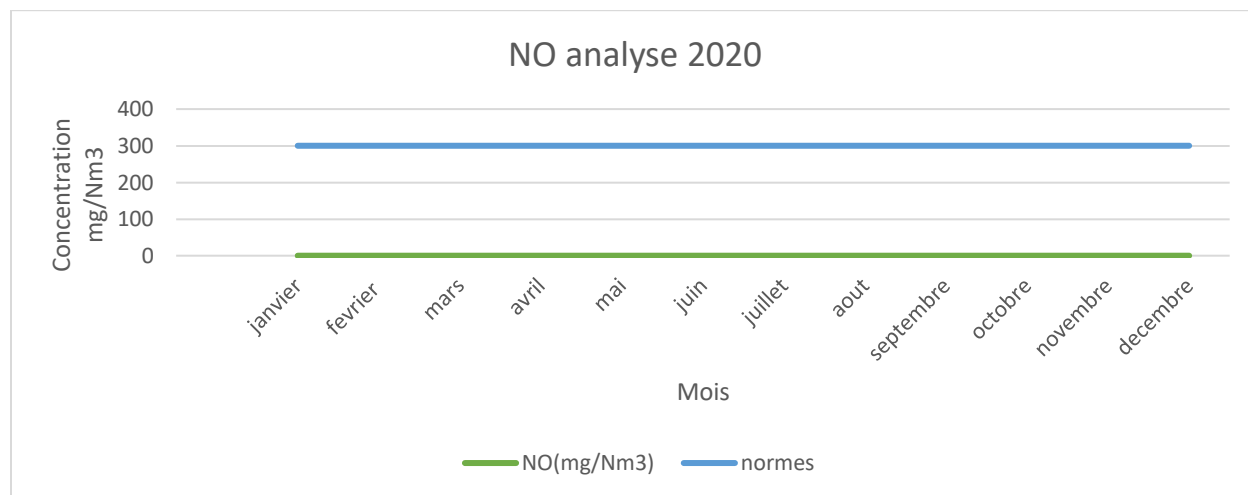
Les concentrations de CO sont despaaser la valeur limite à cause des raisons suivants :

- Les filtres étaient saturés de fumée, ce qui nécessitait leur nettoyage ou leur remplacement. L'accumulation de fumée dans les filtres réduisait leur efficacité et pouvait compromettre le bon fonctionnement du système. Il était essentiel de prendre des mesures pour maintenir les filtres propres et en bon état afin d'assurer un fonctionnement optimal. Le nettoyage régulier des filtres permettait d'éliminer l'accumulation de fumée et de prolonger leur durée de vie. Cependant, dans certains cas, lorsque les filtres étaient excessivement saturés ou endommagés, il était nécessaire de les remplacer entièrement pour assurer une filtration adéquate. Il était recommandé de suivre les recommandations du fabricant ou de consulter un professionnel qualifié pour déterminer la meilleure approche pour le nettoyage ou le remplacement des filtres dans une situation spécifique.

### III.3.2 Analyse de NO

Voici une analyse des concentrations de NO dans l'air.

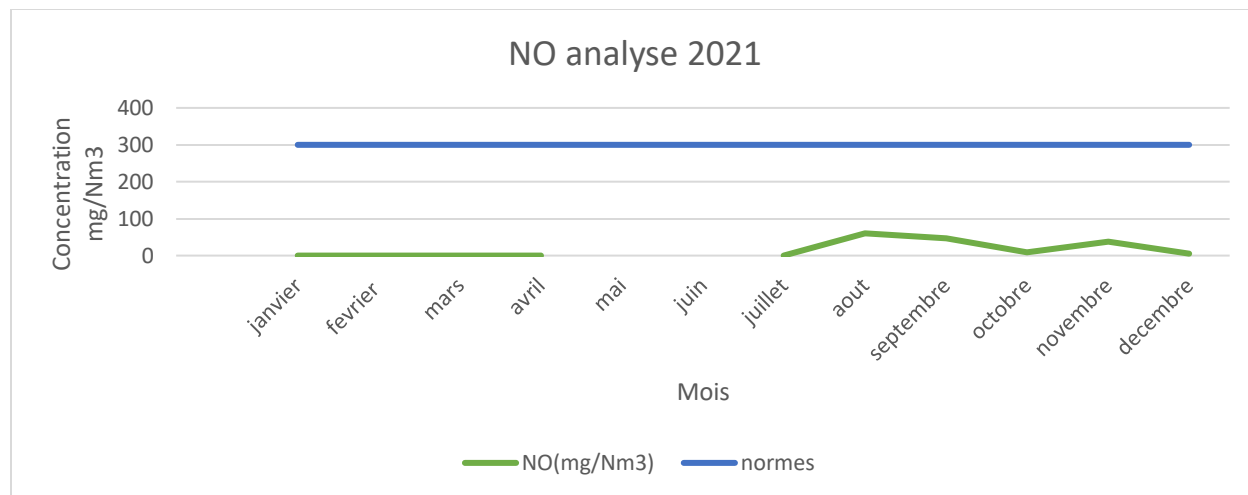
➤ Année 2020



**Figure 3.7 :** Concentration de NO traitée en 2020

En 2020 (figure 3.7), toutes les valeurs de concentration de NO dans l'air pour l'année 2020 sont indiquées comme zéro (0 mg/Nm<sup>3</sup>). Cela indique qu'aucune concentration de NO n'a été détectée pendant cette année.

➤ L'année 2021



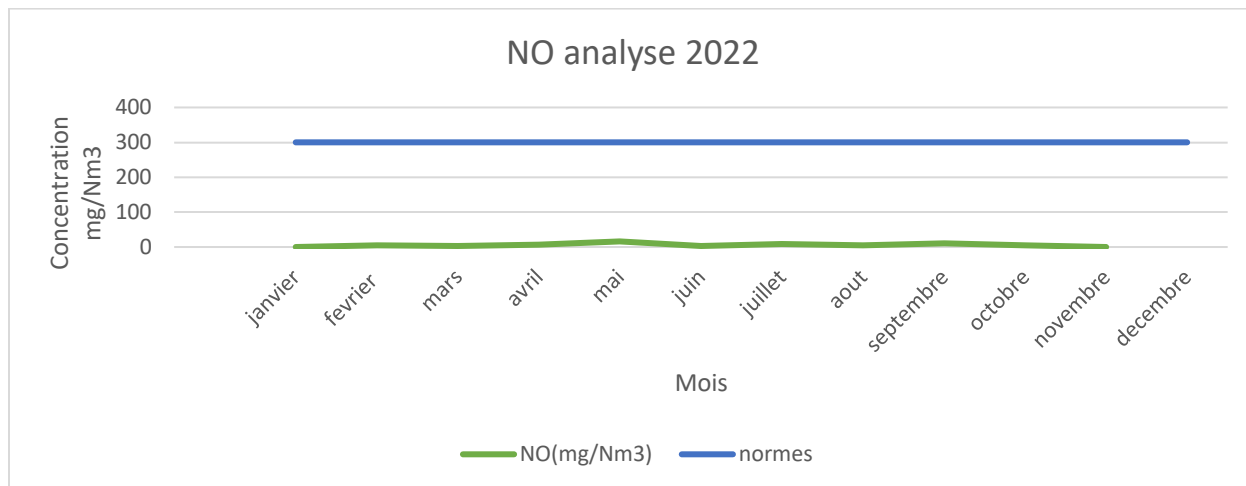
**Figure 3.8 :** Concentration de NO traitée en 2021

En 2021(figure 3.8), les valeurs de concentration de NO dans l'air pour l'année 2021 varient de 0 mg/Nm<sup>3</sup> à 60,27 mg/Nm<sup>3</sup>.

La valeur maximale de concentration de NO en août 2021 est de 60,27 mg/Nm<sup>3</sup>, ce qui ne dépasse pas la valeur limite de 300 mg/Nm<sup>3</sup>.

NB : Aucun concentration n'a été enregistré pendant les deux mois de mai et juin.

➤ L'année 2022



**Figure 3.9 :** Concentration de NO traitée en 2022

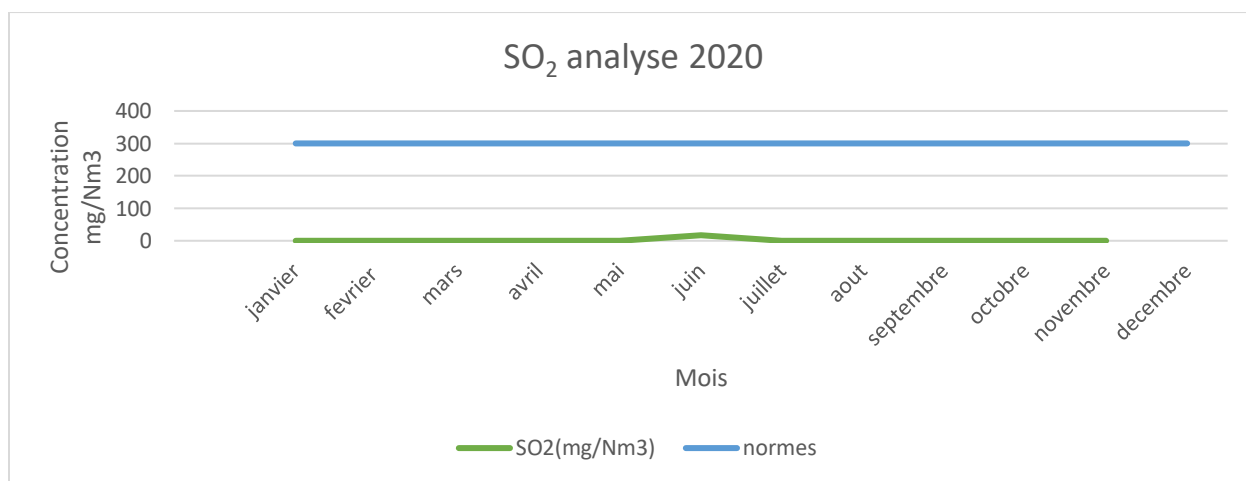
En 2022 (figure 3.9) , les valeurs de concentration de NO dans l'air pour l'année 2022 varient de 0 mg/Nm<sup>3</sup> à 46,88 mg/Nm<sup>3</sup>.

Aucune des valeurs de concentration de NO dans l'air pour l'année 2022 ne dépasse la valeur limite de 300 mg/Nm<sup>3</sup>. Toutes les autres valeurs mensuelles sont conformes à la valeur limite des réglementations, qui est de 300 mg/Nm<sup>3</sup>.

### III.3.3 Analyse de SO<sub>2</sub>

Une analyse des concentrations de SO<sub>2</sub> dans l'air.

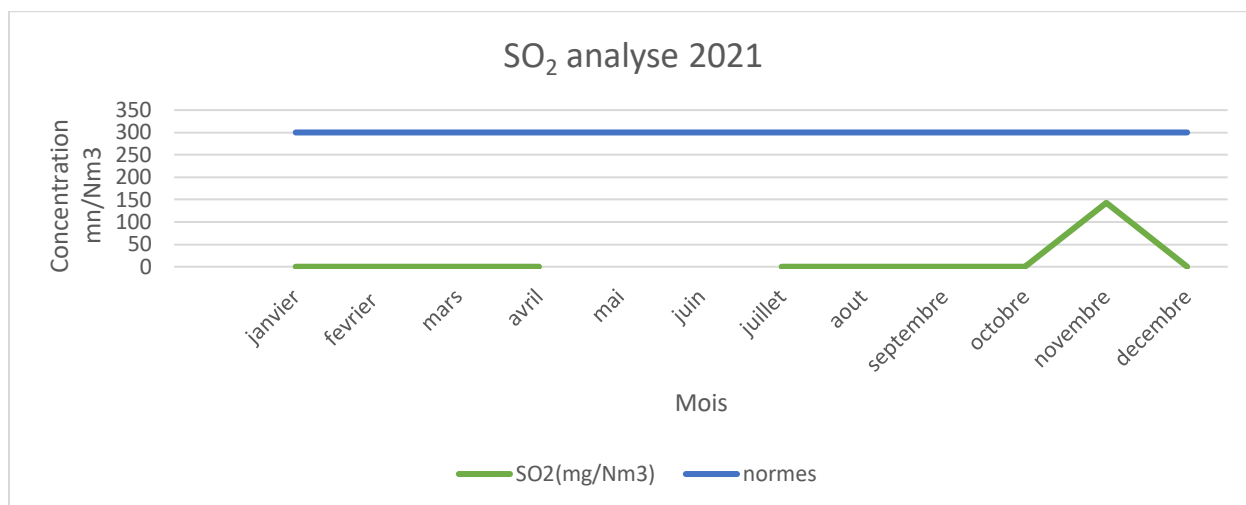
- L'année 2020



**Figure 3.10 :** Concentration de SO<sub>2</sub> traitée en 2020

En 2020, les concentrations de SO<sub>2</sub> sont généralement très faibles (figure 3.10), avec une valeur de 0 mg/Nm<sup>3</sup> pour tous les mois, à l'exception du mois de juin où la concentration est de 17.14 mg/Nm<sup>3</sup>. Toutes les autres valeurs mensuelles sont conformes à la valeur limite des réglementations, qui est de 300 mg/Nm<sup>3</sup>.

➤ L'année 2021

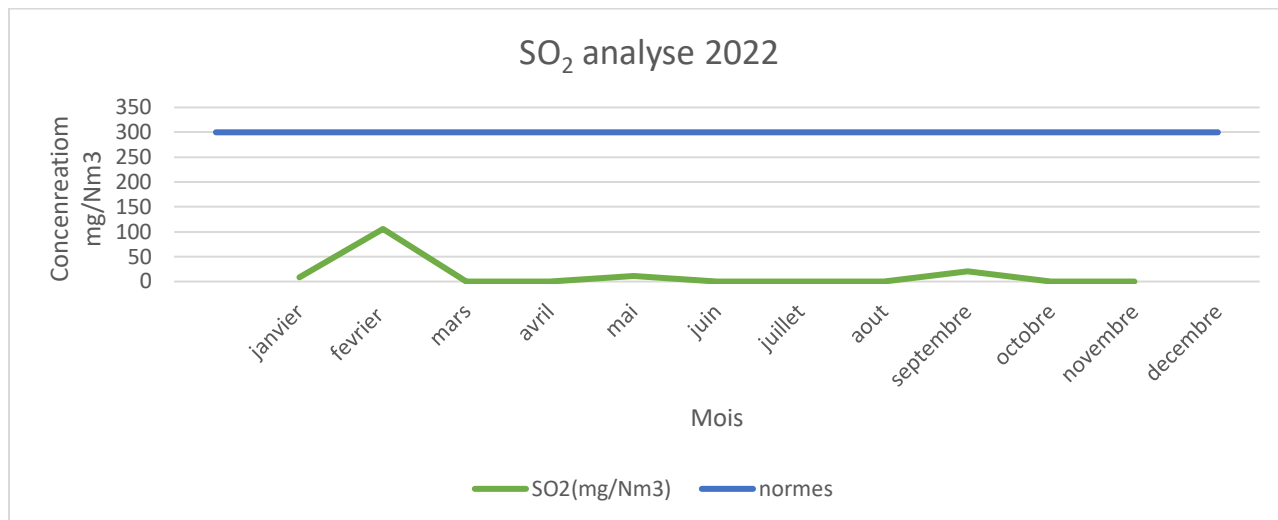


**Figure 3.11** : Concentration de SO<sub>2</sub> traitée en 2021

En 2021 (figure 3.11), les concentrations de SO<sub>2</sub> sont également très faibles, avec une valeur de 0 mg/Nm<sup>3</sup> pour tous les mois, à l'exception du mois de novembre où la concentration est de 142.86 mg/Nm<sup>3</sup>. Toutes les autres valeurs mensuelles sont conformes à la valeur limite des réglementations.

NB : Aucun concentration n'a été enregistré pendant les deux mois de mai et juin

➤ L'année 2022



**Figure 3.12 :** Concentration de SO<sub>2</sub> traités en 2022.

En 2022, (figure 3.12), les valeurs de concentration de SO<sub>2</sub> dans l'air pour l'année 2022 varient de 0 mg/Nm<sup>3</sup> à 105.71 mg/Nm<sup>3</sup>.

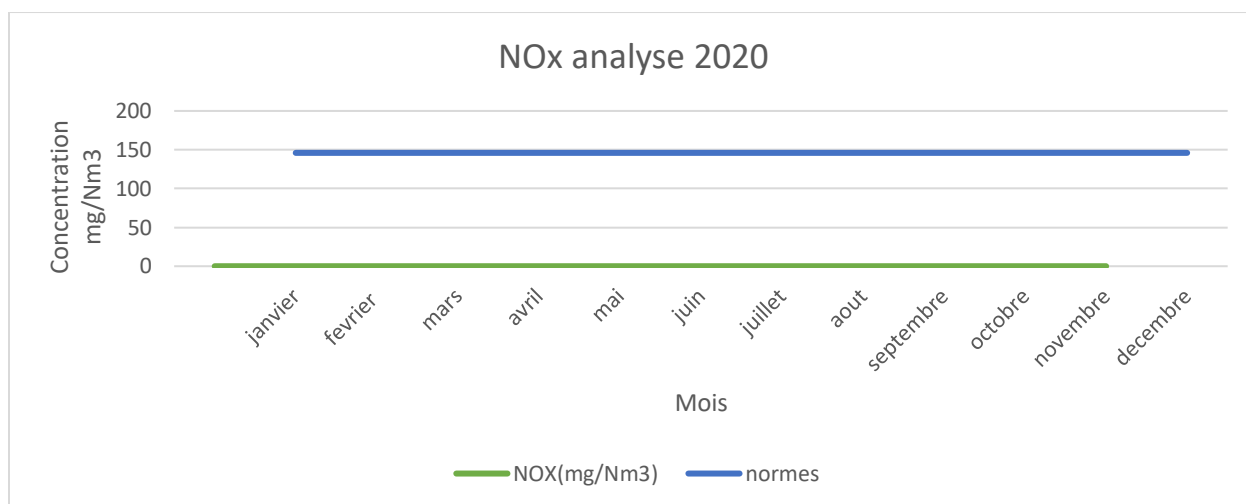
Les concentrations de SO<sub>2</sub> sont un peu plus variables. Ces valeurs restent cependant en dessous de la limite réglementaire.

En résumé, la majorité des valeurs de concentration de SO<sub>2</sub> dans l'air sont conformes à la valeur limite des réglementations qui est de 300 mg/Nm<sup>3</sup>.

### III.3.4 Analyse de NOx

Une analyse des concentrations de NOx dans l'air.

- L'année 2020

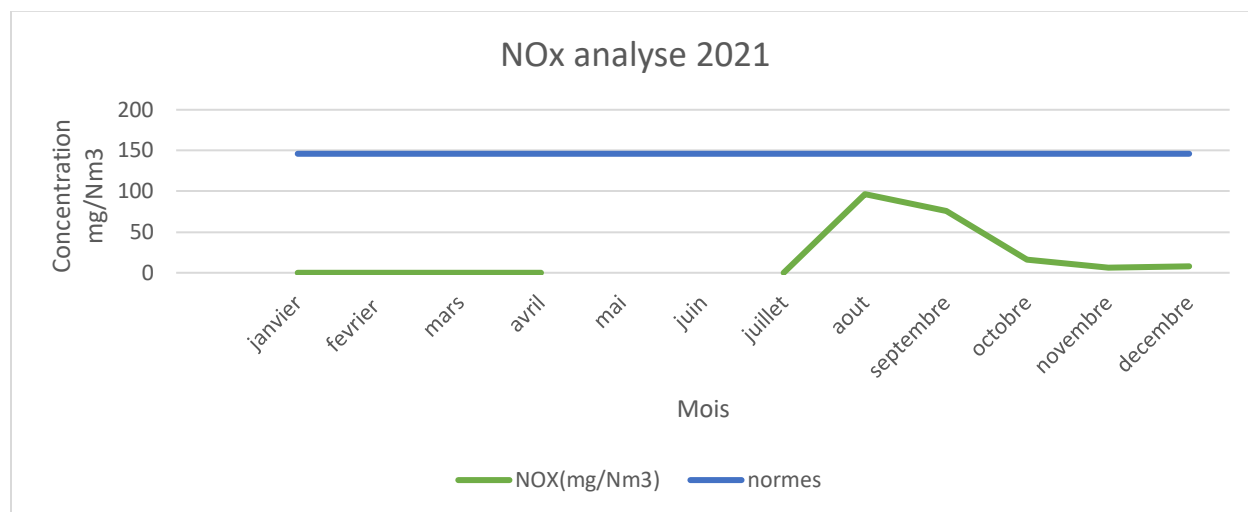




**Figure 3.13** : Concentration de NOx traités en 2020

En 2020 (figure 3.13), les concentrations de NOx sont toutes nulles (0 mg/Nm<sup>3</sup>) pour chaque mois, ce qui respecte largement la valeur limite inférieure des réglementations, qui est de 146.4 mg/Nm<sup>3</sup>.

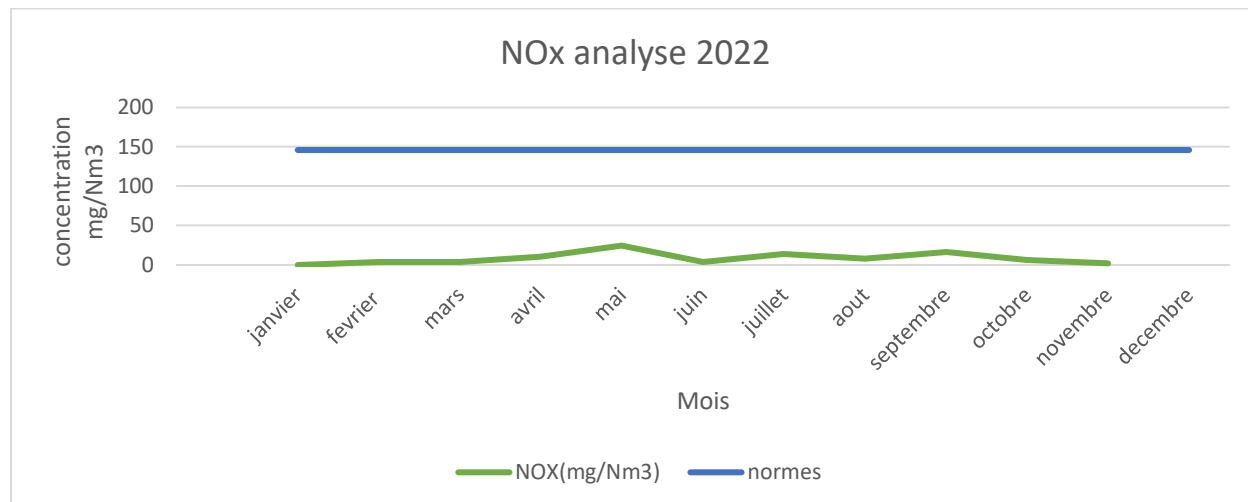
➤ L'année 2021

**Figure 3.14** : Concentration de NOx traités en 2021

En 2021 (figure 3.14), les concentrations de NOx sont principalement nulles pour les mois de janvier, février, mars et avril. Cependant, certains mois varient d'un mois à l'autre. Le mois d'août a une concentration de 96.46 mg/Nm<sup>3</sup>, le mois de septembre a une concentration de 75.93 mg/Nm<sup>3</sup>, le mois d'octobre a une concentration de 16.42 mg/Nm<sup>3</sup> et le mois de novembre a une concentration de 6.16 mg/Nm<sup>3</sup>. Toutes ces valeurs restent en dessous de la valeur limite supérieure des réglementations, qui est de 300 mg/Nm<sup>3</sup>.

NB : Aucun concentration n'a été enregistré pendant les deux mois de mai et juin

➤ L'année 2022



**Figure 3.15 :** Concentration de NOx traités en 2022

En 2022, les concentrations de NOx sont également variables (figure 3.15).

Les mois de janvier, juin et décembre ont une concentration nulle ( $0 \text{ mg/Nm}^3$ ). Certains mois varient, mais restent en dessous de la valeur limite. Le mois de février a une concentration de  $4.1 \text{ mg/Nm}^3$ , les mois de mars et avril ont une concentration de  $10.26 \text{ mg/Nm}^3$ , le mois de mai a une concentration de  $24.63 \text{ mg/Nm}^3$ , le mois de juillet a une concentration de  $14.37 \text{ mg/Nm}^3$ , le mois d'août a une concentration de  $8.21 \text{ mg/Nm}^3$ , le mois de septembre a une concentration de  $16.42 \text{ mg/Nm}^3$ , le mois d'octobre a une concentration de  $6.16 \text{ mg/Nm}^3$  et le mois de novembre a une concentration de  $2.05 \text{ mg/Nm}^3$ .

En résumé, la majorité des valeurs de concentration de NOx dans l'air sont conformes à la valeur limite inférieure des réglementations, qui est de  $146.4 \text{ mg/Nm}^3$ . Il convient de surveiller attentivement les mois où les concentrations de NOx sont plus élevées, tels que les mois d'août et septembre 2021, ainsi que le mois de mai 2022, afin de prendre les mesures nécessaires pour réduire les émissions de NOx et maintenir une bonne qualité de l'air.

## **CONCLUSION GENERALE**

### Conclusion

La gestion des déchets spéciaux dangereux est un enjeu majeur pour la protection de l'environnement et de la santé publique. Ils comprennent des substances toxiques, inflammables, corrosives et radioactives. La gestion de ces déchets nécessite une expertise technique et réglementaire pour garantir leur élimination ou leur traitement en toute sécurité.

Notre projet de fin d'étude au sein de l'entreprise CINTECH a permis d'intégrer toutes les étapes de traitement des déchets dangereux par incinération, notamment les déchets de soins (DASRI).

L'entreprise Cintech traite une quantité importante de ces déchets chaque année, nécessitant une gestion efficace et bien contrôlée.

Les statiques annuelles de l'année 2020 font ressortir 96266.71kg de déchets d'activité de soins traités ces déchets représentent entre 80% à 95% des déchets traités au sein de l'entreprise. Ce procédé génère des mâchefers entreposés au sein de l'entreprise. Par ailleurs, les fumées s'échappant des incinérateurs de l'entreprise restent conformes à la norme par rapport à l'émission d'aéropolluants comme le CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ... etc.

Dans une perspective d'avenir, il est crucial de souligner que bien que Cintech joue un rôle significatif dans le traitement des déchets dangereux en Algérie, il est essentiel de généraliser ces pratiques à l'échelle nationale. La quantité de déchets dangereux générés par l'Algérie nécessite une approche globale pour garantir une gestion efficace. Il serait opportun de promouvoir le développement d'autres installations de traitement et de sensibiliser davantage aux avantages de la gestion responsable des déchets dangereux

## **REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES**

### A

**ADEME** , 2013. Etude sur le bilan du traitement des déchets d'activités de soins à risques infectieux en France.

**AND.** Agence Nationale de Déchets.

**ALFONS Buekens**, 2013. Incinération Technologies.

**AMEL BOUZIANE**, 2023. Gestion des Déchets Spéciaux et Spéciaux Dangereux, Centre National Des Technologies De Production Plus Propre ; Alger.

### B

**BILLAU P**, 2008, "Estimation des dangers de déchets biomédicaux pour la santé et l'environnement au Bénin en vue de leur gestion". Rapport d'étude au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement. Université de Sherbrooke, CANADA. Aout 2008. P : 24.

### C

**Cartographie de l'entreprise Service HSE**, 2019 Cintech, Alger.

**CICR**, 2011."Manuel du Déchets Médicaux". Guide technique. Comité international de la croix rouge. Genève, suisse. Mai 2011.**P:18**

**CINTECH**, sur le site [www.cintech.dz](http://www.cintech.dz), Alger.

**SITE CINTECH**, Département technique, Alger 2023.

### D

**DEBBOU Massilia et LOUICHAOUI Tassadit**, 2020. Gestion et traitement des déchets d'activité de soins à risque infectieux. Mémoire, Bejaia.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**DJIDEL Abdessalam**, 2015. Gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux (Les bourbiers et les boues de stockage du pétrole brut : impact sur l'environnement et technique de traitement). Mémoire , Biskra.

### E

**ELICHEGARAY C**, 2008," La pollution de l'air : sources, effets, prévention".1ère Edition.Paris. Ed Dunod 11/06/2008. P :211.

**EMILIAN Koller**, 2009. Traitement Des Pollutions Industrielles.

### F

**FERAUDET A**, 2009, Biotechnologies et Eau Détection des polluants émergents dans l'eau : état des lieux, Etude réalisée par Anne Feraudet (Sup Bio Tech) Sous la direction d'Emmanuel Trouvé (Véolia Eau) et la coordination de Danielle Lando (Ade bio Tech). P : 2.

### G

**GERINM M., GOSSELIN P., CORDIER S., VIAU C., QUENEL P et DEWAILLYE**, 2003. Environnement et santé public (fondement et pratique).

**Guide National d'Algérie**, Edition 2019. Gestion des Déchets d'activité de Soins, Pg 6, 9, 13.

### H

### I

**Direction Général Cintech**, Alger 2022. Incinération Produits Spéciaux & Spéciaux dangereux, Présentation, P3.

### J

Journal officiel de la république algérienne : Loi n0 01/19 Relatif à la gestion, au control et à l'élimination des déchets. 12/12/200.1

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**JEAN-YVES Le Goux et Catherine Le Douce**, 1995. L'incinération des déchets ménagers (ENVIRONNEMENT) (French Edition).

### K

**KHRISHNASWAMY Kanagamani, M. Narmatha et Geethamani Palanisam**, 2020. Hazardous Waste Management

### M

**M. N. Rao, Razia Sultan, Sri Harsha Kota**, 2016. Solid and Hazardous Waste Management.

### O

### R

**RAHAL Aymen et Laggoune Ilyes**, 2020. Le mode de traitement des déchets d'activité de soins à risque infectieux à l'entreprise Sarl ECO Et D'Ain Mlila (Oum El Bouagui). Mémoire, Université de Larbi Ben M'Hidi (OUM EL BOUAGHI).

**RAMAN Sharma**, 2013. The impact of incinerators on human health and environment. Reviews on Environmental Health, PubMed.

**ROGER D. Spence et Caijiun Shi**, 2005. Stabilization and Solidification of Hazardous, Radioactive, and Mixed Wastes, First Edition.

### S

### T

**TOUAT Bachir**, 2020. Analyse de l'efficacité de la gestion de déchets d'activité de soins à risque infectieux au sein d'établissements publique de sante en Algérie, cas : l'EPH d'AZAZGA. Mémoire, Tizi-Ouzou.



**THOMAS H. Christensen, R. Cossu et Raffaello Cossu**, 2010. Solid Waste Technology and Management.

### W

**WALTER R Niessen**, 2010. Combustion and Incineration Process: Applications in Environmental Engineering, Fourth Edition.

**WANG L., Lu S., Liang J., Hu X**, 2020. Incineration of Municipal Solid Waste: Generation, Combustion, Emission and Residue Analysis.

**WORLD Bank**, 2016. Waste management in different regions.

# **ANNEXES**

**Tableau I.1 :** Des principales maladies résultant d'une exposition aux risques DASRI (WHO,1999).

Type d'infection	Agent causal	Vecteur de transmission
Gastro-entérites.	Entérobactéries : Salmonella, shigella, vibrion cholérique, helminthes.	Matières fécales et vomissements.
Infections respiratoires.	Bacille de la tuberculose, virus de la rougeole, streptococcus des pneumonies.	Sécrétions inhalées, saliva
Infections oculaires	Virus de l'herpès.	Sécrétions oculaires : larmes.
Infections génitales (IST).	Neisseria gonorrhée, virus de l'herpès.	Sécrétions génitales.
Infections dermatologiques.	Streptocoques.	Pus.
Anthrax.	Bacillus antracis.	Sécrétions dermiques, respiratoires, gouttelettes de salive
Méningite.	Neisseria meningitidis.	Liquide Céphalo Rachidien, Sécrétions bronchiques.
Fièvre hémorragique.	Ebola, Marburg virus.	Sang, sécrétions de l'organisme.
Septicémie.	Staphylococcus.	Sang.
Bactériémie	Staphylococcus, aureus, Entérobactérie, enterococcus	Sang.
Candidémie.	Candida albicans.	Sang.
Hépatite A.	Virus de l'hépatite A.	Matières fécales.
Hépatite B et C	Virus de l'hépatite B Virus de l'hépatite C.	Sang et autres, sécrétions de l'organisme.

**Tableau I.2 :** Comparaison entre type 1 et type 2 (Walter, 2010)

<b>Caractéristiques</b>	<b>Type 1 Four rotatif à contre-courant</b>	<b>Type 2 Four rotatif co-courant</b>
<b>Quantité de déchets entrant</b>	1100 kg/h	1100kg/h
<b>% oxygène à l'entrée des déchets</b>	7 %	19 %
<b>Temps de résidence des déchets</b>	>2h	>2h
<b>Risque de scorification des cendres</b>	Pas de risque	Oui, risque élevé
<b>Carbone résiduel dans les cendres</b>	>0,51 %	>2 %
<b>Réduction de masse (%)</b>	>86 %	>96 %
<b>Consommation de carburant supplémentaire pour la post combustion</b>	0 – 5 kg/h	>110 kg/h
<b>Cendres volantes</b>	760 mg /Nm <sup>3</sup>	1700 mg /Nm <sup>3</sup>

**Tableau I.3** : Les composants polluants des mâchefers (Jean-Pierre et al, 2014)

<b>Catégorie</b>	<b>Composés</b>
Composés inorganiques	Particules inorganiques (verre, métaux, céramique, etc.)  Métaux lourds (fer, aluminium, cuivre, plomb, zinc, etc.)  Sels inorganiques (chlorures, sulfates, carbonates, etc.)  Silicates (sable, silice, etc.)
Composés organiques	Résidus organiques (partiellement brûlés ou non brûlés provenant des déchets incinérés)  Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
Cendres volantes	Particules légères capturées par les dispositifs de contrôle des émissions (contenant des inorganiques et organiques)

**Tableau I.4 :** Valeurs limites à respecter par kg de matière sèche.

<b>Composant</b>	<b>Valeur limite a respecter</b>	<b>Composant</b>	<b>Valeur limite a respecter</b>
COT(carbone organique totale)	30g	Hydrocarbures (C10 a C40)	500mg
BTEX(benzène, toluène, ethylbenzene et xylène)	6mg	HAP(hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50mg
PCB(polychlorobiphényles 7 congénères)	1mg	Dioxines et furannes	10ng I-TEQOMS,2005

**Tableau I.5 :** Composants polluants des Fumées

<b>Catégorie</b>	<b>Composés</b>
Gaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</li> <li>• Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) : monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</li> <li>• Monoxyde de carbone (CO)</li> <li>• Composés organiques volatils (COV) : benzène, toluène, xylènes, etc.</li> <li>• Composés chlorés : chlore, chlorure d'hydrogène (HCl), chlorofluorocarbones (CFC), etc.</li> </ul>

Particules	<ul style="list-style-type: none"><li>• Particules solides (aérosols) : suie, cendres, particules métalliques, particules inorganiques, etc.</li></ul>
Composés organiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</li><li>• Composés organochlorés : dioxines, furannes, produits chimiques chlorés, etc.</li><li>• Autres composés organiques toxiques spécifiques aux déchets incinérés</li></ul>
Composés inorganiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Métaux lourds : mercure, plomb, cadmium, arsenic, chrome, nickel, etc.</li><li>• Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) : dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), trioxyde de soufre (SO<sub>3</sub>)</li><li>• Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) : monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</li><li>• Particules inorganiques : particules de sels inorganiques, particules de silice, métaux lourds sous forme de particules, etc.</li></ul>

**Tableau 2.1** : La nomenclature des déchets cas de DASRI (AMEL, 2023).

Code du Déchet	Désignation du déchets	Classement du déchets	Critère de dangerosité
<b>18</b>	<b>Déchets provenant des soins médicaux ou vétérinaires et/ou de la recherche associe</b>		
<b>18.1</b>	<b>Déchets provenant de maternité, du diagnostics du traitement ou de la prévention du maladie l'homme</b>		
18.1.1	Dechets piquants, coupants, tranchants	SD	Infectieuse
18.1.2	Dechets anatomique et organesm y compris sac de sang et reserves de sang	S	
18.1.3	Dechets dont la collecte et elimination font l'objet de prescription particulieres vis-à-vis des risques d'infections.	SD	Toxique infectieuse
18.1.4	Dechets dont la collecte et eliminations ne font pas l'objet de prescription particulieres vis-à-vis des risques d'infections (par exemples, vetements , platres, draps, vetements jetable, langes)	S	



Tableau 2.2 : Les unités d'une système d'incinération.

CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION	
Déchets à traiter	Déchets dangereux
Type de système	four rotatif
Capacité de système	6 tonnes/24h
Durée de fonctionnement	10-24h/jour
Type de carburant	Gaz naturel
Valeur calorifique des déchets	3500 kcal/kg
Unités de système de traitement	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unité de chargement automatique</li> <li>2. Mécanisme d'injection de déchets liquides</li> <li>3. Chambre de combustion primaire</li> <li>4. Chambre de combustion secondaire</li> <li>5. Échangeur de chaleur</li> <li>6. Unité de traitement des fumées</li> <li>6.1 Épurateur à sec</li> <li>7. ID Fan " ventilateur à traction induite"</li> <li>8. Cheminée principale</li> <li>9. Unité de contrôle automatique</li> </ol>
Température de la chambre primaire	1000°C
Température de la chambre secondaire	1100°C

Tableau 2.3 : Caractéristiques de l'incinérateur (Thomas H 2010)

Capacité de destruction	100 kg/h
Volume de combustion (m <sup>3</sup> )	2
Pour un PCI donné de (Kcal/kg)	3.500
Temps de fonctionnement journalier	12-16 heures
Combustibles	gaz naturel,
Hauteur de cheminée	8m
Options possibles	laveur

**Tableau 2.4** : Exemple de résultats d'analyse des rejets atmosphérique (CINTECH, Département technique, 2023).

<b>OPERATEUR</b>	<b>DATE D'ANALYSE</b>	<b>SIGNATURE</b>	
<b>KAMEL</b>	<b>25/01/2023</b>	<b>/</b>	<b>REMARQUE</b>
<b>PARAMETRES</b>	<b>RESULTATS D'ANALYSE</b>	<b>VALEUR LIMITE</b>	<b>RESULTATS D'ANALYSE CONVERTIE</b>
O2	20,60%	/	
CO	5 ppm	150 mg/ Nm3	6,25 mg/Nm3
T amb	14,6 C°	/	/
T fum	20,7C°	/	
NO	0 ppm	300 mg/ Nm 3	00 mg/ Nm 3
SO2	0 ppm	300 mg/ Nm 3	00 mg/ Nm 3
CO2	0,20%	/	/
NOX	0 ppm	146,4 - 300 mg/ Nm3	2,05 mg/ Nm3
CO/CO2	0,23 %	/	/

**Tableau 3.1 : Bilan des Déchets Spéciaux et Spéciaux Dangereux l'année 2020.**

<b>Mois</b>	<b>Déchets industriels (Kg)</b>	<b>Déchets DASRI (Kg)</b>
<b>Janvier</b>	22449.1	4871.84
<b>Février</b>	19566.87	4548.12
<b>Mars</b>	4895.52	1178.49
<b>Avril</b>	27521	24522.9
<b>Mai</b>	1520	12345
<b>Juin</b>	12642.1	10666.42
<b>Juillet</b>	14000	31598.86
<b>Aout</b>	4168.44	236.82
<b>Septembre</b>	19289.62	347.96
<b>Octobre</b>	11446.9	553.23
<b>Novembre</b>	34282.5	35.7
<b>Décembre</b>	22518.58	5361.37
<b>sous Total</b>	194300.63	96266.71
<b>Total</b>	<b>290567.34</b>	

**Tableau 3.2 : Bilan des Déchets Spéciaux et Spéciaux Dangereux en 2021.**

<b>Mois</b>	<b>Déchets industriels (Kg)</b>	<b>Déchets DASRI (Kg)</b>
<b>Janvier</b>	44998.04	6932.4
<b>Février</b>	30837.7	3871.21
<b>Mars</b>	223667.54	10800
<b>Avril</b>	278153	876.95
<b>Mai</b>	109939.84	3070.94
<b>Juin</b>	71153.35	7864.47
<b>Juillet</b>	3617.88	2642.56
<b>Aout</b>	447380.47	1859.72
<b>Septembre</b>	65589.64	2944.5
<b>Octobre</b>	22812.88	10290.95
<b>Novembre</b>	28011.12	3234.61
<b>Décembre</b>	19226.4	15301.59
<b>sous Total</b>	1345387.86	69689.9
<b>Total</b>	<b>1415077</b>	

**Tableau 3.3 : Bilan de Déchets Spéciaux et Déchets Spéciaux Dangereux en 2022.**

Mois	Déchets industriels (Kg)	Déchets DASRI (Kg)
Janvier	4664.79	2717.8
Février	4 729,27	2847.92
Mars	40835.6	2399.3
Avril	2773	1700.36
Mai	51557.65	2628.7
Juin	10717.79	17314.55
Juillet	31735.52	3070.89
Aout	4409.5	1929.47
Septembre	32813.86	4153
Octobre	28282	3007.5
Novembre	6302.61	3864.64
Décembre	7657.24	2545.84
<b>sous Total</b>	<b>221749.56</b>	<b>48179.97</b>
<b>Total</b>	<b>269929.53</b>	

**Tableau 3.4 : Quantité de volumes de CO.**

CO(mg/Nm <sup>3</sup> )	2020	2021	2022
janvier	81.25	258.75	256.25
février	96.38	505	363.75
mars	0	87.5	286.25
avril	3.75	530	10
mai	23.75		416.25
juin	0		0
juillet	0	831.25	80
aout	122.5	33.75	11.25
septembre	67.5	0	42.5
octobre	143.75	118.75	20
novembre	0	125	50
décembre	136.25	30	

Tableau 3.5 : Quantité de volume de NO

<b>NO(mg/Nm<sup>3</sup>)</b>			
	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>janvier</b>	0	0	0
<b>février</b>	0	0	5.36
<b>mars</b>	0	0	2.68
<b>avril</b>	0	0	6.97
<b>mai</b>	0		16.07
<b>juin</b>	0		2.96
<b>juillet</b>	0	0	8.04
<b>août</b>	0	60.27	5.36
<b>septembre</b>	0	46.88	10.71
<b>octobre</b>	0	9.38	4.02
<b>novembre</b>	0	37.5	0
<b>décembre</b>	0	5.36	

Tableau 3.6 : Quantité de volume de SO<sub>2</sub>.

<b>SO<sub>2</sub>(mg/Nm<sup>3</sup>)</b>			
	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>janvier</b>	0	0	8.57
<b>février</b>	0	0	105.71
<b>mars</b>	0	0	0
<b>avril</b>	0	0	0
<b>mai</b>	0		11.43
<b>juin</b>	17.14		0
<b>juillet</b>	0	0	0
<b>août</b>	0	0	0
<b>septembre</b>	0	0	20
<b>octobre</b>	0	0	0
<b>novembre</b>	0	142.86	0
<b>décembre</b>		0	

Tableau 3.7 : Quantité de volume de NOx

<b>NOx(mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Janvier</b>	0	0	0
<b>Février</b>	0	0	4.1
<b>Mars</b>	0	0	4.1
<b>Avril</b>	0	0	10.26
<b>Mai</b>	0		24.63
<b>Juin</b>	0		4.1
<b>Juillet</b>	0	0	14.37
<b>Aout</b>	0	96.46	8.21
<b>Septembre</b>	0	75.93	16.42
<b>Octobre</b>	0	16.42	6.16
<b>Novembre</b>	0	6.16	2.05
<b>Décembre</b>		8.21	