



***République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique***

**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

***Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques  
Département de science biologie***

***Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme Master***

***Spécialité : gestion des déchets solides***

***Thème :***

***Evaluation de la gestion des déchets des  
peintures dans l'entreprise nationale de  
peinture – unité de Lakhdharia ENAP-UPL***

***Présenté par :***

***M<sup>elle</sup> ABBAD Mahdjouba***

***Devant le jury :***

Président: Mr MIROUKI K., Maître de conférences B., UMMTO

Promoteur : Mme MAZARI T., Maître de conférences A., UMMTO

Co- promoteur : Mr METNA B., Maître assistant A., UMMTO

Examineurs:

- Mr BOUDJAMAA S., Maître assistant A., UMMTO
- Mme OMOURI O., Maître assistant A., UMMTO

**Année universitaire 2015-2016**

Tous d'abord, nous remercions du plus profond de notre cœur le bon Dieu le tout puissant de nous avoir aidé durant toute la période de nos études et de nous avoir donné la santé, le courage et la volenté afin que nous conclure ce travail.

Nous tenons à remercier dignement, profondément et sincèrement *nos promoteurs* : Mme MAZARI T et Mr METNA, pour leur aide précieux, leur patience et leurs orientations pour le développement de notre sujet de mémoire, par leurs qualités de conseils et la finesse de leurs jugements.

Toutes nos gratitudes aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail :

- Mr MIROKI K., MCB d'avoir accepté de présider le jury.
- Mme OMOURI O., MAA pour avoir accepté de juger ce travail.
- Mr BOUJEMAA S., MAA pour avoir accepté de juger ce travail.

Un grand remerciement spécialement à Mr. ADJRAD Arezki le chef de service de production dans l'ENAP pour leur aide, ses conseils et son encouragement.

Nos remerciements s'adressant aussi, à tout le personnel De service sécurité de l'ENAP pour tous ses explications, ses conseils ainsi son aide durant la duré que nous passons là et tous les personnes de l'ENAP.

Nous tenons à remercier du plus profond de notre cœur les personnes qui' ont donné tous les moyens pour en arriver là : notre parents.

Enfin, nous remercions aussi tous ce qui d'une manière au d'une autre ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes moments les plus difficiles, ceux qui comblé d'amour, d'affection et d'encouragement pour que je devienne la femme que je suis aujourd'hui, mes très chers parents.*

*Merci pour tous les sacrifices et tous les encouragements que vous avez déployé à mon égard.*

*Que Dieu tous puissant te protège et t'accorde longue vie et nous garde toujours réunis pour le bonheur et la prospérité.*

*A mes très chers frères : karim et mouhamed*

*A mes très chers soeurs: Samiha, . Adii, Sara t Millissa.*

*A tout ma famill*

*A tous mes amis.*

*A tous la promotion de Gestion de déchets solides 2015/2016.*

*A tous ceux et celles que j'aime et qui m'aiment*

*Mahdjouba*

## *Liste des abréviations*

**ANRED** : Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets  
**CEE** : Communauté Économique Européenne  
**CET** : Centre d'Enfouissement Technique  
**COV** : Composés Organiques Volatiles  
**DAS** : Déchets d'Activité de Soins  
**DIB(DSB)** : Déchets Industriels Banals  
**DID(DSD)** : Déchets Industriels Dangereux  
**DIS(DS)** : Déchets Industriels Spéciaux  
**DTQD** : Déchets Toxiques en Quantités Dispersées  
**ENAP** : Entreprise Nationale des Peintures  
**ISO** : International Standards Organization  
**MEK** : Méthyléthylcétone  
**MIBK** : Méthylisobutylcétone  
**MO** : Matière Organique  
**MP** : Matière Première  
**OM** : Ordures Ménagers  
**PCB** : Poly Chloro Biphényles  
**PCDF** : Dibenzofuranes Poly Chloré  
**PCDD** : Dibenzopara Dioxine Poly Chloré  
**PCI** : Pouvoir Calorifique Inférieur  
**PCS** : Pouvoir Calorifique Supérieur  
**PCT** : Poly Chloro Terphényles  
**PME** : Petites et Moyennes Entreprises  
**PMI** : Petites et Moyennes Industries  
**PNAEDD** : Plan National d'Action Environnementales et de Développement Durable  
**PNAGDES** : Plan National de Gestion des Déchets Spéciaux  
**POP** : Polluant Organique persistant  
**S.P**: Solvant Propre  
**S.S**: Solvant Sale  
**SCR** : Selective catalytic reduction (réduction catalytique sélective)  
**SNCR** : Selective non-catalytic reduction (réduction non catalytique sélective)  
**SNE** : Stratégie Nationale Environnementale  
**TBA** : Température Bille et Anneau  
**UE** : Union Européen

***Chapitre I :***

<b>Figure 1 :</b> Définition fonctionnelle de déchet .....	05
<b>Figure 2 :</b> Processus d'émission des déchets aux différents stades .....	07
<b>Figure 3 :</b> Différent secteur générateur de déchet en Algérie .....	11
<b>Figure 4 :</b> Voies de traitement des DIS .....	15
<b>Figure 5 :</b> Diagramme ternaire de la composition des déchets .....	17
<b>Figure 6 :</b> Schéma d'un incinérateur de déchet spéciaux .....	19
<b>Figure 7 :</b> Schéma du four rotatif .....	20
<b>Figure 8 :</b> Schéma du four à lit fluidisé.....	21

***Chapitre II :***

<b>Figure 1:</b> Les pourcentages approximatifs des composants de la peinture .....	26
<b>Figure 2 :</b> Les pigments minéraux .....	27
<b>Figure 3 :</b> Les étapes de production de la peinture .....	32

***Chapitre III :***

<b>Figure 1 :</b> Répartition d personnel de l'UPL.....	36
<b>Figure 2 :</b> photo satellite de l'UPL (Google Eart).....	37
<b>Figure 3 :</b> la capacité de production (en tonne) pour l'année 2015.....	39
<b>Figure 4:</b> La répartition des taux consommations des matières premières.....	42
<b>Figure 5:</b> précipitation moyenne totale (mm).....	45
<b>Figure 6:</b> Températures moyennes mensuelles pour la période 2004-2015.....	46

***Chapitre V :***

<b>Figure 1 :</b> le bac utilisé pour la collecte de papier et plastique.....	53
<b>Figure 2 :</b> Camion transporte des chutes de bois.....	55
<b>Figure 3 :</b> Stockage des engins hors usage, matériels déformés.....	56
<b>Figure 4 :</b> Centre d'entreposage des déchets.....	58
<b>Figure 5:</b> Stockage des huiles usagées.....	58
<b>Figure 6 :</b> Incinérateur des déchets (INCINEX 100 Wanson).....	59
<b>Figure 7:</b> Compacteur des bidons métalliques.....	60
<b>Figure 8 :</b> Compacteur de papier.....	60

## *Liste des figures*

<b>Figure 9 :</b> Le solvant sale.....	61
<b>Figure 10 :</b> Les solvants sales.....	63
<b>Figure 11 :</b> Les solvants propres.....	63
<b>Figure 12 :</b> L'appareil de régénération de type MATREP (Française).....	63
<b>Figure 13 :</b> Notion du déchet selon la perception des employés dans les quatre départements.....	64
<b>Figure 14 :</b> Connaissance des employés des quatre départements sur les actions et Gestes qui permettent de réduire la quantité des déchets spéciaux .....	65
<b>Figure 15:</b> Fréquences du tri des déchets au niveau des quatre départements.....	66
<b>Figure 16:</b> Formation des employés des quatre départements à la gestion des déchets au sein de l'ENAP.....	67
<b>Figure 17:</b> Existence des moyens suffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux au niveau des quatre départements.....	68
<b>Figure 18:</b> Formation des employés des quatre départements des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise (ENAP.....	69
<b>Figure 19 :</b> Que représente la gestion des déchets pour l'entreprise l'ENAP?.....	70
<b>Figure 20 :</b> Existe t-il un service de la gestion des déchets dans l'entreprise ?.....	71
<b>Figure 21 :</b> Les types de déchets qui posent un problème de gestion à l'entreprise .....	72
<b>Figure 22 :</b> Connaissance des quantités des déchets produites.....	73
<b>Figure 23 :</b> Comment développer des actions de prévention.....	74
<b>Figure 24 :</b> Est-ce que l'entreprise a développé des démarches pour le recyclage ?.....	75
<b>Figure 25 :</b> Les types des systèmes utilisés dans le traitement des déchets à l'ENAP ...	76
<b>Figure 26:</b> Phases d'amélioration de la gestion des déchets au sein d'une entreprise...	85

**CHAPITRE I :**

**Tableau 1 :** Les différents types de déchets .....06

**Tableau 2 :** Liste de critères de danger selon la directive européenne .....09

**CHAPITRE II :**

**Tableau 1:** Les différents pigments minéraux.....28

**Tableau 2 :** Les différents types de charges et leurs formules chimiques .....29

**CHAPITRE III :**

**Tableau 1:** Répartition du personnel de l'UPL.....36

**Tableau 2:** les principaux produits commercialisés.....38

**Tableau 3:** La capacité de production.....39

**Tableau 4:** Les taux de consommation d'énergie.....40

**Tableau 5:** Les taux de consommation des matières premières.....41

**Tableau 6 :** Situation de la station de Bouira.....43

**Tableau 7:** Les précipitations mensuelles pour la période de 2014-2015.....44

**Tableau 8:** Températures moyennes mensuelles pour la période 2014-2015.....46

**CHAPITRE V :**

**Tableau 1 :** Les quantités des déchets générés par chaque département.....51

**Tableau 2 :** Les fréquences de la collecte des déchets.....54

**Tableau 3 :** Les différents lieux de stockage des déchets.....57

**Tableau 4 :** Quantité de solvant sale généré lors du rinçage des matériels.....61

**Tableau 5 :** Résultats du test khi2.....78

## Sommaire :

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Généralités sur les déchets.....</b>	<b>03</b>
Introduction.....	03
1. Les déchets.....	03
1.1. Définition d'un déchet .....	03
1.2. Les différentes catégories des déchets.....	05
2. Les déchets industriels.....	07
2.1. Définition .....	07
2.2. Déchets industriels banals (D.I.B).....	08
2.3. Déchets inertes.....	08
2.4. Déchets industriels dangereux (D.I.D).....	08
2.5. Les boues industrielles .....	09
2.6. Déchets ultimes .....	10
3. Production des déchets industriels.....	10
4. Stratégies de gestion et filières de traitement des déchets.....	11
4.1. Stratégies de gestion des déchets.....	11
4.2. Stratégies de gestion de déchets en Algérie .....	12
4.3. Filières de traitement des déchets industriels.....	12
5. Valorisation des déchets industriels .....	14
5.1. Valorisation matières.....	14
5.2. Valorisation énergétique.....	14
6. Procédés de traitement des déchets industriels.....	15
6.1. L'incinération .....	16
6.2. Co-incinération.....	23
7. Traitement des déchets industriels en Algérie.....	24
<b>Chapitre II: les peintures</b>	
II. la peinture.....	26
1. Définition.....	26
2. Les types de peintures.....	26
3. Les principaux constituants des peintures.....	26
3.1. Les liants.....	27

## ***Sommaire***

3.2. Les pigments.....	27
3.3. Les charges.....	29
3.4. Les solvants.....	29
3.5. Les additifs.....	30
3.6. Les siccatifs.....	31
3.7. Les durcisseurs.....	31
4. Processus de la fabrication des peintures.....	31
4.1. L'empattage (mouillage).....	31
4.2. Le broyage (dispersion).....	31
4.3. La dilution .....	31
4.4. La mise à la teinte.....	31
4.5. La filtration.....	32
4.6. Le conditionnement.....	32
5. Les déchets de peinture.....	33
5.1. Valorisation et traitement des déchets (boues) de peinture.....	33
<b>Chapitre III : Présentation de l'entreprise</b>	
1. Historique et évolution de l'entreprise (ENAP).....	35
1.1. Direction général ENAP.....	35
1.2. Objet Social.....	35
2. Présentation de l'unité peintures de lakhdaria (UPL).....	36
2.1. Effectifs.....	36
2.2. Situation géographique.....	37
2.3. Domaines de fabrication.....	38
2.4. Domaines d'Activités Stratégiques.....	38
3. Climatologie de la région de Lakhdaria.....	43
3.1. La pluviométrie.....	43
3.2. La température.....	45
3.3. Le vent.....	47
<b>Chapitre IV: Méthodologie</b>	
1. Etat de gestion des déchets au niveau d'ENAP (UPL).....	48
1.1. Observations du terrain.....	48
2. Choix de la méthode d'échantillonnage.....	48
2.1. Observation par groupe.....	49
2.2. Enquête par questionnaire.....	50

## Chapitre V: Résultats et discussions

1. Etat de la gestion des déchets spéciaux dans l'entreprise nationale de peinture (unité de lakhdaria).....	51
1.1. Déchets récupérés et vendus ou cédés.....	51
1.2. Déchets récupérés et stockés.....	52
1.3. Déchets incinérés.....	52
1.4. Déchets à évacuer vers la décharge.....	52
1.5. Déchets en stock.....	52
2. Etat de la gestion actuelle des déchets au sein de l'entreprise (UPL).....	52
2.1. Tri.....	53
2.2. Collecte.....	53
2.3. Transport.....	55
2.4. Stockage.....	55
2.5. Modes de valorisation.....	60
2.6. Mode d'éliminatoire.....	64
3. Résultats de l'enquête par questionnaire.....	64
3.1. Perception du mot déchet.....	64
3.2. Perception des employés sur les actions et gestes de réduction de la quantité des déchets spéciaux .....	65
3.3. Perception sur le tri sélectif des déchets.....	66
3.4. Formation de base des employés à la gestion des déchets.....	67
3.5. Existence des moyens suffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux.....	68
3.6. Formation de base des employés des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise (ENAP).....	69
3.7. Représentation de la gestion des déchets pour l'entreprise.....	70
3.8. Existence d'un service de la gestion des déchets dans l'entreprise.....	71
3.9. Types de déchets qui posent un problème de gestion à l'entreprise.....	72
3.10. Connaissance des quantités des déchets produites.....	73
3.11. Comment développer des actions de prévention.....	74
3.12. Développement et démarches pour le recyclage.....	75
3.13. Type du système utilisé dans le traitement des déchets.....	76
4. Discussion.....	77

## *Sommaire*

5. Comparaison des résultats du questionnaire entre les quatre développements.....78

**Conclusion et recommandation.....84**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

Le respect des normes en matière de lutte contre les atteintes à l'environnement est devenu une préoccupation majeure aussi bien du législateur que des entreprises elles mêmes, en tant que productrices de biens et services et de déchets de toutes sortes.

Afin de maintenir leur compétitivité et d'assurer leur pérennité, les entreprises doivent intégrer dans leur stratégie la maîtrise de tous leurs impacts. De plus, il est impératif d'obtenir la participation de tous les employés et des gestionnaires.

Notre travail consiste à évaluer la situation de la gestion des déchets spéciaux dans cette entreprise (ENAP-UPL), et à s'impliquer dans la mise en œuvre des modes de gestion plus durables.

Pour l'évaluation, nous avons effectué une observation globale sur le terrain, où nous avons constaté l'existence de 4 modes de gestion des déchets spéciaux. Ces modes ont été choisis en fonction des critères suivants :

- Implication des employés (Mode de gestion participatif)
- Effectif dans chaque département
- Quantité des déchets spéciaux générés par chaque département

Ensuite, nous avons effectué une observation par groupe, avec un questionnaire pour les employés.

L'enquête par questionnaires auprès des employés a révélé que ces derniers semblent être suffisamment sensibilisés mais moins formés vis-à-vis de la gestion des déchets en général.

Mots clés : ENAP-UPL, déchets de peinture.

La révolution industrielle moderne correspond à une mutation considérable dans le domaine du développement scientifique, économique, social, technologique et industriel. Cette évolution est accompagnée par le changement de comportement dans nos sociétés ainsi des nouvelles pratiques de consommation et de production sont mises en œuvre. Les modes de vie sont devenus moins « économes » en matières premières et en énergie consommées et plus générateurs de déchets. En conséquence, chaque membre de la localité rejette de plus en plus de matière résiduelle et de déchet. Cet accroissement quantitatif est accompagné également d'une transformation qualitative « on n'abandonne plus les mêmes choses ». Les matières et matériaux utilisés se sont « artificialisés », avec des caractéristiques qui rendent plus difficile leur réinsertion dans les cycles biogéochimiques naturels. Pendant de nombreuses années, on a cru qu'il suffisait de stocker ces déchets à l'écart pour qu'elle disparaisse définitivement.

Au-delà des obligations réglementaires, gérer ses déchets permet de limiter les nuisances et les risques liés, par exemple, à leur caractère dangereux ou encombrant, et réduire ainsi leurs impacts sanitaires et environnementaux. En tant que consommateur, promoteur, usager des produits industriels, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets.

Aujourd'hui, les préoccupations écologiques sont présentes dans tous les secteurs de l'activité économique et le management des entreprises intègre de plus en plus la composante environnementale. Beaucoup de solutions ont été envisagées pour le traitement et la valorisation de nos déchets dans le but de réduire le caractère polluant ou de récupérer une partie de la matière ou de l'énergie qu'ils contiennent d'une part et de répondre aux différents tests réglementaire en vigueur d'autre part. De nombreux procédés ont été inventés ou adaptés, de nombreuses entreprises ont été créées en vue du traitement des déchets. Malgré que les données bibliographiques sur ce sujet soient très abondantes, les applications sur des déchets industriels spéciaux restent encore rares.

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressés exclusivement aux déchets industriels, et plus particulièrement à une catégorie d'entre eux les déchets industriels spéciaux issus des processus de fabrication de la peinture de l'entreprise nationale des peintures (**l'ENAP**) unité de Lakhdaria (Algérie). Bien qu'ils ne représentent pas le tonnage le plus important, ces déchets constituent la menace la plus lourde pour l'environnement en raison de leur caractère toxique et dangereux.

L'entreprise a fait des efforts pour minimiser les quantités des déchets générés lors de la fabrication de la peinture en effectuant des investissements allant dans le sens de la modernisation de ces installations et l'amélioration de la sécurité et du respect de l'environnement, l'acquisition d'une station de régénération des solvants usés qui permet de les réutiliser dans la fabrication des peintures ou du nettoyage des outils et des appareils, toutefois, il reste toujours une quantité des résidus que ne sont pas pris en charge. Ces derniers appelés **boue de peinture**, sont issus de différents processus de production, posent un grand problème pour l'entreprise dans leur gestion. Actuellement, les quantités (en Tonne par année) des boues produites sont stockés dans des fûts métallique dans le terrain annexe à l'aire libre en attendant des solutions.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce projet de mémoire qui consiste en l'étude des modes de gestion des déchets de peinture au sein de l'unité de Lakhdaria. Dans le but de savoir est ce qu'ils sont écologiquement respectable, socialement viable et économiquement fiables ?

Pour mener à bien notre réflexion, nous avons structuré notre étude comme suit :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique. Nous abordons dans le premier chapitre les notions générales de la gestion des déchets, en particulier les déchets industriels (spécieux). En second lieu nous présentons les différents types de déchets, leur origine ainsi que les différents modes de gestion et de valorisation. Dans le deuxième chapitre nous exposons des données sur les peintures, leur composition et mode de fabrication, les déchets générés par ce processus et leur mode traitement et de valorisation. Le troisième chapitre est réservé à une présentation de l'entreprise nationale de peinture **P'ENAP** (unité de Lakhdaria **UPL**). La méthodologie utilisée pour effectuer ce travail est résumée dans le quatrième chapitre et les différents résultats obtenus ainsi que leurs discussions, suivis de quelques recommandations dans le cinquième et dernier chapitre. Nous terminerons avec une conclusion générale.

**CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES DECHETS****INTRODUCTION**

Depuis le début des années 2000, la gestion des déchets solides urbains a connu de nets progrès dans notre pays, à travers l'élaboration et la mise en œuvre des mesures réglementaires et un accompagnement de formation et de sensibilisation en direction des services techniques (collectivités locales) et gestionnaires de déchets. L'Algérie est passée de la décharge sauvage à la décharge contrôlée et au centre d'enfouissement technique, traduisant ainsi une réelle prise de conscience pour la protection de l'environnement et la nécessité d'une gestion intégrée des déchets solides urbains.

Cependant, La gestion des déchets industriels reste encore non développée d'un point de vue technique et organisationnel. Les unités industrielles et les structures existantes peinent en effet, à éliminer leurs déchets spéciaux et les restes des produits dangereux. Bien que, du point de vu réglementaire, un important arsenal juridique a été mise en place pour permettre à l'Algérie de se mettre en conformité avec les engagements internationaux aux quels l'Algérie a souscrit afin d'assurer la prise en charge des questions environnementales dans la perspective d'un développement durable.

Les grands principes du droit environnemental en Algérie sont consacrés dans trois textes de loi à savoir :

- Loi N° 01-19 du 12/12/2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les principes de base qui conduisent à une gestion intégrée des déchets, de leur génération à leur élimination.
- Loi N° 03-10 de la 19/07/2003 relative à la protection de l'environnement et au développement durable, consacre les principes généraux d'une gestion écologique rationnelle.
- Loi N° 04-20 du 25/12/2004 relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, définit clairement les responsabilités de chacun des acteurs impliqués dans le domaine de la prévention au niveau des zones et des pôles industriels.

**1. Les déchets****1.1. Définition d'un déchet**

Selon Roger BRUNET [1], le déchet est un « Produit inévitable de l'activité humaine, dont le traitement est coûteux et difficile, bien qu'il soit utile(...) ».

La définition des déchets pouvant varier d'un auteur à l'autre et d'un pays à l'autre. Or la plupart des auteurs s'accordent à dire qu'il n'existe pour le moment aucune définition satisfaisante du déchet [2-4]. Pour éviter les confusions, les différents acteurs impliqués dans la gestion de l'environnement se réfèrent en dernier lieu à la définition légale du déchet, bien qu'il existe plusieurs approches pour définir les déchets :

**a) Approche réglementaire**

Pour le législateur, il s'agissait avant tout de réglementer le traitement des déchets en interdisant le rejet dans l'environnement ou la revente en vue d'échapper aux obligations légales. Il fallait donc pouvoir définir de manière exacte ce qui entrait dans le cadre de la loi. Ainsi :

- La loi N° 01-19 du 12/12/2001 article 3 de journal officiel de la république algérienne N° 77 (2001), définit le déchet comme : « Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer. La diversité des produits de consommation excède maintenant la biodiversité ».

- La directive européenne du 18/03/1991 modifiant celle de 1975 considère comme déchet : « Toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire » [5].

**b) Approche environnementale :**

Du point de vue de l'environnement, un déchet constitue une menace à partir du moment où l'on envisage un contact avec l'environnement. Ce contact peut être direct, par exemple l'enfouissement technique durant de nombreuses années ou le résultat d'un traitement (incinération). Cette approche peut conduire à considérer des sous-produits de nature dangereuse ou contenant des polluants comme des déchets indépendamment de leur valeur ou de leur possible réutilisation.

**c) Approche économique :**

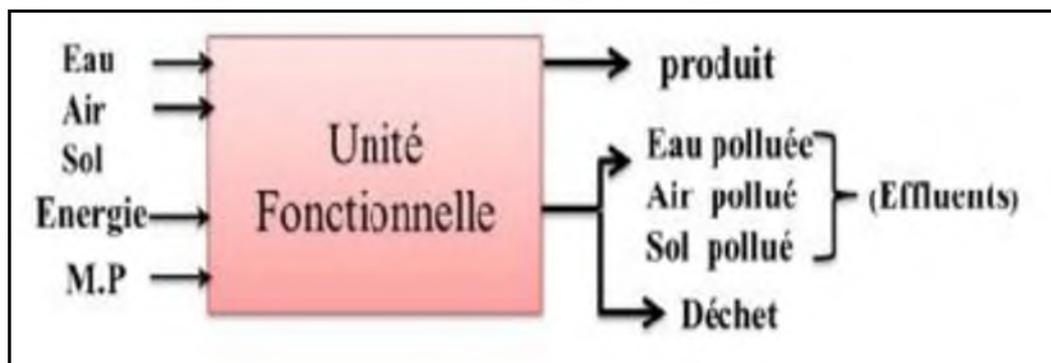
Sur le plan économique, un déchet est une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur à un moment et dans un lieu donné [6]. Cette définition exclut une bonne part des déchets recyclables, qui possèdent une valeur économique, même faible. Certaines entreprises peuvent ainsi être tentées de faire passer certains déchets pour des sous-produits pour les soustraire à la loi.

**d) Approche fonctionnelle :**

Dans cette approche, le déchet est considéré comme un flux de matière issu d'une unité fonctionnelle, celle-ci représentant une activité ou un ensemble d'activité. Le schéma de la figure 01 illustre que :

En entrée de l'unité fonctionnelle, on peut identifier plusieurs flux : matières premières, énergie et éléments de l'environnement : eau, air, sol.

En sortie de l'unité fonctionnelle, les flux sont constitués par les produits et les résidus.



**Figure 1 :** Définition fonctionnelle des déchets.

**1.2. Les différentes catégories des déchets :**

Le tableau 01 regroupe les principales catégories des déchets. On peut distinguer les différentes catégories des déchets en fonction de leur :

- **Nature physique :**
  - Solide, liquide, gazeux.
- **Origine :**
  - Déchets ménagers et assimilés (urbains), déchets industriels, déchets des activités de soins, déchets agricoles.
- **En termes de danger :**
  - Déchets inerte, déchets banals, déchets spéciaux.

On distingue également les déchets dits « de première génération » et des déchets de « seconde génération », (Figure 2), produits du traitement des déchets : résidus du lavage de fumées, mâchefers, boues des eaux usées... etc.

**Tableau 1** : Les différents types de déchets [7].

<b>Catégories de déchets</b>	<b>Type de déchets</b>
Déchets ménagers et assimilés	-Ordures ménagers -Déchets encombrants -Déchets des collectivités locales
Déchets hospitaliers	-Déchets d'activités de soins à risque infectieux -Déchets d'activités de soins sans risque infectieux -Déchets assimilés aux ordures ménagères -Déchets radioactifs
Déchets agricoles	-Déchets de l'élevage -Déchets des cultures -Déchets de l'industrie agroalimentaire
Déchets industriels	-Déchets industriels banals -Déchets industriels inertes -Déchets industriels spéciaux -Les boues

Les déchets au sens de la réglementation algérienne comprennent trois grandes catégories :

- Les déchets ménagers et assimilés(DMA)
- Les déchets spéciaux (industriels, agricoles, soins, services,...) (DS)
- Les déchets inertes(DI)

Dans le cadre de notre travail nous nous intéresserons exclusivement aux déchets industriels, et plus particulièrement à une catégorie d'entre eux notamment : les déchets industriels spéciaux.

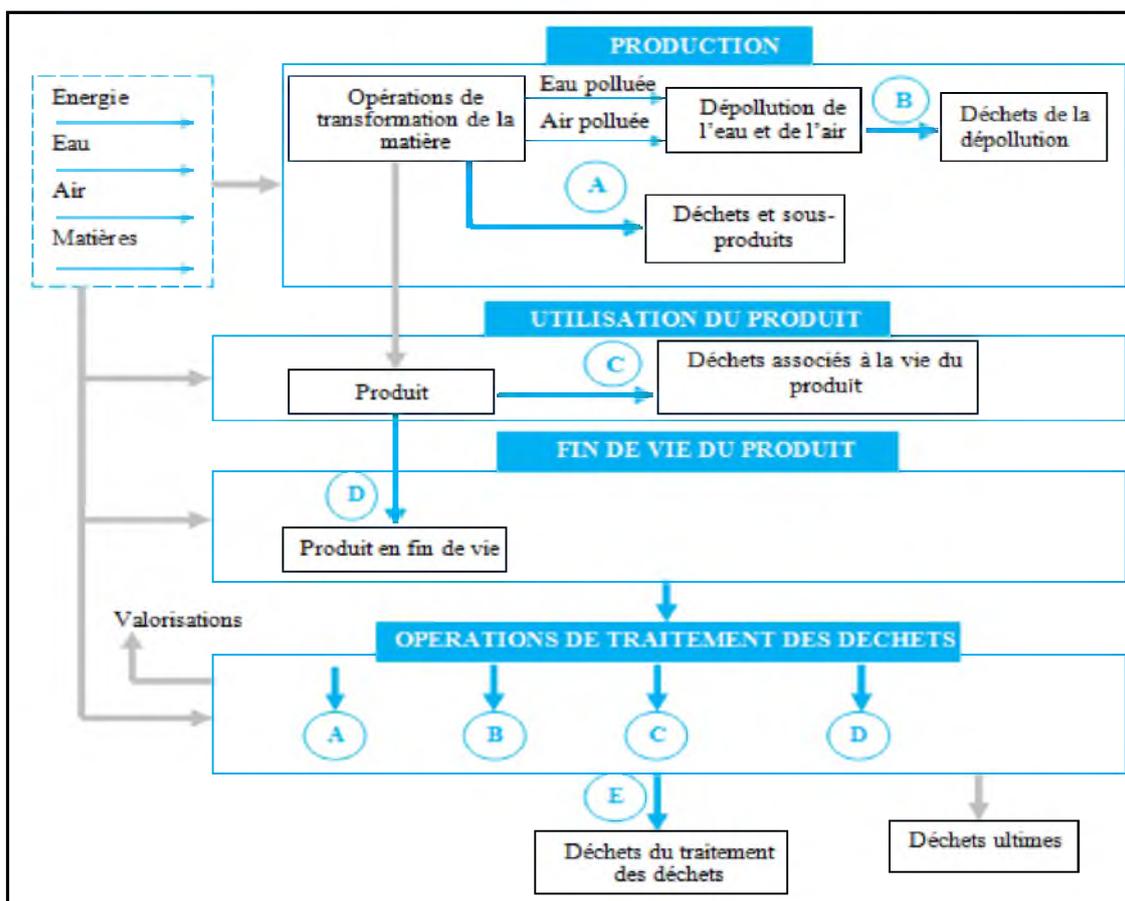


Figure 2: Processus d'émission des déchets aux différents stades.

## 2. Les déchets industriels :

### 2.1. Définition :

Les déchets industriels sont des déchets qui ne peuvent ni être admis en décharge ni être ramassés avec les OM en raison de leur quantité ou de leur toxicité. Leur diversité n'a d'égale que la variété de leurs caractéristiques, puisqu'ils dépendent étroitement des produits finis et des modes de fabrication.

Les déchets industriels se différencient des déchets ménagers par la variation plus rapide de leur composition et des quantités produites. Ils diffèrent également par la grande variation de leur caractère toxique en fonction du type d'activités [8].

Ils proviennent de l'industrie, du commerce, de l'artisanat et des transports. Ils regroupent :

- Les déchets industriels banals (D.I.B).

- Les déchets inertes (déchets de chantier).
- Les déchets industriels dangereux (D.I.D).
- Les boues industrielles.
- Les déchets ultimes.

**2.2. Déchets industriels banals (D.I.B) :**

Ils comprennent les déchets de toute nature dès lors qu'ils ne sont ni inertes, ni dangereux. Ces déchets ne présentent pas de caractère dangereux pour les milieux naturels ou les personnes, mais leur dégradation au cours du temps qui provoque des impacts sur l'environnement et la santé humaine : ils peuvent se décomposer, brûler, ou fermenter. Les DIB sont de natures assimilables aux déchets ménagers et peuvent être éliminés de façon identique. Ils sont constitués des :

Emballages des ménages, Bois, Métaux ferreux et non ferreux, Textiles, Emballages des entreprises, Verres, Papiers et Cartons, ... etc.

**2.3. Déchets inertes :**

C'est un déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas, ne produisent aucune réaction physique, chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles elles entrent en contact d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine.

**2.4. Déchets industriels dangereux (D.I.D) :**

Sont des déchets qui, par leur nature ou volume, font courir un risque physique lié à des réactions dangereuses, risque biologique et risque pour l'environnement et nécessitent un traitement spécifique dans des installations adaptée.

Un déchet est classé dangereux s'il comporte des substances dans des concentrations suffisantes pour présenter une ou plusieurs des propriétés de danger énumérées dans le tableau 02 (page 9).

Les D.I.D comprennent les Déchets Industriels Spéciaux (DIS), les déchets amiantés et les Déchets des Activités de Soins (DAS). Ils sont constitués des déchets organiques (types hydrocarbures, goudrons, boues), des déchets minéraux liquides (acides, bases, métaux lourds...etc.) ou solides (sables, cendres, Sous-produits de la sidérurgie ...) [9].

On trouve aussi dans cette catégorie les Déchets Toxiques en Quantités Dispersées (D.T.Q.D). Ce sont des déchets dangereux produits par les ménages, les commerçants ou les PME (garages, coiffeurs, laboratoires photo, laboratoires de recherche...etc.) en faible quantité qui ne peuvent pas être collectés par la municipalité à cause des risques qu'ils peuvent encourir (détergents, huiles usagées, désinfectants, décapants, acides ...).

**Tableau 2 :** Liste de critères de danger selon la directive européenne CEE91/689.

H1	Explosif	Pouvant exploser ou sensible aux chocs ou frottements.
H2	Comburant	Développant au contact des substances inflammables des réactions exothermiques.
H3-A	Facilement inflammables	Liquides : Point d'éclair < 21°C. Solide : Pouvant s'enflammer à l'air sans apport d'énergie. Gaz : Inflammable à l'air sous pression normale.
H3-B	Inflammables	Point d'éclair compris entre 21 et 55°C.
H4	Irritants	Développant une réaction inflammatoire au contact de la peau ou des muqueuses.
H5	Nocifs	Entraînant des risques de gravité limitée par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée.
H6	Toxiques	Pouvant entraîner des risques graves, aigus, ou chroniques, voire mortels, par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée.
H7	Cancérogènes	Pouvant entraîner un cancer ou augmenter la fréquence par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée.
H8	Corrosives	Pouvant exercer une action destructrice des tissus vivants par contacte.
H9	Infectieuses	Contenant des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants.
H10	Toxiques pour la reproduction	Pouvant produire des malformations congénitales non héréditaires ou en augmenter la fréquence par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée.
H11	Mutagènes	Pouvant produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence par inhalation, ingestion, ou pénétration cutanée.
H12		Dégagement de gaz toxique au contact de l'eau, de l'air ou d'un acide.
H13		Substance et préparations susceptibles lors de leur élimination (lixiviation par exemple) de donner naissance à une autre substance qui possède l'une des propriétés ci-dessus.
H14	Écotoxiques	Dangereux pour l'environnement de manière immédiate ou différée.

### **2.5. Les boues industrielles :**

Les boues industrielles sont l'ensemble de déchets liquides, pâteux ou solide sortant du site de production. On distingue, selon l'origine, deux types de boues :

- **Les boues de procédé :** déchets généralement pâteux issus de la chaîne de fabrication, non rejetées avec les eaux industrielles compte tenu de leurs propriétés (concentration élevée, toxicité pour le traitement biologique des eaux, etc.).
- **Les boues d'épuration :** qui désignent l'ensemble des phases concentrées issues des opérations de séparation de phase (décantations, filtrations ...) du traitement des eaux industrielles.

Les boues industrielles peuvent être classées :

- ✓ Selon leur origine industrielle : élevage, agroalimentaire, chimie, pétrole, bois et papeterie, cuir et peaux, industrie extractive et minérale, sidérurgie et métallurgie, peinture, traitement des surfaces, textile, etc.
- ✓ Selon le type de traitement effectué sur la file eau.
- ✓ Selon leurs propriétés physico-chimiques [8].

### **2.6. Déchets ultimes :**

Déchets résultant, ou non d'un traitement de déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux. Ce sont des déchets qui ne subissent aucune transformation physique, chimique ou biologique importante.

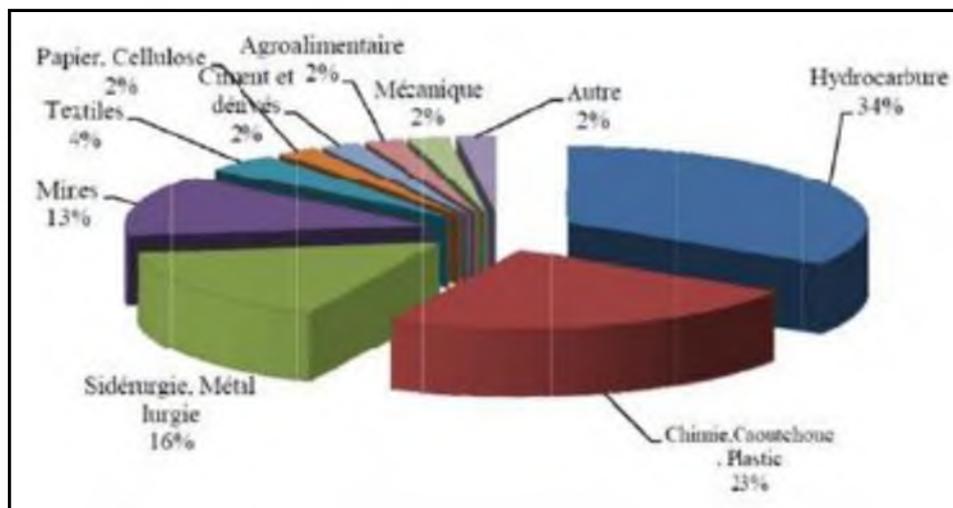
### **3. Production des déchets industriels :**

On peut estimer qu'un peu plus de la moitié des déchets industriels spéciaux sont produits par des grandes entreprises du secteur de la chimie, de la sidérurgie, et de la métallurgie extractive [10-12]. Le reste provient des P.M.E. et P.M.I.

La plupart de ces grandes entreprises disposent d'importants moyens de traitement interne et certaines proposent même leurs services comme centre collectif de traitement.

Selon le rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie [13], les quantités des déchets spéciaux générés sont d'environ : 330.000 T/an en 2011. Les quantités de déchets stockés en attente d'une solution d'élimination pendant l'année 2007 sont de l'ordre de 2 008 500 Tonnes. Le secteur des hydrocarbures et celui de la chimie (caoutchouc, plastique) génèrent plus de 57 % des déchets spéciaux, suivi par les secteurs de sidérurgie avec 16% et le secteur des mines avec un taux de 13 % (figure 3).

En Europe, La commission européenne estime à 77 millions le tonnage de déchets dangereux produits par l'Union des 27 pays (UE-27) ce qui représente environ 154 Kilos par citoyen européen pour l'année 2009 [14].



**Figure 3 :** Différent secteur générateur de déchet en Algérie (source MATE 2004).

#### 4. Stratégies de gestion et filières de traitement des déchets :

##### 4.1 Stratégies de gestion des déchets :

On entend par gestion des déchets, les opérations de collecte, d'acheminement, de stockage intermédiaire et de traitement des déchets pour leur réutilisation comme matières premières ou leur mise en décharge contrôlée. La prise en charge de la gestion des déchets par les autorités en charge de ce secteur est indispensable pour les raisons de santé publique et le respect de l'environnement.

Alain NAVARRO [15] a identifié cinq stratégies de gestion des déchets :

**4.1.1. Arrêt de la production :** C'est la stratégie la plus radicale, qui consiste à ne plus produire un produit constituant en fin de vie un déchet difficilement éliminable ou entraînant lors de sa production la génération de déchets difficilement éliminables. C'est la stratégie qui a été choisie pour les CFC et les PCB par exemple. La contrepartie de cette stratégie est la recherche de produits de substitution.

**4.1.2. Optimisation et innovation technologique :** En vue de réduire les quantités des déchets produits et leur toxicité. Cette stratégie est couramment assimilée au moyen employé pour la mettre en œuvre : les technologies propres. C'est ici la recherche de procédés de substitution qui constitue le goulot d'étranglement.

**4.1.3. Valorisation du déchet :** Mise en œuvre d'une politique de recyclage, de valorisation et de réutilisation des déchets de la production et de la consommation (que nous désignerons plus simplement sous le nom de valorisation). La difficulté consiste à trouver des procédés de transformation des déchets et des débouchés pour les matières issues de la valorisation.

**4.1.4. Rejet "éco-compatible" des déchets :** Il s'agit de retenir et concentrer la pollution afin de pouvoir rejeter un effluent dépollué vers l'environnement (rejet éco-compatible) et stocker un déchet ultime.

**4.1.5. Stockage et confinement dans le milieu naturel :** Le stockage ne constitue pas une stratégie à proprement parler. Il s'agit de la dernière étape de tout traitement débouchant sur un déchet ultime auquel il faut bien trouver un exutoire.

On peut répartir ces cinq stratégies en deux catégories : les stratégies préventives et les stratégies de valorisation et d'élimination (valorisation, rejet éco-compatible, stockage), ces dernières étant désignées habituellement par le mot traitement.

## **4.2. Stratégies de gestion de déchets en Algérie :**

La politique de gestion des déchets spéciaux s'inscrit dans la Stratégie Nationale Environnementale (SNE), ainsi que dans le Plan National d'Actions Environnementales et du Développement Durable (PNAEDD).

Le Plan National de Gestion des Déchets Spéciaux (PNAGDES), institué par la loi 01- 19 du 12/12/2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets vise la gestion de l'ensemble des déchets spéciaux en Algérie par :

- La mise en place des filières de collecte, de transport, de regroupement, de traitement et de valorisation des déchets.
- La promotion des métiers et services liés à la gestion des déchets spéciaux.

La loi interdit à toute entreprise d'abandonner, de brûler, d'enfouir ou de rejeter les déchets industriels spéciaux (DIS) qu'elle produit. Dès lors, elle doit confier cette gestion à des sociétés spécialisées. La collecte des déchets spéciaux est soumise à un agrément délivré par décision du ministre chargé de l'environnement.

## **4.3. Filières de traitement des déchets industriels :**

On peut définir le traitement des déchets comme l'ensemble des procédés visant à réduire dans les conditions contrôlées le potentiel polluant initial, la quantité ou leur volume.

Les stratégies de traitement (valorisation, rejet éco-compatible, stockage) sont mises en œuvre de manière concrète à travers ce que l'on appelle des filières de traitement. A l'origine, la notion de filière désigne un enchaînement d'opérations. Dans le domaine du traitement des déchets, il s'agit de l'ensemble des opérations à mettre en œuvre pour aboutir aux résultats souhaités : valorisation du déchet et/ou rejet éco-compatible d'effluents dépollués et/ou stockage d'un déchet ultime. Il existe plusieurs classifications des filières selon les critères suivants :

- Nature du déchet traité (ex : huiles solubles).
- Procédé principal mis en œuvre (ex : évapo-incinération).
- Objectif du traitement (ex : valorisation thermique).

Alain NAVARRO [15] a ainsi proposé une classification des filières à plusieurs niveaux qui fait essentiellement apparaître les objectifs du traitement et la nature du déchet visé.

#### **4.3.1. Valorisation énergétique :**

- Combustion avec récupération d'énergie.
- Élaboration de combustibles dérivés par des procédés mécaniques.
- Élaboration de combustibles dérivés par des procédés thermiques.
- Élaboration de combustibles dérivés par des procédés biologiques.

#### **4.3.2. Valorisation matière première :**

- Matières premières organiques naturelles ou artificielles.
- Matières premières minérales, métalliques ou non métalliques.

#### **4.3.3. Valorisation en science des matériaux :**

- Liants hydrauliques et matériaux de structure.
- Verres et céramiques.
- Plastiques et caoutchouc.
- Fibres cellulosiques de récupération.
- Autres.

#### **4.3.4. Valorisation en agriculture et agro-alimentaire :**

- Amendement organique.
- Amendement minéral.
- Alimentation pour animaux.

#### **4.3.5. Valorisation en science de l'environnement :**

- Traitement des effluents pollués liquides ou gazeux.

- Solidification ou stabilisation des déchets toxiques.

#### **4.3.6.Élimination :**

- Incinération.
- Traitement biologique des déchets.
- Traitements physico-chimiques.
- Mise en décharge.

De cette classification nous constatons que la priorité est donnée en premier lieu à la valorisation matière et/ou énergétique selon la nature du déchet, que a d'autre mode de traitement tel que l'incinération simple ou la mise en décharge (élimination).

#### **5. Valorisation des déchets industriels :**

La valorisation des déchets est définie comme un mode de traitement qui consiste dans « Le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ». En d'autre terme la valorisation consiste en tout traitement des déchets qui permet de leur trouver une utilisation ayant une valeur économique positive. Tous les types de valorisation des déchets contribuent à ménager les ressources.

Ainsi, une analyse effectuée par l'ANRED [16] estime à environ 530 T/an la quantité de chrome rejeté dans les déchets industriels. Pour le cuivre, ce sont 44 T/an qui partent en déchets, tout comme 108 T/an d'hydrocarbures. Ces chiffres montrent à quel point l'élimination des déchets sans valorisation peut se traduire par une perte conséquente de matière première.

Les filières de valorisation sont variées. Chacune de ces filières concerne généralement une catégorie de déchets très spécifique. On peut distinguer :

##### **5.1. Valorisation matières :**

Visent à obtenir une matière première à partir d'un déchet complexe ou à utiliser le déchet comme matière première. Les techniques employées font appel à des procédés comme la distillation, l'extraction, la filtration ou l'absorption.

##### **5.2. Valorisation énergétique :**

Dans les grosses installations d'incinération, la chaleur dégagée par la combustion des déchets peut être récupérée sous forme de vapeur, par passage des fumées au travers des tubulures d'une chaudière. La vapeur ainsi récupérées peut être valorisée en mode chaleur et/ ou électricité, et être utilisée :

- Pour alimenter un réseau de chauffage urbain ou d'entreprises.

- Comme énergie pour fonctionner les processus de fabrication, stérilisation...
- Pour produire de l'électricité par l'intermédiaire des turboalternateurs.

Du point de vue global les déchets représentent un gisement potentiel de valeur, tant par leur contenu énergétique que par leur contenu en matières premières, la valorisation de ces déchets peut permettre de :

- Préserver les ressources correspondantes. Ceci se traduit par une disponibilité des ressources à plus long terme, mais aussi par une diminution des atteintes à l'environnement associées à l'exploitation de ces ressources.
- Éviter des atteintes à l'environnement du fait d'un traitement classique du déchet.

#### 6. Procédés de traitement des déchets industriels :

Il existe plusieurs procédés utilisés pour le traitement des déchets industriels spéciaux selon leur nature on distingue :

- Le traitement thermique.
- Le traitement biologique.
- Le traitement physico-chimique.
- Stabilisation et la mise en décharge dans des sites particuliers.

Parmi ces différents procédés, nous nous intéresserons uniquement dans ce mémoire aux procédés de traitement thermique et plus précisément à l'incinération qui est le plus ancien mode de destruction et la méthode la plus développée, représente 50% de la part des procédés utilisés pour le traitement des déchets industriels spéciaux (figure 4).

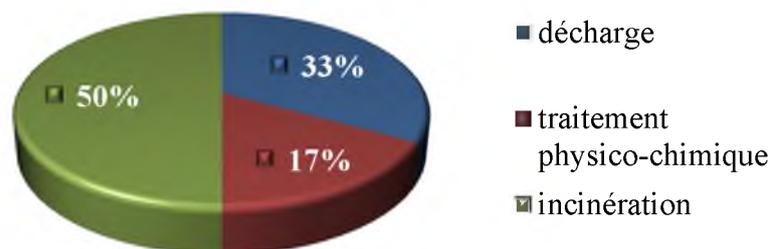


Figure 4: Voies de traitement des DIS [17].

L'incinération est un traitement appliqué à un très large éventail de déchets. Il a connu une évolution technologique rapide au cours des 10 à 15 dernières années. Cette

évolution est en grande partie le fait d'une législation propre au secteur qui a contribué notamment à la réduction des émissions atmosphériques des installations. Les procédés sont en perpétuel développement et le secteur met actuellement au point des techniques qui permettent de limiter les coûts en améliorant la performance environnementale [18].

### **6.1. L'incinération :**

Ce procédé est déjà ancien : la première unité d'incinération a été installée en 1876 au Royaume-Uni [19].

Les procédés d'incinération consistent à brûler les déchets dans des fours aménagés à cet effet, ils offrent l'avantage de réduire de 70% en masse et de 90% en volume les déchets solides à éliminer. Cette technique concerne les déchets municipaux, industriels et médicaux non-recyclés et dont la destruction par des procédés physico-chimiques ou biologiques reste difficile [20].

Son principe repose sur une combustion aérobie (en présence d'air) dans un four où les températures sont importantes (870 à 1200°C). Ces hautes températures détruisent les polluants ou les volatilisent [21].

Les déchets solides sont introduits dans l'incinérateur par un système manuel ou automatique, après un broyage préalable lorsqu'ils sont volumineux. Les déchets liquides qui nécessitent parfois un préchauffage ou une filtration, sont pulvérisés dans le foyer par des brûleurs spéciaux [22].

#### **6.1.1. Les paramètres physiques pour le choix de l'incinération :**

Le choix de l'incinération est conditionné par les deux paramètres physiques essentiels à savoir le Pouvoir Calorifique Inférieur (P.C.I) et le taux d'humidité, qui déterminent l'aptitude du déchet à la combustion.

##### **a) Pouvoir calorifique :**

Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète à pression atmosphérique de l'unité de quantité du combustible considéré. Exprimé en J/kg, il permet de connaître l'énergie libérée par la combustion des déchets. On distingue :

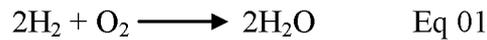
- ✓ **Le pouvoir calorifique supérieur P.C.S** : donne le dégagement maximum théorique de la chaleur de combustion en tenant compte de la chaleur de condensation de la vapeur d'eau libérée pendant la combustion.

- ✓ **Le pouvoir calorifique inférieur P.C.I** : ne tient pas compte de la chaleur de condensation de l'eau dégagée, elle est supposée restée à l'état vapeur.

En pratique, le PCI est déterminé à partir du P.C.S par la formule:

$$P.C.I = PCS (1 - Hu) - C_v (Hu + 9H)$$

- Hu: taux d'humidité exprimée en %.
- C<sub>v</sub>: chaleur latente de vaporisation de l'eau égale à 583 kcal/kg.
- 9H: la masse d'eau formée pendant la combinaison de l'hydrogène des déchets avec l'oxygène de l'air selon la réaction :



Cette réaction en masse molaire 4g de H et 32g de O pour donner 36g d'eau, soit l'unité de masse d'eau pour 9 de H [9].

**b) Taux d'humidité :**

L'humidité joue un rôle important puisqu'elle influe sur l'auto-combustion des déchets ménagers. Les déchets doivent être secs pour pouvoir être enflammés, ce qui implique que l'eau renfermée dans les déchets doit être évaporée.

Pour que les déchets puissent être incinérés sans appoint, ils ne doivent pas avoir un taux d'humidité supérieur à 50% (figure 4).

On peut aussi évaluer l'aptitude des déchets à la combustion en traçant le diagramme ternaire de la fraction combustible (C et H), fraction inerte (matériaux minéraux) et du taux d'humidité.

La connaissance de la composition et l'humidité des déchets permet de déterminer leur aptitude à la combustion et aussi une évaluation de la proportion d'inertes, contribue à la détermination des quantités des résidus de traitement qui devront être stabilisés.

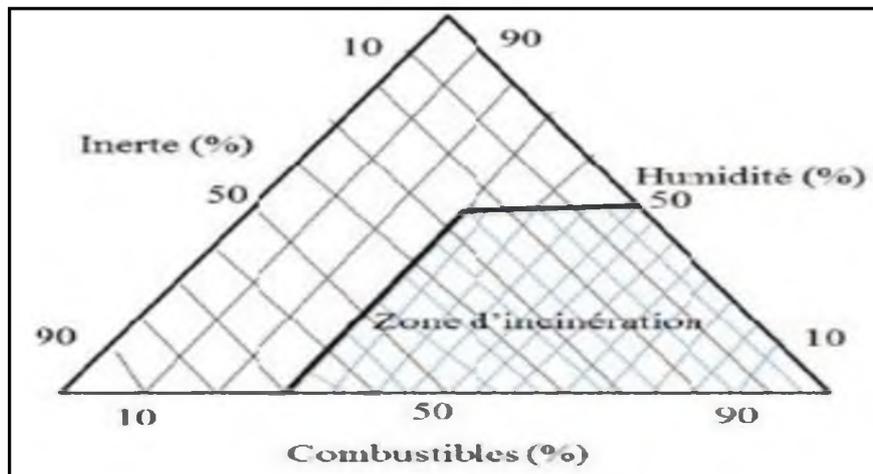


Figure 5 : Diagramme ternaire de la composition des déchets.

- **Paramètres d'une bonne combustion :**

Pour réaliser une bonne combustion de déchets, il est nécessaire de contrôler trois facteurs formant **la règle des 3 T**.

**c) Température :** Elle doit être suffisante pour réduire la majorité des molécules auto-combustibles. Cette température est en général de l'ordre de 1000°C, mais elle peut varier entre 500 et 600°C pour des gaz faciles et 1400°C pour des composés difficiles. La réglementation demande à ce que la température soit maintenue supérieure à 850°C pendant au moins 3 secondes pour empêcher la formation de gaz toxiques polluants.

**d) Temps de séjour :** C'est le temps pendant lequel les déchets sont exposés aux hautes températures. Il doit être suffisamment long pour assurer le déroulement complet des différentes réactions. Il est déterminé par la relation :

$$T = V/Q$$

Q : le débit en volume de gaz produit par la charge incinérée.

V : le volume de la chambre de combustion.

Dans le cas des déchets solide le temps de séjour ( $t_s$ ) peut varier entre 30 minutes et 03 heures et en moyenne de 60 minutes. Par contre, pour les déchets liquides le temps de séjour est réduit à quelques secondes.

- **Turbulence :** La turbulence permet le mélange intime des combustibles et de l'air comburant. Elle doit être suffisante pour maintenir une bonne homogénéité. Elle peut être obtenue :

- Soit directement dans les brûleurs par injection d'effluents : la viscosité du produit doit permettre une bonne atomisation et par suite un mélange rapide avec l'air comburant soufflé à grande vitesse.

- Soit dans le four par des aménagements divers : changement de vitesses par des restrictions, inversion de parcours des fumées, dispositions judicieuses d'injection d'air et produits [9].

### **6.1.2. Les unités d'incinération des déchets spéciaux :**

Les incinérateurs de déchets spéciaux doivent être capables de transformer de façon fiable des déchets de composition et de consistance différente en matières non polluantes.

Les incinérateurs de déchets spéciaux sont constitués de trois zones principales correspondant aux différentes étapes du procédé :

- Zone de combustion.

- Zone de récupération d'énergie.
- Zone d'épuration des fumées et gaz.

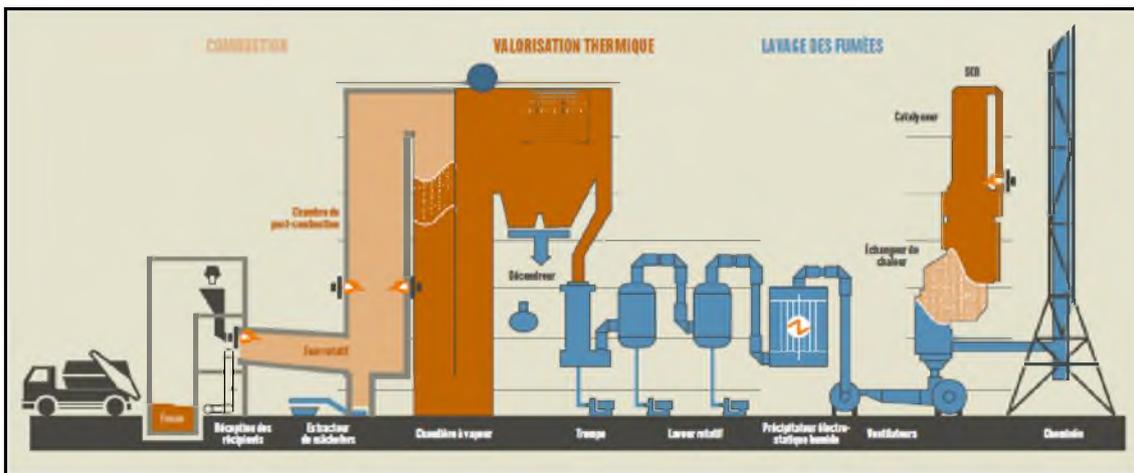


Figure 6 : Schéma d'un incinérateur de déchets spéciaux [23].

#### a) La zone de combustion :

L'unité de combustion est considéré comme le cœur de l'installation sa tâche est l'incinération (oxydation) des déchets et la récupération d'énergie. L'usine d'incinération des déchets comporte un four pour la combustion des déchets solides et dans certains cas une chambre de post-combustion pour les gaz qui en sortent. La première opération est appelée combustion primaire, la seconde, combustion secondaires pour les gaz.

Il existe plusieurs types de fours utilisés dans les unités de traitement thermique des déchets industriels. Le choix d'un four repose sur le rendement thermique recherché, sur la qualité des rejets atmosphériques (les rejets sont d'autant plus faibles que la combustion est bonne), sur la capacité de l'installation et sur la nature des déchets à traiter. Le four rotatif est de loin le four le plus utilisé dans les installations d'incinération des déchets industriels spéciaux, suivi des fours à lit fluidisé [9].

#### • Les fours rotatifs :

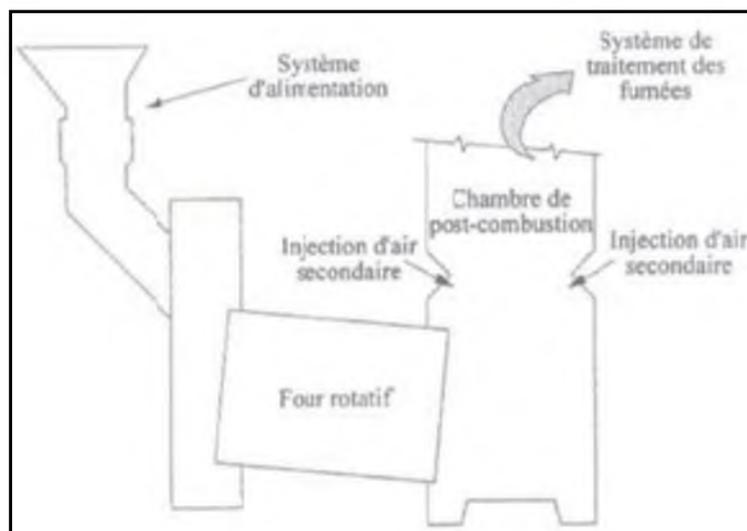
Ils ont pour avantage d'accepter des déchets de toute nature (solide/liquide/gaz). Ce procédé est essentiellement utilisé pour l'incinération des déchets industriels et les déchets hospitaliers dangereux.

Les fours rotatifs constitués d'un cylindre revêtu intérieurement de brique réfractaires, de diamètre de 1 à 5 m pour une longueur max de 20 m, légèrement incliné sur son axe horizontal (1 à 4°). Le cylindre est généralement placé sur des rouleaux, permettant au four de tourner ou osciller autour de son axe afin d'assurer le retournement du déchet et

sa combustion complète. Quelques fours ont une chemise de refroidissement (utilisant l'air et l'eau) qui aide à prolonger la durée de vie, et donc le laps de temps entre les arrêts d'entretien [18]. Les fours peuvent ou pas, selon les technologies, être muni d'une chambre de post-combustion (figure 5).

Les déchets entrent à l'intérieur du four par l'extrémité la plus haute et se décharge du côté opposé, à contre-courant avec les produits de combustion. Les températures de fonctionnement des fours rotatifs utilisés pour les déchets vont d'environ 500°C (en tant que gazéifieur) à 1450°C (en tant que four de fonte des cendres à haute température) et le temps de séjour variable selon la combustion 30 à 90 minutes. L'aération est assurée par l'injection d'un air dit primaire en excès sous le lit de déchet tandis que l'air secondaire est introduit au-dessus du déchet afin de compléter la combustion. Les fours rotatifs fonctionnent à co-courant ou à contre-courant.

- ✓ Dans le système à co-courant, le mouvement des déchets et ses scories (résidus) se fait dans la même direction que l'acheminement de l'air de combustion et des gaz de réaction.
- ✓ Dans la combustion à contre-courant, ces deux flux se déplacent en direction opposés (avantageuses pour les déchets ayant un faible PCI).

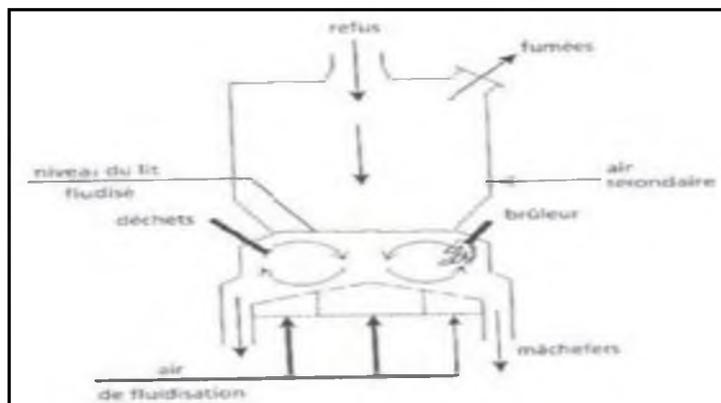


**Figure 7 :** Schéma du four rotatif.

- **Les fours à lit fluidisé :**

Les fours à lit fluidisés sont largement appliqués pour l'incinération de déchets solide ou liquide, (par exemple les boues d'épuration, les ordures ménagères, les résidus de nature organique... etc.). On les utilise depuis des décennies, surtout pour la combustion de carburants homogènes.

L'incinérateur à bain fluidisé est une chambre de combustion de forme cylindrique verticale, revêtue d'une couche réfractaire. Dans la partie inférieure, un lit de matériau inerte, (par exemple le sable, alumine et/ou les cendres) est déposé sur une grille ou un plateau perforé (distribution) est fluidisé par un courant d'air sous pression qui crée des mouvements de turbulences des matériaux inertes permettant ainsi une meilleure homogénéisation des déchets en combustion, une réduction des mâchefers, des émissions polluantes moins importantes et un meilleur rendement énergétique.



**Figure 8 :** Schéma du four à lit fluidisé.

**b) Zone de récupération d'énergie :**

L'énergie libérée par la combustion des déchets est récupérée dans une chaudière. Cette dernière reçoit les gaz de combustion à une température de l'ordre de 950°C pour les fours traditionnels, de 850°C pour les fours à lit fluidisé, et les restitue au système d'épuration des gaz de combustion à une température comprise entre 180 à 260°C.

On distingue trois types de valorisation énergétique :

- La production d'énergie thermique.
- La production de l'énergie électrique.
- La cogénération (production mixte de chaleur/électricité).

L'énergie transférée peut être utilisée sur site (remplaçant donc l'énergie importée) et/ou hors site. La chaleur et la vapeur sont couramment utilisées pour les systèmes de chauffage industriel et urbain. L'électricité est souvent fournie aux réseaux de distributions nationales et/ou utilisée à l'intérieur de l'installation.

**c) Zone de traitement des gaz de combustion et des fumées :**

A la sortie d'un groupe four-chaudière, la composition des gaz de combustion est fonction des déchets incinérés, du type de four et du mode opératoires. Ces gaz refferment généralement :

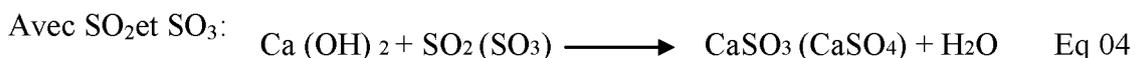
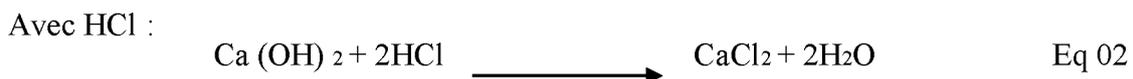
- Des gaz composée de CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl (1 à 2 g/m<sup>3</sup>), HF.
- Des poussières (cendres volantes minérales) (2 à 5 g/m<sup>3</sup>).
- Des métaux lourds : Hg, Cu, Pb, V, Ni, As, Zn, Cd, Co... (90 à 100 mg/m<sup>3</sup>).
- Des hydrocarbures (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) (5 à 30 mg/m<sup>3</sup>).
- Les dioxines et furanes (1 à 4 mg/m<sup>3</sup>).

Il est donc indispensable dans un souci de respect de l'environnement et de la santé humaine d'installé des équipements de traitement des gaz et fumées afin de diminuer les concentrations de ces rejets dans l'atmosphère.

La premier étape du traitement consiste à dépoussiérer les fumées à l'intérieur d'un : cyclone, filtre à manche et électro-filtre. Cette étape permet de récupérer la plus part des métaux lourds.

La deuxième étape consiste à neutraliser les gaz acides par l'un des trois procédés réglementés : Procédé humide ; Procédé sec ; Procédé semi humide.

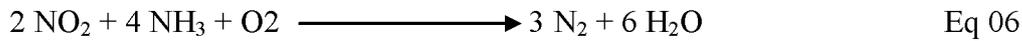
Les réactions de neutralisation sont :



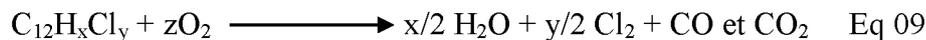
La troisième étape consiste à la réduction des NO<sub>x</sub> en diazote N<sub>2</sub> en injectant de l'ammoniac ou dérivés d'ammoniaque (par exemple l'urée CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) dans le four par l'un de ces procédés :

- Processus de Réduction Non-Catalytique Sélective (SNCR).
- Processus de Réduction Catalytique Sélective (SCR).

Les réactions principales de réduction qui ont lieu sont :



Le dernier procédé permet aussi la destruction des composés organiques tels que les dioxines-furannes [Dibenzoparadioxine poly-chlorée (PCDD) et dibenzofuranes (PCDF)] suivant cette réaction :



## 6.2. Co-incinération:

C'est un autre procédé de traitement thermique des déchets très utilisé depuis la crise pétrolière des années 1970 – 1980. Ce procédé permis la valorisation énergétique et matières des déchets simultanément.

A l'origine, le terme co-incinération, désigne la possibilité de brûler simultanément un combustible avec des déchets dans une installation initialement dimensionnée pour brûler uniquement le combustible sans le déchet. Cette technique est utilisée dans des activités industrielles à grandes consommatrice d'énergie, comme la production du ciment. Les déchets et les combustibles fossiles contiennent une certaine quantité d'énergie (exprimée en mégajoules ou MJ). Dans le cas des fours à ciment, la combustion d'un MJ de déchets est aussi efficace que la combustion d'un MJ de combustible fossile.

Une étude comparative a démontré qu'il est moins nocif pour l'environnement d'utiliser les déchets industriels comme combustible de substitution pour la production du ciment que de les traiter dans des incinérateurs de déchets.

En général, brûler des déchets génère des cendres. Dans la production du ciment, ces cendres sont incorporées au produit final, remplaçant de la sorte certaines matières premières qui autrement auraient été ajoutées au produit. Dans le cas de l'incinération, on se débarrasse de ces cendres dans des sites d'enfouissement des déchets.

**7. Traitement des déchets industriels en Algérie :**

En Algérie, la gestion des déchets industriels reste encore non développée d'un point de vue technique et organisationnel. Les unités industrielles et les structures existantes peinent en effet, à éliminer leurs déchets spéciaux et les restes des produits dangereux. Cette situation favorise les pratiques telles que :

- Le brûlage en plein air.
- Le mélange des déchets de différentes catégories.
- La mise en décharge sauvage.
- Ainsi que les autres formes de stockage non appropriées.

Il faut noter par ailleurs, que le pays a connu ces cinq dernières années une avancée remarquable en matière de prévention et de réduction de la pollution industrielle. Plusieurs unités et complexes industriels particulièrement polluants ont engagés un processus d'intégration des impératifs de protection de l'environnement dans leurs projets de développement et ont réalisé des investissements visant à réduire la pollution industrielle, on peut citer les exemples suivants:

— Le groupe ASMIDAL (Annaba) spécialisé dans la production, la commercialisation et le développement des engrais, de l'ammoniac et dérivés a arrêté deux unités polluantes et assuré la réhabilitation de ses équipements. L'entreprise a mis en œuvre un plan de gestion de l'environnement, se traduisant par l'aménagement d'un site d'entreposage des déchets industriels, la création d'un laboratoire environnemental et la mise en place d'un système de gestion ISO 14001.

— L'usine de fabrication d'acier ISPAT, El Hadjar (Annaba) a installé des systèmes de dépoussiérage et a mis en place des stations d'épuration des effluents liquides.

— Le complexe de matières plastiques de Skikda à mise en place une technologie propre basée sur les membranes échangeuses d'ions, ce qui a permis d'éliminer les rejets de mercure.

— L'acquisition par l'unité de fabrication de peinture de Lakhdaria (Bouira) de 03 dépoussiéurs et une chaîne de lavage automatique des cuves mobiles, permettant ainsi d'assurer un cycle de lavage en circuit fermé et de régénérer les solvants, ce qui permet d'éviter les rejets liquides.

— Le complexe électrolyse de zinc de Ghazaouat a procédé entre autre à la création d'un centre d'enfouissement technique pour recevoir les déchets de lixiviation.

Concernant l'élimination des PCB, terres contaminées, pesticides et autres POP's, en attendant la réalisation d'une usine appropriée. Ces derniers sont exportés vers des pays plus développés (Europe) qui disposent d'installations plus adéquats. Plusieurs programmes sont en chantier, le but est l'élimination progressive du stock existant :

- La réalisation de deux (02) Centres d'Enfouissement Technique de classe I (phase finale d'étude), le 1<sup>er</sup> situé dans la région de Tébessa (Nord – Est), et le 2<sup>ème</sup> dans la région de Sidi Bel Abbes (Ouest).
- Réalisation d'un centre d'enfouissement de déchets de l'usine ALZINC de Ghazaouet (Tlemcen) pour l'enfouissement de plus de 500.000 Tonnes de boues de lixiviation de zinc. Le CET est en cours d'achèvement.
- Programmation de réalisation d'une usine de traitement des déchets spéciaux et dangereux (dans la wilaya de Médéa (Centre)), avec un financement du Fonds Mondial de l'Environnement à hauteur de 25 millions de dollars et une participation de l'Algérie à hauteur de 13 millions de dollars. [13]

Vu que notre travail est dédié à l'étude du traitement des déchets des peintures de L'Entreprise Nationale de Peintures « ENAP » de Lakhdaria, nous avons réservé ce chapitre aux peintures (définition, composition, types, formation, déchets, traitement ...).

## LA PEINTURE

### 1. Définition

Une peinture, « paint » en anglais, est une préparation fluide qui peut s'étaler en couches minces sur différents supports et forment par l'évaporation d'un solvant un feuil adhérent, résistant, opaque, blanc ou coloré. Elle sert à protéger et à décorer, sa fonction protectrice est principale à l'extérieur (contre la corrosion) tandis qu'à l'intérieur, son application se base sur l'aspect décoratif. Selon les produits qui entrent dans sa composition le feuil de peinture peut être brillant, semi brillant, satiné ou mat. Avec un fort pourcentage d'huile, la peinture est brillante, au-dessous de 20 %, elle est semi brillante ou satinée et la peinture à eau est mate [25].

### 2. Les types de peintures

Il existe différents types de peintures qui varient selon leurs compositions. On en distingue des peintures : au plomb ; dites naturelles ; faites à base de chaux [26] ; à l'eau ou en phase aqueuse ; aux huiles ou en phase solvant ; alkydes ; cellulosiques ; polyesters et polyéthers ; vinyliques, acryliques et copolymères et élastomères [27].

### 3. Les principaux constituants des peintures

Une peinture est constituée dans le cas général de diverses catégories de matières premières qui sont : liants, pigments, charges, solvants, additifs et siccatifs (Schéma II. 1).



Figure 1 : Pourcentages approximatifs des composants de la peinture [28].

### **3.1. Les liants**

Appelés aussi résines ou polymères, les liants sont des substances macromoléculaires solides ou liquides, d'origines naturelles ou synthétiques, solubles dans nombreux solvants organiques. Ils sont à l'origine des caractéristiques spécifiques des peintures comme :

- L'adhérence au support.
- La cohésion entre tous les constituants de la peinture.
- La résistance aux agressions du milieu.
- La durabilité du feuil.

Les liants utilisés sont des résines : alkyles et alkyles modifiées ; cellulosiques ; acryliques et copolymères ; vinyliques ; époxydiques ; polyuréthanes ; bitumineuses ; aminoplastes ; polyesters ; polyéthers ; silicones ; d'hydrocarbures ; naturelles et dérivés ; phénoliques pures ou modifiées ou des huiles naturelles ou modifiées.

La nature chimique du liant détermine très largement la résistance de la peinture aux agents de dégradation. Nous en citons quelques-uns : le rayonnement solaire, l'eau, les produits chimiques et la température.

### **3.2. Les pigments**

Ce sont des substances minérales ou organiques, généralement sous forme de fines particules insolubles dans le milieu de suspension constitué de liants et des solvants. Ils possèdent un pouvoir colorant et couvrant déterminant ainsi la couleur d'une peinture et son aptitude à opacifier un support. Les pigments améliorent certaines propriétés physiques du film telles que : la dureté, l'imperméabilité ou la résistance à la corrosion. Cette dernière, a une propriété protectrice. Ils protègent aussi les liants contre la dégradation photo-lytique à partir de l'absorption ou de la réflexion des rayons UV et contribuent ainsi à la durabilité du film de la peinture.

### 3.2.1. Les pigments utilisés en peinture

#### a. Les pigments minéraux

Les pigments minéraux sont regroupés par couleurs (Figure 1) [29], classés par ordre décroissant de récurrence d'utilisation (Tableau 1) [24] et sont utilisés dans tous les types de peintures [25].



Figure 2 : Les pigments minéraux

Tableau 1 : Les différents pigments minéraux

Nom	Formule
<b>BLANC</b>	
Oxyde de titane	TiO <sub>2</sub>
Oxyde de zinc	ZnO
<b>BLEU</b>	
Bleu de cobalt	(CoO) <sub>m</sub> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>
Bleu outremer	Silicate de Al et polysulfure du Na
<b>VERT</b>	
Oxyde de Chrome	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Oxyde de Chrome hydraté	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .n H <sub>2</sub> O
Vert de Chrome	Jaune de Chrome + ferrocyanure ferrique
<b>JAUNE</b>	
Oxyde de Fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Chromate de Plomb	PbCrO <sub>4</sub>
Jaune de Zinc	4 ZnO, 4CrO <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, 3H <sub>2</sub> O
<b>ORANGE</b>	
Orange de Chrome	xPb CrO <sub>4</sub> , yPbO
<b>ROUGE</b>	
Rouge de Cadmium	Cd S, Cd Se
Oxyde de Fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>BRUN</b>	
Oxyde ferrique et ferreux	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO
<b>NOIR</b>	
Oxyde de Fer	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

### b. Les pigments organiques

Parmi les composés des pigments organiques les plus utilisés en peinture on trouve le:

- diascozine : violet.
- e mono azoïque de la série des naphhtols : rouge.
- diazoïque : jaune organique.

### c. Les pigments fonctionnels

Ces pigments apportent au film des caractéristiques différentes de l'opacité et de la couleur telle que l'anticorrosion, la conductivité etc.

### 3.3. Les charges

Ce sont des substances minérales en poudre, pratiquement insolubles dans les milieux de suspension utilisés (les liants et les solvants). Elles se distinguent des pigments par leurs faibles pouvoirs opacifiant et colorant. Elles sont utilisées pour des raisons économiques et techniques par diminution du cout de revient des peintures tout en assurant la consistance, l'imperméabilité et la résistance [25]. Les principaux types de charges utilisées dans les peintures sont portés dans le (Tableau 2) [30].

**Tableau 2.** Les différents types de charges et leurs formules chimiques

Type de composés	Nom	Formule
Sulfates	Barytine	BaSO <sub>4</sub> naturel
	Blanc fixe	BaSO <sub>4</sub> blanc fixe
Carbonates	Carbonates de calcium	CaCO <sub>3</sub>
	Dolomite	(CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub> )
Oxydes	Silices	SiO <sub>2</sub>
Silicates	Talc	(3MgO, 4SiO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O)
	Mica	(K <sub>2</sub> O, 3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 6SiO <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O)
	Silicate de Calcium	(CaO, SiO <sub>2</sub> )

### 3.4. Les solvants

Les solvants sont des produits organiques liquides, simples ou mixtes, généralement transparents et volatils. A l'exception de l'eau, les solvants sont aussi appelés Composés Organiques Volatils (COV). Ils sont les véhicules de la peinture qui permettent sa fabrication et son utilisation, aussi, ils permettent d'obtenir la viscosité adéquate pour une application correcte et aisée. Par ailleurs, ce sont des composés qui servent à solubiliser le liant polymère

pour s'étaler sur le support. Ils sont éliminés du film de peinture par évaporation pendant le séchage. Enfin, ils sont également choisis selon des critères économiques, hygiéniques et sécuritaires. Généralement, dans l'industrie des peintures, les solvants sont utilisés sous forme de mélange. Lors du séchage de film de la peinture, les solvants servent au transfert des constituants fixes du film vers le support. Leur rôle est de rendre la peinture ou tout filmogène (résine), assez fluide pour faciliter son application, puis, après l'évaporation du solvant retrouver une phase solide. Dans les installations d'application des peintures, les solvants sont utilisés exclusivement sous forme de mélange (diluant) pour obtenir la viscosité adéquate à l'application.

Les principaux types de solvants utilisés dans la peinture sont des :

**\*hydrocarbures aliphatiques :** essences spéciales, solvants paraffiniques et isoparaffiniques, white spirit (mélange constitué essentiellement d'hydrocarbure aliphatiques).

**\*hydrocarbures terpéniques :** essence de térébenthine, huile de pin, dipentène...

**\*hydrocarbures aromatiques :** xylène, naphta lourd, naphta léger ... à l'exception du benzène dont l'utilisation dans les peintures est interdite.

**\*Les éthers-oxydes :** dérivés oxypropyléniques (éthylglycol, éthylidiglycol, propylglycol, butylidiglycol) ou oxypropyléniques (méthoxypropanol, méthoxydipropanol, éthoxypropanol, butoxypropanol).

**\*Les esters :** acétates d'éthyle, d'isopropyle ou de butyle, acétate oxyéthyléniques, acétate oxypropyléniques (acétate de méthoxypropyle, acétate d'éthoxypropyle et de méthoxydipropyle).

**\*Les cétones :** acétone, méthyléthylcétone (MEK), méthylisobutylcétone (MIBK), cyclohexanone, diacétone alcool, éthylamylcétone, diisobutylcétone, isophorone.

**\*L'eau :** afin de répondre aux exigences écologiques et de minimiser les COV, les fabricants de peinture ont synthétisé des résines pouvant être solubilisées ou dispersées dans l'eau.

### **3.5. Les additifs**

Appelés aussi adjuvants, les additifs confèrent diverses propriétés à la peinture liquide et au film. Ils sont introduits en faibles quantités (moins de 1 % du poids total de la peinture), afin d'apporter ou modifier un certain nombre de propriétés. Leurs actions interviennent dans toutes les étapes de la fabrication et de l'emploi de la peinture en diminuant le temps de fabrication, facilitant l'étalement de la peinture sur le substrat et améliorant la stabilité des peintures au stockage.

Les principaux types d'additifs utilisés dans la peinture sont les agents: mouillants et dispersants ; d'étalement ; anti-mousses ; de rhéologie ; anti-flottation ; de séchage ; de coalescence ; anti-bactéries ; des éclaircissantes optiques ; anti-déposant ; anti-nuançage et anti-UV.

### **3.6. Les siccatifs**

Un siccatif est une substance qui joue un rôle de catalyseur en accélérant le séchage ou durcissement (siccation) de la peinture à base d'huile.

### **3.7. Les durcisseurs**

Le durcisseur est un composé chimique qui provoque la formation d'un film et règle le degré de réticulation du liant. Il réagit avec le liant et lui confère des propriétés qui relèvent de la dureté, la résistance aux intempéries, à l'exemple de : polyisocyanates, 1,6 diisocyanate d'hexaméthylène, polyamines... etc. [31].

## **4. Processus de la fabrication des peintures**

Le processus de fabrication d'une peinture passe par plusieurs étapes après sa formulation (schéma 2).

### **4.1. L'empattage (mouillage)**

Le mouillage consiste en la pénétration du liant dans les interstices des agglomérats du pigment avec déplacement de l'air absorbé, il s'agit donc de remplacer l'interface solide/air par l'interface solide/milieu de dispersion, cette méthode est facilitée par l'emploi d'agent mouillant.

### **4.2. Le broyage (dispersion)**

Ce premier mouillage reste insuffisant, il doit être complété par le broyage, qui consiste en la séparation mécanique des gros agglomérats des plus petits dispersés dans le liant. Cette opération est réalisée par les forces de cisaillement transmises par les microbilles du broyeur ou le tricylindre. Ainsi, un broyage correct confère des propriétés *optimales* pour la peinture : pouvoir couvrant, teinte, brillance, propriétés mécaniques, stabilité... etc.

### **4.3. La dilution**

Elle consiste en l'addition sous agitation du complément de la formule : résines, solvants et additifs, pour stabiliser la dispersion et développer certaines propriétés telles que l'étalement, le séchage, la résistivité... etc. Après dilution, les paramètres communs et spécifiques à chaque peinture sont contrôlés pour conformité ou correction de qualité. Les

paramètres contrôlés sont généralement : la viscosité, la finesse, la densité, l'adhérence, le rendement et l'épaisseur du film sec.

**4.4. La mise à la teinte**

En fonction des étalons de teinte à réaliser, le coloriste intervient après la phase de dilution pour contrôler la teinte et la corriger éventuellement. Les teintes sont réalisées soit :

- Par broyage : Tous les pigments sont dans une même formule comme le dioxyde de titane, l'oxyde de fer jaune, le noir de carbone entre autre. Cette méthode nécessite la plupart du temps des corrections de teinte.
- Par mélange de teintes de bases rayées séparément à l'exemple des bases polyuréthanes bleus, le noir oxyde jaune etc.

**4.5. La filtration**

Après l'opération de dilution, les produits finis ont généralement besoin d'être filtrés afin d'éliminer les impuretés éventuelles (peau, grumeaux etc.). On utilise, pour cette opération des tamis, des filtres à cartouches ou des poches.

**4.6. Le conditionnement**

Les produits contrôlés conformes aux normes sont conditionnés manuellement, sur des conditionneuses pondérales ou volumétriques dans divers emballages tels que : fûts, bidons, boites etc. Les produits sont ensuite stockés dans le magasin de produits finis en vue de leur expédition vers les clients [25].

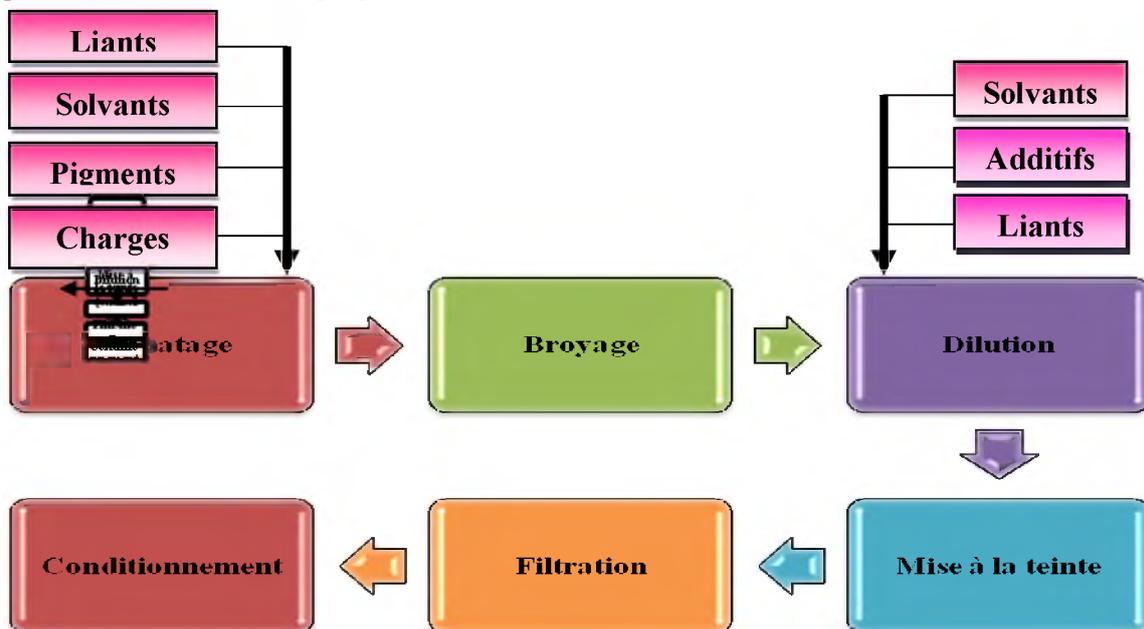


Figure 3 : Les étapes de production de la peinture.

## **5. Les déchets de peinture**

La peinture engendre divers déchets (solides ou liquides) à savoir : peinture séchée ou polymérisée, chiffons et charbons actifs souillés, balanciers, crochets, supports hors d'usage, emballages souillés (pots, bidons, fûts), rebuts de fabrication (ratés ou pertes), boues de peinture, eaux de cabines de peinture, déchets de nettoyage et solvants souillés.

### **5.1. Valorisation et traitement des déchets (boues) de peinture**

#### **5.1.1. Valorisation**

Il existe deux modes de valorisations des déchets de peinture soit en matière ou énergétique.

##### **5.1.1.1. Valorisation en matière**

Outre les emballages souillés et les solvants usagés, les boues de peinture notamment celles issues de cabines, peuvent être valorisées. Ses différents constituants (le liant, les charges et les pigments) sont séparés grâce à divers traitements physico-chimiques et utilisés dans la fabrication de nouvelles peintures. Les boues peuvent être également transformées en une peinture plastique anti- gravillonnage qui permet de préserver l'étanchéité de surface. Le principe permet de mélanger une composition concentrée à base de gomme, on parle ici d'un liant qui permet de conserver les pigments de couleur ou de résine spécialement formulée avec une même quantité de déchet. Ce procédé s'applique à tout déchet à base de peinture acrylique, polyuréthane ou synthétique, de diluant et de poussière de ponçage.

##### **5.1.1.2. Valorisation énergétique**

En fonction de leurs caractéristiques physiques, les boues de peinture peuvent être incinérées en cimenterie.

- Sous forme liquide, les boues sont introduites seules ou en mélange au même niveau que le combustible.
- Sous forme solide ou pâteuse, les déchets sont prétraités, mélangés avec un matériau absorbant par exemple de la sciure, avant d'être introduits dans le four.

Cependant, ce procédé n'est pas applicable aux boues flocculées qui posent problème pour l'obtention du mélange intimement lié. Le prétraitement des déchets de peinture destinés à approvisionner les cimenteries est assuré par des sociétés spécialisées.

#### **5.1.2. Traitement**

Selon la nature du déchet, diverses méthodes de traitement sont utilisées à savoir :

- Les eaux de cabine peuvent être traitées par voie physico-chimique ou par évapo-incinération. Le traitement consiste à séparer la phase aqueuse de la phase organique.
- Les boues de peinture peuvent être incinérées au centre de déchets dangereux, à condition que leur teneur en chlore soit inférieure à 2 % et que leur teneur en métaux lourds soit limitée.
- Les boues peuvent être stockées selon leur classe, c'est-à-dire, selon leurs concentrations en métaux lourds. Il existe trois classes :
  1. La classe « V » (valorisable) où la concentration de métaux lourds est acceptable pour qu'on puisse utiliser la peinture pour la construction de routes.
  2. La classe « M » (maturable) où les peintures sont aussi mises au centre de maturation.
  3. La classe « S » (stockable) où la concentration en métaux lourds est beaucoup trop élevée donc très toxique. Ces peintures sont mises au centre de maturation jusqu'à ce que leur concentration ait atteint un état non toxique [32].

## III-Présentation de l'entreprise

### 1. Historique et évolution de l'entreprise (ENAP)

#### 1.1. Direction général ENAP :

L'Entreprise Nationale de Peintures dénommée **ENAP** est issue de la restructuration de la Société Nationale des Industries Chimiques (**SNIC**). Elle à été crée le 01/01/1983 par décret N°82-417du 04/12/1982 article02 du journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire), et compte les quatre autres entreprises issues de la dite restriction.

L'ENAP à été transformée en SPA en mars 1990 avec un capital social de 100 millions de DA qui est passé en 1995 à 500 millions et à 3 milliards de DA en 2004 repartis en 30 000 actions de 100.000 DA chacune détenues en totalité par la société de Gestion des Participations Chimie et Pharmacie (**GEPHAC**).

L'ENAP est composée de six (06) unités de production parfaitement implantées sur le territoire nationale :

- ↪ Une Direction Générale sise à **Lakhdaria**
- ↪ Unité de Production de **Lakhdaria (wilaya de Bouira)**
- ↪ Une Unité Peinture d'**Oued-Smar (wilaya d'Alger)**
- ↪ Unité Peinture de **Chéraga (wilaya de Tipaza)**
- ↪ Unité Peinture d'**Oran (wilaya d'Oran)**
- ↪ Un Complexe de Production **Sig ((wilaya Mascara)**
- ↪ Un Complexe de Production de **Souk-Ahras (wilaya de Souk-Ahras)**

#### 1.2. Objet Social :

L'Entreprise Publique Economique (ENAP) ainsi crée a pour objet de gérer, exploiter et développer les activités de production et de commercialisation des Peintures, Vernis, Encres et Emulsions, Résines, Colles et Dérivés, et plus généralement, toutes les opérations industrielles commerciales ou financières, mobilières ou immobilières pouvant se rattacher directement ou indirectement à l'objet social ou susceptible d'en favoriser l'extension ou le développement.

### 2. Présentation de l'unité peintures de lakhdaria (UPL) :

L'unité de LAKHDARIA a été mise en exploitation le 14/07/1972. En 1982, après la restructuration de la SNIC (société nationale des industries chimiques), et la création de l'ENAP, l'unité des peintures de Lakhdaria a été transférée à cette dernière, d'un capital social de 115 million de DA.

L'unité a réalisé des investissements allant dans le sens de la modernisation des installations, de l'amélioration de la sécurité et du respect de l'environnement.

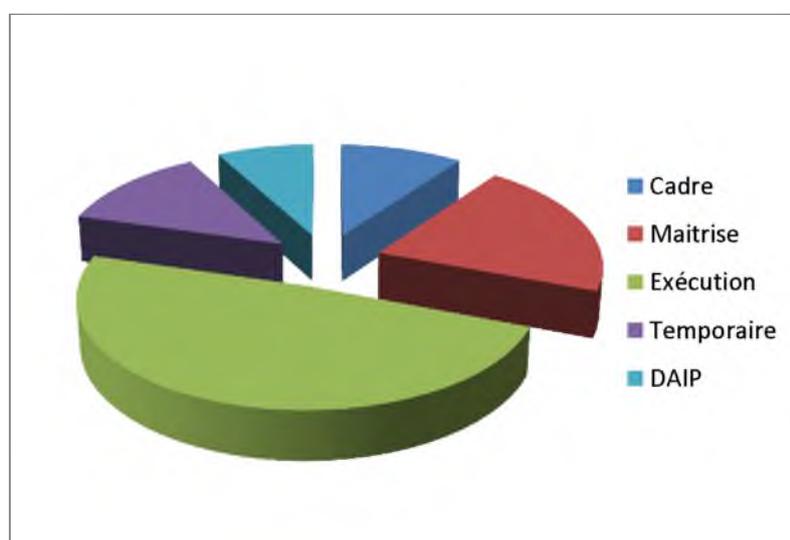
Vient d'être certifiée selon la norme ISO 9001 version 2008, après la version ISO 9001/2000, se fixe désormais pour objectif, la certification ISO 14001.

#### 2.1.Effectifs :

Cette unité de production emploie 380 travailleurs répartis en catégories suivantes :

**Tableau 1 :** Répartition du personnel de l'UPL

Total	380
Cadre	38
Maitrise	79
Exécution	185
Temporaire	48
DAIP	30



**Figure 1 :** Répartition du personnel de l'UPL

### 2.2.Situation géographique :

L'unité de production de Lakhdaria connue par ses initiales UPL est située a Lakhdaria à 5 Km Est de la ville de Lakhdaria (chef lieu de la daïra), à 78 Km a l'Est d'Alger (la capitale), longée par la voie ferrée Alger-Constantine et à 40 Km à l'Ouest de Bouira (chef lieu de la wilaya). Elle est limitée :

- Au Nord, par Madinet El Hayat.
- A l'Est, par Kadiria.
- Au Sud, par la route nationale N°05
- A l'Ouest, par la ville Lakhdaria

L'unité occupe une superficie de 81.800 m<sup>2</sup> dont 23.124 m<sup>2</sup> seulement est couverte.

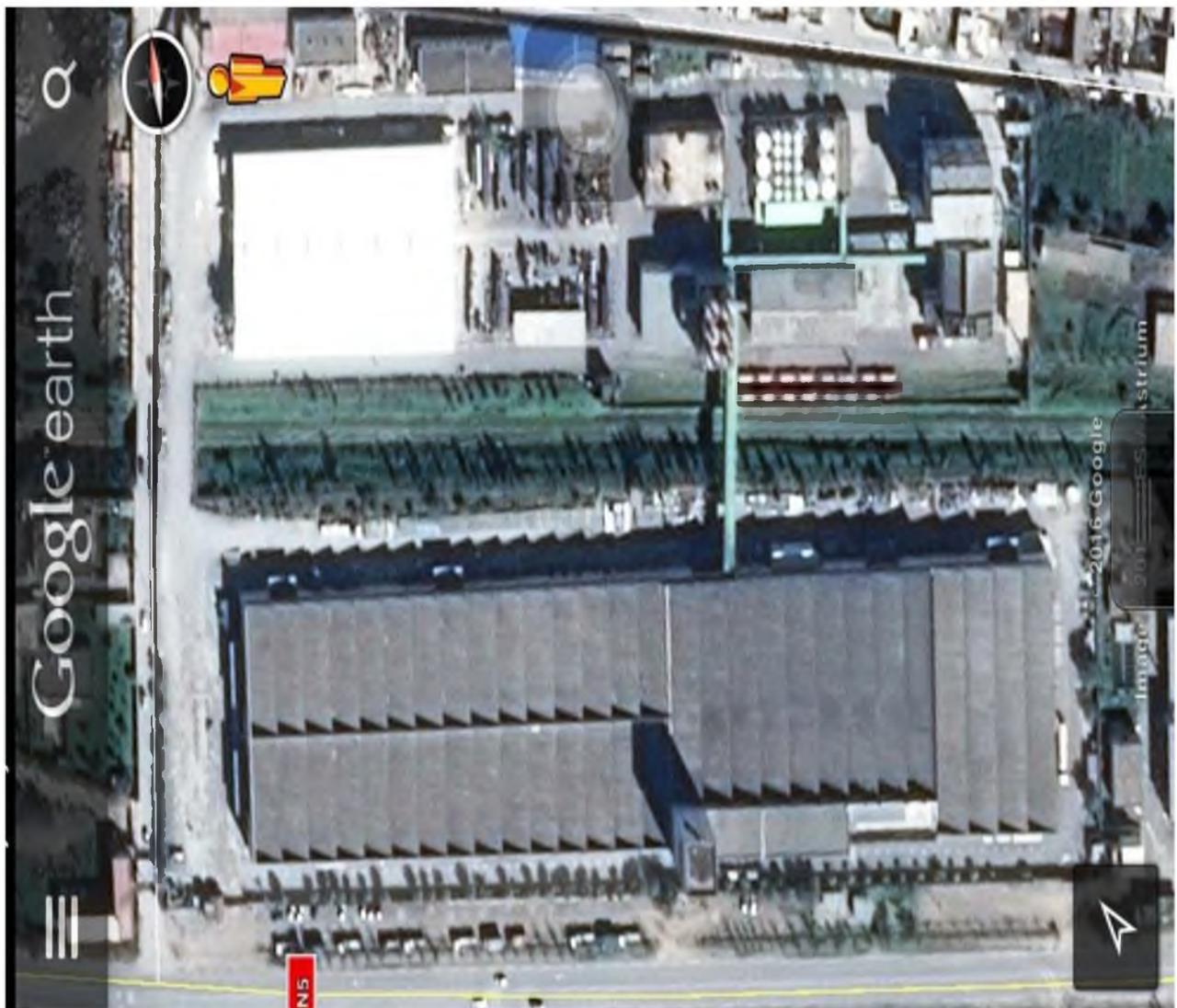


Figure 2 : PHOTO SATELLITE DE L'UPL (Google Eart)

### 2.3. Domaines de fabrication :

Fabrication des peinture, colles et semi-finis :

- Segment des peinture : bâtiments (à eaux et à l'huile), industries, carrosseries, vernis, diluants, colles.
- Segment des semi-finis : émulsions, résines, alkydes et siccatifs.

### 2.4. Domaines d'Activités Stratégiques

#### 2.4.1. Principaux produits commercialisés :

Les produits commercialisés par l'entreprise sont cités dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 2:** les principaux produits commercialisés.

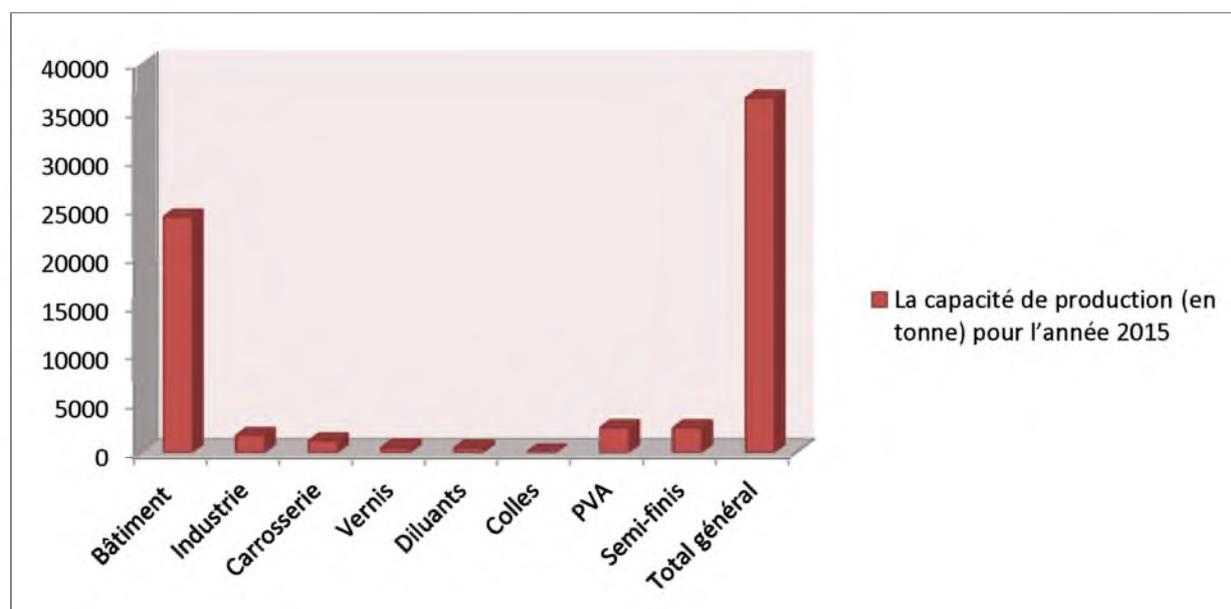
SEGMENTS	GAMMES	MARQUE COMMERCIALE DES PRODUITS
PEINTURES	Bâtiment	Blanroc, Glylac 2000, Enduinyll, Endalo, Thixatin, Thixomat, Snilac.
	Carrosserie	Glycar, Cellosia, Acryla, Polycar, Cellomast, Mastifer
	Industrie	Primafer, Glyfour, Acryfour, Signaryl, Epoxamine, Chloric CC, Epoxamide, Aérolac, Bimepox, Styralin.
	Diluants	Cellulosique, Synthétique, Acrylique, Epoxydique.
	Vernis	Verinex, Vernis Cellulosiques, Vernis Marin, Vernis Acryla
RESINES SICCATIFS COLLES	Solvants	Alkydes, Aminoplastes
	Emulsions	Vinyliques, Acryliques
	Naphténates et Octoates	Sictoplomb, Sictobalt, Sictocal, Sictoman
	A base d'eau	Colles Express, Colles à bois

### 2.4.2. Capacité de production :

**Tableau 3:** La capacité de production

Gamme	La capacité de production (en tonne) pour l'année 2015
Bâtiment	24175T
Industrie	1720T
Carrosserie	1160T
Vernis	495T
Diluants	440T
Total peinture	27990T
Colles	10T
T/Pein+ colles	28000T
PVA	2500T
Résines	5530T
Siccatifs	375T
T/Semi-finis	2500T
Total général	36405T

Il faut noter que la production est très importante en été (la période estivale) que les autres saisons, ce que est justifié par l'augmentation de la demande en été.



**Figure 3 :** la capacité de production (en tonne) pour l'année 2015

### 2.4.3. La consommation d'énergie et de matière premières :

#### a)-Les taux de consommations d'énergies en 2015 :

Ils sont représentés dans le tableau ci-dessus :

**Tableau 4:** Les taux de consommation d'énergie

Rubriques	U M	Quantité
Azote liquide	LITRE	87122
Azote Gazeux	M3	0
Gaz naturel	M3	116299
FUEL	LITRE	126468
Eau	M3	4346
Electricité	KW/H	781595

## *Chapitre III*

### b)-Les taux de consommations des matières premières (MP) :

Ils sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 5:** Les taux de consommation des matières premières

Matière première	Les taux d'achat	Les taux de consommation	La perte (%)	La tolérance
	(Tonnes)			
Les liants	962592,24	962592,24	00	+
Les charges	10668254,35	10668254,35	00	+
Les pigments	1511765,236	1506288,735	0,36	-
Les solvants	24349423,051	24133985,381	0,88	-
Les additifs	277819,366	277396,631	0,15	+
Les huiles	1491785,000	1491785,000	00	+

(+) : la perte est tolérable.      Perte  $\leq$  3%

(-) : la perte n'est pas tolérable.      Perte  $\geq$  3%

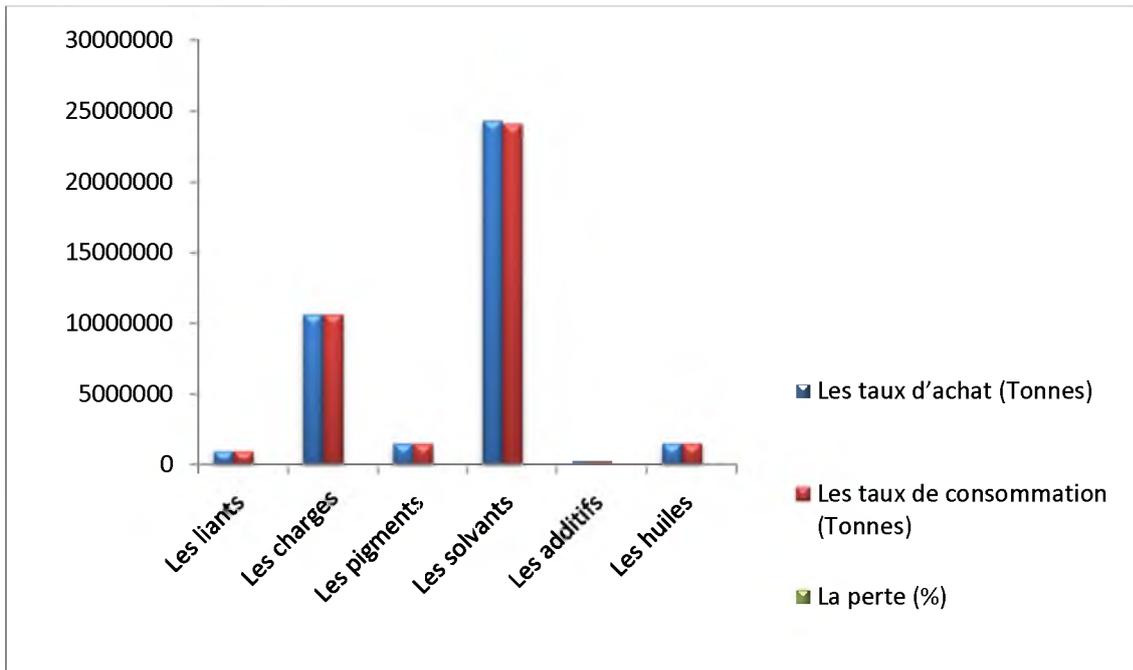
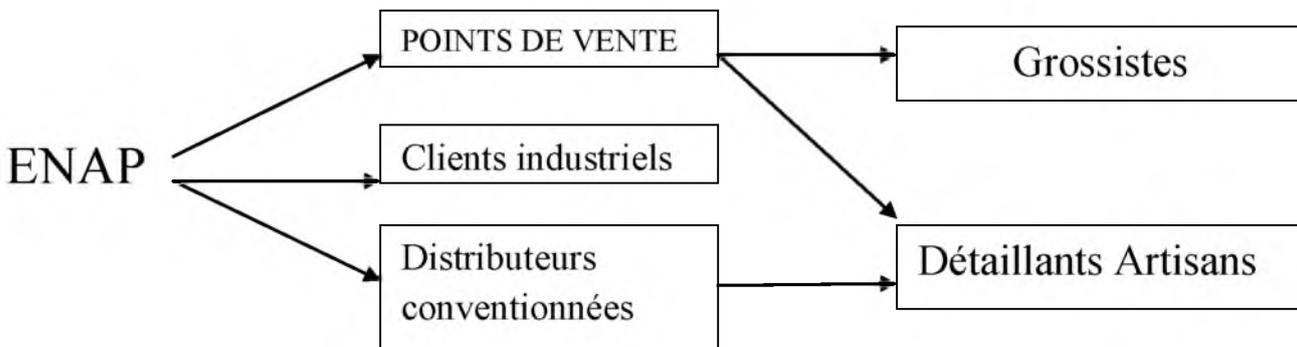


Figure 4: La répartition des taux consommations des matières premières

### c)-Réseau de distribution

La distribution se fait selon le circuit suivant :



La distribution des produits "**Grand Public et Droguerie**" s'effectue principalement par le biais du réseau de distribution et des distributeurs conventionnés.

## Chapitre III

Les commandes spécifiques des clients **Industriels** se concrétisent directement auprès de l'entreprise ENAP (circuit direct).

L'ENAP possède un portefeuille client assez important et parmi eux on compte :

- Pour la peinture industriel : l'Entreprise National des Travaux Public (ENTP), Services aux puits (ENSP), L'Entreprise National de Forage (ENAFOR) et l'Entreprise National de Tubes et Transformations de Produit Plats (ANNABIB)

- Pour la peinture de carrosserie (camion et bus) : la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI)

- Pour la peinture mobilier de bureau : la Compagnie Algérienne de Mobilier Métallique d'Organisation (CAMMO) et la société Mobilier Scolaire et Collectif d'Algérie (MOBSCO).

### 3. Climatologie de la région de Lakhdaria :

Les données climatologiques nous permet d'avoir une idée sur l'influence du climat sur la gestion des déchets solides.

Le climat qui règne dans la région de Lakhdaria est de type méditerranéen humide, à tendance continentale le relief caractéristique lui confère des extrêmes pendant les deux saisons d'hiver et d'été : les hivers sont très rigoureux, glaciaux et rudes alors que les étés sont secs, chauds et étouffants

Les vents maritimes n'accèdent pas jusqu'à la cuvette, ne pouvant ainsi jouer le rôle de régulateur de température.

Les données climatologiques sont comme suit extrait du PDAU de la commune de Lakhdaria année 2015.

**Tableau 6 :** Situation de la station de Bouira.

Station	Altitude	Latitude	Longitude
Bouira	555 m	36°23 N	03°53 E

#### 3.1. La pluviométrie :

## Chapitre III

L'étude des précipitations constitue un élément peu important dans notre étude sauf dans le cas où la pluie serait très forte, elles risquent de déplacer les déchets qui obstruent ensuite les canalisations d'évacuation des eaux provoquant les inondations.

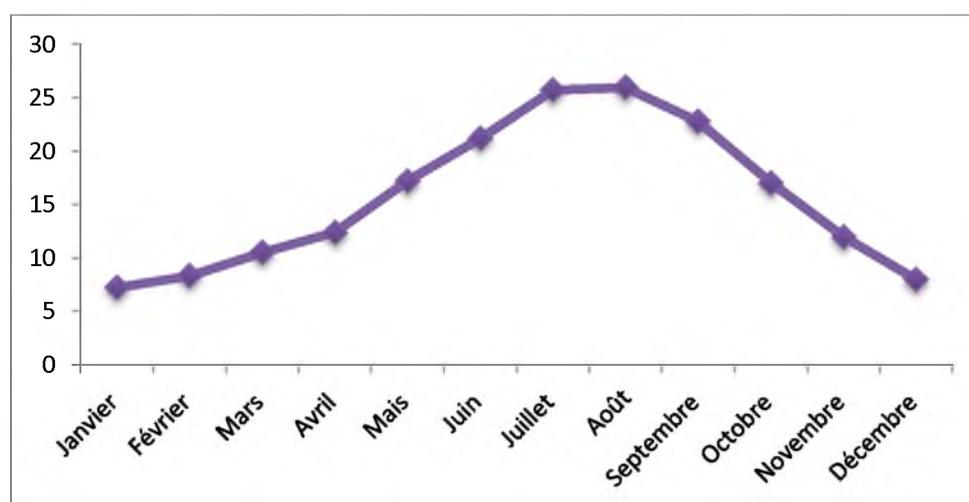
D'après les données du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de la commune de Lakhdaria, wilaya de Bouira (version de révision 2015) les précipitations moyennes annuelles atteignent les 653 mm/an.

Le tableau ci-dessous présente les précipitations mensuelles :

**Tableau 7:** Les précipitations mensuelles pour la période de 2014-2015.

Mois	Précipitation en (mm)
Janvier	130
Février	80
Mars	65
Avril	51
Mai	34
Juin	14
Juillet	1
Août	1
Septembre	30
Octobre	37
Novembre	85
Décembre	125

**Figure 5:** précipitation moyenne totale (mm)



**Figure 5 :** Précipitation moyenne totale (mm)

### 3.2. La température :

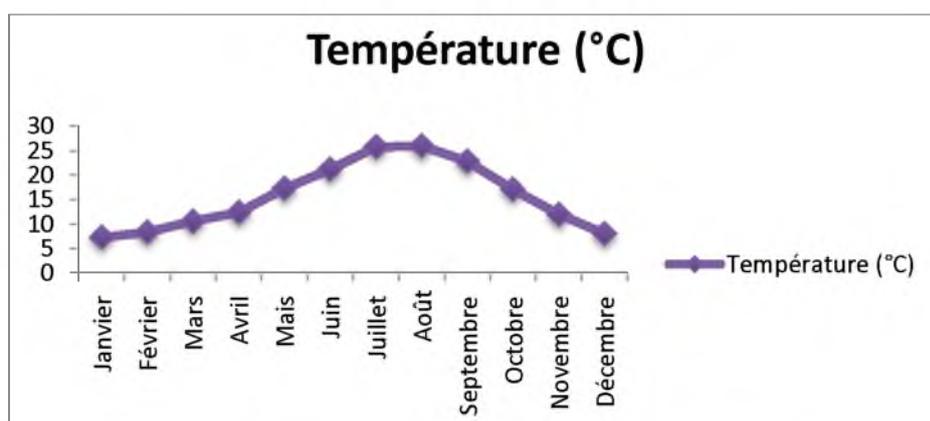
La température est un paramètre important dans notre cas, car elle joue un rôle important dans le déclenchement des incendies qui peuvent être provoqués par le stockage des déchets inflammables à ciel ouvert.

D'après les données du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de la commune de Lakhdaria, wilaya de Bouira (version de révision 2015) les températures moyennes annuelles est de 15,70°C et le maximum absolu observé : 45,3°C (juillet –Août )

Le tableau ci-dessous présente les températures mensuelles :

**Tableau 8:** Températures moyennes mensuelles pour la période 2014-2015.

Mois	Température (°C)
Janvier	7,2
Février	8,3
Mars	10,5
Avril	12,35
Mai	17,2
Juin	21,15
Juillet	25,7
Août	25,95
Septembre	22,75
Octobre	17
Novembre	11,95
Décembre	7,95



**Figure 6:** Températures moyennes mensuelles pour la période 2014-2015

## Chapitre III

### 3.3. Le vent :

Distribution du vent à la station de BOUIRA selon quatre classes de vitesses et seize directions. Érode

Le vent se définit par une direction et sa vitesse. la direction du vent indique sa provenance.

Elle est mesurée par une girouette et exprimée en degrés sur une rose de 360°. par exemple un vent de 360° sera de secteur Nord-Ouest. la vitesse de vent est mesurée par un anémomètre en m/s (1m/s=3,6 km/h). la vitesse du vent retenue pour ce produit est la vitesse moyennée sur 10mn précédant l'observation. les vitesses du vent sont réparties en quatre classes :

-De 1 à 5 m/s

-De 6 à 10 m/s

-De 11 à 16 m/s

-Supérieure à 16 m/s

**Rose des vents : Vent à 10 mn.**

	1-5 m/s	6-10 m/s	11-16 m/s	>16 m/s	Total%
<b>N</b>	2.1	2.6	0.2	0	5
<b>NNE</b>	0.5	0.5	0.1	0	1.1
<b>NE</b>	0.4	0.3	0	0	0.7
<b>ENE</b>	0.5	0.2	0	0	0.7
<b>E</b>	3.3	0.5	0	0	3.8
<b>ESE</b>	2.5	0.9	0.1	0	3.5
<b>SE</b>	1.4	1.1	0.1	0	2.6
<b>SSE</b>	1.3	0.5	0.1	0	1.9
<b>S</b>	0.9	0.4	0	0	1.3
<b>SSW</b>	0.7	0.3	0	0	1
<b>SW</b>	0.6	0.2	0	0	0.8
<b>WSW</b>	1.1	0.4	0	0	1.6
<b>W</b>	5.1	2.4	0.2	0	7.6
<b>WNW</b>	4.3	2.3	0.1	0	6.6
<b>NW</b>	4.5	3.6	0.1	0	8.3
<b>NNW</b>	2.9	2.9	0.2	0	6

## *Chapitre III*

## IV. MATERIELS ET METHODES

### 1. Etat de gestion des déchets au niveau d'ENAP (UPL)

Durant les premiers jours, nous avons effectué des visites d'apprentissage dans chaque département, afin d'avoir un aperçu général sur l'état de la gestion des déchets spéciaux au sein de cette unité. En effet, nous avons pu identifier les différents niveaux et point générateurs de déchets spéciaux à chaque service. Cela, nous a permis de comprendre leur nature, leurs caractéristiques, de connaître leurs quantités et nous avons recueilli les données disponibles au niveau du service sécurité et de déceler les défaillances, pour ensuite, proposer des pistes d'amélioration possibles.

Le **tableau 1** illustre la source et la nature des déchets générés et leur destination finale (Interprétation dans *Résultats et Discussions*).

#### 1.1. Observations du terrain

##### 1.1.1. Observation globale

Le but de cette observation est d'aboutir à une vision globale sur la gestion des déchets spéciaux dans l'entreprise nationale de peinture lakhdaria. Pour réaliser cette observation, nous nous sommes déplacées dans chacun des 22 services que compte l'unité de lakhdaria et le chef-lieu. Dans chaque service, nous avons collecté des informations auprès des responsables et des employés. Nous avons fait des observations sur le terrain et pris des photos avec un appareil photo numérique.

### 2. Choix de la méthode d'échantillonnage

Nous avons procédé à un échantillonnage à plusieurs degrés, car la population est de grande taille et le mode de gestion des déchets spéciaux dans l'entreprise nationale de peinture lakhdaria est différent (hétérogène). Selon Thierry Ancelle (2008), cette méthode d'échantillonnage consiste à pratiquer une partition de la population en groupe. La liste des groupes représente les unités primaires (UP) qui constitue la première base de sondage. On pratique un premier sondage aléatoire sur cette liste d'UP. On pratique ensuite le même sondage sur les individus des groupes qui ont été tirés. Il s'agit là d'un sondage à deux degrés. On peut procéder à 3,4, ... degrés de sondage

Au premier degré (groupe) nous avons stratifié la population de l'unité de lakhdaria en quatre strates [quatre (04) groupes] plus homogènes. Ces départements ont été choisis en fonction des critères suivants :

- Implication des employés (Mode de gestion participatif)
- Effectif dans chaque département
- Quantité des déchets spéciaux générés par chaque département

Au niveau du deuxième degré (service), nous avons pris tous les services de chaque département.

Dans le groupe 1(département production 144 employés), nous avons trois services :

- ✓ service couleur 54 employés
- ✓ service blanc 54 employés
- ✓ service risine 28 employés

Dans le deuxième groupe (département commercial 57 employés), nous avons trois services :

- ✓ service ventes 20 employés
- ✓ service achats 19 employés
- ✓ service G.D.STOCK 18 employés

Dans le troisième groupe (département technique 56 employés), nous avons trois services :

- ✓ service méthode 18 employés
- ✓ service maintenance 18 employés
- ✓ service utilité 20 employés

Dans le quatrième groupe (département laboratoire 20 employés) nous avons trois services :

- ✓ service contr PF 8 employés
- ✓ service contr MP 8 employés
- ✓ service formulation 4 employés

Au niveau du troisième degré (employé), afin d'obtenir un échantillon représentatif, pouvant conduire à des résultats fiables et plus faciles à interpréter, nous avons procédé un échantillonnage aléatoire simple, Ainsi 18% de la population totale (269 employés).

### **2.1. Observation par groupe**

L'objectif de cette deuxième observation est de réaliser une étude plus approfondie sur le mode de gestion des déchets spéciaux dans chaque échantillon prélevé (service).

## 2.2. Enquête par questionnaire

Ce questionnaire a comme objectif d'évaluer l'état des connaissances et de maîtrise des employés en matière de gestion des déchets, notamment, le tri, les 3R-V, la gestion des déchets spéciaux, ainsi que leur formation de base à ce sujet et finalement, s'ils sont capables de proposer des solutions.

Nous avons réalisé cette enquête au niveau de l'entreprise nationale de peinture de Lakhdaria durant les deux mois (avril, mai) 2016.

### 2.2.1. Présentation du questionnaire

Le questionnaire comporte 7 variables. Il comprend :

- Des questions fermées simples (Oui ou Non), de type cafétéria (plusieurs alternatives) où les réponses figurent déjà dans les propositions. Exemple : Triez-vous les déchets dans votre unité ? Toujours  Souvent  Quelquefois  Rarement Jamais
- Des questions relais qui permettent d'apporter un détail ou d'approfondir l'énoncé.

Exemple : Disposez-vous d'une zone spécifique de stockage des déchets de votre unité ?

- Des questions relais ou poursuite où on demande plus d'explication. Exemple : *Si oui, combien de temps sont ils stockés ?*
- Des questions ouvertes permettant d'obtenir une large information et qui laissent la liberté de s'exprimer. Exemple : Quelles pourraient être les conséquences d'une mauvaise gestion des déchets de l'ENAP pour l'environnement ?

### 2.2.2. Distribution du questionnaire

Nous avons distribué 48 questionnaires pour les quatre échantillons prélevés, soit 18% de la population totale. Le remplissage de ces questionnaires est effectué par les employés eux-mêmes.

Pour l'analyse des réponses aux questionnaires, nous avons utilisé un logiciel de calcul statistique « STATISTICA version 7.1 ».

## Chapitre V : Résultats et discussions

## 1. Etat de la gestion des déchets spéciaux dans l'entreprise nationale de peinture (unité de lakhdaria)

**1.1. Déchets récupérés et vendus ou cédés :** Vu des informations fournis par le service sécurité de l'unité, l'estimation des quantités des déchets des départements a été évaluée à partir des facteurs des collecteurs et inventaire. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 1 :

**Tableau 1 :** Les quantités des déchets générés par chaque département

Nature	Quantité (kg/an) 2015	Valeur (da)	La source	Clients
Papier	26360	52720.00	-Département production	Convention avec tonic
Plastique	11580	46680.00	-Département commercial	Prestataire
Chute de bois	67680	137360.00		Prestataire
Fûts métallique	3051	983430.00		Prestataire
Fûts plastique	331	155800.00		Prestataire
Solvant régénère	217 futs		-Département production	Réutilisation
Solvant sale	348 futs			
La boue	141 futs			Stocque
Cubitainer	305	587500.00	-Département production -Département commercial	Prestataire
Les huiles usages	4500L		-Département TECHNIQUE	Naftal
Fûts métallique PR-R	1316	65800.00	-Département production -Département commercial	Prestataire
Chute de bois GM-PM	57920	28960.00		Prestataire
Pails mét copactés	20700	62100.00		Convention avec SNS ROUBA
Boites	14700 boites		-Département laboratoire	Incinération
Plaque métallique	5000 plaques			
Chiffons souillées	100		-Département laboratoire -Département Technique	
TOTAL=		212350.00		

On remarque que les déchets provenant des différents départements sont divers et hétérogènes. Cette diversité est plus remarquable au niveau des départements production et commercial. De plus, ceux-ci génèrent la plus grande quantité de ces déchets. Parmi ces

déchets, on trouve des déchets spéciaux sans caractère de dangerosité, tels que : le papier, plastique, chute de bois, futs métallique...etc. Ce sont à priori plus faciles à gérer.

Par contre, on trouve des déchets spéciaux dangereux, tels que : les solvants sales, la boue de peinture, les huiles usages, chiffons souillées, boîtes souillées...etc. Ces dernières présentent un risque plus élevé pour la santé humaine et pour l'environnement.

### **1.2. Déchets récupérés et stockés**

Déchets de matières et produits irrécupérables et invendables (boues récupérées de la régénération des solvants ou autres déchets spéciaux) stockés en futs de 200kg (hermétique) au niveau du terrain annexe de l'usine et à la plateforme de stockage des matières premières. En attente d'une solution adéquate.

### **1.3. Déchets incinérés**

Papiers de couleurs et autres déchets solides (moyens de l'unité)

### **1.4. Déchets à évacuer vers la décharge**

Evacuer seulement les déchets des ordures ménagères vers la décharge communale de lakhdaria.

En fin, un formulaire FO-6403-1 (DECHARGE) est signés par le sous traitant et joint à chaque contrat.

### **1.5. Déchets en stock**

Présence d'un important lot de boue de peinture stockée au niveau annexe (accumulé du démarrage de l'usine à ce jour) dans l'attente d'une solution adéquate.

Code déchet : 8.1.4= 15,6 Tonnes (boue provenant de la régénération) pour l'année 2015

## **2. Etat de la gestion actuelle des déchets au sein de l'entreprise (UPL)**

En se basant sur nos propres observations sur place, on remarque que dans les trois départements : production, commercial et laboratoire les quantités des déchets générées augmentent avec l'augmentation des quantités des produits finis par contre dans le département technique la quantité des déchets na pas de relation avec les produits finis.

Vu la composition diversifiée et complexe de ces déchets, l'installation d'un processus d'élimination spécifique a été nécessaire. Il comprend les opérations suivantes :

### 2.1. Tri

Un tri manuel et sélectif est réalisé à la source, au niveau de chaque atelier, notamment l'atelier de production où les déchets du papier, cartons, plastiques, bois et métaux se trouvent en abondance, ce qui encourage la reprise rémunératrice de ces déchets à une valeur ajoutée.

### 2.2. Collecte

Pour le papier et le plastique, la collecte se fait dans des bacs métalliques de forme cubique d'environ 1m<sup>3</sup> de volume, munies de roulettes (pour faciliter le déplacement entre ateliers), les uns pour le papier et cartons et les autres pour le plastique (sacs) avec indication du type de déchet à mettre à l'intérieur.

Des poubelles de 75L doublées d'un sac sont utilisées pour la collecte des déchets de bureau et ceux du laboratoire.



**Figure 1** : le bac utilisé pour la collecte de papier et plastique

La fréquence de la collecte est très variable selon le type de déchet et la source dont il est issu :

**Tableau 2** : Les fréquences de la collecte des déchets

Type de déchet	La fréquence de la collecte
Déchets banals assimilés aux déchets ménagers et issus des blocs administratifs.	1 fois/semaine
Déchets banals assimilés aux déchets ménagers et issus de la cantine.	3 fois/semaine
Déchets d'emballages :( papier, cartons, plastique, bidons, futs)	Quotidienne
Engins hors usage et matériels déformés, batteries.	Occasionnelle
La boue	Quotidienne
La cendre d'incinération.	Quotidienne
Pneus hors usage.	Chaque 5 an

On remarque que la collecte varie en fonction du type du déchet, elle est quotidienne pour le cas des déchets à valeurs ajoutées car ils sont produits en abondance et au vu et au su de leurs volumes considérables, ils occupent beaucoup d'espace d'où la nécessité de s'en débarrasser.

### 2.3. Transport

Le transport des déchets à l'intérieur de l'unité se fait aux moyens des chariots élévateurs qui assurent leur acheminement vers le lieu d'entreposage. Quand au transport des déchets à l'extérieur de l'unité se fait par des prestataires aux moyens des camions.



**Figure 2 :** Camion transporte des chutes de bois

### 2.4. Stockage

Le stockage des déchets se fait dans différents lieux à savoir :

-Dans une grande aire dans le terrain annexe qui renferme un lot important de déchet (une grande quantité des boues accumulés depuis 1972 en attente d'une solution adéquate et définitive).

-Les déchets métalliques (engins hors usage, matériel déformé...) sont stockés dans une aire bitumée découverte qui se trouve entre le bloc administratif et l'atelier d'usinage



**Figure 3 :** Stockage des engins hors usage, matériel déformé.

-les déchets à valeur ajoutée triés auparavant (chutes de bois : déchets palettes, bidons métalliques compactés et bidons plastiques, papier compacté, plastiques compactés)

Ces déchets sont stockés dans une aire de stockage interne, souvent dénommée « parc à déchets » (centre d'entreposage) recouvert d'une toiture avec une présence de deux compacteurs et deux panneaux indiquant le type de déchet à interposer (voire figure 4).

-Les huiles usages sont stockées dans une citerne (contenir) au voisinage de l'incinérateur, ce qui implique un grand danger en cas d'incendie (voire figure 5).

**Tableau 3 :** Les différents lieux de stockage des déchets

Lieu de stockage	Type de déchet stocké
Une grande aire non bitumée dans le terrain annexe (9480 m <sup>2</sup> ).	-Boue de peinture -Les cendres issus de l'incinération (futs métalliques et plastiques souillés, bidons métalliques et plastiques souillés, papier souillés)
Une aire bitumée découverte entre le bloc distractif et l'atelier d'usinage.	-Engins hors usage. -Matériel déformé. -Les batteries.
Aire de stockage interne bitumée (centre d'entreposage : 517 m <sup>2</sup> )	-Chutes de bois (déchets palettes). -Bidons métalliques et plastiques souillés et non souillés. -Papier et plastiques compactés.
Au voisinage de la cantine.	-Déchets restaurations
Au voisinage de l'incinérateur.	-Les huiles usages



Figure 4 : Centre d'entreposage des déchets



Figure 5: Stockage des huiles usagées

## 2.5. Modes de valorisation

### 2.5.1. Valorisation par prestataires

La valorisation des déchets se fait en grande partie par des prestataires agréés, qui valorisaient les déchets suivants :

- Les déchets à valeurs ajoutés triés auparavant (chutes de bois, emballages métalliques, emballages plastiques).
- Le papier et plastiques compactés au sein de l'unité, le papier souillé et les sacs en papier contenant des films en plastique ne sont pas concernés par le compactage, ils sont incinérés. En effet cette opération vise à diminuer le volume du déchet (papier), donc occuper moins d'espace, faciliter le déplacement et le transport et gagner du temps lors de son prise en charge. Voir Figure 8.
- Les bidons métalliques sont compactés après l'incération.



**Figure 6 :** Incinérateur des déchets (INCINEX 100 Wanson)



**Figure 7 :** Compacteur des bidons métalliques



**Figure 8 :** Compacteur de papier

## 2.5.2. Régénération des solvants sales

### 2.5.2.1. Source et quantité des solvants sales

Les solvants sales issus du rinçage des outils de travail et de lavage des appareils et des cuves de production.

Le tableau 4 représente la quantité du solvant sale généré par mois. Cette quantité variée selon la nature des peintures, l'activité et les saisons, par exemple durant l'été elle augmente et diminue durant l'hiver, d'après le service de production de l'unité de l'ENAP de Lakhdaria.

**Tableau 4 :** Quantité de solvant sale généré lors du rinçage des matériels.

Matériels	Quantité en L/m
Rinçage des empâteurs	320
Rinçage des broyeurs	400
Rinçage des cuves	6000
<b>Total</b>	6720



**Figure 9 :** Le solvant sale

D'après le tableau 4 on remarque que la grande quantité du solvant sale provient du nettoyage des cuves. Pour résorber cette grande quantité de solvant sale généré, l'unité a acquis une chaîne de lavage automatique des cuves mobiles, permettant ainsi d'assurer un cycle de lavage en circuit fermé ce qui permet d'éviter les rejets liquides et d'une station de Régénération de solvant pour le réutiliser dans la fabrication de peinture ou le nettoyage des outils et des appareils à nouveau. Ces investissements allant dans le sens de la modernisation des installations, de l'amélioration de la sécurité et du respect de l'environnement. Sachant que, l'unité a été certifiée selon la Norme ISO 9001 version 2008, après la version ISO 9001/2000 et se fixe désormais pour objectif, la certification ISO 14001.

#### **2.5.2.2. Principe de formation des déchets dans la station de régénération**

Après le lavage des cuves et les outils de fabrication à l'aide de différents types des solvants (voire le chapitre I) selon la nature du produit fabriqué dans la chaîne de lavage. Le solvant sale (solvant et les résidus) est extrait et envoyé vers la station de régénération de solvant dans des fûts de 200 L portant la mention solvant sale (S.S.). Voire figure 9

Dans la station de régénération, le solvant sale passe par l'appareil de type MATREP (Française) de cadence de travail de 100 L/h. La quantité des solvants régénérés est de 200 à 300 L par jour. Voire figure 11

Le principe est basé sur la distillation à des températures déterminées selon le point d'éclair du solvant sale. Les vapeurs des solvants générés sont condensées dans un condensateur multitubulaire, ainsi le solvant retrouve son état physique initial et est extraie automatiquement à l'aide d'une pompe dans des citernes transparentes et laissé pendant un temps pour la séparation des deux phases le solvant propre se trouve en haut est remplie dans des fûts de 200 L portant la mention solvant propre (S.P.) et transféré vers l'unité de production. Le solvant qui se trouve en bas n'est pas pur, ce dernier est entré dans l'appareil pour régénéré une autre fois. Voire figure 10.

Le résidu de distillation est la boue, cette boue qui contient toujours une quantité de solvant, est vidée et recueillie dans des fûts de 200 L et laissé pendant un temps pour la décantation, le solvant est monté et la boue descend. Le solvant qui se trouve en haut est récupéré et envoyé pour la régénération, par contre la boue et laissé sécher en suite elle est transférée vers le terrain annexe de l'usine pour le stockage.



Figure 10 : Les solvants sales



Figure 11 : Les solvants propres



Figure 12 : L'appareil de régénération de type MATREP  
(Française)

## 2.6. Mode d'éliminatoire

L'unité utilise deux modes d'élimination des déchets :

### 2.6.1. Mise en décharge

Ce mode d'élimination est appliqué pour les déchets de restauration, du bureau et de désherbage. La mise en décharge se fait au niveau de la décharge communale de la région (Madinat El Hayat)

### 2.6.2. Incinération

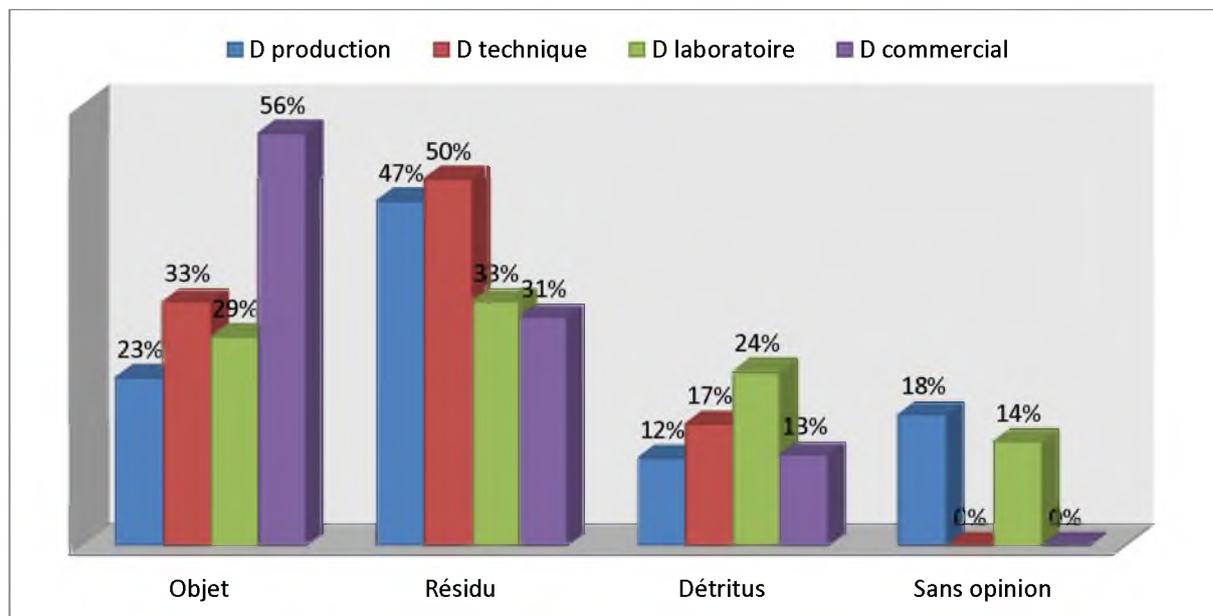
Elle est appliquée pour : le papier et cartons souillés de la peinture, les petites boites métalliques d'échantillonnage pour éliminer la peinture adhérente, ainsi que pour des sacs en papier à films en plastique.

La fréquence de l'incinération varie en fonction de la quantité des déchets produite qui dépend à son tour de la valorisation de la quantité de produits fabriqués.

## 3. Résultats de l'enquête par questionnaire

### 3.1. Perception du mot déchet au niveau des quatre départements (*Production, Commercial, Technique et Laboratoire*)

La *figure 13* illustre les résultats obtenus.



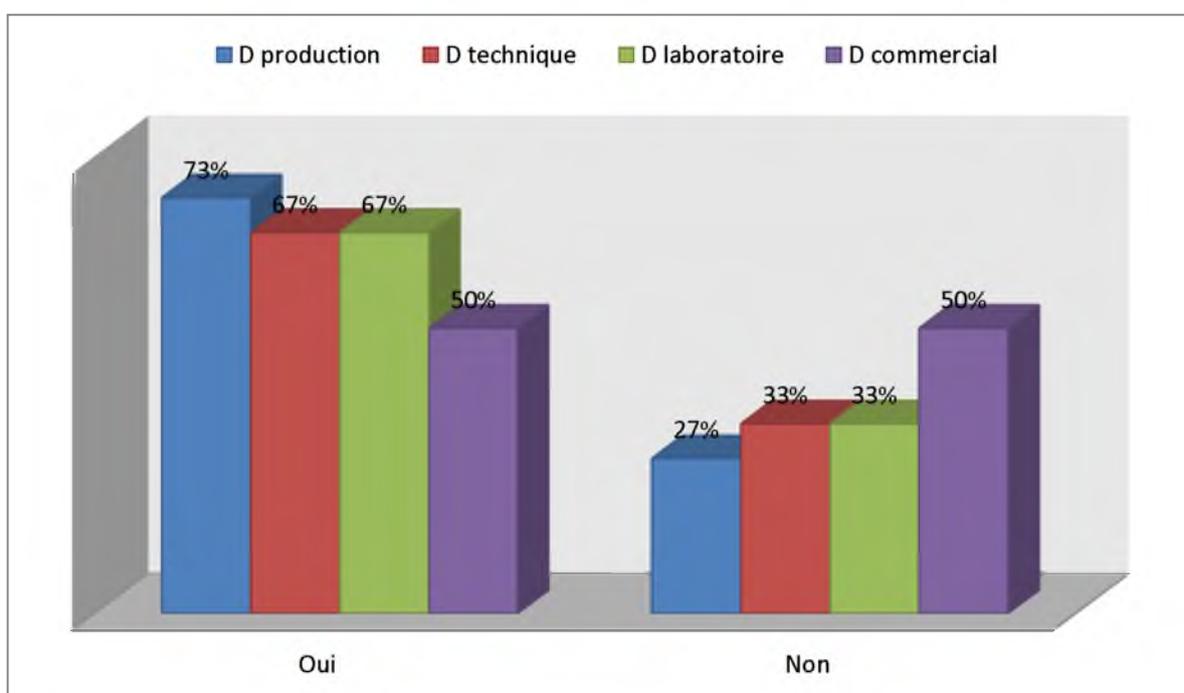
**Figure 13 :** Notion du *déchet* selon la perception des employés dans les quatre départements

## Interprétation

Pour le *département Production*, on peut constater que plus de 47% des employés interrogés pensent respectivement que le déchet est également un résidu et 12% pensent que le déchet est un détrit. Une proportion de 23% considère que le déchet est seulement un objet, contre 18% restent sans opinion face à la définition d'un déchet. Au niveau de *département Technique* environ 50 % des employés considèrent un déchet comme un résidu, suivi de 33% comme un objet et 17% le considèrent comme détrit. Au niveau de *département Laboratoire* 33% des employés considèrent un déchet comme un résidu, suivi de 29% comme un objet et 24% le considèrent comme détrit, et 14% restent sans opinion. Par contre, au niveau de *département Commercial* plus de 56% des employés considèrent un déchet comme un objet, et plus de 31 % le considèrent comme un résidu, suivi de 13% qui le considèrent comme un détrit.

### 3.2. Perception des employés sur les actions et gestes de réduction de la quantité des déchets spéciaux

Les résultats obtenus sont illustrés par la *figure 14* suivantes.



**Figure 14 :** Connaissance des employés des *quatre départements* sur les actions et gestes qui permettent de réduire la quantité des déchets spéciaux

**Interprétation**

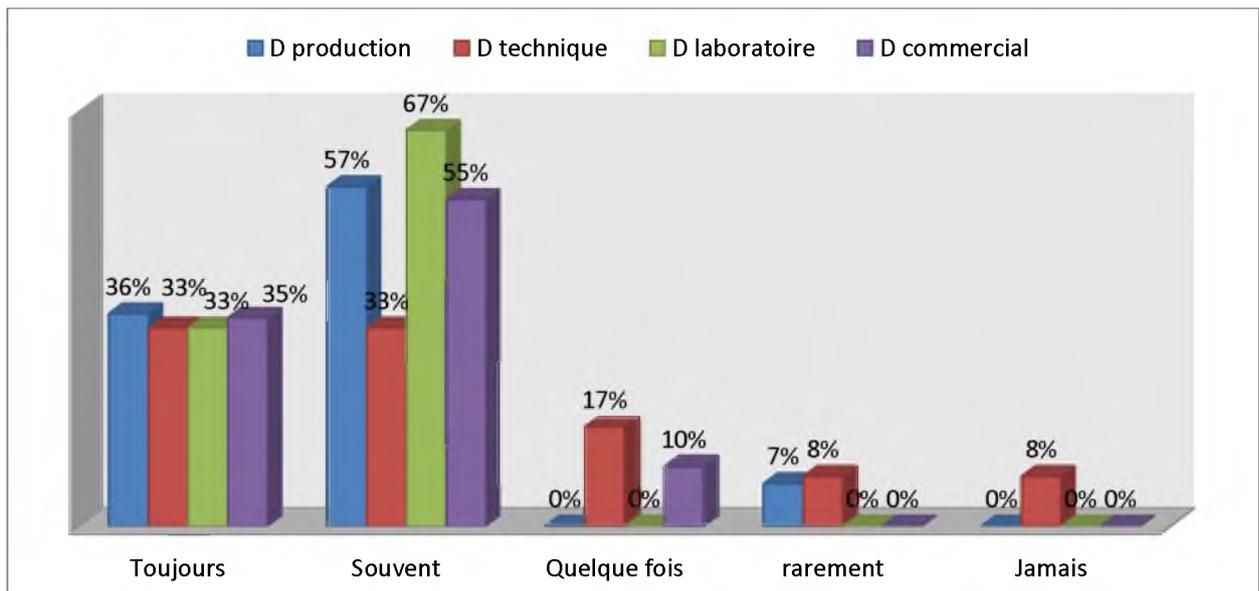
La *figure 14* montre qu’au niveau du *département Production* plus de la moitié (73%) des employés connaissent les gestes et actions, qui permettent de réduire la quantité des déchets spéciaux au niveau de leur unité. Et 27% des employés ne les connaissent pas.

Au niveau de *département Technique* et *département Laboratoire*, là aussi plus de la moitié des employés connaissent ces gestes et actions, qui permettent de réduire la quantité des déchets spéciaux à la source. Et 33% des employés ne les connaissent pas.

Au niveau de *département Commercial* la moitié des employés connaissent ces gestes et actions, qui permettent de réduire la quantité des déchets spéciaux à la source. Et une moitié des employés ne les connaissent pas.

**3.3. Perception sur le tri sélectif des déchets**

Les *figures 15* montre les fréquences avec lesquelles les employés pratiquent la séparation des différents déchets dans leurs unités respectives (tri sélectif).



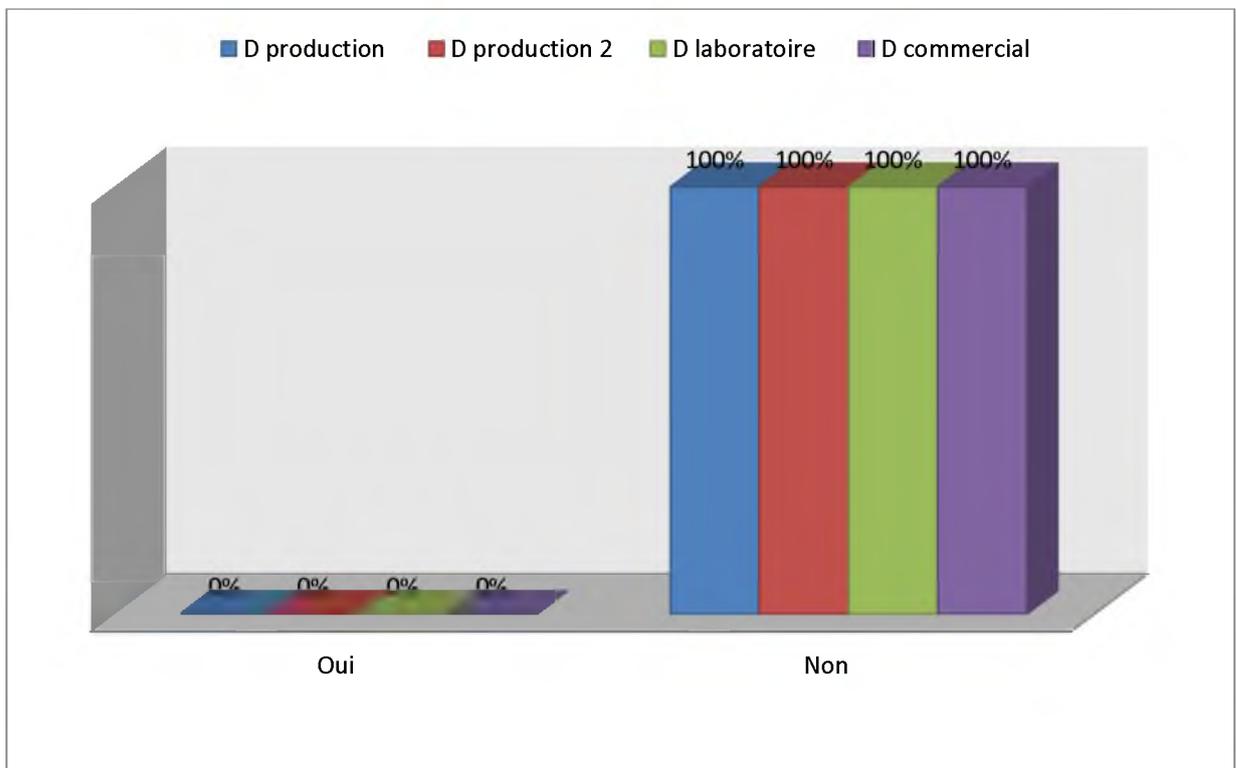
**Figure 15:** Fréquences du tri des déchets au niveau des quatre départements

La *figure 15*, montre au niveau du *département Production* plus de 57% des employés qu'ils font souvent le tri, et seulement 36% le font toujours et 7% rarement. En revanche, pour *le département Technique*, le nombre d'employés qui pratiquent constamment le tri est 66% toujours et souvent, tandis qu'environ 25% le font quelquefois et rarement et 8% ne font pas le tri. Au niveau du *département Laboratoire* tous les employés pratiquent constamment le tri. C'est la même chose pour *le département Commercial*.

Le pourcentage des employés que ne pratique jamais le tri de leurs déchets varie de 8% et ce, au niveau des 4 départements.

### 3.4. Formation de base des employés à la gestion des déchets

La *figure 16* illustre les résultats obtenus pour cet énoncé.



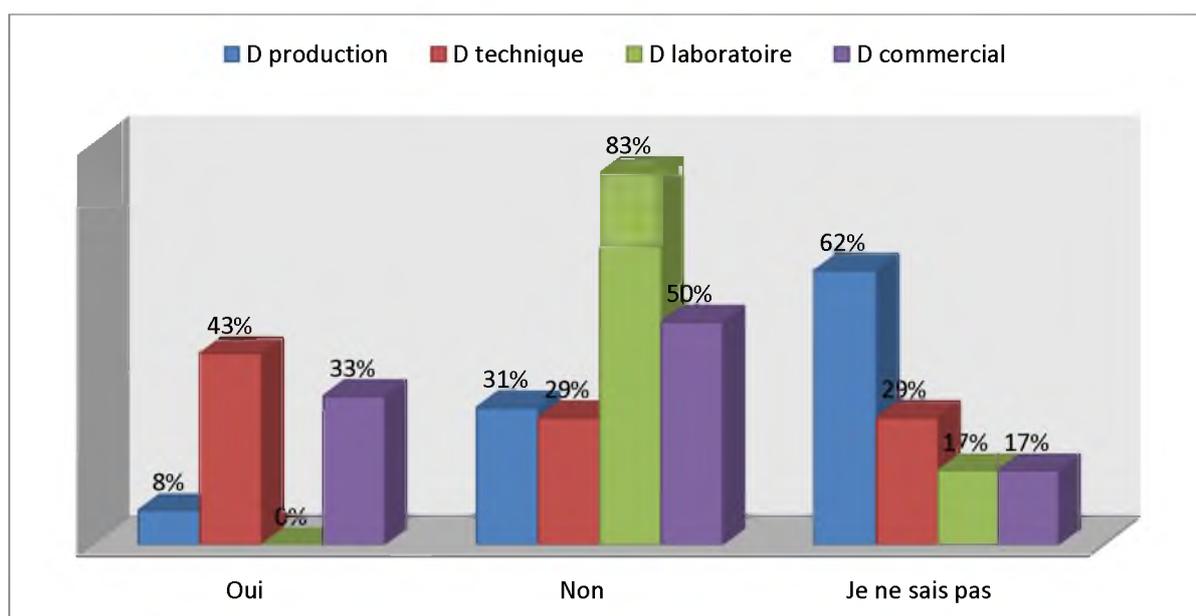
**Figure 16:** Formation des employés des quatre départements à la gestion des déchets au sein de l'ENAP

## Interprétation

Selon la *figure 16*, on remarque que tous les employés au niveau des 4 départements n'ont pas reçu de formation de base sur la gestion des déchets dans leur entreprise.

### 3.5. Existence des moyens suffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 17* suivantes.



**Figure 17:** Existence des moyens suffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux au niveau des quatre départements

## Interprétation

D'après la *figure 17*, montre au niveau du *département Production* plus de 62% des employés ne savent pas si leurs moyens sont suffisants ou non que leurs moyens sont suffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux, suivis de 31% trouvent qu'ils ne sont pas suffisants, et 8% sont suffisants.

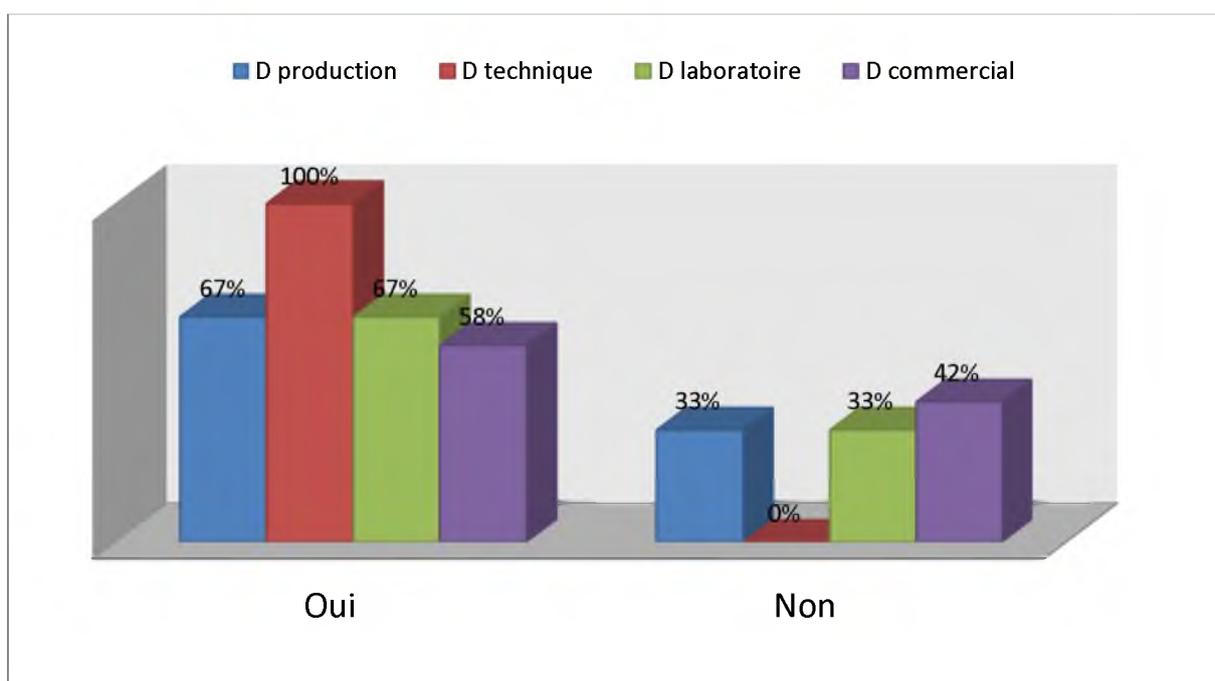
Au niveau du *département Technique*, 43% trouvent que leurs moyens sont suffisants, suivis de 29% qui trouvent que les moyens sont insuffisants et 29% ne savent pas si leurs moyens sont suffisants ou non.

Au niveau du *département Laboratoire*, environ 83% des employés considèrent que leurs moyens sont insuffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux, suivis de 17% ne savent pas si leurs moyens sont suffisants ou non.

Au niveau du *département Commercial*, 50% trouvent que leurs moyens sont insuffisants pour une meilleure gestion des déchets spéciaux, suivis de 33% sont suffisants, et 17% ne savent pas si leurs moyens sont suffisants ou non.

### 3.6. Formation de base des employés des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise (ENAP)

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 18* suivantes :



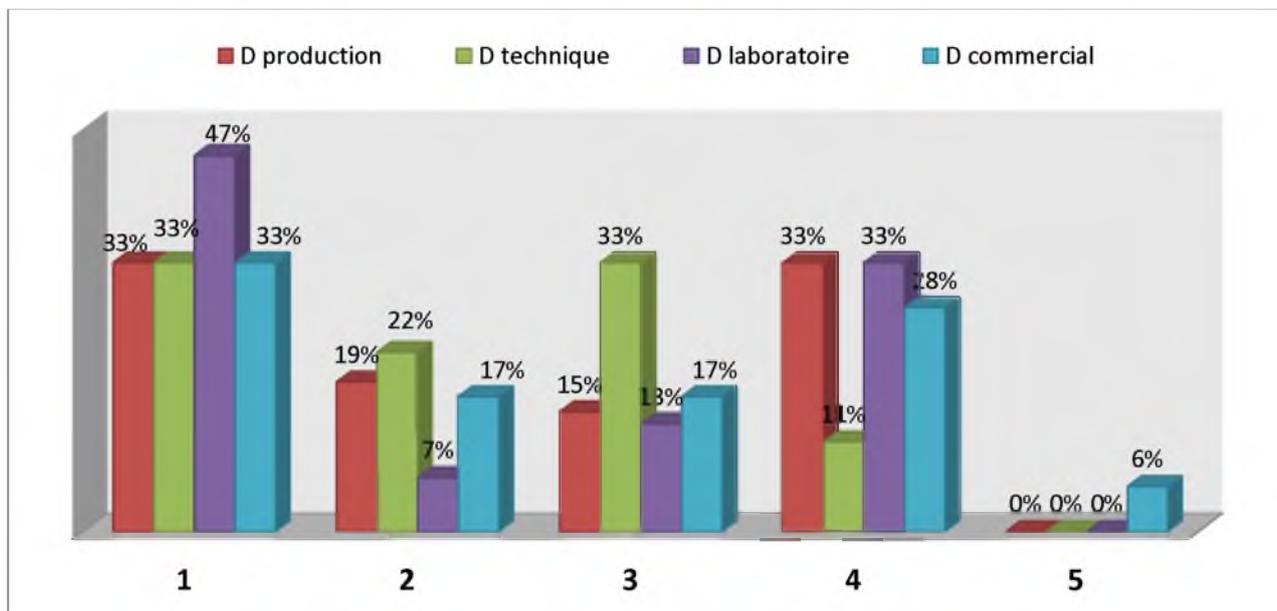
**Figure 18:** Formation des employés des quatre départements des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise (ENAP)

#### Interprétation

D'après la *figure 18*, montre au niveau des quatre *départements* plus de la moitié ( $\geq 58\%$ ) des employés, sont informés des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise.

### 3.7. Représentation de la gestion des déchets pour l'entreprise

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 19* suivantes :



(1) Une préoccupation environnementale

(2) Un enjeu économique

(5) Autre

(3) Un moyen de rationaliser le fonctionnement de vos services (traitement des déchets par filière)

(4) Des contraintes ou des obligations

**Figure 19 :** Que représente la gestion des déchets pour l'entreprise l'ENAP?

D'après la *figure 19*, montre au niveau du *département Production* 33% des employés disent que c'est une préoccupation environnementale, et environ 33% la considère comme des contraintes ou des obligations réglementaires. Et 19% la considère comme un enjeu économique, les autres la considèrent comme un moyen de rationaliser le fonctionnement de vos services (traitement des déchets par filière).

Au niveau du *département Technique*, environ 33% la considère comme une préoccupation environnementale, et 33% disent que c'est un moyen de rationaliser le fonctionnement de vos services (traitement des déchets par filière). et 22% la considère comme un enjeu économique, et 11% disent que c'est une contrainte ou des obligations réglementaires.

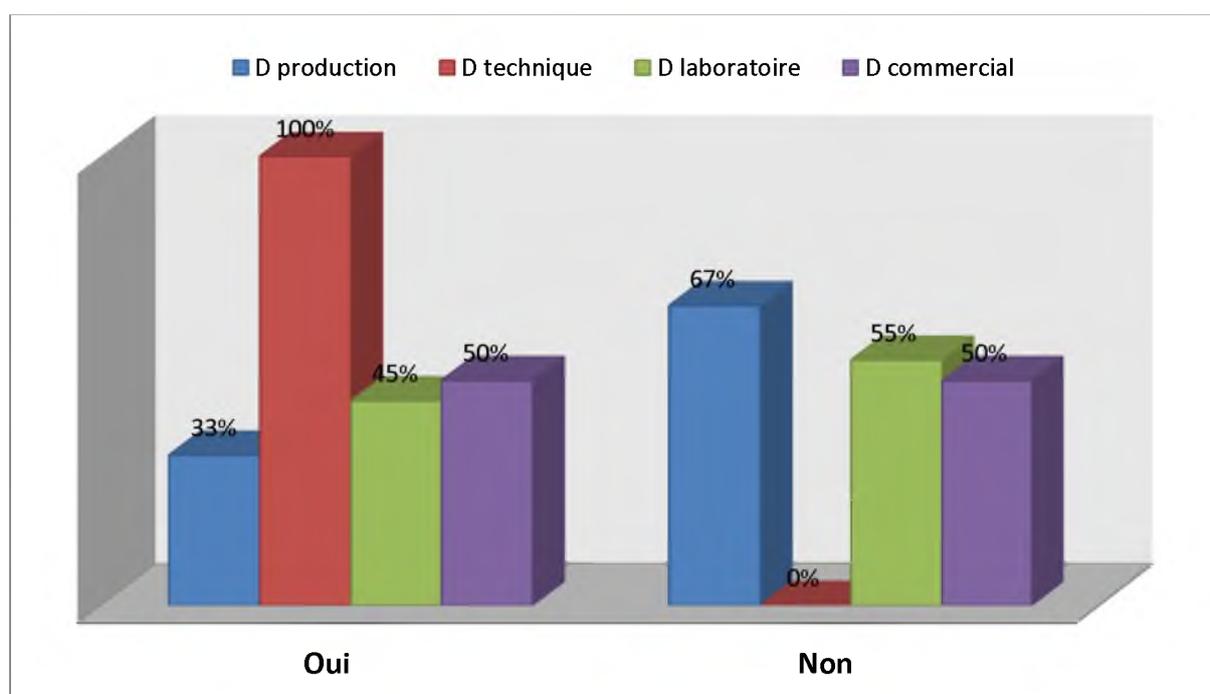
Au niveau du *département Laboratoire*, 47% la considère comme une préoccupation environnementale, et 33% disent que c'est une contrainte ou des obligations réglementaires.

Et 13% disent que c'est un moyen de rationaliser le fonctionnement de vos services (traitement des déchets par filière), et 7% la considère comme un enjeu économique.

Au niveau du *département Commercial* ,33% considère comme une préoccupation environnementale, et 28% disent que c'est une contrainte ou des obligations réglementaires. Et 17% la considère comme un enjeu économique, 17% disent que c'est un moyen de rationaliser le fonctionnement de vos services (traitement des déchets par filière).

### 3.8. Existence d'un service de la gestion des déchets dans l'entreprise

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 20* suivantes :



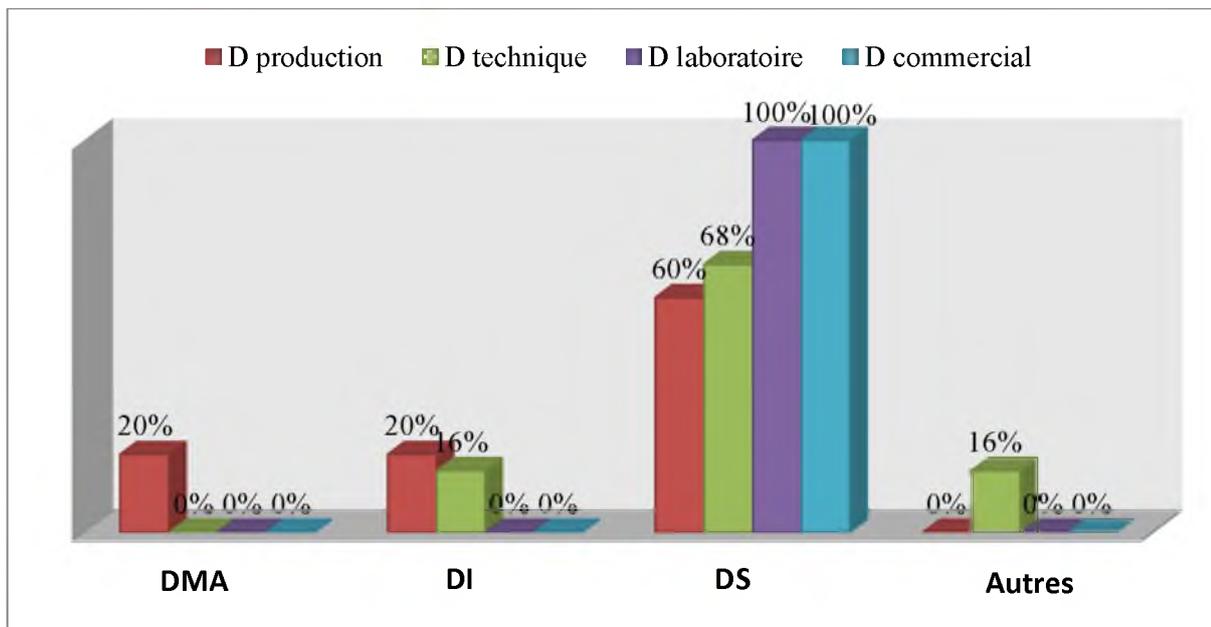
**Figure 20 :** Existe t-il un service de la gestion des déchets dans l'entreprise ?

D'après la *figure 20*, montre au niveau du *département Production* tous les employés disent qu'il existe un service de la gestion des déchets dans l'entreprise, par contre le *département Technique*, plus du 67% disent qu'il n'existe pas.

Au niveau du *département Laboratoire*, 55% disent qu'il n'existe pas et 45% disent qu'il existe, c'est la chose Au niveau du *département Commercial*, 50% disent qu'il existe et 50% disent qu'il n'existe pas.

### 3.9. types de déchets qui posent un problème de gestion à l'entreprise

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 21* suivantes :

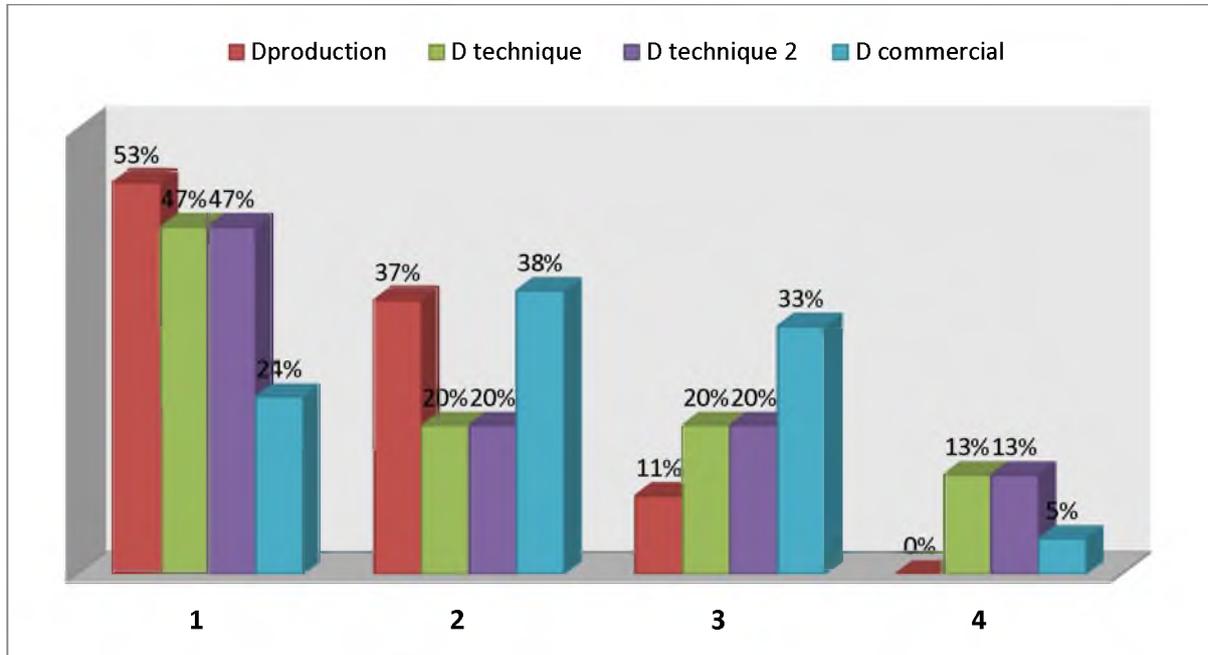


**Figure 21** : Les types de déchets qui posent un problème de gestion à l'entreprise

D'après la *figure 21*, montre que niveau des quatre départements : Production, Technique, Laboratoire et Commercial plus du 60% des employés, affirment que les déchets spéciaux particulièrement les déchets dangereux posent un problème de gestion concernant leur traitement. Les autres considèrent que ce sont les déchets ménagers et assimilés, et les déchets inertes qui posent plus de problème.

### 3.10. Connaissance des quantités des déchets produites

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 22* suivantes :



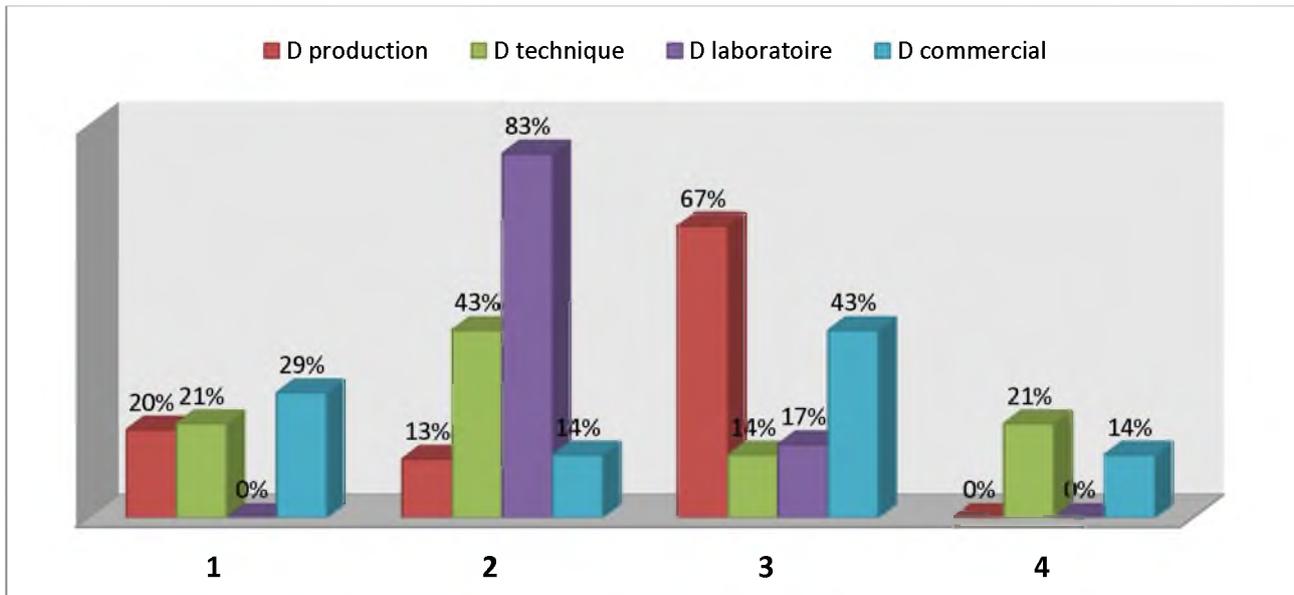
- (1) Par les factures des collecteurs et/ou des organismes de traitement des déchets
- (2) Par des pesages
- (3) Par inventaire
- (4) Autre

**Figure 22** : Connaissance des quantités des déchets produites

D'après la *figure 22*, montre que niveau des quatre départements : Production, Technique, Laboratoire et Commercial plus du 60% des employés, affirment que c'est grâce à l'inventaire et des pesages qu'ils reconnaissent les quantités des déchets produites. Les autres les connaissent par le biais des factures des collecteurs et des organismes de traitement externes.

### 3.11. Comment développer des actions de prévention

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 23* suivantes :



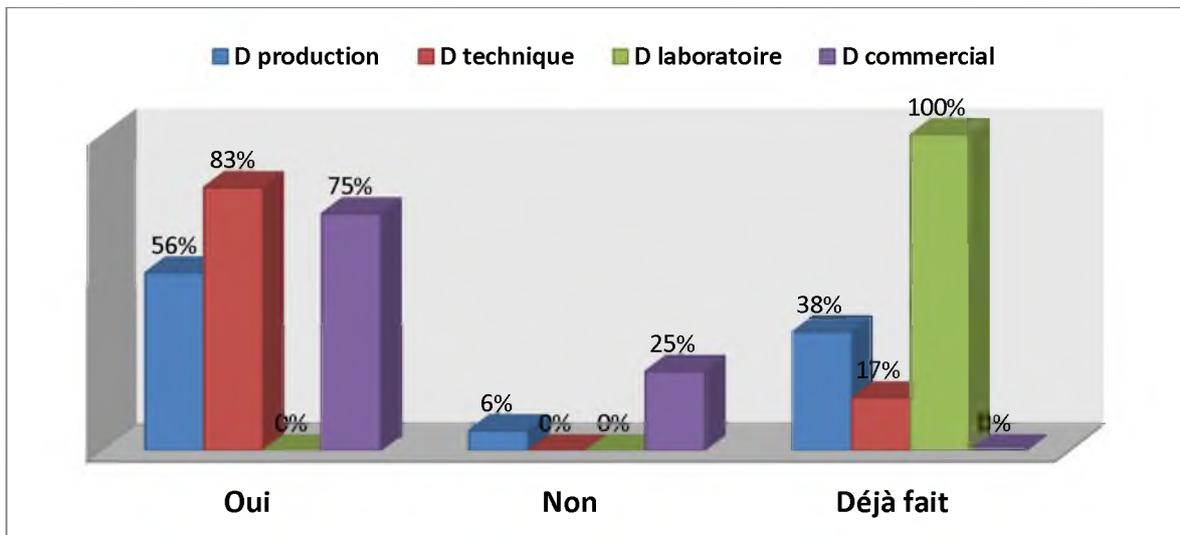
- (1) Réduction des emballages reçus (demander aux fournisseurs de limiter les quantités d'emballage)  
 (2) Réduction des chutes, pertes et rebuts  
 (3) Réutilisation  
 (4) Autre

**Figure 23** : Comment développer des actions de prévention

D'après la *figure 23* : la majorité des employés au niveau des quatre départements, confirment que les actions de prévention peuvent se faire par la réduction des chutes, pertes et rebuts et réutilisation. Les autres disent par réduction des emballages reçus (demander aux fournisseurs de limiter les quantités d'emballage).

### 3.12. Développement et démarches pour le recyclage

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 24* suivantes :

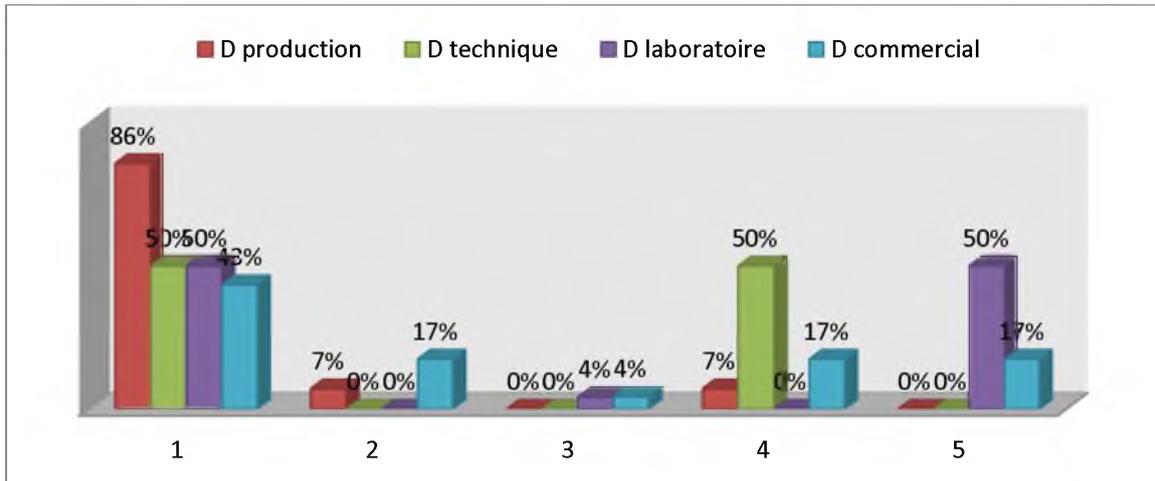


**Figure 24 :** *Est-ce que l'entreprise a développé des démarches pour le recyclage ?*

D'après la *figure 24* : La majorité des employés affirment qu'ils ont l'intention de développer cette démarche. Par contre au niveau du département Laboratoire, ils disent qu'ils ont déjà fait.

3.13. Type du système utilisé dans le traitement des déchets

Les résultats obtenus sont représentés par la *figure 25* suivantes :



- (1) Incinération
- (2) Décharge municipale
- (3) Petite fosse
- (4) Brulage à feu ouvert
- (5) Autre (à préciser)

**Figure 25 :** Les types des systèmes utilisés dans le traitement des déchets à l’ENAP

D’après la *figure 25* : La majorité des employés au niveau des quatre départements, disent qu’il utilise l’incération. Et d’autres disent qu’ils utilisent le brulage à feu ouvert, et d’autres disent qu’ils utilisent d’autres systèmes comme la régénération.

#### 4. Discussion

D'après les résultats obtenus de notre questionnaire-sondage, auprès de notre population enquêtée, les employés et les gestionnaires au niveau de l'ENAP-UPL confirment les forces et les faiblesses du système de gestion des déchets spéciaux (déchets de peinture) mis en place dans l'entreprise.

La politique de l'entreprise pour la gestion des déchets spéciaux s'inscrit dans la politique algérienne sur la gestion et l'élimination des déchets (la loi 01-19)

Nous pouvons constater que la moitié des employés savent ce qu'est un *déchet*. De même, nous avons remarqué que la plupart sont informés et sensibilisés sur les gestes et les actions pour réduire les quantités des déchets spéciaux. Mais la plupart ignorent si leurs moyens sont suffisants ou non, et ils n'ont pas reçu de formation de base sur la gestion des déchets dans leur entreprise. Finalement, les employés semblent suffisamment sensibilisés mais moins formés vis-à-vis de la gestion des déchets en général.

En effet tous les employés et les gestionnaires devraient être formés pour comprendre les avantages du système de gestion des déchets spéciaux et les responsabilités qu'ils auront à assumer.

L'enquête a montré que les ressources matérielles destinées à la gestion des déchets spéciaux sont suffisantes et adaptées aux spécificités et à la production des départements de l'entreprise.

La production en déchets spéciaux à l'entreprise ENAP-UPL connaît une augmentation avec la production du produit fini.

L'entreprise ENAP (UPL) paye une taxe de déstockage des déchets chaque année, qui avoisinerait les 730 millions de DA.

### 5. Comparaison des résultats du questionnaire entre les quatre développements

La comparaison des résultats de l'enquête par questionnaire entre les quatre départements est faite par le test de khi2 d'homogénéité, les analyses montrent des différences significatives entre ces groupes au seuil de 5%, 1%, 1%.

**Tableau 5 : Résultats du test khi2**

Le tableau ci-dessous montre les résultats du test de Khi2 d'homogénéité.

Variables	P-value	khi2-observé	D.D.L	khi2-théorique
Variable 01	0	63,0428***	9	$\alpha=5\%$ ; 16,919 $\alpha=1\%$ ; 21,666 $\alpha=1\%$ ; 27,877
Variable 03	0,005015	12,8323**	3	$\alpha=5\%$ ; 7,814 $\alpha=1\%$ ; 11,344 $\alpha=1\%$ ; 16,266
Variable 04	0	81,8344***	12	$\alpha=5\%$ ; 21,021 $\alpha=1\%$ ; 26,217 $\alpha=1\%$ ; 32,909
Variable 05	0	33,5787***	3	$\alpha=5\%$ ; 7,814 $\alpha=1\%$ ; 11,344 $\alpha=1\%$ ; 16,266
Variable 07	0	292,138***	8	$\alpha=5\%$ ; 15,507 $\alpha=1\%$ ; 20,090 $\alpha=1\%$ ; 26,124
Variable 08	0	52,0548***	3	$\alpha=5\%$ ; 7,814 $\alpha=1\%$ ; 11,344 $\alpha=1\%$ ; 16,266
Variable 11	0	55,2081***	12	$\alpha=5\%$ ; 21,021 $\alpha=1\%$ ; 26,217 $\alpha=1\%$ ; 32,909

Variable 12	0	106,814***	3	$\alpha=5\%$ ; 7,814 $\alpha=1\%$ ; 11,344 $\alpha=1\%$ ; 16,266
Variable 13	0	62,6319***	8	$\alpha=5\%$ ; 15,507 $\alpha=1\%$ ; 20,090 $\alpha=1\%$ ; 26,124
Variable 14	0	161,084***	9	$\alpha=5\%$ ; 16,919 $\alpha=1\%$ ; 21,666 $\alpha=1\%$ ; 27,877
Variable15	0	71,1130***	9	$\alpha=5\%$ ; 16,919 $\alpha=1\%$ ; 21,666 $\alpha=1\%$ ; 27,877
Variable 16	0	79,3056***	6	$\alpha=5\%$ ; 12,591 $\alpha=1\%$ ; 16,811 $\alpha=1\%$ ; 22,457
Variable17	0	201,265***	9	$\alpha=5\%$ ; 16,919 $\alpha=1\%$ ; 21,666 $\alpha=1\%$ ; 27,877
Variable 18	0	280,601***	6	$\alpha=5\%$ ; 12,591 $\alpha=1\%$ ; 16,811 $\alpha=1\%$ ; 22,457
Variable 19	0	216,464***	9	$\alpha=5\%$ ; 16,919 $\alpha=1\%$ ; 21,666 $\alpha=1\%$ ; 27,877
Variable 20	0	173,410***	6	$\alpha=5\%$ ; 12,591 $\alpha=1\%$ ; 16,811 $\alpha=1\%$ ; 22,457
Variable25	0	53,2637***	3	$\alpha=5\%$ ; 7,814 $\alpha=1\%$ ; 11,344 $\alpha=1\%$ ; 16,266

Variable26	0	341,617***	12	$\alpha=5%$ ; 21,021 $\alpha=1%$ ; 26,217 $\alpha=1\%$ ; 32,909
------------	---	------------	----	---

Avec :

D.D.L : Degré de liberté ; \*\* : Différence hautement significative ; \*\*\* : Différence très hautement significative ; NS : Non significative.

#### **Variable 1 : Perception du mot *déchet***

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=63,0428> $\chi^2$ -théorique= 27,877, au seuil de 1%) dans la perception des employés du mot déchet au niveau des quatre départements.

#### **Variable 3 : Perception des employés sur les actions et gestes de réduction de la quantité des déchets spéciaux**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence hautement significative ( $\chi^2$ -observé=12,8323> $\chi^2$ -théorique=11,344, au seuil de 1%) dans la perception des employés sur les actions et gestes de réduction de la quantité des déchets spéciaux au niveau des quatre départements.

#### **Variable 4 : Perception sur le tri sélectif des déchets**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=81,8344> $\chi^2$ -théorique=32,909, au seuil de 1%) dans la Perception des employés sur le tri sélectif des déchets

#### **Variable 5 : La notion des 3RV**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=33,5787> $\chi^2$ -théorique=16,266 au seuil de 1%) dans la Perception des employés sur la notion des 3RV.

#### **Variable 6 : Formation de base des employés à la gestion des déchets**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence

**Variable 7 : La disposition des moyennes**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $khi2\text{-observé}=292,138 > khi2\text{-théorique}=26,124$  au seuil de 1%) dans la Perception des employés sur la disposition des moyennes suffisants pour une meilleure gestion des déchets.

**Variable 8 : Formation de base des employés des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise (ENAP)**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $khi2\text{-observé}=52,0548 > khi2\text{-théorique}=16,266$  au seuil de 1%) dans la Formation de base des employés des risques sanitaires des déchets engendrés par leur entreprise (ENAP)

**Variable11 : Représentation de la gestion des déchets pour l'entreprise**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $khi2\text{-observé}=55,2081 > khi2\text{-théorique}=32,909$  au seuil de 1%) la perception des employés sur représentation de la gestion des déchets pour l'entreprise

**Variable 12: La disposition d'un service pour la gestion des déchets dans l'entreprise**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $khi2\text{-observé}=106,814 > khi2\text{-théorique}=16,266$  au seuil de 1%) la perception des employés sur la disposition d'un service pour la gestion des déchets dans l'entreprise.

**Variable 13 : Les moyens affectés a ce service**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $khi2\text{-observé}=62,6319 > khi2\text{-théorique}=26,124$  au seuil de 1%) la perception des employés sur les moyens affectés a ce service.

**Variable 14: Les types de déchet qui posent 'il plus du problème à gérer**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $khi2\text{-observé}=161,084 > khi2\text{-théorique}=27,877$  au seuil de 1%) la perception des employés sur les types de déchet qui posent 'il plus du problème à gérer.

**Variable 15 : La connaissance des quantités des déchets produits dans l'entreprise**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=71,1130 >  $\chi^2$ -théorique=27,877 au seuil de 1%) la perception des employés sur les des quantités des déchets produits dans l'entreprise.

**Variable 16 : Développement des actions en matière de prévention**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=79,3056 >  $\chi^2$ -théorique=22,457 au seuil de 1%) la perception des employés sur développement des actions en matière de prévention.

**Variable 17 : Lesquelles**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=201,265 >  $\chi^2$ -théorique=27,877 au seuil de 1%) la perception des employés sur les actions en matière de prévention.

**Variable 18 : L'intention de développer des actions ou des démarches sur le recyclage**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=79,3056 >  $\chi^2$ -théorique=22,457 au seuil de 1%) la perception des employés sur l'intention de développer des actions ou des démarches sur le recyclage.

**Variable 19 : Lesquelles**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=173,410 >  $\chi^2$ -théorique=27,877 au seuil de 1%) la perception des employés sur le développement des actions ou des démarches sur le recyclage.

**Variable 20: L'offre des moyens nécessaires pour assures une meilleure gestion des déchets spécieux**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=173,410 >  $\chi^2$ -théorique=22,457 au seuil de 1%) la perception des employés sur l'offre des moyens nécessaires pour assures une meilleure gestion des déchets spécieux.

**Variable 22 : La disposition d'une zone de stockage des déchets**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ -observé=> $\chi^2$ -théorique= au seuil de 1%) la perception des employés sur

**Variable 25: Traitement des déchets**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence Le tableau N°05 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ - observé=53,2637> $\chi^2$ -théorique=16,266 au seuil de 1%) la perception des employés sur le traitement de certains déchets.

**Variable 26:Les systèmes du traitement utilisés**

Le tableau 5 montre qu'il y'a une différence Le tableau N°05 montre qu'il y'a une différence très hautement significative ( $\chi^2$ - observé=341,617> $\chi^2$ -théorique=32,909 au seuil de 1%) la perception des employés sur les systèmes du traitement utilisés.

## *Conclusion et recommandation*

Conscient des enjeux que l'environnement représente pour un développement durable, les entreprises Algérienne adoptent depuis une dizaine d'années, des stratégies pour sa préservation. Néanmoins, du point de vue techniques ces dernières peinent à trouver des solutions pour la gestion du flux important des déchets générés d'une part. D'autre part, la loi interdit à toute entreprise d'abandonner, de brûler, d'enfouir ou de rejeter les déchets spéciaux (DS) qu'elle produit d'où leur cumule ou leur stockage dans des endroits non appropriés comme le cas de l'ENAP de Lakhdaria.

Notre stage mené au sein de l'entreprise ENAP (UPL) sur l'évaluation de la gestion des déchets et particulièrement les déchets spéciaux générés au niveau des quatre départements : production, commercial, laboratoire et technique, suivi d'une enquête par un questionnaire au niveau des employés ,nous a permis d'avancer les conclusions suivantes :

- L'ENAP(UPL) est une entreprise qui vise l'adoption de l'ISO 14001, prenant ainsi en considération l'environnement dans toutes ses composantes. Elle possède des capacités matérielles et humaines de traitement des effluents issues des bains de traitements de surface (finitions) dans ses différents départements et une station de régénération des solvants sales. Cependant, l'ENAP (UPL) génère plusieurs types de déchets spéciaux pouvant être dangereux tels que les boues de peintures, les huiles, les solvants sales et des métaux lourds et autres résidus.
- D'après nos observations, l'entreprise respecte la réglementation en vigueur concernant la filière d'élimination de ses déchets. Elle a mis en place une chaîne de lavage automatique des cuves mobiles, permettant ainsi d'assurer un cycle de lavage en circuit fermé et de régénérer les solvants, ce qui permet d'éviter les rejets liquides.
- L'enquête par questionnaires auprès des employés a révélé que ces derniers semblent être suffisamment sensibilisés mais moins formés vis-à-vis de la gestion des déchets en général.

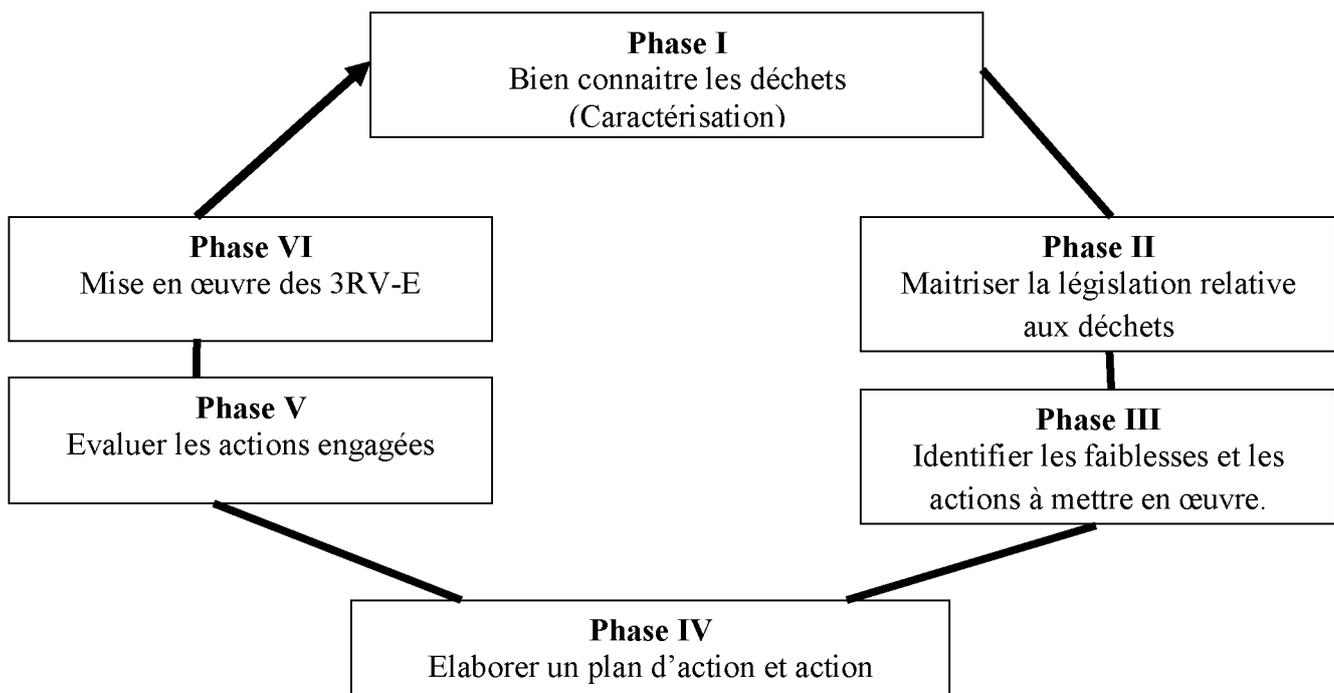
A travers ce modeste travail, il est fortement recommandé de changer de paradigme en matière de gestion des déchets dans les entreprises, en privilégiant la réduction à la source, en appliquant le principe des 3 RV-E, d'aller vers un système de management environnemental et pourquoi pas élaborer une stratégie DD.

**Recommandations**

La gestion des déchets est aujourd’hui une nécessité mondiale permettant aux entreprises de rester compétitives. Il est important de suivre et de s’adapter à l’évolution de la réglementation, à la fermeture progressive des CET, à l’augmentation des coûts de traitement (taxes), aux contraintes imposées par les clients et les donneurs d’ordre. Toutefois, se lancer dans une démarche globale de gestion des déchets est une responsabilité élargie, mais elle apporte aussi de nombreux avantages, parmi lesquels:

- Connaître les différents flux de déchets et les quantités générées.
- Maîtriser les aspects financiers.
- Respecter voir anticiper les obligations réglementaires.
- Améliorer les performances économiques tout en réduisant les coûts de collecte, de transport et d’élimination.
- Renforcer l’image de marque de l’entreprise particulièrement sur le plan écologique.

L’organigramme de la figure V.26 donne un aperçu sur les différentes étapes qui permettent d’élaborer et de mettre en application un plan de gestion durable des déchets dans les entreprises.



**Figure V.26:** Phases d’amélioration de la gestion des déchets au sein d’une entreprise

## *Conclusion et recommandation*

La démarche proposée permettra donc d'analyser les performances en matière de gestion des déchets et de mettre en place des actions efficaces, pour améliorer les faiblesses identifiées.

**Phase I** : Bien connaître les déchets : quantité, nature, composition, risque sur l'environnement. Cette phase est inévitable pour améliorer la gestion de ces déchets.

Elle permet d' :

- identifier les différents déchets et les processus qui les génèrent.
- Identifier la nature et la variété et la composition des déchets générés.
- inventorier les filières d'élimination existantes et les modes de stockage.
- identifier les déchets les plus coûteux et ceux produits en plus grandes quantités.
- De suivre, analyser les quantités et les coûts de gestion.

**Phase II** : Bien connaître la législation en vigueur relative aux déchets. Cette phase donne un aperçu des principales dispositions légales en matière de gestion des déchets. Elle permet à l'entreprise de :

- s'informer sur les législations existantes et de veiller au respect de ses dispositions.
- réaliser un inventaire des législations en matière de déchets qui concernent l'entreprise.
- évaluer les risques de non-conformité réglementaire.
- fixer les non-conformités réglementaires de l'entreprise.
- élaborer une stratégie de veille réglementaire.

**Phase III** : Identifier les faiblesses et les actions à mettre en œuvre, sur la base des informations collectées dans les phases I et II. Il serait possible d'identifier les faiblesses concernant :

- les éventuelles non-conformités réglementaires.
- le potentiel de réduction des déchets à la source.
- les gisements de déchets valorisables non triés à l'heure actuelle.
- les améliorations possibles en termes de gestion.

## *Conclusion et recommandation*

- les manquements au niveau de la participation et de l'adhésion des employés, et inventorier les actions possibles à mettre en place pour remédier aux problèmes identifiés, en privilégiant la gestion participative.

**Phase IV :** Elaborer un plan d'action, visant les améliorations retenues par l'entreprise, la réalisation. Ce plan permettra de :

- hiérarchiser les actions retenues.
- les programmer (délais, moyens, ...)
- les mettre en œuvre.
- en assurer le suivi.
- avancer de manière progressive et réfléchie.

**Phase V :** Evaluer et mesurer les actions engagées. Après avoir identifié, hiérarchisé, programmé et mis en œuvre les actions pour améliorer la gestion des déchets de l'entreprise, il est primordial d'en faire une évaluation. Cette dernière peut s'effectuer grâce à la mise en place des indicateurs clairs et mesurables. En termes de cette évaluation il sera donc possible de prévoir et de planifier des nouvelles actions à mener pour poursuivre l'amélioration de la performance, comme le montre la figure V.26

**Phase VI :** Mise en œuvre des 3RV-E. Le premier R, qui signifie de réduire nous apparaît comme la solution idéale pour diminuer la quantité de déchets produite. La réduction doit concerner tout les rejets du processus de fabrication. Les employés doivent être associés à cette action particulièrement au niveau de trois unités de production. Le deuxième R dont on se soucie rarement est la réutilisation. Elle consiste à donner une deuxième vie à un objet au lieu de le jeter.

## **Références bibliographiques**

- [1] : **F. CAMPAN**. *Le traitement et la gestion des déchets ménagers à la réunion : Approche géographique*, thèse de doctorat, Université de la Réunion, France, 2007, p 16.
- [2] : **J.B. LEROY**. *Les déchets et leur traitement*, Collection Que sais-je?, Paris : Presses universitaires de France, 1981 révisé 1994, p 127.
- [3] : **S. GALAUP et C. BAUDOIN**. *Droit et politique des déchets industriels analyse comparative de six stratégies nationales en Europe*, Déchets, science et techniques, 1996, N°1, p.4-8.
- [4] : **C. LONDON**. *La notion juridique de déchet ou quelques interrogations d'ordre sémantique*, Déchets, sciences et techniques, 1996, n°1, p.8-10.
- [5] : **B. DEBRAY**. *Système d'aide à la décision pour le traitement des déchets industriels spéciaux*, thèse de doctorat, INSA de Lyon, France, 1997, p 22.
- [6] : **L.Y MAYSRE et al**. *Déchets urbains, nature et caractérisation*, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 1994, p 220.
- [7] : **E. NGNIKAM, E. TANAWA**. *Les villes d'Afrique face à leurs déchets*, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, France, 2006, p 17.
- [8] : **E. KOLLER**. *Traitement des pollutions industrielles*, 2<sup>ème</sup> édition, imprimerie Chirat, France, 2009, pp 139, 462.
- [9] : **A. ADDOU**. *Développement durable : Traitement des déchets, valorisation, élimination*, Ellipses, Paris, France, 2009, pp 17, 18.
- [10] : **DRIRE Rhône-Alpes**. *Traitement des déchets industriels en Rhône Alpes*, Lyon : DRIRE Rhône Alpes, 1991, p 23.
- [11] : *Plan Régional pour l'Élimination des Déchets Industriels en Rhône-Alpes*, Charbonnières-les-bains : Conseil régional Rhône-Alpes, 1993, p 33.
- [12] : *Cartographie de la pollution industrielle*, Neuilly : Ministère de l'environnement, Direction de la prévention des pollutions et des risques, 1993, p 89.
- [13] : **Y KEHILA**. *Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie*, Deutsche Gesellschaft Fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH ,2014.

## **Références bibliographiques**

- [14] : *Rapport de la Commission européenne au Conseil- 7 août 2012- COM(2012) 448 final*.
- [15] : **A. NAVARRO et al**. *"Gestion et traitement des déchets"*, Techniques de

## **Références bibliographiques**

l'ingénieur, traités généralités et construction, A8660-C4260, 1994, p 32.

[16] : **D. GARDAIS**. *Environnement et électricité, les procédés électriques de traitement des rejets industriels*, Collection Électra, Avon : DOPEE 85, 1990, p 701.

[17] : **ANNONYME**. *Incinération des déchets : Un sujet brûlant*, Bureau d'Analyse des Risques et des Pollution Industrielles/SEI/DPPR/IN07 0008, France, 2007, p 5.

[18] : **ANNONYME**. *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles : Incinération des déchets*, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, France, 2006, p 45.

[19] : **T. TURLAN**. *Les déchets : Collecte, traitement, tri, recyclage*, Dunod, France, 2013, p 45.

[20] : **C. VERWILGHEN**. *Fixation des métaux lourds par des phosphate de calcium dans le traitement des fumées d'Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères*, thèse de doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse III, France, 2006, p 20.

[21] : **S.COLOMBANO, A.SAADA, V.GUERIN, P.BATAILLARD, G.BELLENFANT, S.BERANGER, D.HUBE, C.BLANC, C.ZORNIG, I.GIRARDEAU**. *Quelles techniques pour quels traitements : Analyse coûts- bénéfiques*, BRGM, France, 2010, p 251.

[22] : **C. DESACHY**. *Les déchets sensibilisation à une gestion écologique*, 2<sup>ème</sup> édition, Technique et Documentation (2001), Paris, France, 2008, p 45.

[23] : **ANNONYME**. *Incinérateurs*, CURRANTA GmbH et Co.OHG, Service pour l'industrie chimique, Allemagne, 2010, pp 6, 7.

[24] : **R. LEBRETON, M. ECUYER, T. PORTAZ**. *Peintures en solvants : composition, risques toxicologiques, mesure de prévention*, INRS, Ed 971, Paris, France, 2005, pp 2, 5, 6.

## **Références bibliographiques**

[25] : **P. GRANDOU, P.PASTOR**. *Les peintures et les vernis, les constituants : liants, solvants, plastifiants, pigments, colorants, charges, adjuvants*. Ed. Herrmann, Paris, France, 1966, pp 5, 666. (Document interne de l'ENAP)

[26] : **ANNONYME**. *Guide de choix des éco-matériaux « Les peintures »*, Cd2e, France, 2008, p 3.

[27] : **C. BORNIGAL**, *Guide VEMat Peinture : validations Environnementales de Matériels*, version 2, CNIDEP, France, 2011, p 8.

[28] : **ANNONYME**. *Guide de réduction des COV pour les entreprises utilisatrices de*

## **Références bibliographiques**

*peintures et vernis*, 2006, pp 22,23.

[29] : *Encyclopédie Encarta Dorling Kindersley*.

[30] : **M. CHARRETON, M. FALCY, J. TRIOLET, R. LEBRETON**. *Peinture en phase aqueuse (ou peinture à l'eau) : composition, risques toxicologiques, mesures de prévention*, INRS, Ed 955, Paris, France, 2005, p 4.

[31] : **C. CORBEL**. *Rejets à l'atmosphère des cabines de peinture : éléments en vue d'une évaluation des risques sanitaires*, Ecole Nationale de la Santé Publique, France, 2002, p 12.

[32] : **S. ADRIAN, I. DELAUME, M. LOBLEIN, A. RUMELHARD**. *Les produits toxiques : Les peintures toxiques, les produits sanitaires et pesticides*, IUT Robert Schuman, France, 2006, pp 11, 12, 13.





**11. La gestion des déchets est principalement pour votre entreprise**  
*(plusieurs réponses possibles)*

- Une préoccupation environnementale
- Un enjeu économique
- Un moyen de rationaliser le fonctionnement de vos services (traitement des déchets par filière)
- Des contraintes ou des obligations réglementaires
- Autre, précisez :

**12. Avez-vous un service pour la gestion des déchets dans votre entreprise ?**

- Oui
- Non

**13 .Si oui, quels moyens avez-vous affectés à ce service ?** *(plusieurs réponses possibles)*

- Personnel formé à la gestion des déchets
- Sensibilisation et formation du personnel existant
- Mise à disposition d'équipements de tri
- Recours à un prestataire de service pour la collecte
- Autre, précisez

**14. Quels types de déchets vous posent-ils plus de problèmes à gérer ?**

- Déchets ménagers et assimilés (DMA)
- Déchets inertes
- Déchets spéciaux
- Autre, précisez

**15. Comment connaissez-vous les quantités de déchets produites dans votre entreprise?** *(Plusieurs réponses possibles)*

- Par les factures des collecteurs et/ou des organismes de traitement des déchets
- Par des pesages
- Par inventaire
- Autre, précisez

**16. Avez-vous l'intention de développer des actions en matière de prévention?**

- Oui
- Non
- Déjà fait

**17. Si oui, lesquelles ?** *(plusieurs réponses possibles)*

- Réduction des emballages reçus (demander aux fournisseurs de limiter les quantités d'emballage)
- Réduction des chutes, pertes et rebuts
- Réutilisation
- Autre, précisez

**18. Avez-vous l'intention de développer des actions ou des démarches sur le recyclage de vos déchets?**

- Oui  Non  Déjà fait

**19. Si oui, lesquelles ? (plusieurs réponses possibles)**

- Recherche de nouvelles filières de recyclage externes
- Développement du tri sélectif
- Formation et implication des employés
- Autres, précisez

**20. Offrez –vous des moyens nécessaires pour assurer une meilleure gestion des déchets spéciaux ?**

- Oui  Non  En réflexion

**21. Si oui, comment vous le faites ou comptez le faire ?**

**22. Disposez-vous d'une zone spécifique de stockage des déchets de votre unité ?**

- Oui  Non

**23. Si oui, combien de temps sont ils stockés ?**

**24. Quels sont les problèmes que vous rencontrés dans la collecte et/ou le stockage de ces déchets ?**

**25. Traitez-vous certains déchets in situ ?**

- Oui  Non

**26. *Si oui, quel type de système de traitement utilisez-vous?***

- Incinération
- Décharge municipale
- Petite fosse
- Brulage à feu ouvert
- Autre (à préciser)

## Annexe 02

## Exigences réglementaires applicables à l'entreprise

Texte réglementaire	Exigences
<b>Déchets</b>	
<p>Loi no 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.</p>	<p>Art.2 ,3 : principes de la gestion, du contrôle et d'élimination des déchets.</p> <p>Art 4 et5</p> <p>Art .6, 7,8 : Obligation de la prise en charge des déchets par leur générateur et/ou détenteur.</p> <p>Art 9 et 11</p> <p>Art.15, 16,19: obligation de traitement des déchets spécieux, par leur générateur, dans des installations autorisées par le ministre chargé de l'environnement.</p> <p>Art.17 : Interdiction du mélange des déchets spécieux dangereux avec d'autres déchets.</p> <p>Art : 20 et24 et du 48 au 50, 54, 58 ,61 ,62 et 64</p>
<p>Décret exécutif n°93-161 du 10 Juillet 1993 réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.</p>	<p>Art 2 à 4</p>
<p>Décret exécutif n°13-176 du 30 Avril 2013 fixant les conditions d'exercice des activités</p>	<p>L'activité de l'entreprise est concernée par l'ensemble du texte du décret.</p>

## Annexes

de fabrication, de stockage et de distribution de gros de lubrifiants et de régénération des huiles usagées.	
Décret exécutif n°03-477 du 09 décembre 2003 fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux.	Pour information Art : 4 à 6
Décret exécutif n°04 -409 du 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.	Art : 3 à 21 : Condition de transport des déchets spéciaux dangereux.
Décret exécutif n°05-314 du 10 septembre 2005 fixant les modalités d'agrément des groupements de producteurs et / ou détenteurs des déchets spéciaux	Art : 1 à 9 modalités d'agrément des groupements de générateurs et / ou détenteurs des déchets spéciaux
Décret exécutif n°05-315 du 10 septembre 2005 fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.	Art : 2 et 3 modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.
Décret exécutif n°06 -104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets spéciaux dangereux.	Art 3 et 4 : Application de la nomenclature des déchets aux déchets liquides et solides tous confondus.

## Annexe 03

### Norme ISO 14001

La norme ISO 14001 n'est pas le seul référentiel à traiter le SME. Mais son intérêt réside dans sa reconnaissance internationale et son applicabilité à tout type d'organisme et d'entreprise.

Ainsi, elle permet de :

- Mettre en œuvre, maintenir et améliorer un SME ;
- S'assurer de sa conformité à la politique environnementale ;
- Démontrer aux parties prenantes sa conformité (donneurs d'ordre, clients, fournisseurs, autorité réglementaire)
- Rechercher la certification auprès d'un organisme extérieur ;
- Réaliser une autoévaluation et une auto-déclaration de conformité à la norme (ISO14000, 1996).

En matière de gestion des déchets, la norme ISO 14001 ne concerne pas la manière dont une entreprise élimine ou réduit ses déchets dangereux, ni la façon dont elle construit ses processus pour plus d'efficacité environnementale, mais elle doit également mettre en oeuvre une structure de management qui garantirait que les programmes pour la réduction des déchets dangereux ou chimiques seront appliqués, que les processus sont documentés, que les cibles environnementales sont établies et atteintes (CHANTALE *et al.*, 1996)

De ce fait, un SME serait une aide précieuse aux entreprises lui garantissant une meilleure gestion de ses impacts environnementaux dans un processus d'amélioration continue.