



République algérienne démocratique et populaire

Université Akli Mohand Oulhadj

BOUIRA



Institut de Technologies

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme

De Licence professionnalisant en :

Génie chimique

THÈME :

Etude de récupération des déchets

Cas de plastique

Réalisé par

KHIMOUD AZIZA

- Président : Mr AOUDJIT FARID
- Tuteur : Mr BOUTHELJA
- Encadreur : Mr KARABAGLI ABDERRAHMANE
- Examineur : Mm BETTAYEB SOUHILA

Année : 2017 / 2018

REMERCIEMENTS :

J'adresse ma profonde gratitude et à toute ma reconnaissance à mon encadreur, Monsieur KARABAGLI, professeur à l'université de Bouira.

Je tiens aussi à remercier Monsieur le directeur de l'entreprise EXTRANET, ainsi que mon tuteur Monsieur BOUTHELJA, Madame YANAR pour leur accueil chaleureux et la confiance qu'ils m'ont accordé.

Je saisis aussi, cette opportunité pour remercier l'ensemble des enseignants de l'Institut de Technologie, qui ont contribué à notre formation et à toutes les personnes qui de près ou de loin, aidé à la réalisation de ce travail et aux membres du jury pour la lecture et les critiques de ce rapport

Table des matières

Introduction générale

Chapitre I : Généralités sur les déchets

I .1 Définitions	3
I .2 Classification des déchets :	4
I .2.2 Selon la nature :	5
I .2.3 Selon leur origine :	5
I .3 Généralités sur les politiques environnementales :	6
I .4 Les impacts écologiques et économiques sur l'environnement :	7
I .4.1 Côté environnemental :	7
I .4.2 Côté économique :	7
I .5 Pollution	7
I .6 Politique nationale de gestion des déchets	8

Chapitre II PRESENTATION d'EPIC EXTRANET

II.1 EPIC EXTRANET	11
--------------------------	----

CHAPITRE III RECUPERATION DU PLASTIQUE A EXTRANET

III. 1 Etapes de récupération des déchets	17
III.2 Processus de recyclage du plastique	21
III.2.1 Généralités	21
III.2.2 Etapes de fabrication des matières plastiques	25
Exemple.....	27
III.2.3 Processus de recyclage du plastique	30
Conclusion.....	33

Listes des figures

Figure 1 : Communes d'Alger gérées par EXTRANET	11
Figure 2 : Nouveau découpage de gestion des communes d'Alger.....	12
Figure 3 : Nouveau découpage.....	12
Figure 4 : Entrée principale.....	12
Figure 5 : Locaux	13
Figure 6 : Organigramme fonctionnel	14
Figure 7 : Champ d'intervention d'EXTRANET.....	17
Figure 8 : Collecte	19
Figure 9 : Centre de tri.....	20
Figure 10 : Récupération des déchets à EXTRANET.....	20
Figure 11 : PEHD.....	21
Figure 12 : PEBD.....	22
Figure 13 : PP.....	22
Figure14: PSE.....	23
Figure15 : PVC	23
Figure16: PETP.....	24
Figure17: PUR.....	24
Figure18 : Distillation.....	26
Figure19 : ligne d'extrusion du PEHD.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Durée de vie des déchets.....	6
Tableau 2 : Thermoplastiques et thermodurcissables.....	26

Introduction générale

Ces dernières années les problèmes causés par les déchets solides sont les plus grands problèmes de l'environnement, parallèlement à l'augmentation de la population, la caractéristique des déchets et des ordures change très vite avec le changement des habitudes de consommation et avec la quantité accrue de déchets solides produits par personne.

La gestion intégrée de déchets solides incombe le choix des programmes de gestion, de technologie et contient également des sujets juridiques et statutaires indiqués par la loi. Actuellement quatre (04) applications principales de la stratégie globale de gestion des déchets sont prévues à savoir la collecte, la réduction, le recyclage et compostage enfin l'enfouissement des déchets [1].

Dans le cadre de notre stage au sein de l'entreprise EPIC EXTRANET, notre rapport de fin d'étude a porté sur l'étude de cette entreprise publique EPIC EXTRANET en nous penchant sur le recyclage du plastique.

L'objectif de notre projet est de collecter tous les données sur le processus de recyclage, nous avons choisi une entreprise qui fait la collecte de déchets solides (ménagers et assimilés), le tri, le transport à une station de transfert ou au centre d'enfouissement technique qui fait la revente de ces déchets aux entreprise spécialisées afin de les recycler [1].

Dans la première partie nous présentons les différentes notions de base dans le domaine des déchets, la deuxième partie concerne l'entreprise EPIC EXTRANET, la troisième partie est consacrée au plastique en général et le principe de fonctionnement du système de tri et de recyclage du plastique. Enfin nous avons fait une visite sur terrain (Commune El-Mohammadia) où nous avons assisté la collecte séparative, le tri de déchets par les citoyens ainsi la caractérisation de ce déchets (matière récupérable) ainsi que le centre de stockage de gisement récupérable au niveau de la commune de Rouïba, et finalement le centre d'enfouissement de HAMICI qui fait le tri secondaire ainsi que la vente des déchets triés à des entreprises spécialisées dans le recyclage. Notre rapport est organisé comme suit :

Un premier chapitre consacré à des généralités sur les déchets

Un deuxième chapitre à la présentation de l'EPIC EXTRANET

Un troisième chapitre consacré à la récupération des déchets à l'EPIC EXTRANET

Enfin on a terminé avec une conclusion.

CHAPITRE I

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES DECHETS

L'état de l'environnement influe sur notre santé. Les déchets en tous genres contaminent la terre, l'air et l'eau qui est vitale pour l'homme, les animaux et les plantes. Depuis des décennies, la science étudie les effets des concentrations excessives des déchets sur la santé de la population. Dans ce chapitre nous donnerons des définitions de quelques thèmes correspondant relativement au cycle de vie des déchets et nous présenterons aussi des informations précises sur la production, composition et mode d'élimination des déchets existants en Algérie ainsi que les différents principes d'une politique environnementale adoptée en matière de déchets [1].

I.1 Définitions

Plusieurs termes coexistent pour circonscrire la notion de déchets, certains relèvent plus de la langue familière, d'autres de la langue administrative. Que l'on soit simple citoyen, éboueur, fonctionnaire ou expert en environnement, les mots utilisés pour désigner un déchet varient, déchet ménager, détritus, poubelle, matière résiduelle, pelures, ordures, résidus, rebutes, immondices, débris etc.

Un déchet peut être définie de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état des déchets.

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 ou 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. Les déchets ménagers (DM) sont les déchets collectés dans le cadre du service public d'élimination des déchets. Ces derniers englobent tous les déchets produits par les ménages et assimilés (certaines collectivités et certains commerçants). Ce sont donc les déchets que tout particulier produit dans sa vie quotidienne. Ils regroupent les ordures ménagères (non recyclables ou pas encore recyclées), dangereux ou non, les **déchets recyclables secs** (journaux, papiers, carton, magazines, verre, aluminium, plastique) et **les recyclables dits humides**, organiques ou fermentescibles (déchets alimentaires, herbes, bois...) [1].

I.2 Classification des déchets :

I.2.1 Catégorie :

Nous rencontrons différents déchets à savoir

■ **Déchets ménagers et assimilés** : Tous les déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales qui, par leur nature et leur composition sont assimilables aux déchets ménagers. Déchets encombrants Tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés comme : Canapés, fauteuils, tables, vieux meubles [2].

■ **Déchets spéciaux(DS)** : Tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toute autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent pas être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes. Parmi les déchets spéciaux nous avons **Déchets spéciaux dangereux (DSD)**. Tous déchets spéciaux qui par les constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et /ou à l'environnement.

Enfin d'autres types de déchets tels que :

■ **Déchets d'activité de soin** : Tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire comme les seringues, milieux de culture, fragments anatomiques, pansements, etc.

■ **Déchets inertes** : Tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de déplétion, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique chimique ou biologique lors de leurs mises en décharge et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou d'autres éléments générateurs de nuisance, susceptibles de nuire à la santé et /ou à l'environnement [1].

■ **Déchets radioactifs** : Ainsi, le décret présidentiel N°05-119 du 11/04 /2005 relatif à la gestion des déchets radioactifs a mis en évidence la notion des déchets radioactifs qui représentent les matières contenant ou contaminée par des radioéléments à des concentrations ou activités supérieures aux limites d'exemption et pour laquelle aucune utilisation n'est prévue.

I .2.2 Selon la nature :

Le guide des techniques communales pour la gestion des déchets ménagers et assimilés du ministère d'aménagement du territoire et environnement (2003), présente une classification des déchets selon leur nature physique en 03 catégories à savoir les déchets solides : ordures ménagères, emballages, gravats..., les déchets liquides : huiles usagés, peintures, rejet de lavage.....etc. et enfin les déchets gazeux : biogaz, fumées [1].

I .2.3 Selon leur origine :

- **Déchets urbains**

Tous déchets issus des ménages, déchets de commerce et de l'industrie assimilables aux déchets ménagers, déchets encombrants, déchets verts (greffage des arbres, espaces verts), déchet de nettoyage des voies publiques, déchets hospitaliers, la collecte de ces déchets doit être assurée par les collectivités [2].

Déchets urbains communaux

Déchets ménagers (ordures ménagères, déchets encombrants, déchets collectés sélectivement) et déchets de composition analogue produits par les entreprises qui font l'objet d'une collecte publique, ainsi que les déchets issus des administrations communales.

Déchets urbains des entreprises :

Déchets de composition analogue aux déchets ménagers produits par les entreprises et qui font l'objet d'une collecte privé

- **Déchet industriels selon leur origine**

- Déchets industriels

NAGHEL(2003), évoque que l'ensemble des déchets industriels doivent être éliminés par leurs producteurs industriels, artisans, commerçants

- Déchets industriels banals (DIB)

Déchets assimilables aux ordures ménagères et relevant du même type de traitement, il s'agit principalement d'emballages usagés, de chutes de productions industrielles et de déchet

d'activités et commerciales comme ferrailles, métaux non ferreux, papiers, cartons, verre, textiles, bois, plastiques, etc.

- Déchets inertes

Composés déblais, gravats, matériaux de démolition produit par les entreprises de travaux publics.

- Déchets agricoles

L'activité agricole peut générer 03 types de déchets, les résidus de l'industrie agroalimentaire, les des déchets de cultures et les déjections animales de l'élevage [2].

I.3 Généralités sur les politiques environnementales :

L'augmentation continue de la population humaine et le changement des modes de consommation entraînent forcément la multiplication des déchets solides des diverses origines (ménagers, industriels, hospitaliers, agricoles...). Dans les pays en développement la décharge constitue l'issue ultime pour plus de 90% de déchets récoltés. Ce dépôt incontrôlé entraîne des nuisances qui vont se propager dans l'environnement. Un déchet ménager peut se dégrader lentement comme, le plastique ou autre ou rapidement comme le papier [3].

Tableau 1 : Durée de vie des déchets [3].

Type de déchet	Durée de vie (décomposition)
Mouchoir en papier	3mois
Ticket de bus	de 3à 4 mois
Journal	de 3 à 12 mois
épluchures de fruit	de 3 mois à 12 ans
Allumette	6 mois
Chaussette en laine	1 an
Mégot de cigarette	de 1 à 5 ans
Chewing –gum	5ans
Planche de bois	de 13 à 15 ans
Boite de conserve	de 10 à 100 ans
Briquet jetable	de 100 ans
Canette en aluminium	de 200 à 500 ans
Sac en plastique	450 ans
Bouteille en plastique	de 100 à 1000 ans
Fil de pêche et filet en nylon	600 ans
Polystyrène expansé	1000 ans
Bouteille en verre	quasi illimitée

I.4 Les impacts écologiques et économiques sur l'environnement :

Les conséquences écologiques donnent un impact direct des substances, mais aussi provenir indirectement de l'incinération ou de la mise en décharge des déchets [3].

I.4.1 Côté environnemental :

La pollution d'origine humaine peut avoir un impact très important sur la santé et dans la biosphère comme en témoigne l'exposition aux polluants et le réchauffement climatique qui transforme le climat de la Terre et son écosystème [3].

Les préoccupations environnementales conduisent les gouvernements à prendre des mesures pour limiter l'empreinte écologique des populations humaines et pour contrer les activités humaines contaminants [3].

I.4.2 Côté économique :

Les bénéfices économiques et environnementaux du recyclage sont considérables, il permet de protéger les ressources, de réduire les déchets, de créer des emplois, de protéger la nature et d'économiser les matières premières.

- Le recyclage permet de réduire l'extraction de matières premières ;
- L'acier recyclé permet d'économiser du minerai de fer ;
- Chaque tonne de matière plastique recyclée permet d'économiser 700 kg de pétrole brut ;
- Le recyclage de 1 kg d'aluminium peut économiser environ 8 kg de bauxite, 4 kg de produits chimiques et 14 kWh d'électricité ;
- L'aluminium est recyclable à 100 % ; 1 kg d'aluminium donne 1 kg d'aluminium (après avoir été fondu) ;
- Chaque tonne de carton recyclé fait économiser 2,5 tonnes de bois ;
- Chaque feuille de papier recyclé fait économiser 1 l d'eau et 2,5 W d'électricité en plus de 15 g de bois [3].

I.5 Pollution

Nous distinguons 3 types de pollution à savoir la pollution de l'air provoquée des polluants dits atmosphériques (rejet de pots d'échappement des usines), la pollution de sol souvent d'origine industrielle ou agricole (utilisations d'énergie, de pesticides), la pollution de l'eau qui peut résulter de la contamination des eaux usées [3].

Les conséquences de la pollution sont principalement :

- 1) Détérioration du paysage et du patrimoine.
- 2) Détérioration de la couche d'ozone.
- 3) Effet de serre.
- 4) Maladie humaines dues à l'environnement.

Enfin Pour une gestion durable de ces déchets, une Stratégie Nationale a été élaborée et mise en œuvre [4].

I.6 Politique nationale de gestion des déchets

En Algérie, il existe plusieurs lois en rapport avec l'évolution économique et la protection environnementale pour le secteur des déchets ménagers solides.

Le Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD) a fixé les différents programmes environnementaux du pays pour 2001-2009. Le « Rapport National sur l'État et l'Avenir de l'Environnement » (RNE 2000) a servi de base à l'élaboration de ce plan. Ainsi, depuis 2002, la gestion des déchets solides urbains a connu de nets progrès 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 [3].

a) Cadre législatif :

- La 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.
- La 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.
- La Loi n°04-20 du 25 décembre 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 [4].

Les principaux textes se résument comme suit:

- Décret exécutif N°03-477 du 9 décembre 2003 définissant les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux ;
- Décret exécutif N°03-478 du 9 décembre 2003 définissant les modalités de gestion des déchets d'activités de soins [4].
- Décret exécutif N°06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets y compris les déchets spéciaux dangereux ;
- Décret exécutif N°06-138 du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeur, particules liquides ou solides ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle ;

CHAPITRE II

Chapitre II PRESENTATION d'EPIC EXTRANET

II.1 EPIC EXTRANET

EPIC EXTRANET est une entreprise créée par la wilaya d'ALGER le 26/01/2014. Elle est chargée du nettoyage, collecte et transport de déchets ménagers de 29 communes (EXTRA-MUROS) (figure 1, 2) destinée à la :

- Collecte et transport des déchets ménagers et assimilés (DMA),
- Balayage de voirie, Lavage de voirie, Récupération des déchets recyclables (carton, plastique...),
- Gestion d'équipement de pré-collecte,
- Gestion de ressources humaines, matérielles et financière,
- Gestion de l'infrastructure, matérielle et financière [5].



Figure 1 : Communes d'Alger gérées par EXTRANET

Suite à l'instruction de Monsieur le Wali d'Alger N° 2724 et 2678/DACGI/2015 le 21/09/2015 EPIC **EXTRANET** est chargé maintenant de 31 communes comme le montre le figure 2.

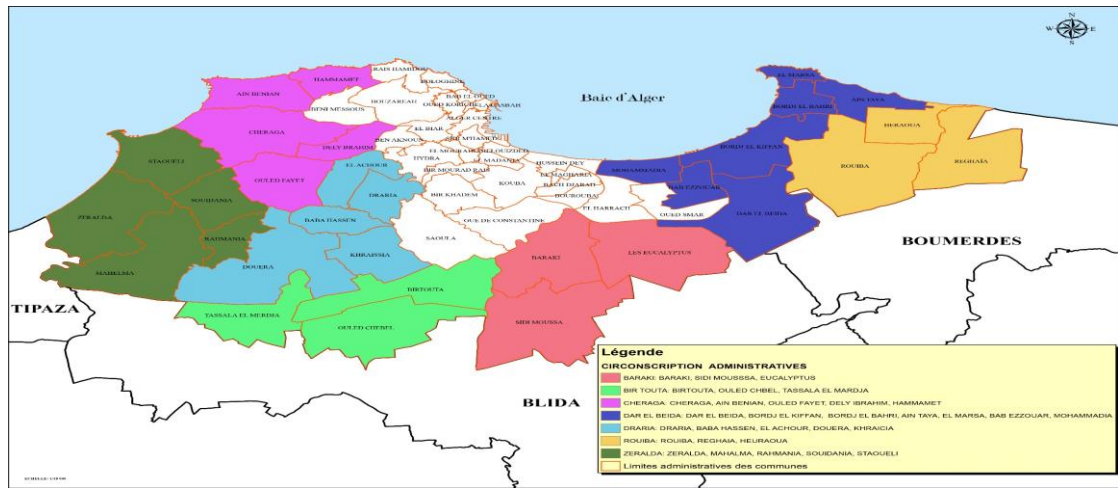


Figure 2 : Nouveau découpage de gestion des communes d'Alger

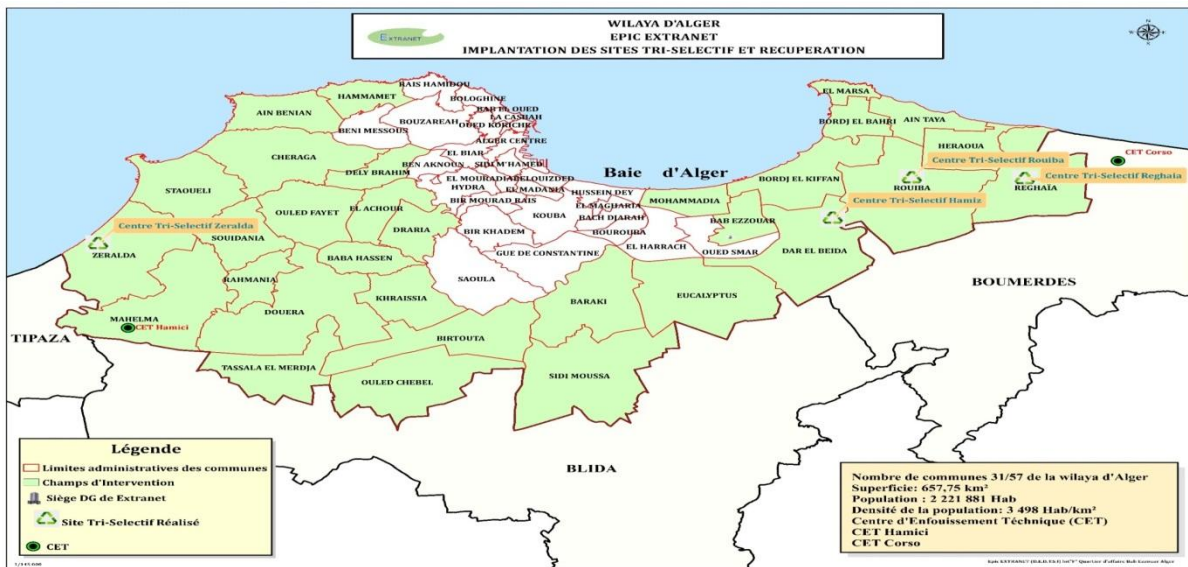


Figure 3 : Nouveau découpage

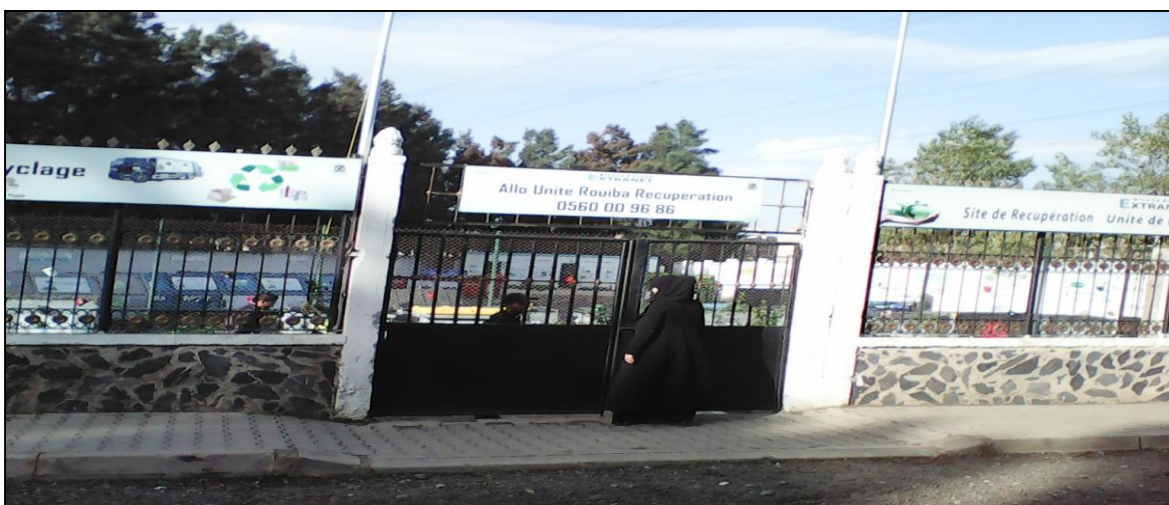


Figure 4 : Entrée principale



Figure 5 : Locaux

L'organigramme fonctionnel d'EXTRANET est représenté par la figure 6.

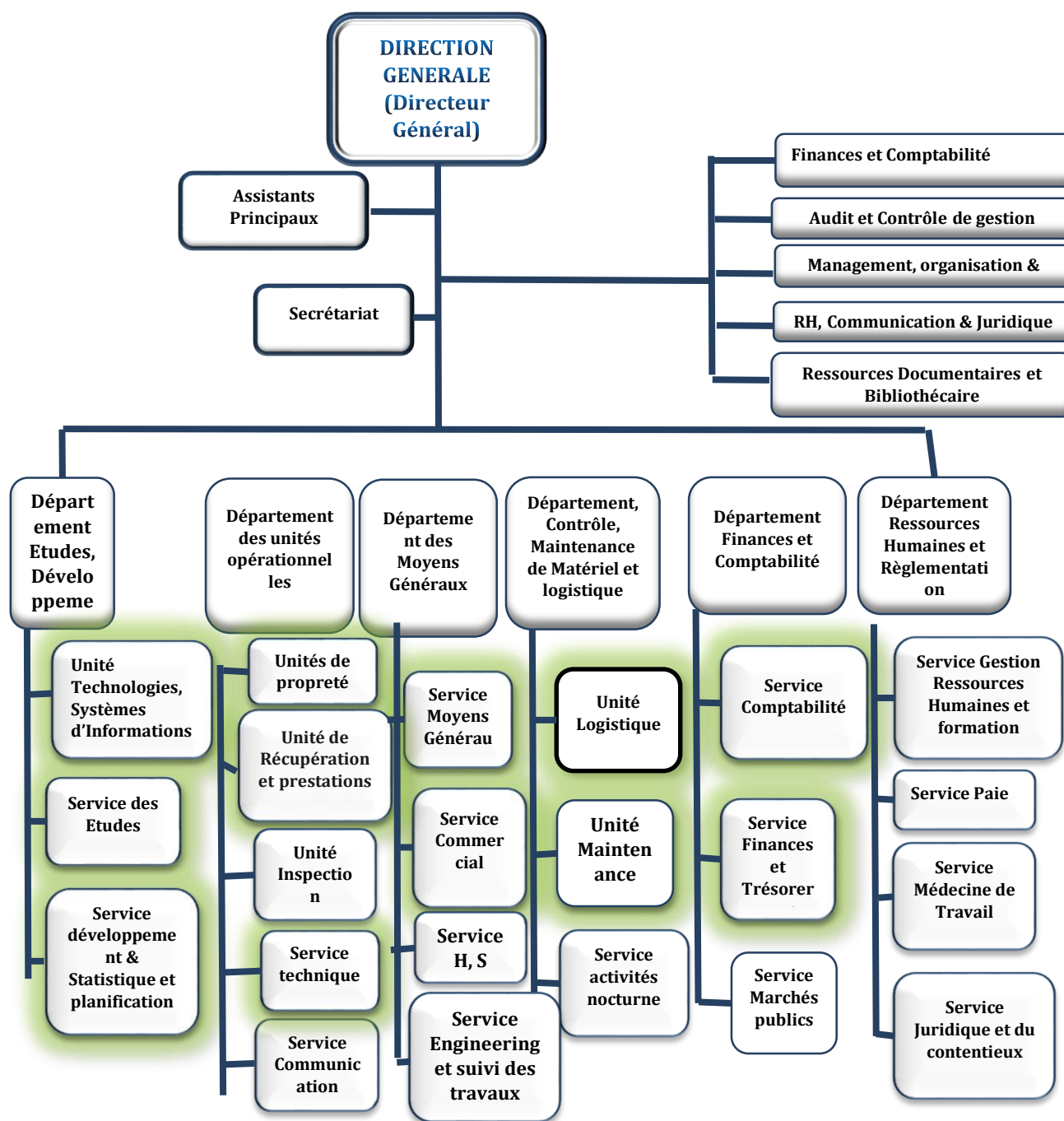


Figure 6 : Organigramme fonctionnel

EPIC EXTRANET assure les missions de collecte et transport des déchets ménagers et assimilés, le balayage de la voirie et le lavage de la voie publique avec un taux de couverture estimée à 100 % pour les 31 communes extra-muros.

L'établissement **E.P.I.C EXTRANET** est chargé d'assurer des missions principales à savoir (réalisation de toutes les opérations de nettoyage, de collecte et de transport des déchets ménagers aux centres d'enfouissement technique, balayage des voies publiques lavage des voies publiques, lancement et renforcement du tri sélectif et récupération des déchets recyclables, hygiène des lieux accueillant le public, gestion du parc de matériels mis à sa disposition par les communes et le matériel qu'il a approvisionné , opération d'acquisition des biens meubles et immeubles et celles qui se rattachent à son objet ou susceptibles de contribution à la propreté de l'environnement), de soutien (sensibilisation du citoyen à la nécessité de tri des déchets lors de l'élimination afin de la réutilisation, recyclage ou compostage de ces déchets, lavage de la voirie, lavage et désinfection des bacs, enfin des missions de développement telles que l'utilisation de nouvelles technologies dans la gestion des déchets, l'utilisation et la modernisation des techniques de tri sélectif des déchets ménagers en vue de leur valorisation afin de réduire la quantité des déchets destinés à l'enfouissement, la réalisation et la mise en œuvre, des points de rupture des charges, procéder à instituer un système de surveillance, de contrôle et de réduction des déchets ménagers, à l'élaboration d'une base informatique de données électroniques pour toutes informations relatives aux déchets et veiller à l'optimisation et rationalisation de la gestion des déchets[5].

CHAPITRE III

CHAPITRE III RECUPERATION DU PLASTIQUE A EXTRANET

Les champs d'intervention se fait selon la figure 7



Figure 7 : Champ d'intervention d'EXTRANET

III. 1 Etapes de récupération des déchets

Les principales opérations impliquées dans un processus de gestion des déchets comprennent : la collecte (figure 8, 9, 10 et 11) des déchets ménagers, la mise en décharge, le tri (figure 12, 13), sa récupération, le recyclage en produits utiles et la création des marchés pour les produits recyclés.

La collecte est le procédé fondamental par lequel les matières recyclables sont détournées des dépotoirs et acheminées vers des établissements de transformation ou de

manutention. Les municipalités ont deux types de collecte, la collecte sélective ou des dépôts publics. Dans les municipalités où il y a une collecte sélective, les résidents séparent leurs déchets en matières recyclables et non-recyclables. Les matières recyclables sont mises dans des contenants à cette fin - généralement des bacs ou des sacs de plastique - et apportées à la rue pour la collecte. La collecte sélective permet aux foyers de retirer de leurs déchets, et sans trop d'efforts, plusieurs matières différentes : métaux, plastiques, verre et papier. Certaines municipalités ont établi des dépôts publics pour collecter les matières recyclables. Ils sont souvent situés près des centres d'achats ou autres endroits facilement accessibles. Ces dépôts peuvent être les seuls éléments du processus ou jumelés à la collecte sélective. Les dépôts publics recueillent diverses matières dans des réceptacles distincts en forme de cloches ou d'igloos. Plusieurs commerces de détail, notamment les épiceries, ont maintenant une approche semblable pour récupérer leurs sacs de magasinage en plastique [5].

Il existe par ailleurs plusieurs types de collecte :

- Collecte multi matériaux : c'est la collecte dans la même benne d'au moins deux déchets qui ne se polluent pas l'un et l'autre ; permettant un tri performant par la suite. Cette collecte est principalement utilisée pour les déchets industriels non dangereux.
- Collecte mono matériau : concerne un seul type de matériau, dirigé directement vers une filière de valorisation.
- Collecte par apport volontaire : le détenteur apporte ses déchets en un lieu prévu qui permet le regroupement et la centralisation.
- Collecte sélective ou séparative : les déchets sont répartis en fonction de leurs caractéristiques pour être stockés dans des conteneurs spécifiques (verre, papier, carton, bio déchets, plastique...) afin d'éviter toute contamination par d'autres déchets, produits ou matériaux potentiellement polluant, en vue d'une valorisation ou d'un traitement spécifique après transport préalable. Ces termes désignent aussi l'ensemble des opérations d'enlèvement des déchets disposés dans des conteneurs spécifiques jusqu'à leur livraison vers un centre de tri, de traitement ou de stockage.
- Collecte simultanée : deux fractions ou plus de déchets sont ramassées simultanément dans une benne compartimentée pendant la même tournée. C'est souvent une benne de déchets ménagers avec des déchets recyclables.

- Collecte usuelle : c'est la collecte traditionnelle dans laquelle les déchets sont placés en mélange dans la poubelle (les déchets non recyclables).
- Collecte porte à porte : les déchets sont collectés par des ripeurs dans des camions bennes au domicile de l'utilisateur [5].



Figure 08 : La collecte

Le tri est une étape clé de la valorisation des déchets. De ses performances dépendent la quantité et la qualité des matières qui seront préparées, commercialisées puis réutilisées dans les chaînes de fabrication. Opération visant à séparer des déchets mélangés en différentes catégories (cartons, plastiques, palettes en bois...) en vue d'en faciliter l'élimination dans des processus spécifiques à chaque catégorie. Le non-mélange évite le tri.

Le triage consiste à séparer les différentes matières qui sont susceptibles d'être récupérées ou à démonter les produits complexes comme les ordinateurs. Si le triage est effectué à la source, ceci réduit la complexité et le coût de cette activité (Jahre, 1995).



Figure9 : Centre de tri



Figure 10 : Récupération des déchets à EXTRANET et leurs répartitions

Dans un premier temps une première sélection se fait à partir de l'état des déchets secs ou humides. Les déchets humides seront acheminés vers des centres d'enfouissement, par contre ce sont les déchets secs qui vont être triés en carton, plastique comme le montre la figure17

III.2 Processus de recyclage du plastique

III.2.1 Généralités

Les matières plastiques sont des matériaux fabriqués à base de résines, issues principalement des produits et des additifs choisis en fonction de propriété recherchée. Du point de vue chimique les plastiques sont tous des molécules en chaîne qu'on obtient par polymérisation d'une molécule simple (monomère).

Les différents types de plastiques sont :

Polyéthylène haute densité (PEHD) :

Applications à parois épaisses rigides telles que bouteilles, flacons, seaux, bouchons, jouets, articles ménagers, réservoirs à carburant, tuyaux d'évacuation, feuilles pour sacs à ordures ménagères, caisses à claire-voie



Figure 11 : PEHD

Polyéthylène Basse Densité (PEBD) :

Feuilles d'emballage, films pour l'agriculture et l'horticulture, films extensibles, jouets, revêtements, tuyaux d'irrigation, sacs pour fruits et légumes, sacs à ordures ménagères, sacs Publicitaires.



Figure 12 : PEBD

Polypropylène (PP) :

Pots à yaourt, barquettes pour margarine, caisses à claire-voie, plats pour micro-ondes, emballages médicaux, pièces pour automobiles, tapis et fibres, pièces d'appareils électriques, meubles de jardin, bouchons de bouteilles/flacons.



Figure 13 : Polypropylène (PP)

POLYSTYRENE EXPANSE (PSE) :

Emballages tampons pour appareils ménagers, électronique et instruments, emballages pour œufs, emballages pour restauration rapide, isolation thermique.



Figure 14 : Polystyrène expansé (PSE)

CHLORURE DE POLYVINYLE (PVC) :



Figure 15 : CHLORURE DE POLYVINYLE (PVC)

POLYETHYLENE TEREPHTALATE PETP :

Bouteilles pour boissons gazeuses, emballages pour l'industrie alimentaire, vêtements.



Figure 16 : Polyéthylène téréphtalate - **PETP**

POLYURETHANE – PUR :

Mousse de confort pour coussins et matelas, appuie-têtes et accoudoirs, éponges, mousse d'isolation.



Figure17 : **PUR**

III.2.2 Etapes de fabrication des matières plastiques

Le plastique n'existe pas à l'état naturel. C'est un produit obtenu par transformation de substances naturelles, par synthèse directe à partir de substances extraites du pétrole, du gaz naturel, du charbon ou d'autres matières minérales. Aujourd'hui, 99% des plastiques utilisés dans le monde sont fabriqués à partir de pétrole et de gaz naturel. Les étapes de fabrication des matières plastiques se résument comme suit

Raffinage du pétrole

Séparation par distillation, les produits recueillis sont le gaz, naphta, super, kérosène, gazole, fioul domestique, fioul lourd. C'est le naphta qui est ensuite transformé par vapocraquage.

Evapocraquage

Procédé thermique qui permet de fractionner les hydrocarbures en molécules différentes de plus faibles tailles (l'éthylène, le propylène, le benzène, les styrènes, ...). Ces molécules légères, qu'on va utiliser pour fabriquer les plastiques, sont appelées bases pétrochimiques.

Polymérisation

Les molécules d'éthylène, de propylène, de styrène dans certaines conditions de température et de pression vont se lier entre elles par réaction chimique appelée polymérisation. Il se forme ainsi des molécules de très grandes tailles comme le polyéthylène, le polypropylène et le polystyrène. C'est ce que l'on appelle les polymères. Un ensemble de polymères va former une matière plastique. C'est la nature de ces polymères et la manière dont ils vont être arrangés entre eux qui vont gouverner les propriétés du plastique [6].

Ceux-ci se rangent en deux grandes familles à savoir les thermodurcissables et les thermoplastiques

Tableau 2 : Thermoplastiques et thermodurcissables

<p>Représentent 80 % du tonnage des déchets plastique.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ramollissent quand on les chauffe et durcissent de nouveau en se refroidissant. • Peuvent être refondus après usage et remodelés plusieurs fois. • Plastiques potentiellement recyclables <p>Il existe différents types de thermoplastiques qui sont particulièrement utilisés dans la fabrication des emballages, et qui sont généralement utilisés dans les applications techniques</p>	<p>Représentent 20% du tonnage des déchets plastique.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Résistent à la chaleur. • Finissent par être détruits sans fondre si l'on élève trop la température. • Plastiques qui ne sont pas potentiellement recyclables. Exemples <ul style="list-style-type: none"> - Polyuréthane (mousse ou autres) - Formica (surfaces de plan de travail) - Bakélite (isolants thermiques, poignées de casseroles) - ...
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le polychlorure de vinyle (PVC) 2. Le polyéthylène (PEHD et PEBD) 3. Le polypropylène (PP) 4. Le polystyrène (PS) 5. Le polyéthylène téréphtalate (PET) 6. L'acrylonitrile butadiène styrène (ABS) 7. Les polyamides 8. Les polycarbonates 9. Les polyacryliques 10. Le polyuréthane (PU) 	<ol style="list-style-type: none"> A. Polyesters insaturés B. Polyuréthane réticulé C. Bakélite

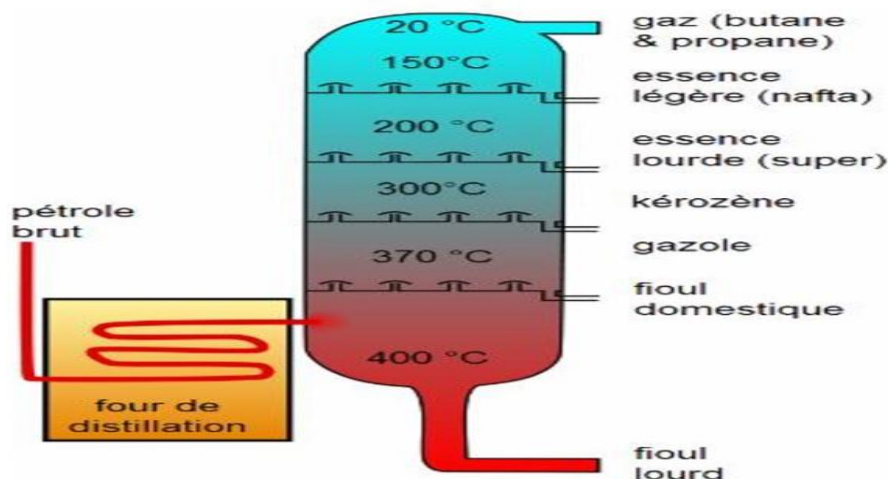


Figure 18: Distillation

Exemple

FABRICATION DES TUBES PEHD

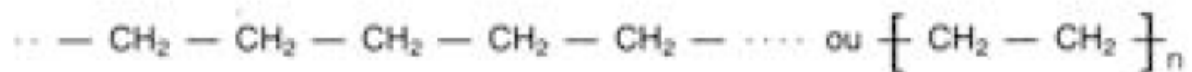
Tubes PEHD :

Matière de base PEHD : polyéthylène à haute densité (PEHD) grade PE 80 ou PE 100 mélange maître pour le marquage : pigment bleu à base de PEHD.

Les tubes PEHD fabriqués par SITEP TUBOPLAST sont destinés essentiellement au transport de l'eau potable. Ces tubes sont fabriqués avec du PEHD noir et comportent quatre (4) bandes bleues. [7]

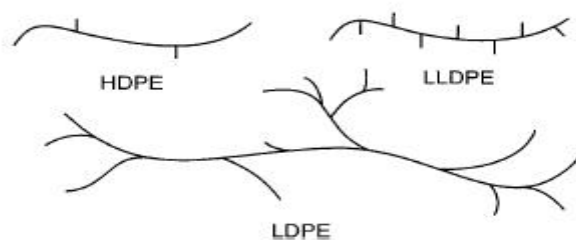
Polyéthylène haute densité (PEHD) :

Le polyéthylène fait partie des polyoléfines ou matière thermoplastiques comme le polypropylène (PP) ou le polychlorure de vinyle (PVC). Sur le plan mondial de part ses propriétés, il occupe la deuxième place en matière de consommation après le PVC. Il est obtenu par la polymérisation de l'éthylène ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) qui constitue le monomère de base. Lors de la polymérisation, les doubles liaisons du monomère éthylène se rompent et se lient les unes aux autres permettant l'édification de la chaîne macromoléculaire du polyéthylène



Les macromolécules du polyéthylène présentent des ramifications. Le degré de ramification des chaînes moléculaires et la longueur des chaînes latérales influent sur les propriétés du polyéthylène.

La partie linéaire du polyéthylène du polymère est de structure cristalline et la partie ramifiée est de structure amorphe. [8]



Les différents types de polyéthylène se caractérisent par des degrés de cristallinité de 50 à 90% selon le procédé de polymérisation entraînant aussi une augmentation de la masse volumique de 0.92 à 0.96 g/cm³. Le degré de cristallinité de 50 à 70% est relatif au PEBD (polyéthylène basse densité). Le degré de cristallinité est de 70 à 80% est relatif au PEMD (polyéthylène moyenne densité). Le degré de cristallinité de 80 à 90% est relatif au PEHD (polyéthylène à haute densité). [8]

Les propriétés du PE sont influencées par la masse volumique, le poids moléculaire et la distribution moléculaire.

Lorsqu'on passe du PEBD au PEHD, le degré de cristallinité augmente et entraîne :

- L'augmentation de la masse volumique, la température de fusion, la résistance à la traction, le module d'élasticité, la résistance au solvant et l'étanchéité au gaz.
- La diminution de la résilience, de la transparence, et la fissuration.

Pour ces fabrications de tubes PEHD, SITEP TUBOPLAST utilise de la matière PEHD colorée dans la masse avec le noir de carbone (2 à 2.5%) et contenant aussi des stabilisants à la chaleur et à la lumière. Il y a lieu de noter que lorsqu'on passe de la matière vierge PEHD à celle contenant des adjuvants, la masse volumique augmente légèrement d'environ 1% par exemple de 0.94 à 0.95g/cm³.

Les grades de PEHD utilisés sont le :

- PE 80 (cristallinité de 80 à 85%) : destiné à la fabrication de tubes de diamètres : 20 à 400mm.
- PE 100 (cristallinité de 85 à 90%) : destiné à la fabrication de tubes d diamètres : 75 à 400mm.

Il ya lieu de souligner que lorsqu'on passe de PE 80 au PE 100 :

- La rigidité augmente (la souplesse diminue) et de ce fait, les tubes faits en PE 80 peuvent se présenter sous forme de rouleaux de 25, 50 ou 100m, alors que les tubes en PE 100 sont fait en longueur : 6 à 12m.
- La résistance augmente ce qui induit que pour une même pression de service de tubes PEHD l'épaisseur diminue. [8]

Exemple :

Tubes diamètre : 160 mm pression de service : 16 bars

- Avec PE80 → épaisseur=17,9mm
- Avec PE100 → épaisseur =14,6mm

Actuellement l'ENIP (SKIKDA) dispose une unité de fabrication de PEBD de 48000 tonnes/ans et à travers sa filiale POLYMED (toujours à SKIKDA) d'une unité de fabrication de PEHD de 120.000tonnes/ans. [7]

Mélange maitre : pigment bleu à base de polyéthylène :

Ce mélange maitre composé d'un pigment bleu et du même polyéthylène que celui des tubes (même fournisseur et même grade : à base de PE80 ou PE100)

Il sert à extruder en quatre endroits sur la circonférence du tube une bonde bleue de très faible épaisseur qui caractérise que le tube est destiné à l'eau potable.

Pour le transport du gaz, on utilise un tube avec une bonde jaune.

Pour avoir la même température de fusion que la matière entre celle-ci et le mélange maitre. [8]

Procédé de fabrication de tube PEHD :

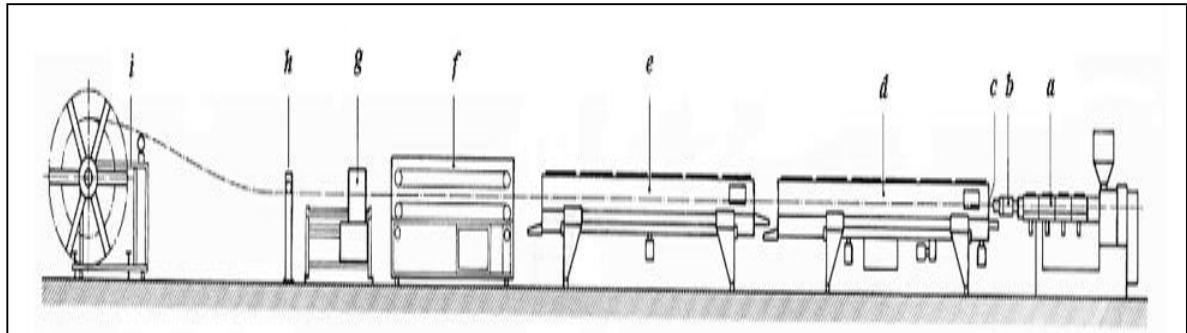


Figure19 : ligne d'extrusion du PEHD.

- | | |
|------------------------------------------------------|---------------|
| a- Extrudeuse. | f- Tireuse. |
| b- Tête d'extrusion. | g- Scie. |
| c- Calibreur. | h- Guide. |
| d- Bac de calibrage sous vide et de refroidissement. | i- Enrouleur. |
| e- Bac de refroidissement. | |

La ligne d'extrusion comporte les mêmes équipements que celles pour tubes PVC, sauf que :

- Le mélangeur/refroidisseur n'existe pas est à sa place il y a un sécheur pour enlever l'humidité contenu dans la matière PEHD coloré en noir.
- L'extrudeuse utilisée a une seul vis sans fin car la matière PEHD est sous forme de granulé.
- A l'extrudeuse au niveau de la tête d'extrusion, une Co-extrudeuse pour extruder la bonde bleu qui se trouve sur quatre côté de la circonférence des tubes PEHD.
- Après la table de réception, il y a un enrouleur pour conditionner les tubes PEHD vendus en rouleaux de : 25, 50 et 100m.
- La tulipeuse n'existe pas car le tube PEHD ne peut pas être tulipe (manchonner).

Comme l'extrudeuse constitue l'équipement principal de la ligne d'extrusion, nous l'explicitant ci-après.

L'extrudeuse mono vis comporte une vis sans fin avec trois (3) zones distinctes :

1. Zone d'alimentation : la zone d'alimentation est une zone de transport. Dans cette zone, le comportement rhéologique de la matière est voisin de celui du sable. La matière est compactée est glissée dans l'espace entre le fourreau et la vis au fur et à mesure de la rotation de la vis.

2. Zone de plastification : dans cette zone ce fait la plastification de la matière. La matière commence à se plastifier sur sa partie en contact avec le fourreau puis cette partie plastifier s'épaissit progressivement jusqu'à la plastification de toute la matière.

3. Zone de pompage : cette zone permet de comprimé le flux de matière pseudo fondu (170 à 180°C) et de régulé le débit de sortie. [7]

III.2.3 Processus de recyclage du plastique

Comme l'entrepris de récupérations de déchets vend directement les déchets plastiques aux unités spécialisées il serait intéressant de faire un étude technico économique sur le recyclage du plastique et de voir la faisabilité de cette dernière qui à mon avis donnerait de gains financiers à l'entreprise, vu que c'est elle qui fournit la matière et qu'elle de locaux, je propose en premier lieu un processus de recyclage du plastique divisé en plusieurs phases et à partir des différentes opérations il faut matériel et en particulier aux ressources humaines.

Le processus de recyclage du plastique peut être divisé en plusieurs phases :

A. . Réception des matières premières

Par matières premières est considéré tout matériau en plastique qui peut être recyclé (PEHD, PEBD, PET ...) . Le matériau doit être pré-trié selon la qualité et peut provenir de déchets industriels, agricoles et de post-consommation. Ces matériaux peuvent nous arriver dans des boîtes, des sacs, des sacs Big Bag, déchetés, des conteneurs (en vrac) ou en balles.

La première étape du recyclage des déchets plastiques après la collecte, le tri permet de séparer, nettoyer et préparer les matières destinées à être revalorisées. En fonction de leur nature, les plastiques triés seront directement traités sur le site de l'entreprise de recyclage chargée de les réceptionner, ou acheminés vers un centre de traitement spécialisé. Les familles de matières étant nombreuses, et les procédés de tri très variables selon les types de produits, on identifie les principales techniques, on suit le trajet des matières au cœur des centres de recyclage, on détaille les modes d'application propres aux traitements des différents types de déchets plastiques.

Une fois réceptionnée, notre matière première passe par un rigoureux processus de sélection au cours duquel sont effectuées les étapes suivantes :

■ Séparation des matières non aptes en raison de leur typologie :

Sont séparées les matières plastiques différentes de celles utilisées au moment de la consommation par leur qualité du processus, les étiquettes, les matériaux ferreux, les terres, etc. Ce processus aide à garantir une qualité optimale, augmenter les capacités de production, éviter une production inefficace et il sert à garder un contrôle sur la matière première fournie par nos sources d'approvisionnement.

■ Séparation des couleurs du plastique à consommer :

Cette phase permet d'obtenir une consommation réduite de colorants, ce qui apporte un plus grand bénéfice tant économique qu'environnemental, ainsi qu'une plus grande variété dans les produits finis, en offrant différentes palettes de couleurs [5].

B. .Le déchiquetage

Les pièces sont broyées et déchiquetées dans des broyeurs de grande capacité productive grâce à un ensemble de lames rotatives, les réduisant en petits morceaux selon le diamètre du tamis. Avec le broyage, nous obtenons une granulométrie homogène du plastique, facilitant ainsi le travail ultérieur du transport, du lavage et du séchage [6].

C. .Lavage

Une fois déchiqueté, le plastique est introduit dans des laveuses industrielles. Des pales remuent l'eau afin que le plastique reste totalement immergé et que les éventuelles impuretés telles que la terre, la pierre, le métal, le carton, le PVC et tous autres matériaux plus denses que l'eau se déposent au fond des laveuses.

D. Séchage et essorage

Les matières extraites des laveuses passent dans les centrifugeuses qui, en plus des fonctions de séchage, enlèveront complètement toutes les impuretés qui auraient pu encore échapper aux laveuses.

E. Homogénéisation

Une fois déchiquetée, lavée et séchée, la matière plastique est stockée dans un grand silo où elle est mélangée par un procédé mécanique jusqu'à ce que le matériau soit homogène en termes de couleur, texture et comportement, et prêt pour l'extrusion.

F. Extrusion

Le corps central de l'extrudeuse comprend un long canon qui, grâce à la chaleur et la friction de son axe interne, permet la plastification de toutes les particules créées antérieurement, avec pour résultat une pâte uniforme. Les polymères sont ainsi fondus grâce à la chaleur. C'est à ce moment que l'on ajoute la couleur nécessaire demandée par nos clients pour répondre à leurs besoins

G. Filtrage

Avec la texture et la fluidité nécessaire, le plastique subit encore un processus de filtrage (un système de mailles très fines qui retient toutes les impuretés qui auraient pu rester collées à la matière lors des processus antérieurs : résidus de carton, petits morceaux de bois, de tissu ou d'autres matières incompatibles. Lorsque ces mailles se salissent, elles sont remplacées automatiquement par d'autres mailles propres).

H. Granulé

Le plastique sort de la tête de l'extrudeuse sous la forme de mono filaments ou de fils qui se refroidissent au contact de l'eau placée dans la cuve. Les fils passent par la filière où ils sont coupés par une lame rotative. Ce processus permet d'obtenir le grain ou le granulé adéquat demandé par nos clients, adapté à leurs besoins lors de l'achat de granulés [6].

I. Analyse et contrôle de la qualité

La production de granulés est divisée en lots. Nous analysons en laboratoire, pour chaque lot, les caractéristiques telles que la fluidité, la densité, les cendres... Cela permet d'assurer une qualité homogène de nos produits [6].

J. Conditionnement

Les granulés sont projetés depuis l'extrudeuse, par un système pneumatique au moyen d'un ventilateur électrique, jusqu'à un réservoir ou un silo où un cyclone supprime l'humidité résiduelle. Ultérieurement et en fonction des besoins que chaque client nous aura définis, le produit est emballé dans des sacs Big Bag ou des sacs de 25 kg.

K. Stockage

Un bon stockage du produit fini est essentiel pour éviter les éventuels dommages : chocs, rigueurs climatiques, détérioration, etc., afin d'atteindre un degré maximum d'acceptation du client.

Conclusion

Ce stage dans l'entreprise EXTRANET nous a permis de mieux comprendre la notion de déchets (secs et humides), sa prise en charge et enfin son recyclage à travers les unités spécialisées dans le recyclage dont les conséquences écologiques majeures est :

La réduction du volume des déchets, et donc de la pollution (certains matériaux mettent des décennies, voire des siècles, à se dégrader).

La préservation des ressources naturelles, puisque la matière recycle est utilisé à la place de celle qu'a on aurait dû extraire.

C'est une des activités économiques de la société de consommation. Certains procédés sont simples et bon marché mais pas tous

Références bibliographiques :

- [1] DJAMACI Brahmi, recyclage des déchets à travers un système de consigne cas des bouteilles en plastique en Algérie, article université de Rouen, centre d'analyse et de recherche en économie (C, A, R, E) France, 2001
- [2] GHODSI Alain, le recyclage de plastique, dossier sur l'environnement « mens sana in terra sana » ».
- [3] Politique d'environnement en ALGERIE (ministère d'environnement)
- [4] Journal officiel 2001.
- [5] Présentation EPIC EXTRANET, département de développement et étude EPIC EXTRANET.
- [6] Agence de la propreté de SENEGAL, atelier participatif de planification du projet de gestion des déchets plastique au SENEGAL, (16, 17,18 Mars 2010).
- [7] *Règlement particulier. Marque NF-Tubes En polyéthylène.* AFNOR.
- [8] QUET (J.-P.). – *Polyéthylènes linéaires.* J6540, 8 p., volume J4, traité Génie des Procédés, déc. 1992.