

Identification des matières plastiques

1. Introduction

Nous limiterons notre étude d'identification aux polymères les plus utilisés dans la vie courante c'est à dire : le PVC , le PET, le PP, le PELD, le PEHD, le PS et le PA.

1.1 LISTE DE QUELQUES OBJETS CONSTITUES DE PLASTIQUE :

Voici ci-joint une liste non exhaustive d'objets faits en plastique.

- Objets en PVC (polychlorure de vinyle) :
 - Encadrement des fenêtres
 - Volets roulants
 - Gouttières
 - Bordures et plinthes
 - Semelles des chaussures, sandales
 - Tuyau d'arrosage
 - Treillis
 - Nappes
 - Rubans d'adhésifs
 - Objets gonflables de plage
 - Abris temporaires
 - Poches de transfusion
 - Bottes en caoutchouc
 - Gaines câble électrique
 - Revêtements vinyliques en feuilles ou dalles
- Objets en PET (polyéthylène téréphtalate) :
 - Gel douche Nivea
 - Bouteille d'eau minérale
 - Bouteille de limonade
 - Bouteille d'oasis
 - Bouteille de Gatorade
 - Bouteille de miel
 - Bouteille de pâte à brûler
 - Bouteille de Per
 - Couvercle de philadelphia
 - Bouteille de produit vaisselle Dreft
 - Bouteille de produit d'entretien Instanet
 - Bouteille d'huile
 - Bouteille de Becel
 - Bouteille de Solo
 - Bidon de Soupline

• Objets en PP (polypropylène) :

- Manches d'outils
- Pots de riz Jacky
- Seringues jetables
- Cartouches d'encre
- Mobilier de jardin
- Poignée des fers à repasser
- Plastique autour des fleurs
- Theramed
- Tapis
- Bouteille d'Ajax
- Bordurette
- Tonnelle
- Crème solaire Garnier
- Barquette d'Effi
- Bouteille de Ketchup
- Pot de Planta
- Bouteille de Lenor
- Bouteille de Dixan gel
- Corps des aspirateurs et des sèche-cheveux
- Châssis et paniers des lave-vaisselle
- Cuves, pompes et socles des machines à laver
- Couverture des livres
- Chauffage, climatisation, pare-chocs, ... des voitures
- Bouteille de cif oxygel

• Objets en PE (polyéthylène) :

- Bouteille de shampoing Elsève
- Bouteille de shampoing Dove
- Bouteille de shampoing Ultra Doux
- Produit d'entretien Cif
- Bâche
- Housses
- Tente
- Cellophane
- Bouteille de shampoing Nivea
- Bouteille de shampoing Glisskur
- Produit WC net
- Bouteille de Bref javel net
- Bouteille de Robijn
- Bouteilles de lait Gervais et Stassano
- Crème solaire Nivéa
- Langes

• Objets en PEHD (polyéthylène haute densité) :

- Bouteille d'eau de javel
- Gel douche Palmolive
- Bouteille de Clearasil
- Bouteille de produit pour lave-vaisselle Calgonit
- Boîte de Nesquik
- Bouteille de shampoing Timotei
- Bidon de lessive Blanco
- Bouteille d'Antikal
- Bidon d'huile pour moteur
- Febreze
- Gel douche Fa
- Bouteille de shampoing Pantène
- Ace délicat
- Bouteille de shampoing Head and shoulders
- Wc net
- Bidon de Vizir
- Casiers des bouteilles
- Tubes de conduite de gaz
- Réservoirs de carburant des voitures
- Canoës, kayaks
- Semelles de skis
- Isolation des câbles
- Sacs en plastique des grandes surfaces
- Bouteille de becel friture
- Harpic
- Coral liquide
- Crème Zwitsal

- Objets en PELD (polyéthylène basse densité) :
 - Bouchons des bouteilles
 - Tubes de dentifrice
 - Tubes souples de cosmétologie
 - Fleurs artificielles
 - Sacs poubelles

- Objets en PS (polystyrène) :
 - Pots de yaourt
 - Gobelets jetables
 - Rasoirs jetables
 - Boîtiers des CD
 - Bobines de fil à coudre
 - Talons des chaussures pour femmes
 - Téléphones
 - Machines à coudre
 - Radios
 - TV
 - Calculatrice
 - Boîte à oeufs
 - Fax
 - Tondeuse à gazon
 - Legos
 - Couverts de boissons (Quick)
 - Boîte des montres Casio et Swatch
 - Cassettes
 - Bacs, cuves et contre-portes des frigos

- Objets en PA (polyamide) :
 - Compteur électrique
 - Mixer
 - Réservoir de motos
 - Bandes velcro
 - Cartouches des briquets jetables
 - Poils de brosses et pinceaux
 - Embayage et pédalier
 - Essuie-glace
 - Moulinet de pêche
 - Rasoirs électriques
 - Poignée de portière
 - Enjoliveur de roue
 - Combinaisons de sport (Nylon)
 - Ventilateur

2. Identification des différents plastiques

2.1 LECTURE DU SYMBOLE OU DU NUMERO

Pour déterminer la composition d'un emballage, on peut se référer soit aux symboles représentant le plastique, soit au numéro qui est associé à chaque symbole.

Le symbole se retrouve tel quel sur l'emballage tandis que le numéro est représenté dans un triangle composé de trois flèches.

Cette marque d'identification se trouve soit dans le fond de l'emballage soit sur le coté de celui-ci.

→ Le numéro 1 correspond au PET



→ Le numéro 2 correspond au PEHD



→ Le numéro 3 correspond au PVC



→ Le numéro 4 correspond au PELD



→ Le numéro 5 correspond au PP



→ Le numéro 6 correspond au PS



→ Le numéro 7 correspond à l'ensemble des polymères n'ayant pas été cité ci-dessus.



2.2 TEST DU CHAUFFAGE

2.2.1 Objectifs de la manipulation :

Distinguer les thermoplastiques, des thermodurcissables sur base de leur comportement à la chaleur.

Remarque : Les phénoplastes sont des thermodurcissables.

2.2.2 Matériel et produits :

Berlin de 500 ml
Baguette en verre
Plaque chauffante
Diverses matières plastiques
Eau
Verre de montre
Baguette en verre
Bec bunsen

2.2.3 Sécurité :

Attention aux risques de brûlure.

2.2.4 Mode opératoire :

Remplir au $\frac{3}{4}$ un berlin de 500 ml avec de l'eau
Chauffer l'eau à l'aide de la plaque chauffante
Prendre des déchets plastiques venant d'une poubelle bleue et les couper en morceaux
Dès que l'eau est chaude, introduire les morceaux de plastique dans le berlin

Autre possibilité :

Chauffer la baguette en verre à l'aide du bec bunsen
Toucher l'échantillon se trouvant dans un verre de montre avec la baguette chaude.

2.2.5 Observations :

Certains plastiques vont se déformer, se ramollir, voir même fondre. Alors que d'autres morceaux de plastique ne changent pas de forme, ils restent durs même sous l'action de la chaleur

2.2.6 Interprétation :

Les plastiques se déformant sont des thermoplastiques tandis que ceux ne bougeant pas sont des thermodurcissables.

Le phénoplaste est un thermodurcissable.

2.3 TEST DE DENSITE

2.3.1 Objectifs de la manipulation :

Distinguer les différents plastiques sur base de leur différence de densité.

2.3.2 Matériel et produits :

Berlin de 2 l
Eau distillée
Sel
Alcool à brûler
Baguette en verre
Diverses matières plastiques

2.3.3 Sécurité :

Eviter tout contact du sel et de l'alcool avec les yeux. Si contact, rincer abondamment avec de l'eau. Eviter tout contact de l'alcool avec une flamme !

2.3.4 Mode opératoire :

Remplir le berlin avec de l'alcool à brûler
Introduire les morceaux de plastiques
Maintenir l'échantillon immergé à l'aide de la baguette en verre
Après une vingtaine de secondes, libérer-le

Répéter la même opération avec un mélange eau-alcool
(50ml eau + 50 ml alcool $\rightarrow \rho = 0.94 \text{ g / cm}^3$)

Répéter la même opération avec de l'eau distillée ($\rho = 1 \text{ g / cm}^3$)

Répéter la même opération avec de l'eau saturée en sel
(20 g de sel + 80g d'eau $\rightarrow \rho = 1,1 \text{ g / cm}^3$)

Après chaque opération, retirer les échantillons flottants.

2.3.5 Observations :

Pour ces 4 expériences on va observer une répartition différente des matières plastiques dans le berlin.

Rappel des différentes densités

- PP pur = 0.90-0.92 g/ml
- PELD pur = 0.91-0.93 g/ml
- PEHD pur = 0.94-0.96 g/ml
- PS pur = 1.03-1.06 g/ml
- PA pur = 1.03-1.5 g/ml
- PET pur = 1.35-1.38 g/ml
- PVC pur = 1.32-1.42 g/ml

2.3.6 Interprétation :

→ Dans le cas de l'alcool :

La densité de l'alcool est de 0.8 g/ml d'où tous les plastiques avec une densité inférieure à celle de l'alcool vont flotter et ceux avec une densité supérieure vont tomber dans le fond du récipient.

Si le test a été réalisé avec du PP, PS, PEHD, PELD, PVC, PET et du PA sachant que les densités respectives sont de 0.9-0.92 g/ml, 1.03-1.06 g/ml, 0.94-0.96 g/ml, 0.91-0.93 g/ml, 1.32-1.42 g/ml, 1.35-1.38 g/ml, 1.03-1.5 g/ml. Alors tous les échantillons vont se retrouver dans le fond du récipient.

→ Dans le cas d'un mélange eau-alcool :

La densité de ce mélange est de 0.94 g/ml. D'où, le PP et le PELD vont flotter et le reste va tomber dans le fond.

→ Dans le cas de l'eau distillée :

La densité de l'eau distillée est de 1 g/ml. D'où, le PEHD va être le seul plastique à flotter.

→ Dans le cas de l'eau saturée en sel :

La densité de l'eau salée est de 1.1 g/ml. D'où, le PS et certains PA vont flotter.

Grâce à ces quatre opérations, une première séparation est possible, nous trouvons au final quatre ensembles de plastiques :

Ensemble 1 : PP et PELD

Ensemble 2 : PEHD

Ensemble 3 : PS et certains PA

Ensemble 4 : PET et PVC + certains PA

2.4 TEST DE BELSTEIN

2.4.1 Objectifs de la manipulation :

Différencier le PVC des autres matières plastiques.

2.4.2 Matériel et produits :

Fil de cuivre
Diverses matières plastiques
Bec bunsen
Pince en bois

2.4.3 Sécurité :

Attention aux risques de brûlure.

2.4.4 Mode opératoire :

Maintenir le fil de cuivre avec une pince en bois
Chauffer le fil de cuivre au rouge à l'aide d'un bec bunsen
Poser le fil chaud sur l'échantillon de façon à enrober le fil de plastique
Réintroduire le fil de cuivre au sommet de la flamme du bec bunsen

Observer

Nettoyer le fil de cuivre en le maintenant dans la flamme et décaper-le avec du papier de verre

2.4.5 Observations :

Dans certains cas la flamme va se colorer en vert et d'autres cas pas.

2.4.6 Interprétation :

Si le fil se colore en vert vif cela signifie que la matière plastique contient du chlore d'où on a affaire au PVC.

2.5 TEST A LA SOUDE

2.5.1 Objectifs de la manipulation

Différencier le PVC des autres matières plastiques.

2.5.2 Matériel et produits

Tube à essais
Diverses matières plastiques coupées en petits morceaux (frite)
Soude (NaOH) (grains de NaOH)
Eau
Bain marie ou bec bunsen

2.5.3 Sécurité

Attention, la soude étant très corrosive, éviter tout contact avec la peau et les yeux. Pour cette manipulation, le port de gants est obligatoire. Si contact, rincer immédiatement et abondamment à l'eau. Si nécessaire consultez un médecin.

2.5.4 Mode opératoire :

Mettre un peu d'eau dans un tube à essais.
Verser quelques grains de soude dans l'eau (**et pas l'inverse !!!**)
Introduire un morceau de plastique dans le verre de montre
Déposer sur le plastique dans le tube à essais
Chauffer à la flamme ou au bain marie
Observer

2.5.5 Observations

Dans certains cas le plastique se colore en mauve et dans d'autres cas pas.

2.5.6 Interprétation :

La soude réagit avec le PVC en déchlorant le PVC. Celui-ci subit un vieillissement accéléré.

2.6 TEST DU SOLVANT

2.6.1 Objectifs de la manipulation

Différencier le PS des autres matières plastiques.

2.6.2 Matériel et produits

Acétone
Tube à essai
Diverses matières plastiques
Pipette
Eau distillée

2.6.3 Sécurité

Eviter tout contact de l'acétone avec les yeux. Eviter tout contact de l'acétone avec une flamme.

2.6.4 Mode opératoire

Placer un morceau de l'échantillon dans le tube à essai
Prélever à l'aide d'une pipette ± 2 ml d'acétone
Verser l'acétone dans le tube à essai contenant l'échantillon
Attendre 10 minutes
Observer
Verser quelques gouttes d'eau distillée dans le tube à essai
Observer

2.6.5 Observations

*Après 10 minutes, dans certains cas on aura une attaque de l'échantillon même parfois partielle et si on ajoute de l'eau distillée, un précipité apparaît.
Dans d'autres cas, il n'y a ni attaque de l'échantillon, ni formation d'un précipité.*

2.6.6 Interprétation

Si on a une attaque même partielle, cela signifie que l'on a affaire à du PS.

2.7 TEST DU PAPIER PH

2.7.1 Objectifs de la manipulation :

Distinguer le PVC, le PA, le PE et le PP des autres matières plastiques.

2.7.2 Matériel et produits :

Tubes à essai
Papier pH
Diverses matières plastiques
Eau distillée
Bec bunsen

2.7.3 Sécurité

Attention aux risques de brûlure et aux émanations de gaz.

2.7.4 Mode opératoire

Placer un échantillon de plastique dans le tube à essai
Chauffer à sec l'échantillon à l'aide d'un bec bunsen
Placer un papier pH humidifié à l'aide d'eau distillée à l'extrémité du tube
Observer la couleur du papier pH et la comparer avec l'échelle des couleurs

2.7.5 Observations

Dans certains cas, le papier vire au bleu, dans d'autres cas, il vire au rose-rouge ou il ne change pas de couleur.

2.7.6 Interprétation

Si le papier pH vire au bleu, alors le pH est basique et il s'agit du PA.

Si le papier vire au rouge, alors le pH est acide et il s'agit du PVC.

Si le papier ne change pas de couleur, alors le pH est voisin de 7 (pH neutre) et il s'agit du PE ou du PP.

2.8 TEST A LA FLAMME

2.8.1 Objectifs de la manipulation :

Distinguer différents plastiques par la flamme, la fumée et l'odeur dégagée après combustion.

2.8.2 Matériel et produits

Diverses matières plastiques
Pince en bois
Bec bunsen

2.8.3 Sécurité

Au moment de sentir l'odeur de la fumée, ne pas approcher l'échantillon trop près de nez. Attention aux risques de brûlures par le bec bunsen et par les gouttes enflammées des plastiques.

2.8.4 Mode opératoire

Prendre l'échantillon à l'aide d'une pince
Amener l'échantillon au-dessus de la flamme
Retirer l'échantillon de la flamme
Observer la flamme et la fumée
Sentir l'odeur de la fumée

2.8.5 Observations

Certains échantillons ont du mal à s'enflammer d'autres pas. La couleur de la flamme et de la fumée varie. L'odeur de la fumée change également.

2.8.6 Interprétation

- Si l'échantillon est du PS :
 - Il continue à brûler en dehors de la flamme
 - La flamme est jaune
 - La fumée dégagée est noire
 - Une odeur de gaz se dégage

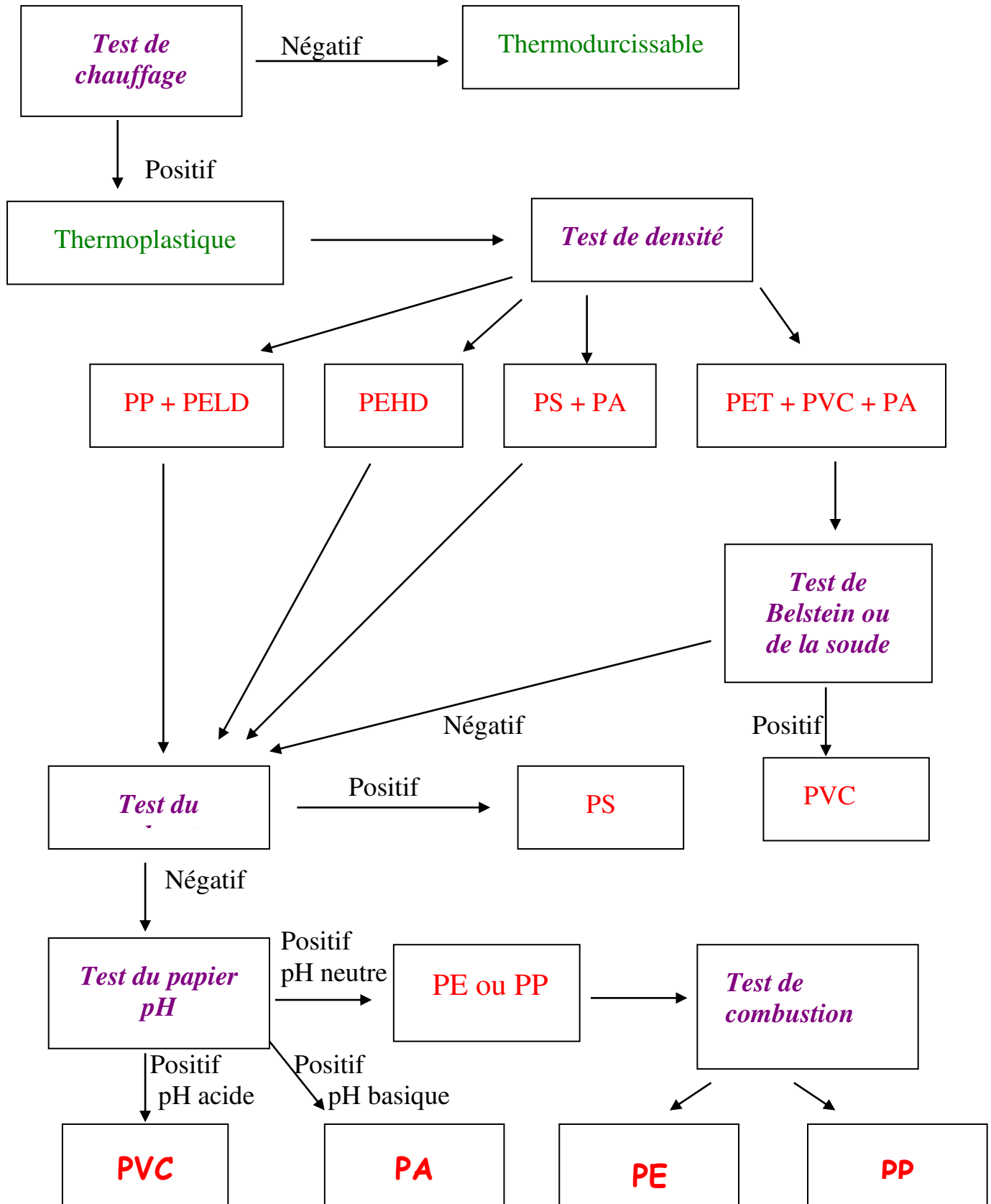
- Si l'échantillon est du PEHD :
 - Il continue à brûler en dehors de la flamme
 - La flamme est jaune à base bleue
 - Peu de fumée noire se dégage
 - Formation de gouttes enflammées
 - Une odeur de bougie se dégage

- Si l'échantillon est du PP :
 - Il continue à brûler en dehors de la flamme
 - La flamme est jaune à base bleue
 - Peu de fumée noire se dégage
 - Formation de gouttes enflammées
 - Une odeur d'asphalte se dégage

- Si l'échantillon est du PVC :
 - Il s'éteint en dehors de la flamme
 - La flamme est jaune
 - La fumée dégagée est blanche
 - Une odeur d'HCl se dégage

- Si l'échantillon est du PET :
 - Il est difficile à enflammer, s'éteint en dehors de la flamme
 - La flamme est jaune-orange
 - La fumée dégagée est blanche
 - Une odeur de fleur de souci se dégage

2.9 CONCLUSION



3. Le recyclage

La production mondiale des matières plastiques est de 180 millions de tonnes par an .

Supposons que l'ensemble des polymères de synthèse soient produits sous forme de blocs de m³ alignés à la queue leu leu, on pourrait parcourir plus de 4 fois le tour de la terre ! !

La Belgique arrive au premier rang mondial de la production de matière plastique (430 kg/hab.) et de leur transformation (175 kg/hab.).

D'où, 60 % des matières plastiques « vagabondent » dans la nature.

Le recyclage des matières plastiques permettrait de diminuer la consommation en pétrole et de réduire la prolifération des déchets plastiques dans la nature.

Le but du recyclage est de revaloriser les déchets de matières plastiques.

Il existe trois formes de valorisation :

Valorisation matière

Cette valorisation consiste à transformer un objet plastique en un autre objet plastique. Ainsi, les thermoplastiques, après tri et lavage, sont fondus et remis en forme pour une nouvelle utilisation et les thermodurcissables, après broyage, sont utilisés comme charge dans de nouveaux plastiques.

Remarque : Une charge est un adjuvant destiné à faciliter la mise en œuvre des plastiques, à améliorer certaines caractéristiques physiques ou chimiques et/ou à diminuer le prix de revient des plastiques.

Valorisation chimique

Cette valorisation consiste à transformer un objet en plastique en monomères, en combustibles, ou en gaz réutilisables. Le recyclage chimique est en phase de développement et vise à produire une tonne de produits réutilisables par tonne de plastique.

Valorisation énergétique

Cette valorisation consiste à brûler un objet en plastique usager dans un incinérateur avec récupération d'énergie. Les matières plastiques ont un pouvoir calorifique à peu près égal à celui du gazole. La chaleur libérée sert d'une part à produire de l'électricité (5% de la consommation actuelle d'électricité à Bruxelles est produite de cette manière) et d'autre part à chauffer certaines installations d'usines ou d'habitations.

Il faut remarquer que les possibilités de transformation des plastiques usagers dépendent de la qualité du déchet plastique c'est à dire de la propreté et de l'homogénéité de celui-ci.

Il y a trois cas :

- **Les plastiques homogènes** : Ces déchets se retrouvent principalement dans les entreprises qui pratiquent depuis longtemps le recyclage interne de leurs déchets. Le recyclage consiste dans une première étape à produire des flocons ensuite il y a un lavage qui est suivi de la formation de regranulés. → Valorisation mécanique
- **Les plastiques partiellement hétérogènes** : Ces plastiques ont essentiellement une source ménagère. Leur recyclage est le même que pour les plastiques homogènes avec une étape de tri en plus qui peut être par exemple une flottaison (test de densité) → Valorisation mécanique
- **Les plastiques mélangés** : Egalement source ménagère. Le degré de saleté étant élevé, la seule revalorisation est la décomposition. → Valorisation chimique et énergétique
 - La pyrolyse : Ce procédé consiste à chauffer à haute température et sous atmosphère inerte les déchets plastiques qui vont subir une décomposition en gaz pyrolytiques, en essences et en goudron. Précaution, il ne doit pas y avoir la présence de PVC.
 - L'hydrisation : Même principe que la pyrolyse mais tous les plastiques peuvent être traités.
 - Mélange du plastique avec du Xylon (solvant) et extraction des différents plastiques liquéfiés après avoir modifié la température et la pression.
 - Incinération ou recyclage thermique : Par ce procédé, on récupère environ 60% de l'énergie de constitution originelle. Cette méthode est la seule économique pour détruire des emballages souillés c'est-à-dire ayant contenu des produits d'entretien, des produits toxiques, des produits pharmaceutiques, ...

Il existe un « remède » au recyclage qui consiste à produire des plastiques dégradables c'est-à-dire ayant la capacité de se décomposer.

Il y a quatre types de plastiques dégradables :

- ***Les plastiques photo-dégradables*** : Composés de PE. On joue sur la sensibilité des plastiques à la lumière et plus particulièrement aux UV qui cassent les chaînes des polymères.
- ***Les plastiques aqua-dégradables*** : Ces plastiques contiennent de l'APV qui est un produit se dissolvant dans l'eau (serviettes périodiques, perles de bain, ..)
- ***Les plastiques bio-dégradables*** : Ces plastiques sont composés d'amidon mais il ne peut être présent qu'à maximum 6%. La dégradation est provoquée par des micro-organismes. Il n'existe que très peu de plastiques bio-dégradables et ils sont très chers.
- ***Les plastiques « naturels »*** : Plastiques entièrement composés de molécules synthétisées par des micro-organismes. Ces plastiques appelés Biopol se décomposent en CO₂ et en eau sous l'effet de micro-organismes.

L'utilisation de ces plastiques dégradables reste très limitée pour plusieurs raisons. Tout d'abord leur dégradation n'est pas valorisante, ces plastiques coûtent plus chers que les plastiques produits à base de pétrole, il y a le risque de déresponsabiliser le consommateur envers les problèmes de pollution, on ne peut pas prévoir le moment du démarrage de la destruction du plastique.

Il n'y a pas encore de vive motivation envers le recyclage du plastique car le plastique est un matériau jeune, le recyclage n'est pas économique pour les fabricants de plastique, c'est un bon combustible, les déchets ne peuvent pas être réintroduits au début d'une filière de production, ...

4. Annexe

ABS : Acétonitrile-butadiène-styrène

APV : Alcool polyvinyle

CFE : Chlorofluoroéthylène

EPF : Ethylène propylène fluoré

EVA : Ethylène vinyle acétate

PA : Polyamide

PAA : Polyaryl-amide

PAEK : Polyaryl-cétone

PAES : polyaryl-éther-sulfone

PAI : Polyamide-imide

PAN : Polyacrylonitrile

PAR : Polyarylate

PAS : Polyarylsulfone

PBT : Polybutadiène téréphtalate

PELD : Polyéthylène basse densité

PEHD : Polyéthylène haute densité

PEEK : Polyéther-éther-cétone

PEI : Polyéther-imide

PEK : Polyéther-cétone

PEN : Polynaphtalate d'éthylène

PES : Polyéther sulfone

PET : Polyéthylène téréphtalate

PF : Phénoplaste

PI : Polyimide

PMMA : Polyméthacrylate de méthyle

POM : Polyacétal = Polyformaldéhyde

PP : Polypropylène

PPA : Polyphthalamide

PPO : Polyphénylène oxyde

PPS : Polyphénylène sulfone

PS : Polystyrène

PSU : Polysulfone

PTFE : Polytétrafluoroéthylène

PU : Polyuréthane

PVC : Polychlorure de vinyle