

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA
UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE

Département : GENIE DES PROCEDES

Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Filière : GENIE DES PROCEDES

Spécialité : GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRENEMENT

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

Traitement des sables contaminés au niveau du complexe FERTIAL

Présenté par :

- Boukari Yousra
- Khodja Rima

Encadrant : *Djerad Souad*

Professeur

Université Badji Mokhtar

Jury de Soutenance :

GUILANE Sarah	MCB	Université Badji Mokhtar	Président
DJERAD Souad	Professeur	Université Badji Mokhtar	Encadrant
MOUMENI Ouarda	MCA	Université Badji Mokhtar	Examineur

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, notre Créateur, pour le courage et la patience qu'il nous a donné pour Accomplir ce travail.

Ainsi nos parents qui nous aident.

Je remercie mon encadreur M^{me} : Djerad

Souad pour ses orientations et conseils.

Je remercie également mon cher cousin Lakhel Ridha pour son aide et ses orientations

Nous adressons nos vifs remerciement à tout le personnel de Complexe de fertial/Direction QHSE (M^{ed} Mokrani Samia, Gahmous Sami, Slimen et Madjdi).

Je tiens aussi à exprimer mes profonds remerciements à nos Collègues de la promotion de génie des procédés2023.

Enfin nous remercions s'adressent aux membres de jury qui

Nous ferons l'honneur de juger notre travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

A mes très chers parents, qui n'ont pas cessé de prier pour moi et qui m'ont aidé durant toute la durée de mes études que dieu les gardes pour moi

A mes chers sœurs : Fadila, Merieme, Warda, Assma, Kfiawla, Maroua

A mes chers frères : Mouhamed, Aymen, Oussama

Mes chères tantes : Fatma, Malika et Samia.

A ma Famille

Qui m'ont toujours encouragé.

Et surtout Mon cher cousin LAKHAL Ridha, pour son aide précieuse, surtout dans cette période éprouvante qu'est la dernière ligne droite.

A tous MES AMIS et collègues

Je dédie également ce mémoire à M. Abderrahman Yahi qui m'a apporté beaucoup de soutien et de conseils, en lui souhaitant beaucoup de succès.

Sans oublier mon Binôme Ryma

Pour son soutien morale, sa patience et sa compétence tout au long de ce projet.

Yusra B.

Dédicace :

Je tiens c'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

*À l'être le plus cher de ma vie, **ma mère.***

*À celui qui s'est sacrifié pour mes rêves, **mon père.***

Mes chers grands parents.

*À **mon cher frère** et **mes chères sœurs.***

*À **toute ma famille**, source d'espoir et de motivation.*

*À **mes chères amies**, pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.*

*A notre chère encadrant, **Mme DJERAD Souad.***

*À **Mr LAKHAL Ridha**, pour son aide précieuse, surtout dans cette période éprouvante qu'est la dernière ligne droite.*

*À **mon cher binôme**, pour son entente et sa sympathie.*

KHODJA Rima

Sommaire

Résumé	1
1. Introduction général	4
2. Chapitre 1 Partie théorique	6
1.1. Historique de l'entreprise.....	6
1.2. Présentation de l'usine Fertial SPA	7
1.3. Présentation de services QHSE	9
2. Généralité sur les déchets spéciaux dangereux	9
2.1. Les déchets spéciaux dangereux	9
2.2. Caractéristiques des déchets spéciaux dangereux	10
2.3. Sources de déchets spéciaux dangereux.....	10
2.4. divisées en quatre sections	10
2.5. Classification des déchets dangereux.....	10
2.6. Les principaux déchets issus du complexe Fertial	14
2.6.1. Les déchets valorisables	14
2.6.2. Les déchets non valorisables	15
2.7. Les dangers liés à la présence des déchets dangereux	17
2.8. La quantité des déchets sur site de Fertial SPA	17
2.9. Nombre des halls de stockage	18
2.10. Les conditions de stockage des DSD.....	18
2.11. Les récupérateurs des déchets.....	19
2.12. Les déchets récupérés ou réutilisés au niveau de Fertial	19
2.13. Les conditions de transport des déchets spéciaux dangereux	19
2.13.1. Les conditions générales de transport des déchets spéciaux dangereux.....	20
2.13.2. Les conditions particulières de transport pour les déchets spéciaux dangereux	24
2.14. Les procédés de traitement et élimination des déchets spéciaux dangereux	25
3. Les déversements accidentels.....	27
3.1. Définition	27
3.2. Les différents types de déversement	27
3.3. Comment faire face à ces déversements	28
4. La rouille	29
4.1. Définition	29
4.2. Comment la rouille est-elle éliminée	29
CHAPITRE 2 PARTIE EXPERIMENTALE	31
Définition de sable contaminé.....	31
1. Préparation des échantillons de sable-prétraitement.....	32
1.1 Principe.....	32
1.2 Matériel et appareillage.....	32
1.3 Mode opératoire	32
2. Les analyses physico-chimiques.....	35
2.1. Détermination du pH et de la conductivité –mise en solution dans l'eau.....	35
2.2. Détermination du phosphate	41

2.3. Détermination de l'azote	46
3. Les traitements	49
3.1 Lavage.....	50
3.2 Lavage avec AS et AP	53
3.3 L'incinération.....	54
4. Les résultats et discussion	54
4.1 Les résultats.....	54
4.2 Interprétation.....	62
5. Conclusion	63
CONCLUSION GENERALE	64

Liste des Figures

- Figure 1:** photo vue de la usine Fertial Annaba.
- Figure 2:** les déchets plastiques
- Figure 3:** les bandes
- Figure 4:** les déchets ferreux
- Figure 5:** les déchets d'étains
- Figure 6:** les déchets en inoxydables
- Figure 7:** les pneus
- Figure 8 :** come glasses (isolant thermique)
- Figure 9:** les déchets huileux
- Figure 10:** les câbles électriques
- Figure 11:** le polyuréthane
- Figure 12:** Néons et lampes usages
- Figure 13:** les matières électroniques usages
- Figure 12:** les pictogrammes de sécurité
- Figure 13:** incompatibilités de stockage
- Figure 16:** fiche de génération des déchets
- Figure 14:** les modes de traitement des déchets industriels.
- Figure 15:** déversement de produit chimique très toxique
- Figure 16:** déversement d'un produit chimique
- Figure 20:** déversement d'huile
- Figure 21:** Neutralisation d'un déversement avec le sable
- Figure 22:** Enlever la rouille avec le sable
- Figure 23 :** Le séchage
- Figure 24 :** Le broyage fin à 250 µm
- Figure 25 :** La filtration des échantillons
- Figure 26 :** La mesure de pH
- Figure 27 :** La mesure de conductivité
- Tableau 28 :** Spectrophotomètre à flux contenu
- Figure 29:** Mesure de l'azote par l'appareil Foss
- Figure 30:** le séchage des échantillons après lavage
- Figure 31:** lavage de SCPC
- Figure 32:** Filtration de SCH après lavage
- Figure 33 :** Lavage de SCH par l'acétone
- Figure 34 :** Lavage DE SCR par l'acide AS
- Figure 35 :** L'incinération du sable contaminé par les huiles
- Figure 36:** le SCPC
- Figure 37:** Le SCPC lavé par l'eau seulement
- Figure 38:** le SCPC lavé par l'Isis
- Figure 39:** le SCH
- Figure 40:** le SCH lavé par l'Isis (1)

- Figure 41:** le SCH lavé par l'Isis (2)
Figure 42: le SCH après l'incinération
Figure 43: le SCAM
Figure 44: le SCAM lavé par l'eau seulement
Figure 45: le SCAM lavé par l'Isis
Figure 46: le SCR
Figure 47: le SCR lavé par l'AP
Figure 48: le SCR lavé par l'AS
Figure 49: le SCR tamisé
Figure 50 : l'indice de réfraction de l'acétone seulement
Figure 51 : l'indice de l'acétone et l'huile

Listes des Tableaux

Tableau1 : Les propriétés qui rendent les déchets dangereux et leur code.

Tableau2 : les quantités des déchets sur site de Fertial en2022.

Tableau 3 : Les volumes des solutions étalons filles

Tableau 4 : les résultat d'analyse de sable frais

Tableau 5 : Résultat d'analyse avant et après traitement pour le sable contaminé par des produits chimique

Tableau 6 : Résultat d'analyse avant et après traitement pour le sable contaminé par les huiles

Tableau 7: Résultat d'analyse avant et après traitement pour le sable contaminé par l'anti-mousse

Tableau 8 : taux d'élimination pour le sable contaminé par des produits chimiques

Tableau 9 : taux d'élimination pour le sable contaminé par les huiles

Tableau 10: taux d'élimination pour le sable contaminé par l'anti-mousse

Liste des abréviations :

SPA : Société par action.

SSP : Atelier super simple phosphate.

QHSE : (qualité, hygiène, sécurité).

NPK : (N : l'azote, P : phosphore, K : potassium).

DSD : Déchets spéciaux dangereux.

DAS : Déchets d'activités aux soins.

S.C : Sables contaminés.

HP : haut potentiel.

LPE : La loi sur la protection de l'environnement.

AS : Acide sulfurique.

AP : Acide phosphorique.

SCPC : Sable contaminé par des produits chimique.

SCH : Sable contaminé par les huiles.

SCAM : Sable contaminé par anti-mousse.

ISO: International Standardization Organization.

pH: Potentiel d'hydrogène.

Résumé :

Cette étude visait à purifier et traiter le sable contaminé du complexe Fertikal et à le remettre dans son état naturel, dont certains sont contaminés par des produits chimiques et les huiles usagées et dont certains sont contaminés par la rouille, afin de réduire le risque de substances toxiques qu'il contient et réduire le risque de migration des polluants dans l'environnement en proposant des moyens de le traiter.

Dans notre étude, nous avons étudié et analysé ces sables pollués, connaissant leurs caractéristiques, afin de déterminer les moyens de les traiter.

Où nous avons traité le sable contaminé par des produits chimiques et les huiles usées par un traitement de lavage, et le sable contaminé par la rouille par un traitement d'oxydation.

Les mots clés : sable contaminé, produits chimiques, huiles, rouille, traitement, lavage.

Abstract :

This study aimed to purify and treat the polluted sand of the Fertal complex and restore it to its natural state, some of which is contaminated with chemicals and waste oils and some of which is contaminated with rust, in order to reduce the risk of substances it contains and reduce the risk of migration of pollutants into the environment by proposing ways to treat it.

In our study, we studied and analyzed these polluted sands, knowing their characteristics, in order to determine the means of treating them.

Where we treated the chemical contaminated sand and waste oil by washing treatment, and the rust contaminated sand by oxidation treatment.

Key words : contaminated sand, chemicals products, oils, rust, treatment, washing.

ملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى تنقية ومعالجة الرمال الملوثة لمركب فرتيال وإعادتها إلى حالتها الطبيعية منها الملوثة بالمواد الكيميائية و الزيوت المستعملة ومنها الملوثة بالصدأ و ذلك بهدف الحد من خطر المواد السليمة التي تحتويها و كذلك الحد من مخاطر هجرة الملوثات في الوسط البيئي وذلك بتوفير طرق لمعالجتها.

قمنا في دراستها هذه بدراسة و تحليل هذه الرمال الملوثة ومعرفة خصائصها من أجل تحديد طرق معالجتها.

حيث قمنا بمعالجة الرمال الملوثة بالمواد الكيميائية و الزيوت المستعملة بواسطة المعالجة بالغسيل و الرمال الملوثة بالصدأ بواسطة المعالجة بالأكسدة.

Introduction Générale

Introduction générale

En effet, les problèmes environnementaux comptent parmi les problèmes les plus complexes auxquels le monde est confronté aujourd'hui et menacent son existence même à l'avenir. Le problème de la pollution de l'environnement n'est ni nouveau ni imminent pour la planète, mais l'environnement souffre actuellement d'une pollution sévère et d'une détérioration massive globale, ce qui signifie que la gravité de la pollution, tant en quantité qu'en qualité, augmenter est nouveau sa forme.

Pollution industrielle, cette pollution se produit à la suite d'activités humaines industrielles, de service, de divertissement et autres, puis l'utilisation excessive de la technologie a exacerbé l'apparition de cette pollution, car les industries techniques sont la principale cause de pollution à notre époque actuelle et menacent la vie des êtres sur la face de la terre, et les sources les plus importantes de pollution industrielle sont les déchets industriels et commerciaux et ce qui est émis par les gaz d'échappement. Les voitures et les cheminées d'usine émettent des composés toxiques de chlore, de fluor et de carbone.

Les polluants industriels sont divisés en polluants solides provenant de certaines industries telles que les poussières de l'industrie du ciment, les polluants liquides tels que les solutions chimiques qui sont jetées dans les cours d'eau dans l'environnement, et les polluants gazeux tels que les gaz nocifs et les fumées provenant des cheminées d'usine, les déversements accidentels dans la terre.

Les déversements mineurs présentent généralement peu de risques pour la santé et sont nettoyés par le personnel de laboratoire. Les fuites qui sont plus dangereuses pour les travailleurs sont considérées comme graves.

Le sable contaminé par les produits chimiques ou les huiles de façon accidentelle ou intentionnelle est considéré en Algérie comme déchet spécial dangereux et des taxes annuelles croissantes sont exigés sur le stockage de ce dernier en quantités énormes, s'il ne passe pas par un traitement spécifique afin de le décontaminer.

L'objectif de notre travail et recherche visent à trouver des procédés de traitement et réintégrer ce sable contaminé.

Introduction général

Ainsi, notre mémoire est divisé en deux parties :

La première partie : nous parlons des déchets spécieux dangereux, de l'origine de ces déchets, de caractéristiques, de l'importance de leur dangerosité pour le cadre de vie, des conditions de stockage, des conditions à respecter pour les transporter, des procédés de traitement ou d'élimination ce type de déchets.

Nous parlerons également dans cette partie des déversements accidentels qui existent dans le complexe Fertial et aussi comment y faire face en cas d'apparition.

De plus, nous parlerons de la rouille dans les anciens équipements métalliques de ce complexe et comment l'enlever.

La deuxième partie : dans cette partie, il sera consacré au sable contaminé et ses effets sur l'environnement, ainsi que nous irons à l'analyse de ce sable, son traitement, puis son analyser après le traitement.

Enfin des propositions seront présentées pour se débarrasser de ce problème.

Nous terminerons ce manuscrit par une conclusion générale.

Chapitre

1 Partie

Théorique

1. Présentation de l'usine Fertial SPA

1.1 Historique de l'entreprise :

En 1967, Sonatrach décide de construire deux complexes pétrochimiques à Annaba et Arzew pour produire des engrais azotés et phosphatés. La construction de ces complexes est « une étape importante dans la promotion de l'industrie pétrochimique algérienne » et reflète également « la volonté de l'Algérie de choisir des procédés d'industrialisation ». Cet important projet a déjà marqué la vie économique du pays. La première phase a consisté en la pose et construction de la plate-forme d'Arzew, sur laquelle ont été construites une unité d'ammoniac, une unité de nitrate, une unité nitrate d'ammonium et d'urée et deux unités de stockage et de transport de nitrates, d'urée et d'ammoniac.

La même plate-forme est équipée d'utilitaires centraux. Annaba dispose d'unités de production d'acide sulfurique et phosphorique, d'une large gamme d'engrais et de certains services publics de soutien. La deuxième phase consistait en la construction d'une deuxième plate-forme sur le site d'Arzew, entre 1975 et 1981 deux unités d'ammonium, deux autres unités de production d'acide nitrique, une unité d'ammoniac, deux unités d'approvisionnement et deux unités de stockage de nitrate ont été construites et agrandies. Installation d'une usine d'acide nitrique, de nitrate d'ammonium et de tripolyphosphate de sodium. L'unité d'ammoniac a démarré sa production en 1987.

En septembre 1984, l'usine d'Arzew a été fusionnée avec la cellule d'Annaba et toutes les unités des deux complexes ont rejoint le portefeuille sous la nouvelle société Asmidal, qui est devenue une société publique en 1996. Suite aux réformes économiques du gouvernement algérien, un accord de partenariat a été signé entre Asmidal et le groupe espagnol Villar Mir. Fertial a été créé en combinant les unités d'Annaba et d'Arzew. Après d'énormes investissements dans la mise à niveau, la remise à neuf et la modernisation des équipements et des usines, Fertial est toujours considéré comme le fleuron de l'industrie pétrochimique algérienne. (1)

1.2 Présentation du complexe Fertial SPA :

La zone d'étude est située dans la Wilaya d'Annaba, à l'extrême nord-est de l'Algérie. Toutes les unités FERTIAL sont situées sur la plateforme chimique au sud-est de la ville d'Annaba vers la route des salines sur la côte méditerranéenne.

FERTIAL est une société par action SPA, à 66% groupe espagnol Vilar Mir et 34% ASMIDAL Algérie, représentant un capital social de 2300 000 000 Dinar algériens.

La région d'Annaba contient plusieurs pôles industriels, dont le complexe FERTIAL d'importance économique significative à l'échelle nationale et internationale. Ce complexe est destiné à la production d'engrais phosphatés et azotés.

L'Algérie dispose de plateformes industrielles :

- **Plateforme ANNABA** : sa production des engrais phosphatés, azotés et de l'ammoniac.
- **Plateforme ARZEW** : production combinée d'engrais azotés et d'ammoniac avec une capacité installée de 2000 tonnes par jour.

Le complexe FERTIAL est composé de deux zones :

Zone nord (engrais azoté) :

Créée en 1975 sous forme de société anonyme avec Creusot Loire Kellogg et Krebs, elle a démarré la production en 1987 (unités de nitrate d'azote et d'ammonium et unité d'ammoniac).

- **Unités centrales I et II** : alimentation en eau, vapeur et gaz naturel du complexe.
- **Unité d'ammoniac NH_3** : la capacité de production est de 1000 tonnes par jour.
- **Unité d'acide nitrique HNO_3** : la capacité de production est 800 tonnes par jour.
- **Unité de nitrate d'ammonium NH_4NO_3** : la capacité de production est 1000 tonnes par jour.
- Installations de manutention et de stockage.

✚ Zone sud (engrais phosphatés) :

Il a été lancé le 03 mars 1969 en coopération avec la société française Krebs et la production a commencé le 15 mai 1972. (2)

- Atelier SSP Super phosphate simple.
- Atelier engrais NPK.



Figure 1: photo vue du usine Fertial Annaba.

De plus, le complexe de Fertial produit différents types des déchets, dont :

- Les déchets inertes.
- Les déchets ménagers.
- Les déchets des activités de soins.
- Les déchets spécieux.
- **Les déchets spécieux dangereux.**

Dans notre travail, nous mettons en avant les déchets spécieux dangereux.

1.3 Présentation de services QHSE :

Composés d'ingénieurs, de superviseurs et d'interventionnistes, tous sont surveillés pour s'assurer que les travailleurs et l'environnement sont à l'abri des dommages et pour atteindre cet objectif, nous avons besoin des activités suivantes :

- Former et informer les personnels sur tous les risques liés à l'activité.
- Procéder à des inspections régulières sur le lieu de travail.
- Sensibiliser les personnels à l'importance des précautions environnement.

Le rôle de service QHSE :

Le responsable OHSE (Qualité, hygiène, Sécurité, Environnement) a pour de prévenir des risques industriels liés à l'environnement au sein d'une entreprise. (3)

2 Généralité sur les déchets spéciaux dangereux

2.1. Les déchets spéciaux dangereux:

Définir la notion de déchet spécial dangereux selon le texte des articles trois et cinq de cet article, et le définir comme l'ensemble des déchets spéciaux ayant la composition et les propriétés de matières dangereuses dont ils contiennent le potentiel d'être nocif pour la santé publique et l'environnement. Les Déchets Spéciaux Dangereux désignent tous les déchets provenant des activités industrielles, agricoles, médicales et toutes autres activités qui ne peuvent être stockés, transportés ou traités avec les ordures ménagères et les déchets inertes en raison de leur nature et de la composition des matériaux qui les contiennent.

Il est également défini comme des substances nocives pour la santé humaine et les autres êtres vivants en raison de leur capacité à provoquer des maladies dangereuses, que ce soit sous forme (solide, liquide, gaz) ou en raison de leur nature dangereuse, ou parce qu'elles peuvent avoir des effets indésirables. Sur la santé publique ou l'environnement lorsqu'ils sont mélangés à des déchets. (4)

2.2. Caractéristiques des déchets spéciaux dangereux :

Les déchets dangereux se caractérisent par un ensemble de caractéristiques qui les distinguent des autres déchets par leur nature et leur composition. (5)

- Il menace la santé humaine lorsqu'il est inhalé ou en contact avec le corps humain, comme les déchets médicaux ou les déchets de recherche scientifique.
- Il peut être oxydé, ce qui signifie qu'il est instable dans des conditions normales.
- Possibilité d'explosion.
- Inflammable.
- Il corrode les matériaux et les minéraux en raison de son acidité et de son alcalinité.

2.3. Sources de déchets spéciaux dangereux : divisées en quatre sections

- **Déchets industriels** : tels que l'accumulation de résidus chimiques toxiques
- **Déchets médicaux** : comme les seringues et le matériel de stérilisation et de désinfection.
- **Déchets ménagères** : Bien qu'il existe des ordures ménagères qui contiennent des matières dangereuses, elles sont souvent classées comme déchets généraux négligents et non classées comme déchets dangereux.
- **Déchets agricoles** : tels que les produits chimiques agricoles, les pesticides et les engrais.

2.4. Classification des déchets dangereux :

Pour les rubriques il est nécessaire de caractériser précisément si déchet à classer contient des substances dangereuses et à quelle concentration, la caractérisation des dangers est basée sur des études de danger (HP1 à HP15) et doit évaluer les propriétés physico-chimiques, toxiques et écotoxiques des déchets par des analyses en laboratoire et des tests spécifiques. Un déchet est classé comme dangereux s'il possède au moins une propriété dangereuse. (6)

L'identification des déchets dangereux est une étape importante dans la classification des déchets. En effet, des réglementations différentes s'appliquent selon que le déchet est dangereux ou non. La correspondance européenne décrit une méthodologie pour évaluer la nature des déchets et les classer comme dangereux ou non dangereux. En particulier, cette procédure évite qu'un déchet dangereux ne soit classé par erreur comme inoffensif après avoir été placé avec d'autres déchets.

Tableau1 : Les propriétés qui rendent les déchets dangereux et leur code.

Codes	Caractères	Descriptions
HP1	Explosif	Substances ou déchets solides, liquides, pâteux, gélatineux explosifs pouvant présenter une réaction exothermique avec dégagement rapide de gaz, même en l'absence d'oxygène dans l'atmosphère, sous réserve de certaines conditions d'essai peuvent exploser, déflagrer ou exploser en dessous.
HP2	Comburant	Substances comburantes ou déchets qui présentent une réaction fortement exothermique lorsqu'ils sont en contact avec d'autres substances, en particulier des substances combustibles.
HP3	HP3.1 : Facilement inflammable	Est facilement inflammable une substance ou un déchet pouvant s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante sans apport d'énergie ou à l'état solide qui peut s'enflammer facilement par une brève action, d'une source d'inflammation et qui continue à brûler ou à se consumer après l'élimination de cette source, ou l'état liquide dont le point d'éclair est très bas, ou qui au contact de l'eau ou de l'air humide, produit des gaz extrêmement inflammable en quantités dangereuses.
	HP3.2 : Inflammable	Est inflammables une substance ou un déchet liquide dont le point d'éclair est bas
HP4	Irritant	Est irritante une substance ou un déchet non corrosive qui par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau ou les muqueuses, peut provoquer une réaction inflammatoire.
HP5	Nocif	Est nocive une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques.
HP6	Toxique	est toxique une substance ou un déchet qui par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, en petites quantités, peut entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques.
HP7	Cancérogène	est cancérogène une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut produire le cancer ou en augmenter la fréquence.
HP8	Corrosif	Est corrosive une substance ou un déchet qui, en contact avec les tissus vivants, peut exercer une action destructrice avec ces derniers
HP9	Infectieux	est infectieuse une matière ou un déchet contenant des micro-organismes viables ou leur toxines, susceptibles de causer la maladie chez l'homme ou chez d'autres

Chapitre 1 : Partie théorique

		organismes vivants.
HP10	Toxique pour la reproduction	est toxique vis-à-vis de la reproduction une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutané, peut produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives.
HP11	Mutagène	est mutagène une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence.
HP12	Substances et préparations qui, au contact de l'eau, de l'air ou d'un acide, dégagent un gaz toxique ou très toxique	est dangereuse pour l'environnement une substance ou un déchet qui, présente ou peut présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement, susceptible de modifier la composition de la nature, de l'eau, du sol, ou de l'air, du climat, de la faune, de la flore ou des microorganismes
HP13	Sensibilisant	Déchet qui contient une ou plusieurs substances connues pour être à l'origine d'effets sensibilisants pour la peau ou les organes respiratoires.
HP14	Écotoxique	Déchet qui présente ou peut présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement.
HP15	Substances et préparations susceptibles, après élimination, de donner naissance, par quelque moyen que ce soit, à une autre substance, par exemple un produit de lixiviation, qui possède l'une des caractéristiques énumérées	Déchet capable de présenter une des propriétés dangereuses susmentionnées que ne présente pas directement le déchet d'origine.

Enfin, lors de la classification des déchets, il est important de déterminer s'il s'agit de déchets dangereux, de savoir comment les éliminer et de discuter des facteurs appropriés avec le gestionnaire de déchets. Cela a également un impact sur les coûts, car les déchets dangereux sont généralement plus coûteux à traiter que les déchets non dangereux.

2.5. Les principaux déchets issus du complexe Fertial :

2.5.1. Les déchets valorisables

- ◇ Plastique
- ◇ Verres
- ◇ Antiacides
- ◇ Acier
- ◇ Le fer
- ◇ Etains
- ◇ L'inox
- ◇ Les bandes
- ◇ L'Aluminium
- ◇ Bois
- ◇ Papier et cartons



Figure 2: les déchets plastiques



Figure 3: les bandes



Figure 4: les déchets ferreux



Figure 5: les déchets d'étains



Figure 6: les déchets en inoxydables

2.5.2. Les déchets non valorisables:

- ◇ Les pneus
- ◇ Les câbles électriques
- ◇ Les huiles
- ◇ **Les DSD**

Les DSD : ternîtes, les batteries, les bouteilles de fourrage, les cartouches d'impression, les chiffons contaminés et tourneurs usages, **sables contaminés**, les produits chimiques périmés, les catalyseurs, néons et lampes usages, matières électronique usages, polyuréthanes.....etc.



Figure 7: les pneus



Figure 8 : come glasses (isolant thermique)



Figure 9: les déchets huileux



Figure 10: les câbles électriques



Figure 12: Néons et lampes usages



Figure 11: le polyuréthane



Figure 13: les matières électroniques usages

2.6. Les dangers liés à la présence des déchets dangereux :

Les déchets dangereux contiennent des quantités variables d'éléments toxiques ou nocifs qui constituent une menace pour la santé humaine et l'environnement. Ils sont donc soumis à une réglementation particulière concernant leur gestion et leur évaluation. Chaque producteur de déchets doit caractériser et classer ses déchets. (7)

2.7. La quantité des déchets sur site de Fertial SPA:

Tableau 2 : les quantités des déchets sur site de Fertial en2022.

Type de déchet	Code	Quantité	Unité	Situation	Classement
Galva	11.4	23,3020	T	OK	
Matériaux de construction après cuisson	10.12.3	1,4300	T	OK	I
Déchets d'emballage (emballage en verre)	15.1.7	0,0092	T	OK	
Absorbants, matériaux filtrants	15.2.2	0,4440	T	OK	S
Accumulateurs au plomb	16.6.1	0,4534	T	OK	
Bois	17.2.1	4,9160	T	OK	MA
Déchets de construction et de démolition (matières plastique)	17.2.3	0,2470	T	OK	MA
Aluminium	17.4.2	5,5535	T	OK	S

Matières plastiques et caoutchouc	19.12.3	8,6410	T	OK	
Papier et carton	20.1.1	4,1750	T	OK	MA
Tubes fluorescents	20.1.6	0,4095	T	OK	SD
Déchets de toner d'impression contenant ses substances dangereuse	8.3.8	0,1687	T	OK	SD
D.A.S	18.1.1	0,0307	T	OK	SD
Huiles alimentaires	20.1.8	0,4000	T	OK	SD
Huiles industrielles	20.1.9	1,6000	T	OK	SD
S.C	/	2.6000	T	OK	SD

2.8. Nombre des halls de stockage :

Il y a 7 halls de stockage une pour les huiles usages et les autres pour les déchets spécieux dangereux et des autres déchets.

2.9. Les conditions de stockage des DSD :

Certains déchets spécieux dangereux sont entreposés après collecte et avant d'être acheminés vers un site de traitement et ou de collecte. En particulier les déchets exportés faute d'installations de traitement au niveau national pour les déchets d'équipements électriques et électroniques, huiles usée.....etc.

Lorsqu'il est stocké les DSD doit être stocké dans un conteneur facilement accessible ou une pièce fermée qui peut être facilement nettoyée avec un système de ventilation.

Les étiquettes et les codes couleurs doivent être respectés pour ce type de déchets. (8)

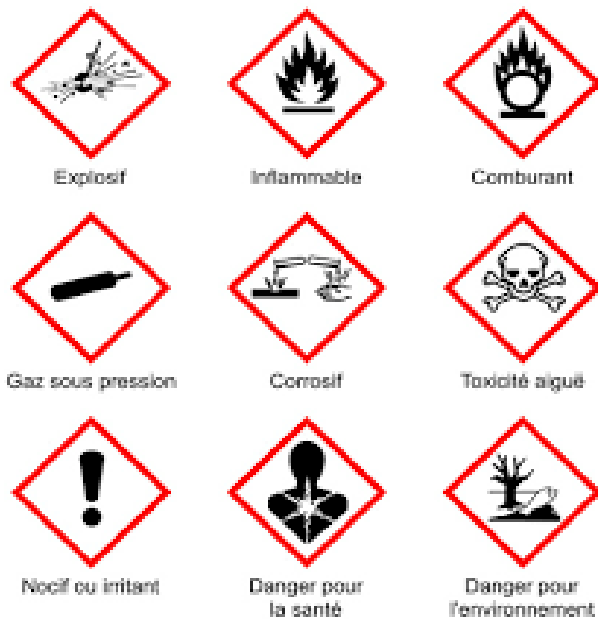


Figure 15 is a storage compatibility matrix. The rows and columns represent the pictograms from Figure 14. The symbols in the cells indicate compatibility: red minus (-) for incompatible, yellow circle (o) for compatible with specific measures, and green plus (+) for compatible.

	+	-	-	+	+	-	-		
	-	+	-	o	o	-	-		
	-	-	+	+	+	-	-		
	+	o	+	+	+	-	-		
	+	o	+	+	+	-	-		
	-	-	-	-	-	+	-		
	-	-	-	-	-	-	+		
	-	-	-	-	-	-	-	+	
	-	-	-	-	-	-	-	-	+

-	Ne doivent pas être stockés ensemble
o	Peuvent être stockés ensemble si des mesures spécifiques sont prises
+	Peuvent être stockés ensemble

Figure 14: les pictogrammes de sécurité

Figure 15 :incompatibilités de stockage

2.10. Les récupérateurs des déchets :

Leurs noms :

- Pour les déchets valorisables : EL-QODS.
- Pour les huiles : NAFTALI.
- Pour les DSD : GREEN SKY.

GREEN SKY : SARL GREEN SKY est une société algérienne spécialisée dans le traitement des déchets dangereux et dangereux depuis 2010. Elimination des déchets industriels, gestion des déchets sur site : Médicaments périssables, déchets d'activités de soins, PCB (Ascarel), déchets chimiques, Résines usagées, déchets d'isolation, sols contaminés

Les principales activités de Green Sky sont les suivantes :

- Traitement dans les centres de traitement européens.
- Traitement par incinération.

- Traitement par Co-incinération. (9)

2.11. Les déchets récupérés ou réutilisés au niveau de Fertial :

- les produits chimiques.
- les déchets ferreux et le plastique.
- l'aluminium, les papiers et les cartons, bois, les bandes, l'inox, verres.
- Les pneus.
- les matériaux construction après cuisson (décombres, briques, acier, pierre, béton).

2.12. Les conditions de transport des déchets spéciaux dangereux:

En raison des caractéristiques particulières des déchets dangereux, les législateurs algériens ont soulevé la question du transport vers des groupes de personnes. Certaines conditions sont générales, d'autres sont spécifiques, relatives à l'octroi d'autorisations à de entreprise spécialisées dans ce domaine, pour organiser des opérations d'élimination de déchets dangereux. Il incombe à l'Etat et à la gestion permanente de ces usines de générer des déchets en de manière à ce que toutes les normes d'hygiène et de sécurité soient respectées stockage et transport de ces déchets. Certaines conditions de transport sont traitées selon les exigences suivantes :

2.12.1. Les conditions générales de transport des déchets spéciaux dangereux :

Le transport est généralement défini comme un système de déplacement des personnes, des biens, des installations et des moyens nécessaires à cela. Surtout dans les villes, la circulation des personnes peut être d'une importance primordiale, des relations contraignantes. Ces sources d'information sur les lieux de commercialisation et d'utilisation sont tout aussi importantes dans le domaine du développement et de la croissance économiques. Selon des critères économiques, les biens sont considérés comme inutiles et n'ont de valeur économique que s'ils sont disponibles où et quand ils sont nécessaires. La circulation des personnes et des biens est donc un facteur majeur de la croissance économique et sociale des sociétés. En ce qui concerne le transport des déchets dangereux spéciaux, le législateur devrait exiger que les déchets dangereux soient chargés et déchargés des expéditeurs pour être mis à la disposition des destinataires vers lesquels les déchets dangereux sont transportés pour être collectés par des transporteurs, et définir l'opération de remise. Qui assurent leur transport. Spécifié dans la section suivante :

a. Conditions liées à l'emballage des déchets spéciaux dangereux :

Le producteur doit emballer les déchets conformément aux instructions prévues à cet effet avant d'entreprendre des opérations de transport en dehors des limites de l'installation et de l'administration représentée par le ministre chargé de l'environnement et le ministre chargé des transports. Les autorités de réglementation déterminent le type d'emballage utilisé, son degré de solidité et de résistance à la pression, aux vibrations, aux chocs, à la température et à l'humidité, et étiqueter chaque emballage avant le processus de transfert des déchets afin de permettre l'identification La quantité de déchets dangereux qu'il contient. Selon le libellé de l'article 3 de l'arrêté ministériel conjoint du 26 septembre 2013 entre le ministre des transports et le ministre de l'urbanisme, de l'environnement et de la ville, ce label contient un ensemble de données obligatoires telles que : je suis là. B. Etiquetage des Déchets Spéciaux Dangereux, leurs noms et symboles, et indices de risques basés sur la liste des déchets et leurs indicateurs de maîtrise des dangers tels que prescrits par le décret présidentiel n° 06-104 du 28 février 2006. Et les avertissements, leur quantité, et lieu d'arrivée au format suivant :

Chapitre 1 : Partie théorique


 <small>Les fertilisants d'Algérie</small>	<p>SYSTÈME DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT CONTRÔLE MENSUEL DE GENERATION DES DÉCHETS</p> <p>STRUCTURE ou SERVICE GÉNÉRATEUR : _____</p> <p>NOM ET PRENOM DU RESPONSABLE : _____</p>	<p>Année: _____</p> <p>Mois : _____</p>			
<p>À REMPLIR PAR LE GÉNÉRATEUR</p>			<p>À REMPLIR PAR LE COORD. DE L' ENVIRONNEMENT</p>		
DÉCHETS GÉNÉRÉES	QUANTITÉ / (Unité)	NOMBRES DE RECIPIENTS	CLASSE DU DÉCHET	CODE	DANGÉROSITÉ OUI / NON
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
<p>_____, le _____ de _____ 20__</p> <p>Le responsable du Service Générateur des déchets (Signature),</p>			<p>_____, le _____ de _____ 20__</p> <p>Le Coordinateur de l'Environnement (Signature),</p>		
<p>A REMPLIR PAR LE RESPONSABLE DU MAGASIN DE STOCKAGE :</p> <p>Nom et Prénom du responsable :</p> <p>_____, le _____ de _____ 20__</p> <p>J'ai reçu : Le Responsable du Magasin de Stockage (Signature),</p>			<p>A REMPLIR PAR LE RESPONSABLE SECURITÉ :</p> <p>Nom et prénom du responsable :</p> <p>_____, le _____ de _____ 20__</p> <p>Informé : Le responsable Sécurité (Signature),</p>		

Figure 16: fiche de génération des déchets

Chapitre 1 : Partie théorique

Les parlementaires algériens ont adopté un certain nombre de précautions générales concernant l'élimination des déchets dangereux. Sous :

1. Conteneurs et les matériaux d'emballage doivent être en bon état et de qualité raisonnable. La qualité des déchets qu'il contient doit être exempte de défauts susceptibles de provoquer des fuites lors du transport.
2. Parties de l'emballage qui entrent en contact direct avec les déchets ne doivent pas être affectées par leur nature chimique. Si nécessaire, ces pièces doivent être doublées ou autrement traitées. Assurez-vous qu'il n'y a pas d'interaction dangereuse entre les conteneurs et les déchets.
3. Lors du remplissage du matériau liquide, un vide doit être appliqué au récipient pour éviter les fuites dues à la dilatation du matériau liquide dans des conditions de changement de température qui peuvent se produire ou sont attendues pendant le transfert du processus.
4. Conteneurs fragiles doivent être emballés de manière à ne pas se casser ou s'effondrer pendant le transport dans des conditions normales d'opérations de transport.
5. Les déchets pouvant interagir dangereusement entre eux ne doivent pas être emballés pour éviter :
 - A. La combustion et/ou le dégagement de chaleur.
 - B. Composition des matières corrosives.
 - C. configuration matérielle instable.
6. conteneurs utilisés pour emballer les déchets doivent être nettoyés pour s'assurer qu'il n'y a pas de traces ou de résidus de déchets.
7. Chaque conteneur ou matériau d'emballage utilisé pour emballer des déchets dangereux doit être récupéré pour les liquides avant la première utilisation pour le transport et après réutilisation et vérifié pour les fuites avant réutilisation pour le transport.
8. conteneur pour les déchets solides est nécessaire. Il peut être logé à l'état liquide, se transformant en liquide en raison des changements de température pendant le processus de transfert.
9. Si le produit n'est pas reçu dans les 30 jours par un formulaire signé par l'installation de réception des déchets du site désigné, un avis écrit à l'installation ou une saisie de l'installation, joignez une copie du formulaire rempli.

b. Conditions relatives aux moyens de transport des déchets dangereux spéciaux :

Tels que définis aux articles 7, 8, 9 et 10 du décret 409-04, voici les conditions qui doivent être remplies. En ce qui concerne les véhicules destinés à assurer le transport de déchets dangereux spéciaux, ils doivent être spécialement préparés pour ce type de déchets,

adaptés à leur nature dangereuse et donc appartenant à une classe de sécurité élevée. Il comprend des contrôles techniques réguliers ainsi qu'une signalisation claire indiquant le type de déchets transportés, le niveau de dangerosité et les dangers pouvant survenir. En plus de ces conditions, vous pouvez ajouter les conditions suivantes :

c. Conditions liées aux consignes particulières de sécurité pour le transport de déchets dangereux :

Cela se produit lorsque des accidents se produisent sur la route lors du transport de déchets dangereux. En cas de déversement de déchets, le transporteur doit contacter les autorités compétentes immédiatement après l'accident, notamment, Service de Sécurité ou Gendarmerie Nationale, Service de Protection Civile, et autorités locales compétentes pour prévenir les fuites de déchets dangereux et leur éventuelle valorisation en matière contaminée afin de ne pas constituer une menace pour l'environnement. La contamination par les déchets pendant le transport doit être éliminée à vos frais. Nous veillerons également à ce que cette contamination ne présente pas de risque pour la santé publique ou l'environnement, conformément aux directives des autorités compétentes. Par conséquent, les conditions suivantes doivent être remplies :

1. Des itinéraires pour les véhicules de transport de déchets doivent être établis et les autorités compétentes informées des changements afin que des mesures d'urgence puissent être prises rapidement.
2. Les véhicules transportant des déchets dangereux ne sont pas autorisés à traverser les zones urbaines.
3. Informer les autorités compétentes de l'adresse du lieu d'immatriculation du véhicule et de la date de transport des déchets dangereux.
4. Les conducteurs de ces véhicules doivent être formés pour manipuler les déchets dangereux dans des situations normales ou d'urgence.
5. Les véhicules transportant des déchets dangereux doivent être lavés et nettoyés régulièrement après chaque utilisation, conformément aux directives des autorités compétentes.
6. Les transporteurs d'ordures doivent maintenir des procédures claires pour le processus de nettoyage de leurs camions à ordures. Tout type de résidus de déchets qui peuvent être transportés.

2.12.2. Les conditions particulières de transport pour les déchets spéciaux dangereux :

a. Permis de transport de déchets dangereux :

Le permis administratif est un terme qui prend plusieurs formes et appellations, comme contrôler l'exercice d'activités par des personnes et lui confier la réalisation de certaines activités ou établir certaines organisations ou transactions.

L'autorisation spéciale de transport de déchets dangereux est un dispositif légal consistant en une copie d'une décision administrative délivrée par le ministre chargé de l'environnement après avis du ministre chargé de l'environnement. Le propriétaire transfère les déchets dangereux de l'expéditeur au destinataire dans un certain délai. Pour ce faire, le demandeur de licence doit solliciter le dépôt des dossiers auprès de l'autorité administrative compétente. Sinon, vous ne pourrez pas obtenir de licence. Ce fichier contient les éléments suivants :

- La demande contient le nom de la personne ou de l'entreprise, l'adresse du demandeur, son type, son nom et son code, les déchets transportés, la liste de l'équipage, les points de chargement et de déchargement et les principaux points de transfert.
- Copie fidèle du permis de conduire Une attestation professionnelle et une police d'assurance transport du conducteur en cours de validité, les documents d'immatriculation et les procès-verbaux de contrôle technique et de conformité du véhicule, et l'agrément du train et du véhicule, et l'entreprise de l'entreprise demandant la licence de transport copie de l'immatriculation.
- Durée prévue du transport des déchets spéciaux dangereux.

Après avoir créé le dossier, l'étudiant doit le soumettre à l'organisme administratif compétent, le ministre chargé de l'environnement, pour confirmer et vérifier l'existence de conditions liées aux moyens de transport de déchets privés dangereux. Passé ce délai, la demande d'autorisation fera l'objet d'une réponse dans un délai maximum de deux mois à compter de la date de dépôt de la demande, après quoi le dossier sera transmis au ministère chargé de l'environnement et une notification sera émise dans un délai maximum de 30 jours. Les jours commençant par JOUR commencent à compter de la date de réception du dossier à laquelle la décision finale d'approbation ou de rejet a été prise. La demande et, en cas de rejet, le service de l'environnement prend une décision motivée, y compris le refus de délivrer une licence au demandeur.

Si la demande est approuvée, le ministre chargé de l'environnement, après consultation du ministre chargé des transports, rend une décision d'octroi d'autorisations de transport de déchets dangereux pour déterminer le délai d'exécution du transport de déchets dangereux. Par ailleurs, l'annexe à l'arrêté ministériel conjoint du 2 septembre 2013 précise le contenu des demandes d'autorisation de transport de déchets spéciaux.

b. Document de mouvement de déchets spéciaux dangereux :

Les parlementaires algériens ont exigé que toutes les expéditions de déchets dangereux spéciaux soient accompagnées d'un document appelé dossier. Le déménagement permettra de revoir les contrôles liés au transport des déchets dangereux, notamment : B. Contrôler le degré de conformité du transport aux réglementations et aux lois applicables, ainsi que le degré d'intervention et de conformité de chaque concessionnaire. Une pièce jointe est un contrat contraignant que le transporteur, l'expéditeur et le destinataire doivent signer dès que possible pour exécuter les tâches qui leur sont assignées. (10)

2.13. Les procédés de traitement et élimination des déchets spéciaux dangereux :

Une distinction doit être faite entre le traitement des déchets et les méthodes d'élimination. Le but du traitement est de transformer des substances dangereuses en substances inoffensives ou moins dangereuses ou de transformer leurs propriétés naturelles et physiques pour faciliter l'élimination ou le processus d'élimination. Le choix des méthodes de traitement et d'élimination appropriées dépend du type de déchet, de sa gravité et de son volume. Certaines des options disponibles à cette fin sont énumérées ci-dessous :

1. Recyclage et valorisation.
2. Modifier les propriétés chimiques ou physiques en utilisant une ou plusieurs des méthodes suivantes :
 - crémation
 - Décomposition thermique
 - Traitement biologique
 - Traitement chimique
 - Physiothérapie
 - encapsulation
3. Dilution, drainage
4. Stockage : Utiliser une installation de stockage souterraine permanente. Mines, silos ou entrepôts sous forme de réservoirs souterrains isolés pour éviter les fuites dans les eaux souterraines. Les agences gouvernementales responsables de l'environnement, de la santé

et de la sécurité doivent mettre en œuvre des systèmes approuvés pour surveiller les déchets dangereux avant leur élimination en utilisant des formulaires spéciaux pour enregistrer les données sur les déchets dangereux. Nous collectons des informations spécifiques sur les types de déchets, les quantités et autres déchets, et déterminons les méthodes d'élimination finale appropriées sur la base de ces informations. Cet article se concentre sur le groupe des déchets à risque biologique, qui comprend les déchets médicaux des hôpitaux, des cliniques, des laboratoires médicaux et des centres de recherche biologique. (11)

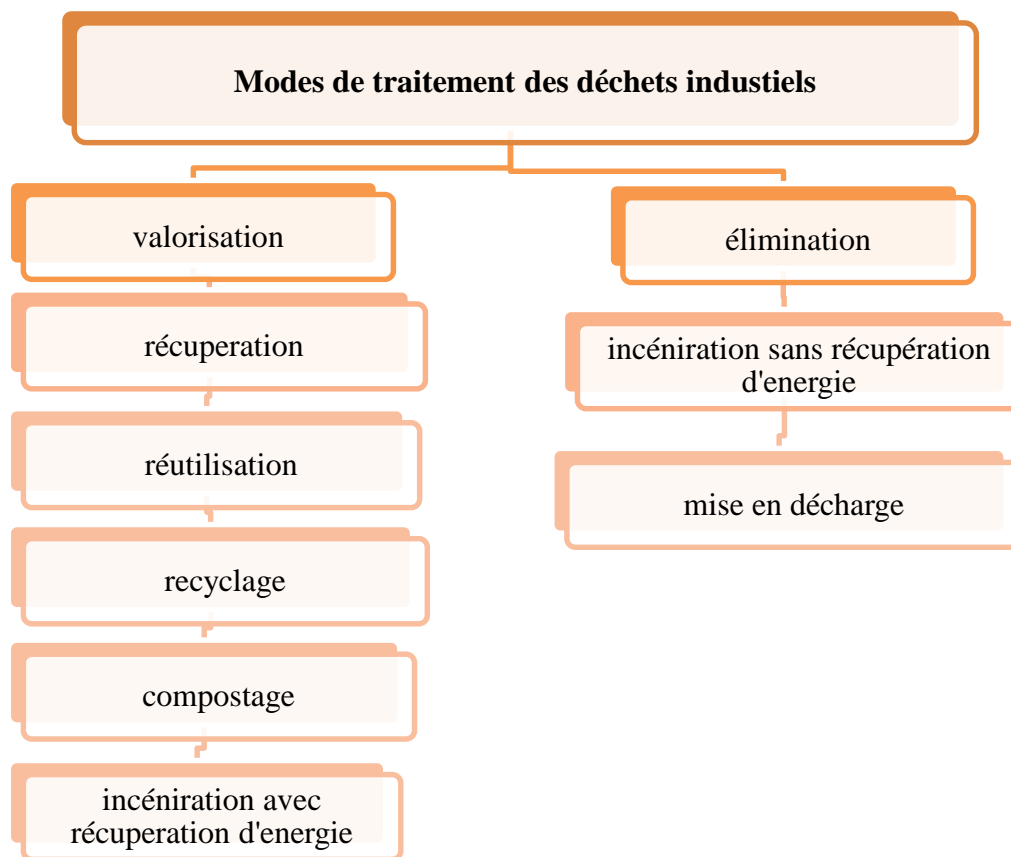


Figure 17: les modes de traitement les déchets industriels.

3 Les déversements accidentels :

3.1. Définition :

L'article 91.1 de la loi sur la protection de l'environnement (LPE) de l'Ontario définit un déversement comme suite : un déversement désigne le rejet d'un contaminant qui satisfait à toutes les conditions suivantes :

- Elle se déroule dans un environnement naturel.
- Elle est effectuée à l'intérieur ou l'extérieur d'un véhicule ou d'un conteneur ou d'une autre structure.
- Il a une quantité ou une intensité inhabituelle associée à tous les cas concernant cette clause de non-responsabilité.

3.2. Les différents types de déversement :

Il existe plusieurs types de déversements qui nécessitent une attention immédiate (12)

- Fuites de gaz.
- Déversements d'hydrocarbures.
- Produits solides ou liquides.
- Matières biologiques ou radioactives.
- Déversements mixtes.
- Matières inconnues.



Figure 18: déversement de produit chimique très toxique



Figure 19: déversement d'un produit chimique



Figure 20: déversent d'huile

✚ Les cas de déversement sur site de Fertial :

- Déversements par les huiles.
- Déversement par les produits chimiques.
- Déversement par les eaux de mères mais il n'est pas considéré comme un polluant.

3.3. Comment faire face à ces déversements :

Dans le complexe Fertial a souvent des accidents indésirables ou des déversements accidentels qui entraînent une contamination de l'environnement de travail par des déversements de produits chimiques, des acides, des bases, des huiles.....etc. et les zones contaminées sont neutralisée avec du sable.



Figure 21: Neutralisation d'un déversement avec le sable

4 La rouille :

4.1. Définition :

La rouille est une substance brune qui se forme lorsque les composés de fer se corrodent en présence d'oxygène et d'eau. Il s'agit d'une réaction d'oxydation lente qui conduit à la formation d'oxydes ou d'hydroxydes plus ou moins hydratés et mal cristallisés. (13)

4.2. Comment la rouille est-elle éliminée :

De plus, les anciens équipements métalliques industriels du complexe Fertial sont sujets à la rouille, ils sont donc nettoyés avec du sable,



Figure 22: Enlever la rouille avec le sable

- ✚ Ce qui permet de contaminer le sable soit par des produits chimiques et les huiles soit par de la rouille.

Chapitre

2 Partie

Expérimentale

Introduction

Définition de sable contaminé :

Le sable contaminé est du sable qui a été pollué par des substances toxiques, chimiques, biologiques ou radioactives. Cette pollution peut provenir de différentes sources. Cette pollution peut provenir de différentes sources telles que :

- Les déversements de produits chimiques ou les accidents environnementaux.
- Les activités industrielles qui utilisent des produits chimiques ou radioactifs dans leur processus de production.
- Les rejets accidentels d'industries ou de transports.
- L'utilisation d'engrais et de pesticides par l'agriculture.
- Les déchets atomiques.
- Le passage d'engins lourds.
- La multiplication des surfaces bétonnées.

Les effets de la pollution du sable sur l'environnement:

- La contamination des sols, des eaux souterraines et des eaux de surface à proximité du sable contaminé.
- La perturbation de l'écosystème et de la faune et la flore locales.
- Les risques sanitaires pour les populations qui entrent en contact avec le sable contaminé.
- La contamination des chaînes alimentaires terrestres et aquatiques.
- La contamination de l'air si les polluants volatils s'évaporent du sable contaminé.

Au niveau de Fertial, il existe trois types de sables contaminés par :

Des produits chimiques, les huiles, anti-mousse et la rouille, qui a cause de déversement de produits chimiques, les huiles.....etc.

Chapitre 2 : Partie expérimentale

Dans le 2^{ème} chapitre on va faire des analyses physico-chimiques pour les paramètres suivants : pH, conductivité, l'azote, le phosphate, les cations (K, P).

Notre analyse physico-chimique applique sur laboratoire agronomique de Fertial.

L'objectif d'analyse :

- ✓ Connaitre les concentrations des polluants.
- ✓ Connaitre le type de traitement pour dépollution de sable.

1 Préparation des échantillons de sable-prétraitement ⁽¹³⁾

1.1 Principe

Les échantillons de sable sont séchés à l'air ou dans une étuve à une température inférieure à 40°C. Puis l'échantillon est broyé et tamisé au tamis maille carrée de 2 mm. Les opérations de réduction de l'échantillon sont menées de telle façon que la représentativité initiale de l'échantillon reçu soit conservée. Une partie représentative de l'échantillon est ré-broyée à 250 µm.

1.2 Matériel et appareillage

- Tamis maille carrée de 2 mm.
- Tamis maille carrée de 250 µm. Etuve de séchage réglée à 40 C.
- Mortier de 700 ml + pilon en porcelaine.
- Broyeur type Pulvérisent.
- Aspirateur.
- Hotte d'aspiration des poussières.
- Barquettes de séchage Grande manette plastique (par exemple 50 cm × 50 cm).
- Petite pelle.

1.3 Mode opératoire

Les échantillons qui arrivent au laboratoire sont identifiés.

Voir la procédure: P09-01 Enregistrement des échantillons.

A) Séchage de l'échantillon pour laboratoire

- ◇ Les échantillons sont mis à sécher dans une barquette numérotée (de 1 à 40).

Chapitre 2 : Partie expérimentale

- ◇ La correspondance entre le numéro de la barquette et le numéro FR de l'échantillon est notée sur le cahier d'enregistrement.
- ◇ Les échantillons sont traités dans l'ordre de leur enregistrement dans le cahier de réception.
- ◇ Étaler la totalité de l'échantillon pour laboratoire dans une barquette de séchage numérotée.
- ◇ Éliminer les cailloux les plus visibles et les débris grossiers de matières organiques.
- ◇ Si l'échantillon ne tient pas dans la barquette de séchage, étaler l'échantillon dans une grande manette plastique.
- ◇ Diminuer la dimension des mottes les plus grosses à l'aide d'un pilon en porcelaine.
- ◇ Mélanger à la main l'échantillon et le diviser par la méthode des quartages jusqu'à obtenir un volume compatible avec le volume de la barquette de séchage.
- ◇ Placer la barquette dans l'étuve de séchage à une température inférieure à 40°C et laisser sécher pendant une durée minimale de 4 jours.



Figure 23 : Le séchage

B) Broyage à 2 mm de l'échantillon sec

- ◇ Régler l'écartement des mâchoires du broyeur pulvérisant à 2 mm.
- ◇ Passer l'intégralité de l'échantillon dans le broyeur pulvérisant en alimentant celui-ci progressivement.
- ◇ Retirer les pierres qui pourraient apparaître.

- ◇ Récupérer la partie broyée de l'échantillon dans le bac inférieur du broyeur et la tamiser au travers du tamis à 2 mm.
- ◇ Récupérer le passant dans une manette plastique.
- ◇ Faire passer le refus dans un mortier en porcelaine et casser à l'aide du pilon les agrégats terreux en éliminant les cailloux.
- ◇ Tamiser à nouveau à 2 mm et joindre le passant avec le précédent.
- ◇ Recommencer l'opération, tant que la proportion d'agrégats supérieurs à 2 mm reste importante.
- ◇ Si l'échantillon initial présente une structure très fine, il sera plus avantageux de le tamiser directement à 2 mm et de passer ensuite le refus du tamis au travers du broyeur.
- ◇ Toutes les fractions passantes au travers du tamis à 2 mm doivent être réunies dans une manette plastique, puis homogénéisées soigneusement par brassage à la main, au minimum pendant une minute, (on pourra utiliser une petite pelle pour cette opération).
- ◇ Remplir au 3/4 un flacon numéroté de 500 ml avec la sable sèche homogénéisée.
- ◇ Boucher le flacon.
- ◇ Reporter sur le flacon l'étiquette identifiant l'échantillon.
- ◇ Prélever un volume d'environ 50 ml de sable homogénéisée pour le broyage fin. Entre chaque échantillon, dépoussiérer le broyeur (trémie supérieure, mâchoires, bac de récupération) à l'aide d'un aspirateur et d'une balayette ou d'un gros pinceau.

C) Broyage fin à 250 µm

- ◇ Vider les 50 ml de sable précédemment prélevés dans le mortier en porcelaine. Broyer le sable avec un pilon de manière à pulvériser finement l'ensemble de l'échantillon. Ce broyage doit être poursuivi jusqu'à ce que la totalité de l'échantillon passe au travers d'un tamis de 250 microns.
- ◇ S'il reste toutefois une petite partie difficilement broyable, la réunir avec la partie broyée et mélanger l'échantillon. Faire passer l'échantillon broyé fin dans un petit flacon de 100 ml.
- ◇ Fermer hermétiquement.
- ◇ Reporter sur le flacon l'étiquette identifiant l'échantillon.



Figure 24 : Le broyage fin à 250 μm

2 Les analyses physico-chimiques :

2.1 Détermination du pH et de la conductivité –mise en solution dans l'eau :

Qualité des sables – détermination du pH

Qualité des sables – détermination de la conductivité électrique spécifique

a) Principe :

Détermination du pH :

- Préparation de la suspension de sable

- Mesurage de la différence de potentiel existant entre une électrode de mesure et une électrode de référence plongée dans une suspension aqueuse en équilibre de l'échantillon de sable
- La mesure se fait manuellement à l'aide d'un pH mètre de paillasse
- L'appareil est d'abord étalonné avec les tompes 4 et 7
- Le pH est mesuré sous agitation, à stabilité, à température ambiante.

Détermination de la conductivité :

Filtration de l'extrait aqueux

Mesure conductimètre du courant conduit par les ions présents dans une colonne de l'extrait aqueux délimitée par deux électrodes en platine maintenues parallèles

La résistivité électrique de la colonne en ohms-centimètre

La conductivité électrique en siemens

b) Matériels et appareillage :

- Balance précise à 0.01 g près
- Distributeur OPTIFIX réglé 100 ml
- Jeux de flacons en matière plastique de 125 ou 150 ml fermant hermétiquement
- Agitateur rotatif (réglé à 40 tours/min)
- Agitateur magnétique avec barreaux aimantes
- Piluliers jetables d'environ 50 ml
- Rampe de filtration et entonnoirs en polypropylène
- Filtre dans cendre à filtration lente, diamètre 15 cm au moins.
- pH mètre de paillasse CRISON GLP21 permettant une lecture à 0.01 unité pH près
- conductimètre de paillasse CRISON GLP32

c) réactifs :

- eau déminéralisée (Qualité 1) exempte de dioxyde de carbone d'ions métallique, dont la conductivité maximale à 25°C est de 0.1 microsim et de pH>5.6 (à titre indicatif, une eau résistivité de 10 mégaohms-cm à une conductivité de 0.01 μ Sicm)

Chapitre 2 : Partie expérimentale

- solutions étalons pH 4 et pH 7 ces solutions sont conservées en salle climatisée à 20°C

Ces solutions sont croisées avec les tampons de référence du laboratoire.

- Solution étalons pour la mesure de la conductimètre.
- Les solutions étalons suivantes peuvent être fabriquées à partir de KCl qualité pour analyse et d'eau déminéralisée qualité 2.

Solution de KCl N 50 dans eau (1491 g de KCl /L)

Conductivité à 25°C 2.769 mScm.

Conductivité à 20° C 2500 mScm.

Solution de KCl N 100 dans eau (0.746 g de KCl /L)

Conductivité à 25°C 1.413 mScm.

Conductivité à 20° C 1.279 mScm.

Solution de KCl N 200 dans eau (0.373 g de KCl /L)

Conductivité à 25°C 0.720 mScm.

Conductivité à 20° C 0.652 mScm.

On peut aussi utiliser des solutions étalons externes par exemple :

Solution étalon CRISON 1413 μ Scm (à 25°C).

Solution étalon CRISON 12.88 μ Scm (à 25°C).

Ces solutions externes seront impérativement utilisées pour le contrôle de l'eau déminéralisée.

d) Mode opératoire :

➤ Prise d'essai

Peser à 0.01 g près 20g d'échantillon de sable sèche 2 mm

Verse la prise d'essai dans le flacon plastique pré numéroté correspondant.

Travailler dans l'ordre de la feuille de travail.

➤ **Mise en suspension**

- ◇ Distribuer dans chaque flacon 100 ml d'eau déminéralisée à $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- ◇ Fermer hermétiquement chaque flacon.
- ◇ Placer les flacons dans la caisse d'agitation.
- ◇ Agiter pendant 30 min sur agitateur rotatif réglé 40 tours/min.
- ◇ Sortir les échantillons de la caisse d'agitation.

➤ **Filtration d'une partie d'extrait**

- ◇ L'opération de filtration n'est pas nécessaire si la conductivité n'est pas demandée.
- ◇ Passer alors directement au point C sans attendre.
- ◇ Pour chaque échantillon, agiter vigoureusement le flacon à la main.
- ◇ Retirer rapidement le couvercle et verser rapidement sur le filtre une partie de la suspension.
- ◇ Recueillir les filtres dans un pilulier plastique.
- ◇ Ne pas remplir trop les filtres de manière à éviter des remontées de matière le long du filtre et une contamination des extraits.
- ◇ Les filtres auront été préalablement lavés trois fois à l'eau déminéralisée puis séchés.
- ◇ Les filtres auront été préalablement lavés trois fois à l'eau déminéralisée puis séchés.
- ◇ Faire les mesures de la conductivité et du pH sitôt après le jour même.
- ◇ Le filtrat obtenu sera utilisé pour la mesure de la conductivité (dès la filtration réalisée, couvrir le pilulier).
- ◇ Recueillir les filtres dans un pilulier plastique.
- ◇ Utiliser pour la mesure du pH.



Figure 25 : La filtration des échantillons

➤ **Mesure du pH**

- ◇ Commencer la mesure des pH entre une heure et deux heures après la fin de l'agitation. La mesure est réalisée sous agitation, à stabilité, sur la suspension de sable.
- ◇ La température des solutions étalon doit être la même que la température des échantillons (à $\pm 1^\circ\text{C}$).
- ◇ L'appareil est équipé d'une sonde thermique qui corrige le pH en fonction de la température.
- ◇ On veillera cependant à ce que les solutions étalon et les extraits à mesurer soient à la même température.
- ◇ Etalonner le pH mètre avec les tampons pH 4 et pH 7 en entrant les valeurs des pH 4 et 7 pour cette température.
- ◇ Noter la valeur de la pente d'étalonnage dans le cahier d'utilisation de l'appareil. Bien rincer les électrodes entre chaque mesure.
- ◇ Mesurer chaque étalon comme échantillon et vérifier que l'on retrouve pH 4.00 \pm 0.01 et pH 7,00 \pm 0,01.

Chapitre 2 : Partie expérimentale

- ◇ Verser la suspension de sable (environ 50 ml) dans un bécher propre muni d'un magnétique. Mesurer le pH de la suspension de chaque échantillon.
- ◇ Les électrodes doivent plonger d'au moins 3 cm dans la suspension. La mesure se fait à stabilité sous agitation (agitation magnétique).
- ◇ Pour un fonctionnement normal des électrodes, le temps de stabilisation est inférieur à 30 secondes.
- ◇ Noter la valeur du pH sur la feuille de travail.
- ◇ Bien rincer les électrodes avec une pissette d'eau déminéralisée entre chaque échantillon. Barreau A la fin de la série de mesure, mesurer à nouveau le pH 7 comme échantillon et noter la valeur obtenue sur la feuille de travail.
- ◇ On doit retrouver 7.00 ± 0.02



Figure 26 : La mesure de pH

➤ Mesure de la conductivité

Chapitre 2 : Partie expérimentale

- ◇ L'appareil CRISON est équipé d'une sonde de température donc corrige la conductivité lue en fonction de la température mesurée de la solution.
- ◇ L'appareil est programmé pour être étalonné avec 2 solutions étalon (par ex 1413 μ S/cm et 12.88 μ S/cm).
- ◇ La mesure se fait après une période d'agitation de la solution à mesurer. Il faut être sûr qu'il n'y ait pas de bulle d'air dans la cellule au moment de la mesure.
- ◇ La mesure est donnée à stabilité.
- ◇ Etalonner l'appareil avec les 2 solutions étalon prévues Vérifier l'étalonnage en repassant les 2 solutions étalon comme échantillon.
- ◇ Noter sur la feuille de travail la température des solutions indiquée par l'appareil. L'appareil donne la mesure de la conductivité à 25°C.
- ◇ La mesure est réalisée sur l'extrait filtré. Mesurer la température de l'échantillon à mesurer.
- ◇ La différence de température entre les échantillons et les étalons est normalement compensée par la sonde thermique mais il vaut mieux que les solutions étalon et les extraits à mesurer soient à la même température.
- ◇ Entre chaque mesure, rincer soigneusement l'électrode de conductimètre et la sonde de température à l'eau déminéralisée et sécher avec un papier absorbant.
- ◇ La conductivité lue est donnée par l'appareil à 25°C. Noter la valeur en mS/cm (milli siemens/cm) à 25°C sur la feuille de rapport des analyses.
- ◇ **Les résultats en** (mS/cm, uS/cm)



Figure 27 : La mesure de conductivité

2.2. Détermination du phosphate :

a) Principe :

Consiste à l'extraction de formes de phosphore soluble par agitation de la prise d'essai dans une solution d'hydrogénocarbonate de sodium dans conditions déterminées de façon à réduire la concentration des ions calcium aluminium et fer (III) par précipitation de carbonate de calcium, d'hydroxydes d'aluminium et fer (III) a libérer ainsi les ions phosphates dans la solution.

Dosage colorimétrique des ortho phosphates. Après dialyse, l'heptamolybdate d'ammonium et l'antimoine III potassium oxyde tartrate réagissent en milieu acide pour former un complexe antimoine phosphate molybdène. Ce complexe, réduit par l'acide ascorbique à 40°C prend une couleur bleu foncé.

L'intensité de la coloration proportionnelle la concertation en ortho-phosphate est dosée à 880 nm.

b) Matériels et appareillages :

- Spectrophotomètre à flux continu SKALAR

- Agitateur rotatif
- pH mètre de paillasse
- Balance analytique de précision de +0.001g
- Rampe en PVC permettant de supporter les entonnoirs et les filtres.
- Jeux de flacons en plastique de capacité de 250 ml fermant hermétiquement pour l'extraction.
- Agitateur magnétique.
- Jeu de pots en matière plastique (piluliers) de capacité de 80 a100 ml pour récupérer les filtrats.
- Fioles jaugée de 100 ml classe A
- Burette de précision 20 ml classe A
- Pipettes classe AS
- Eprouvette graduée classe A de 100ml
- Distributeur de réactif de 100 ml (LAAP60)
- Papier filtre exempt des éléments à déterminer (filtre WHATMAN ou Schleicher et Schhuell 512 2 125mm).
- Main et cuillère de pesée.

c) Réactifs et consommable :

Seuls des réactifs de qualités analytiques reconnues sont utilisés :

- Charbon actif donnant une absorbance du blanc de moins de 0.015.
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH).
- Solution d'extraction hydrogencarbonate de sodium (NaHCO₃) 0.5 mol/L.
- Agent mouillant FFD6.
- Acide sulfurique 95-97% (H₂SO₄).
- Heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté.
- Potassium antimoinés III oxyde tartrate hémi hydraté.
- Acide ascorbique.

Solutions étalons fille :

Préparer une solution fille solution de Phosphore à 100 mg/l : Diluer 10 fois la solution à 1000 mg/l (10 ml dans 100 ml H₂O).

➤ Préparation de la gamme d'étalonnage :

Rincer plusieurs fois la burette de 20 ml de précision 0.02 ml avec de l'eau déminéralisée, puis avec la solution étalon fille déjà préparé. Remplir de nouveau la burette avec la solution étalon et ajuster le volume à 20 ml.

Numéroter 6 fioles de 100 ml (STD 1, STD 2, STD 3, STD 4, STD 5, STD 6). A l'aide de la burette, délivrer dans chaque fiole les volumes correspondant au tableau ci- dessous :

Tableau 3 : Les volumes des solutions étalons filles

	Phosphore prélevé à partir de solution à 100 mg/l	Concentration en P en mg/l	Concentration en P205 en mg/l
STD 1	0 ml	0	0
STD 2	1 ml	1	2.29
STD 3	3 ml	3	6.87
STD 4	6 ml	6	13.74
STD 5	9 ml	9	20.61
STD 6	15 ml	15	34.35

Compléter chaque fiole et jauger à 100 ml avec de la solution d'hydrogénocarbonate de sodium 0,5 mol/l

La gamme d'étalonnage ne se conserve pas: Le refaire à chaque dosage.

d) Mode opératoire :

➤ Réception des échantillons

Les échantillons sont réceptionnés selon les dispositions prévues dans l'instruction.

➤ Prise d'essai

- ◇ A l'aide d'une spatule peser 5 g ± 0.01 g d'échantillon pour essai (sable fine sèche à 2. mm) dans une main de pesée.
- ◇ Transférer la masse pesée dans un flacon d'agitation numéroté de 250 ml.
- ◇ Utiliser un pinceau pour nettoyer la main de pesée

- ◇ Un échantillon à blanc est systématiquement rajouté en début de série. Le blanc est utilisé pour éliminer toute trace de contamination susceptible d'être présente dans l'eau ou dans les réactifs.

➤ **Mise en solution**

- ◇ Toute l'opération de mise en solution doit être la plus rapide possible de façon à limiter au maximum le temps entre l'ajout de la solution d'extraction et la filtration.
- ◇ Travailler toujours dans l'ordre de la numérotation des flacons.
- ◇ Vérifier que la solution d'hydrogencarbonate de sodium est à $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- ◇ Ajouter dans chaque flacon, solution d'extraction 100 ml 20.5 ml à l'aide du distributeur LAAP80.
- ◇ Fermer chaque flacon hermétiquement.
- ◇ Placer aussitôt les flacons dans une caisse d'agitation dans l'ordre de leur numérotation.
- ◇ Installer les caisses d'agitation sur l'agitateur rotatif. Caler de manière à ce que les caisses puissent bouger.
- ◇ Laisser agiter exactement 30 minutes à $20^{\circ}\text{C} + 1^{\circ}\text{C}$.
- ◇ Noter sur la feuille de travail la température d'extraction.

➤ **Filtration :**

- ◇ Déposer des entonnoirs avec des papiers filtre plissés sur la rampe de filtration. Placer des petits flacons ou des piluliers numérotés destinés à recevoir les filtrats sous les entonnoirs.
- ◇ Dès que l'agitation est terminée, sortir les flacons et procéder sans attendre à la filtration.
- ◇ Agiter à nouveau chaque flacon à la main, retirer le bouchon et verser une partie de la suspension sur le filtre.
- ◇ Ranger les flacons contenant les filtrats sur un plateau dans l'ordre chronologique des numéros de la feuille de travail. Boucher les flacons en attendant le dosage. Retirer et jeter les filtres usagés.
- ◇ Le dosage doit être réalisé le jour même.

➤ **Dosage**

Chapitre 2 : Partie expérimentale

Juste avant le dosage sortir les réactifs du réfrigérateur afin de les laisser revenir à température ambiante pour le dosage.

Mettre sous tension le spectrophotomètre, l'interface ainsi que le PC de pilotage Allumer le four dans le compartiment d'analyse du phosphore (40°C) Régler sur le passeur (réglage de base).

- Le temps de prélèvement à 10 secondes.
- Le temps de rinçage à 60 secondes.
- Le temps de l'air à 1 seconde.

Laisser tourner l'appareil à l'eau déminéralisée puis avec les réactifs pendant au moins 20 minutes avant de démarrer les dosages.

Remplir les cuvettes de l'échantillonneur dans l'ordre fixe par la table d'échantillons et lancer le dosage. Pour la mise en œuvre de l'appareil SKALAR, suivre les instructions du Guide d'utilisation du logiciel SKALAR FLOW ACCESS et démarrer l'analyse.

➤ **Essai à blanc et limite de quantification**

Un essai à blanc est systématiquement réalisé en début de chaque série analytique. Le Suivi du dérivé du blanc est enregistré dans les feuilles de paillasse. La limite supérieure de la valeur du blanc à ne pas dépasser est aussi définie. La valeur du blanc ne doit pas dépasser 0,018 mg/l en cas de dépassement de cette limite l'essai doit être refait avec une nouvelle courbe d'étalonnage.

La limite de quantification (LqH0.062) est déterminée par approche successive les résultats

Des essais effectués et la valeur de (Lq) sont données sur le classeur EXCEL FSOOBANNA.

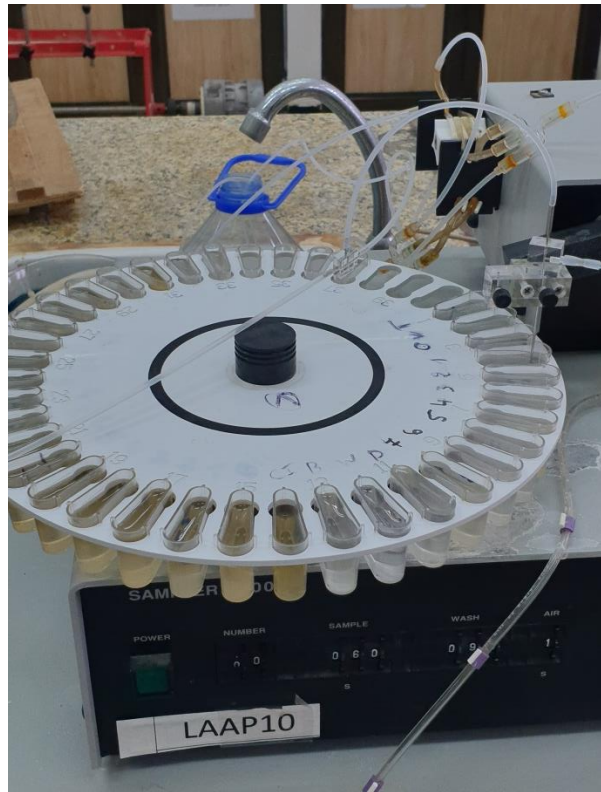


Tableau 28 : Spectrophotomètre à flux contenu

2.3. Détermination de l'azote :

a) Principe :

Minéralisation de l'azote organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur de minéralisation. L'azote organique est ainsi transformé en azote ammoniacal. L'azote ammoniacal est entraîné par un courant de vapeur, refixé dans une solution d'acide borique de 2%, puis titré par une solution standard d'acide sulfurique (0.01 mol/L).

L'azote ainsi déterminé est généralement assimilé à l'azote total quand l'azote nitrique est négligeable par rapport à l'azote total.

b) Matériels et appareillages :

- Distillateur et tritrateur automatique pour l'analyse d'azote à échantillonnage manuel Foss KJELTEC.
- Unité de minéralisation automatique de marque VELP SCIENTIFICA reliée à un dispositif de récupération des fumées acides.
- Ensemble de tube de minéralisation de 250 ml.

- Distributeur de 100 ml.
- Balance analytique précise à 0.001 g près.
- Verrerie de précision de classe A.

c) Réactifs :

- Acide sulfurique (d=1.84, 97%)
- Catalyseur de minéralisation à base de dioxyde titane.
- Sulfurique 1N.
- Acide sulfurique 0.01 mol/l.
- Hydroxyde de sodium 10mol/l.
- Acide borique à 2%.
- Indicateur coloré.
- Eau de qualité II.

d) Mode d'opérateur :

➤ Réception des échantillons.

Prise d'essai

Peser à l'aide d'une spatule environ 25 g d'échantillon pour essai (sable sèche fine à 2 mm) dans une main de pesée.

Transférer le contenu de la masse pesé dans un tube de minéralisation de 250 ml.
Utiliser un pinceau pour nettoyer la main de pesée.

Prévoir en début de la série les trois premiers tubes comme étant des essais à blanc.

➤ Mise en solution

- ◇ Mettre des lunettes de sécurité
- ◇ Ajouter une pastille de catalyseur.
- ◇ Ajouter 05 ml d'acide sulfurique 97% à l'aide du distributeur.
- ◇ Placer les tubes dans l'ordre de leur numéro dans le bloc de minéralisation.
- ◇ Mettre sous tension le système d'aspiration des vapeurs de la hotte d'attaque.
- ◇ Programmer la minéralisation du bloc comme suit :
 - Montée progressive à 400°C.

- Stabilisation 30mn à cette température (400°C).
- ◇ Laisser refroidir et faire sortir les tubes du bloc de minéralisation.
- ◇ Les couvrir en attendant le dosage

- **Dosage**
- ◇ Veiller à bien disposer des quantités de réactifs nécessaires à la totalité des séries de dosage.
- ◇ Mettre sous tension et programmation de l'appareil (FOSS).
- ◇ Ouvrir le robinet (eau de refroidissement).
- ◇ Attendre la fin de l'autotest.
- ◇ Saisir le mot de passe 1234 Ouvrir session.
- ◇ Saisir le programme d'analyse, le poids et le type d'échantillon (blanc ou échantillon de sable).
- ◇ Départ analyse Calcul: Le taux d'azote dans le sable est calculé et afficher directement sur l'écran de l'appareil en pourcent.
- ◇ Essai à blanc et limite de quantification:
- ◇ Un essai á blanc est systématiquement réalisé en début de chaque série analytique. Le suivi de la dérive du blanc est donné sur la feuille de paillasse.
- ◇ La limite supérieure de la valeur du blanc à ne pas dépasser est aussi définie.
- ◇ La valeur du blanc ne doit pas dépasser 0.15 ml, en cas de dépassement de cette limite l'essai doit être refait avec un nouveau blanc.
- ◇ La limite de quantification $Lq=0.001\%$



Figure 29: Mésure de l'azote par l'appareil Foss

3 Les traitements :

Après les analyses qui est fait ; ont décidé appliquer deux types défèrent de traitement sont :

- **Lavage**⁽¹⁴⁾ : Lavage à l'eau est un procédé couramment employé après le tri granulométrique. Le principe repose sur la séparation des particules fines et l'extraction des polluants dans l'eau, sont transférés vers la phase aqueuse. On applique aussi lavage par l'Isis et lavage avec des acides et par l'acétone .
- **Incineration** ⁽¹⁵⁾:l'incinération est un procédé de traitement thermique des déchets, ce procédé consiste à brûler les ordures ménagères et les déchets industriels banals dans des fours adaptés.

Le rôle de traitement : pour l'enlèvement les polluants dans les sables contaminées qui sont : sable contaminé par des produits chimique(SCPC), sable contaminé par les huiles(SCH), sable contaminé par l'anti-mousse(SCAM) , sable contaminé par la rouille(SCR).

2.4. Lavage :

On va appliquer lavage à l'eau et Isis en deux concentrations différent sur les échantillons.

a) Appareillage et matériels

- Agitateur rotatif (réglé à 40 tours/min)
- Agitateur magnétique avec barreaux aimantes
- Balance analytique
- Plaque chauffante
- Bicher de 500 ml
- Eau robinet chaud
- Isis
- Acétone
- Passoire

b) Mode opératoire :

Lavage à l'eau et l'Isis pour les trois échantillons (sable contaminé par des produit chimique, huiles, anti-mousse) :

- Dans un bicher on mettre 50 g de chaque échantillons.
- Ajouter 950 ml d'eau chaud (100°C) et 50 ml d'Isis.
- Placer les flacons dans la caisse d'agitation.
- Agiter pendant 15 min sur agitateur rotatif réglé 40 tour/min à température tombante 100°C.
- Laisser décanter l'échantillon pendant 2 min.
- Filtrer le sable.
- Refaire lavage deux fois mais avec l'eau seulement ($V_{\text{eau}}=500$ ml).

Après la filtration, Le filtrat sera sec à 87.5°C.



Figure 30: le séchage des échantillons après lavage

On applique lavage avec l'acétone juste pour le sable contaminé par les huiles avec la même méthode précédente. On essaie aussi lavage par l'Isis avec solution déférente $V_{\text{eau}}=200\text{ml}$ et $V_{\text{isis}}=20\text{ml}$.

On refaire lavage avec l'eau seulement (1L) pour l'échantillon de sable contaminé par l'anti-mousse.



Figure 31: lavage de SCPC



Figure 32: Filtration de SCH après lavage



Figure 33 : Lavage de SCH par l'acétone

2.5. Lavage avec AS et AP

Ce traitement applique sur sable contaminé avec la rouille.

a) Appareillage et matériels

- Agitateur rotatif (réglé à 40 tours/min)
- Agitateur magnétique avec barreaux aimantes
- Balance analytique
- Plaque chauffante

Chapitre 2 : Partie expérimentale

- fiole de 1L
- Eau robinet chaud
- 50 ml d'acide sulfurique (85%)
- 50 ml d'acide phosphorique

Mode opératoire :

Dans une fiole de 1 L on met 50 g de l'échantillon, ajouter 950 ml d'eau qui est chauffé à 100°C et 50 ml de l'AS, placer la fiole dans l'agitateur pendant 30 min.

La même méthode avec l'AP. Décanter puis filtrer et sécher le filtrat en 87°C.



Figure 34 : Lavage DE SCR par l'acide AS

2.6. L'incinération :

a) Appareillage :

- Bicher
- Le four Nive furane MF 106

- Creuset

Ce traitement pour l'échantillon de sable contaminé par les huiles.

On met 50 g de sable dans un bicher et on place dans un four à 400°C pendant trois jours dans le four Nive furane MF 106.



Figure 35 : L'incinération du sable contaminé par les huiles

3. Les résultats et discussion :

3.1. Les résultats

Tableau 4 : les résultats d'analyse de sable frais

	pH	Condu ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	K	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	P (mg/l) ISO 11263
Sable frais	6.5	376	25.58	2.05	$9.2 \cdot 10^{-4}$	114.38	0.79

Les résultats d'analyse de sable contaminé avant et après traitement pour :

➤ **Le sable contaminé par des produits chimiques :**

Tableau 5 : Résultats des analyses avant et après traitement pour le sable contaminé par des produits chimiques

	pH	Cond ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	P(mg/l) ISO 11263
Avant	5.6	275	9.84	12.94	17.18	560.1	3.11
lavé à l'eau	-	-	2	8.38	9.29	187.9	0.89
lavé à l'Isis	-	-	5.03	10.96	10.83	322.7	1.42



Figure 36: le SCPC



Figure 37: Le SCPC lavé par l'eau seulement



Figure 38: le SCPC lavé par l'Isis

- **Le sable contaminé par les huiles :**

Tableau 6 : Résultats des analyses avant et après traitement pour le sable contaminé par les huiles

	Ph	Cond (ms/cm)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	P (mg/l) ISO 11263
Avant	6.2	2.38	11.90	11.69	17.47	415.8	2.07
Lavé à l'Isis(1)	-	-	4.75	6.91	13.01	265.6	1.1
Lavé à l'Isis (2)	-	-	1.93	4.17	9.82	374.9	0.89
Après l'incinération	-	-	13.38	14.50	16.68	456.8	3.25
Lavé à l'acétone	-	-	3.77	9.88	35.41	213.2	0.94

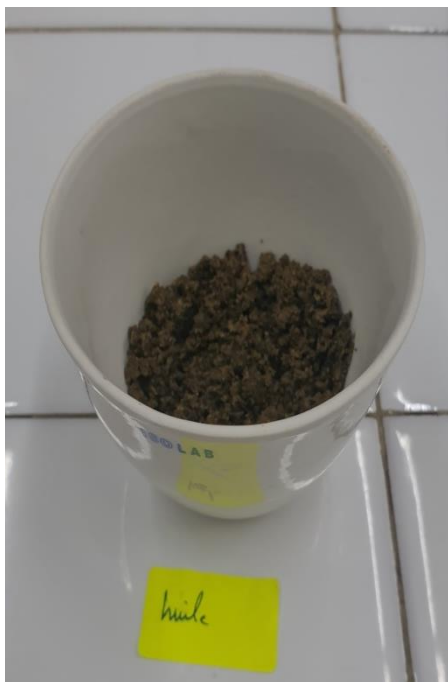


Figure 39: le SCH



Figure 40: le SCH lavé par l'Isis (1)



Figure 41: le SCH lavé par l'Isis (2)



Figure 42: le SCH après l'incinération

➤ **Le sable contaminé par l'anti-mousse :**

Tableau 7: Résultats des analyses avant et après traitement pour le sable contaminé par l'anti-mousse

	pH	K (mg/l)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	P (mg/l) ISO 11263
Avant	6.8	11.01	12.62	24.98	512.0	5.97
lavé à l'Isis	-	6.31	11.59	14.62	301.60	0.90
lavé à l'eau	-	4.98	11.40	13.78	328.70	1.19



Figure 43: le SCAM



Figure 44: le SCAM lavé par l'eau seulement

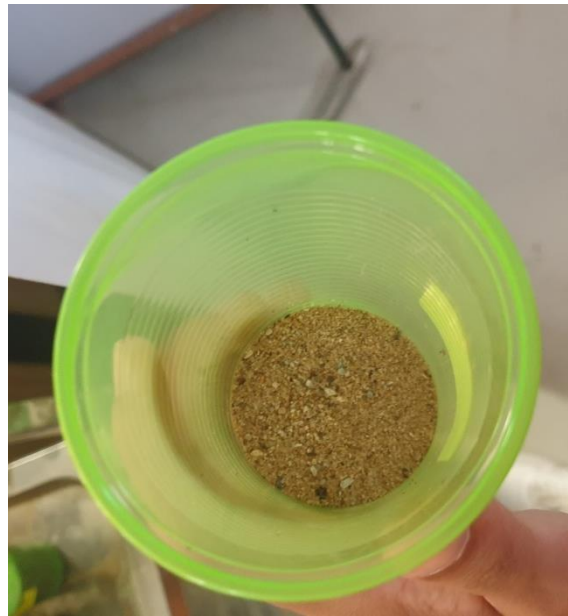


Figure 45: le SCAM lavé par l'Isis

Les résultats de pH après traitement :

pH(AS)=5.9 et pH(AP)=6.2



Figure 46: le SCR

Figure 47: le SCR lavé par l'AP



Figure 48: le SCR lavé par l'AS

Figure 49: le SCR tamisé

Les résultats précédents nous permettent de connaître l'efficacité de l'élimination de polluants après chaque traitement.

Les tableaux suivants résument les résultats de taux d'élimination pour chaque élément dans les différents traitements :

Avec :

$$\text{Taux d'élimination} = \frac{C_{\text{initial}} - C_{\text{final}}}{C_{\text{initial}}}$$

Tableau 8 : taux d'élimination pour le sable contaminé par des produits chimiques

	K(%)	Na(%)	Mg(%)	Ca(%)	P(%)
lavé à l'eau	79.67	35.23	45.92	66.45	71.38
Après Lavage à l'Isis	48.88	15.30	36.96	42.38	54.34

Tableau 9 : taux d'élimination pour le sable contaminé par les huiles

	K(%)	Na(%)	Mg(%)	Ca(%)	P(%)
Lavé à l'Isis(1)	60.50	40.88	24.27	36.12	46.85
lavé à l'Isis(2)	83.78	64.32	42.43	9.83	57
Après l'incinération	-12.43	-24.03	2.91	-9.86	-57
Lavé à l'acétone	68.31	15.48	- 102.69	48.72	54.58

Tableau 10: taux d'élimination pour le sable contaminé par l'anti-mousse

	K(%)	Na(%)	Mg(%)	Ca(%)	P(%)
Après lavage à l'Isis	42.68	39.85	37.02	43.20	84.92
Après lavage à l'eau	54.76	41.36	40.02	37.63	80.60

On a mesuré l'indice de réfraction de l'acétone puis l'indice de réfraction l'acétone et l'huile avec l'appareil ABBE REFRACTOMETR ZUZI ,



Figure 50 : l'indice de réfraction de l'acétone seulement



Figure 51 : l'indice de l'acétone et l'huile

On obtient les résultats suivants :

$$I_f(\text{acétone})=1.3596$$

$$I_f(\text{acetone+huile})=1.3612$$

$$\frac{I_f(\text{acetone} + \text{huile})}{I_f(\text{acétone})} = 1.001$$

4.2 Interprétation:

- **Pour le sable contaminé par des produits chimiques :**

A partir des résultats (tableau 5;8), on remarque que la concentration de polluants est diminuée, et le taux d'élimination dans les deux différents lavages est augmenté, et les figures 37, 38 montrent que la couleur est devenue plus claire. Comme le taux de lavage à l'eau seulement est supérieur au taux d'efficacité dans le lavage par l'Isis, cela indique que le traitement de lavage à l'eau seulement a été plus efficace pour éliminer ou réduire la contamination.

- **Pour le sable contaminé par les huiles :**

Après lecture de l'indice de réfraction et le rapport $I_f(\text{acétone}) / I_f(\text{acetone+huile})$ qui indique que on a l'huile dans le sable contaminé, et les résultats des analyses avant et après qui sont reportés

dans le tableau 6 et de l'efficacité (tableau 9), on remarque que la concentration de polluants est diminuée et l'efficacité d'élimination des polluants dans les 3 lavages, mais 2^{ème} lavage par l'Isis plus élevée que de 1^{ère} lavage, donc le 2^{ème} lavage plus efficace.

- **Pour le sable contaminé par l'anti-mousse :**

La concentration des polluants est diminuée dans les deux lavages, et à partir des résultats du tableau 10 on voit que le lavage est efficace mais le lavage à l'eau seulement est le plus efficace.

- **Pour le sable contaminé par la rouille :**

Après traitement, nous avons remarqué que la couleur du sable est changée et devenait plus claire et la valeur de pH est devenue neutre $\text{pH(AS)}=5.9$ et $\text{pH(AP)}=6.2$ indiquant que la quantité de polluants a été diminuée.

4. Conclusion :

Après avoir étudié, discuté et analysé les tableaux, nous avons constaté certaines différences dans le taux d'élimination du polluant par chaque sable contaminé :

- ✓ Lavage à l'eau seulement est le meilleur traitement pour le sable contaminé par des produits chimiques et l'anti-mousse.
- ✓ Lavage par l'Isis est le meilleur traitement pour le sable contaminé par les huiles.
- ✓ Lavage avec les acides est efficace pour le sable contaminé par la rouille.

Conclusion

Générale

Bibliographie

1. Notre histoire. *fertial*. [En ligne] 2010. <https://www.fertial-dz.com/histoire.html>.
2. Fertial. *Rapport de stage*. Annaba : s.n., 2020.
3. Abdessalam, Djidel. Gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux. *Université Mohamed Khaider de Beskra*. [En ligne] juin 2015. [Citation : 21 mars 2023.] <http://archives.univ-beskra.dz>.
4. Journal officiel. *SGG Algérie*. [En ligne] 15 décembre 2001. [Citation : 29 mars 2023.] <https://www.jordp.dz/FTP/Jo-Francais/2001/F2001077.Pdf>.
5. Caractérisation des déchets-DREAL Bretagne. [En ligne] 3 mai 2019. [Citation : 02 avril 2023.] <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/rapport-drc-15-149793-06416a-guidehpf2-1456135314.pdf>.
6. Caractérisation de la dangerosité des sédiments dragués gérés à terre. *cerema doc*. [En ligne] Aout 2017. [Citation : 09 Avril 2023.] <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/rapport-hp-12-drc-14-141679-08275a-vf2-1472120985.pdf>.
7. Déchets dangereux. *Ministère de la écologie énergie territoires*. [En ligne] 24 Février 2022. [Citation : 19 Avril 2023.] <https://www.ecologie.gouv.fr/dechets-dangereux>.
8. *Rapport sur l'état de la gestion des déchets en Algérie*. Rue des Fusillés, Mohamed Belouizdad, Alger, Algérie : s.n., 2020.
9. GREEN SKY. *LinkedIn*. [En ligne] 2010. [Citation : 11 avril 2023.] <https://www.linkedin.com/company/sarl-green-sky/about/>.
10. *Journal officiel*. 27, Amara BENYOUNES : Edition original et sa traduction , 2 septembre 2013, convention et accord internationaux-loi et decrets arretes, decision, avis, communication et annonces, traduction francais, pp. 3-5.
11. Traitement des déchets. *GOUVERNEMENT? liberté égalité fraternité* . [En ligne] 21 juillet 2021. [Citation : 14 mai 2023.] <https://www.ecologie.gouv.fr/traitement-des-dechets>.
12. Protection de l'environnement. *Ontario.ca*. [En ligne] [Citation : 5 mai 2023.] <https://www.ontario.ca/fr/lois/loi/90e19>.
13. Rouille (oxyde). *wikipédia*. [En ligne] 15 janvier 2001. [Citation : 23 mai 2023.] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Rouille_\(oxyde\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rouille_(oxyde)).
14. Méthode FERTIBERIA, FERTIAL LABORATOIRE D'AGRONOMIQUE, 5/12/2009.
15. SelecDEPOL. Lavage à l'eau sur site, hors site. *SelecDEPOL*. [En ligne] SelecDEPOL Outil interactif de pré-sélection des techniques de dépollution et des mesures constructives, 13 Mars 2023. [file:///C:/Users/ACI/Downloads/Lavage-%C3%A0-1%E2%80%99eau-sur-site-hors-site%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ACI/Downloads/Lavage-%C3%A0-1%E2%80%99eau-sur-site-hors-site%20(2).pdf).
16. L'incinération des déchets. [En ligne] <https://www.edeni.fr/comprendre-le-recyclage/incineration-des-dechets/>.

