

Table des matières

<i>Remerciements</i>	i
<i>Listes des figures</i>	ii
<i>Liste des tableaux</i>	iii
INTRODUCTION GENERALE	1
PREMIERE PARTIE: ACCTUALISATION DES CONNAISSANCE SUR LA CHIMIE DES PLASTIQUES	
I Notions générales sur les matières plastiques	4
I.1 - Historique	4
I.2 - Définitions	5
I.2.1 - Le plastique et le polymère	5
I.2.2 - Les adjuvants	6
I.2.3 - Les renforts	7
I.3 - Les polymères	7
I.3.1 - Classification des polymères selon leurs propriétés	8
I.3.2 - Structure des polymères	10
I.3.3 - Caractérisation d'un polymère	12
I.4 - Les différents types de réaction de polymérisation	17
I.4.1 - La polymérisation en chaîne	17
I.4.2 - La polycondensation ou polymérisation par étape	19
II Les deux catégories des matières plastiques	20
II.1 - Les matières plastiques recyclables	20
II.1.1 - Le polyéthylène	21
II.1.2 - Le polyéthylène à haute densité	21
II.1.3 - Le polyéthylène à basse densité	21
II.1.4 - Le polychlorure de vinyle	22
II.1.5 - Le polypropylène	22
II.1.6 - Le polystyrène	22
II.1.7 - Le polycarbonate	23
II.2 - Les matières plastiques non recyclables	23
II.2.1 - Les époxydes	23
Tableau 13 : Détails sur les époxydes	23
II.2.2 - Les polyesters insaturés (non saturés)	24
II.2.3 - Les phénoliques	24
II.2.4 - Les urée-formaldéhydes et les mélamine-formaldéhydes	24

II.2.5 - Les alkydes.....	25
III Les deux méthodes de récupération des déchets plastiques	26
III.1 - La valorisation	26
III.1.1 - Définitions	26
III.1.2 - Les différentes formes de valorisation.....	26
III.1.3 - Les différentes formes de déchets plastiques.....	27
III.2 - Le recyclage	27
III.2.1 - Définition.....	27
III.2.2 - Etape de processus de recyclage.....	28
VI Les dangers des matières plastiques.....	29
VI.1 - Matières plastique et santé	29
DEUXIEME PARTIE : CHAMPS D'APPLICATION	
I La société d'enduction de Madagascar et ses activités industrielles.....	35
I.1 - Présentation de la société.....	35
I.2 - Les activités industrielles de la société ENDUMA S.A.	35
Les activités industrielles de la société ENDUMA S.A. concernent l'usinage car les matières premières sont importées de divers pays.	35
I.3 - La société ENDUMA S.A. et le recyclage des matières plastiques.	38
II Application pédagogique.....	40
II.1 - Quelques repères théoriques sur le concept de la « représentation » et la « transposition didactique ».....	40
II.1.1 - La représentation	40
II.1.2 - La transposition didactique	43
II.2 - Proposition pédagogique	46
 CONCLUSION GENERALE	 63

Listes des figures

Figure 1 : Les thermoplastiques et les thermodurcissables	9
Figure 2 : Dispositif expérimental du DSC	14
Figure 3 : Température de transition vitreuse d'un polymère.....	15
Figure 4 : Température de cristallisation d'un polymère.....	16
Figure 5 : Température de fusion d'un polymère	16
Figure 6 : La société d'enduction de Madagascar	33
Figure 7a : Machines à extrusion ou extrudeuses.....	34
Figure 7b : Machine à extrusion	34
Figure 8a : Machine à tisser.....	35
Figure 8b : machine à tisser.....	35
Figure 9a : Machines à coudre portable.....	35
Figure 10a : Couturière.....	35
Figure 10b : Impression	35
Figure11a : Machines à injection.....	36
Figure 11b : Machine à injection	37
Figure 12a: Exemple de produits.....	37
Figure 12b :Exemple de produits	37
Figure12c : Exemple de produits	37
Figure12d : Exemple de produits	37
Figure12e : Sacs.....	37
Figure12f : Sacs.....	37
Figure 12i : Toiles.....	37
Figure 12g : Gaines	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nom et abréviation des plastifiants habituels.....	6
Tableau 2 : Quelques renforts.....	7
Tableau 3 : Température de transition vitreuse de quelques polymères.....	15
Tableau 4 : Propriétés thermiques et électriques de certaines matières plastiques.....	17
Tableau 5 : Résumé des différences entre les deux réactions de polymérisation.....	20
Tableau 6 : Le polyéthylène	20
Tableau 7 : Le polyéthylène à haute densité.....	21
Tableau 8 : Le polyéthylène à basse densité.....	21
Tableau 9 : Le polychlorure de vinyle.....	22
Tableau 10 : Le polypropylène	22
Tableau 11: Le polystyrène	22
Tableau 12 : Le polycarbonate	23
Tableau 13 : Les époxydes.....	23
Tableau 14 : Les polyesters insaturés.....	24
Tableau 15 : Les phénoliques	24
Tableau 16 : Les urées-formaldéhydes et les mélamines- formaldéhydes.....	25
Tableau 17: Les alkydes.....	25
Tableau 18 : composition des déchets ménagers selon le type de pays	30
Tableau 19: Les Impacts des matières plastiques sur la santé et l'environnement.....	32
Tableau 20 : Durée de vie de quelques matières plastiques.....	33

Listes des annexes

Annexe 1 : Programme de Physique chimie de la classe de première scientifique

Annexe 2 : Fiche pour élève à remplir au cours du TP

Annexe 3 : Quelques formules chimiques des molécules

Annexe 4 : Quelques produits fabriqués à partir des matières plastiques

Annexe 5 : Quelque monomère et polymères usuels

Annexe 6: Exemples de réactions de polymérisation

Annexe 7 : Photos illustrant la pollution causée par les déchets en matières plastiques

INTRODUCTION GENERALE

Actuellement, l'évolution de la science et de la technologie ne cesse de faciliter notre vie quotidienne grâce à la transformation et même la création des produits synthétiques dont les matières plastiques. Il est indiscutable que les matières plastiques, qui sont résistants, légers, et facile à stocker, nous sont d'une aide inestimable dans la vie courante. Toutefois, si on ne regarde que le cas de Madagascar, l'utilisation massive et abondante des matières plastiques détruit notre environnement ainsi que notre santé à cause de la pollution inévitable et déchets volumineux qu'elles apportent étant donné leur longue durée de vie.

Face à cette utilisation massive et en raison des dangers qui pourraient survenir, avant qu'il ne soit trop tard, nous devons, sans doute, réagir et essayer de trouver des solutions au moins pour réduire ces déchets de matières plastiques.

Jusqu'à maintenant, les seules méthodes pratiquées sont le recyclage et la valorisation des déchets plastiques.

Notre présent travail se propose de contribuer à la protection de l'environnement par un essai de diminuer la pollution causée par l'utilisation et l'abondance des matières plastiques.

Il s'agit en premier lieu de faire une actualisation des connaissances sur la chimie des matières plastiques, en étudiant leurs propriétés et leurs structures à partir de leur formation et celle des polymères dont elles font parties.

En second lieu seront explicités les effets nocifs de l'expansion massive et abondante des plastiques usagées ainsi que les méthodes de récupération envisagées.

Enfin, en troisième lieu, des applications pratiques de ces méthodes seront étudiées. Il s'agit d'une application industrielle et d'une application pédagogique :

- ✓ La première concerne l'industrie d'enduction de Madagascar (ENDUMA S.A.), une des industries qui prennent leurs responsabilités face aux dangers provenant de

l'utilisation des matières plastiques. La description de cette société et de ses activités industrielles seront présentées dans ce travail.

- ✓ En plus, en tant que futur enseignant, il est important dans notre mission de mettre l'accent sur l'aspect pédagogique en faisant une proposition pertinente. Il s'agit de sensibiliser les élèves dès qu'ils sont au collège, sur l'origine des divers problèmes de son environnement, comme les déchets plastiques, ce qui constitue un début de prise en responsabilité sur son monde.

La méthodologie mise en œuvre consiste d'abord à effectuer des recherches documentaires pour mettre à jour les connaissances sur la chimie des matières plastiques. Ces recherches permettent de dégager les notions générales sur les matières plastiques à savoir leurs histoires, leurs évolutions ainsi que leurs propriétés, leurs structures, leurs caractéristiques. De même pour les polymères dont les matières plastiques sont issues. Ces recherches aboutissent aussi à la classification des matières plastiques en deux catégories selon leur propriétés ou leurs caractéristiques : les matières plastiques recyclables et les matières plastiques non recyclables et finissent des connaissances sur les deux méthodes de récupération des déchets plastiques déjà existantes : la valorisation et le recyclage. Ces recherches documentaires nous permettent enfin d'expliquer l'expansion massive et abondante des matières plastiques et leurs effets nocifs. Ces trois éléments constituent la première partie.

La deuxième partie est une sorte de travail personnel. Ce dernier se divise en deux étapes : L'une décrit la société ENDUMA S.A. et ses activités industrielles qui sont en rapport avec les deux méthodes de récupération des déchets. L'autre, une proposition pédagogique pour les élèves des collèges. Cette dernière comporte deux parties : la première est un repère théorique qui explique le concept mis en jeu à savoir la notion de transposition didactique et celle de représentation, la deuxième est la proposition proprement dite composé de deux documents : un document pour élève sous forme d'activité et un document pour enseignant sous forme de fiche de préparation, pour enseigner les matières plastiques en classe de troisième.

PREMIERE PARTIE

Introduction à la première partie

Depuis la fin du XIXème siècle et le début du XXème, les matières plastiques tiennent une place très importante presque dans tous les pays. Parmi les utilisateurs de matières plastiques, nous prenons comme exemple d'illustration le cas de Madagascar.

Il est indiscutable que les matières plastiques aident beaucoup dans notre vie courante à cause de leur état physique qui est facile à manipuler. Pourtant, elles apportent des effets nocifs et même indésirables dans notre environnement.

Ces deux raisons contradictoires nous amènent dans la première partie de ce travail, qui consiste à approfondir nos connaissances sur les matières plastiques et trouver des explications à tous ces faits. Pour cela, des détails sur les matières plastiques qui ne sont pas autres que des dérivés synthétiques des polymères, en tant que matières chimiques seront présentés en commençant par des dates marquant l'histoire des matières plastiques, puis, quelques définitions des termes en rapport avec les matières plastiques, ensuite, leurs propriétés, leurs structures et enfin leurs caractéristiques. C'est en fonction de leurs caractéristiques et leurs propriétés qu'on peut classer les matières plastiques en deux catégories : les matières plastiques recyclables et les matières plastiques non recyclables. Après avoir distingué ces deux catégories des matières plastiques et puisqu'on parle fréquemment de recyclabilité ou non recyclabilité d'une matière plastique, on va expliquer aussi ce qu'on entend par valorisation et particulièrement le recyclage. Cette première partie se termine par effets nocifs de l'expansion massive et abondante des matières plastiques.

I Notions générales sur les matières plastiques

Ce paragraphe relate l'histoire, donne quelques définitions et décrit les structures et caractéristiques des matières plastiques.

I.1 - Historique¹

Comme toutes les autres branches des études, la chimie, en tant que science, ne cesse pas d'évoluer et de transformer des matières existantes pour en créer d'autres. Grâce à cette transformation, il existe des matières plastiques naturelles et des matières plastiques artificielles, résultat de la transformation des polymères naturels comme la cellulose, la caséine et le caoutchouc.

En tant que produit de recherche, les matières plastiques ont leur origine et leur évolution dont voici quelques dates :

- 1736 : découverte par hasard de caoutchouc naturel par les naturalistes français Charles Marie de La Condamine et François Fresneau de La Gataudière dans le bassin d'Amazonie.
- 1870 : invention du premier plastique artificiel le celluloïd par les frères Hyatt. Ce premier plastique artificiel s'obtient par la nitration de la cellulose de bois (chaud) par le camphre. Le celluloïd est utilisé pour la fabrication des balles de tennis.
- 1907 : découverte des résines formo-phénoliques (Bakélites) par le chimiste belge et naturaliste américain Léo Baekeland.
- 1908 : découverte de la cellophane par le chimiste suisse Jacques Brandenberger.
- 1918 : Commencement de la fabrication d'articles courants, comme les boutons, les bijoux fantaisie, les fume-cigarette et les stylos. Ces résines sont les plus anciens polymères synthétiques industriels, obtenus par polycondensation du phénol et du formaldéhyde. On les utilise pour la fabrication des boîtiers de téléphone, coques de rasoir, poignées de casserole, prises électriques, cendriers. Cette année marque aussi la découverte des premiers caoutchoucs synthétiques en polymérisant les diènes conjugués par Hofmann.
- 1920 : découverte des résines époxydes par Paul Schlack de la société Farben Industrie. Cette année marque aussi la première fabrication des polystyrènes (PS) à Ludwigshafen.

¹ Source de la plupart des informations sur l'histoire des polymères : www.orgagec.com/téléchargement/base.pdf. Ces informations sont publiées à partir de 15 Octobre 2007

- 1937 : synthèse des premiers polyuréthanes ou polycarbonates par Otto Bayer.
- 1941 : découverte des polyéthylènes téréphtalate (PET) et des silicones (SI).
- 1953 : découverte de polyéthylène à haute densité par le chimiste allemand Karl Ziegler en polymérisant l'éthylène ou éthène.
- 1990 : apparition du terpolymère qui tend à remplacer les résines «mélamine formol ». On le trouve dans l'habillement d'équipements électroménagers, les jouets rigides, les accessoires dans les salles de bains et dans l'industrie.
- 2000 : développement des autres matières plastiques qui deviennent les matières les plus utilisées. Dans le but de protéger l'environnement, les chimistes recherchent les moyens de transformer les matières plastiques synthétiques anciennes qui ne sont pas recyclables en matières plastiques recyclables et biodégradables.

I.2 - Définitions

Ce paragraphe décrit quelques définitions des termes en rapport avec les matières plastiques.

I.2.1 - Le plastique et le polymère

- Etymologiquement, le mot plastique vient du mot grec « plasticos » qui veut dire « apte au modelage ». D'où le substantif « plastique » ou « plasticus » en latin.
- Selon Kamel (étudiant sortant de l'université Abou Bekr Belkaid en Algérie), le polymère vient du mot grec qui signifie plusieurs parties (many parts), formé des petites unités chimiques connues sous le nom de monomères ou molécules élémentaires.
- Les matières plastiques sont des matières organiques synthétiques basées sur l'emploi des macromolécules. Les plastiques constituent le terme générique pour définir une famille de matières fabriquées à base du pétrole.
- Les monomères de base, qui sont en général des atomes de carbones, comme l'éthylène ou le propylène, s'obtiennent en raffinant et distillant le pétrole. D'autres comme les chlorures de vinyles, les tétrafluorures, s'obtiennent en y ajoutant du chlore, ou du fluor.
- Ces molécules sont assemblées entre elles sous forme des chaînes linéaires donnent le polymère ou macromolécule.

- Les polymères industriels ne peuvent pas être utilisés à l'état pur mais mélangés avec des substances miscibles.

En bref, **matières plastiques = polymère + adjuvant + renforts**

I.2.2 - Les adjuvants

Ils servent à améliorer ou à adapter les propriétés des matières plastiques à leur utilisation.

Il y a plusieurs types d'adjuvants selon leur rôle à savoir les charges, les plastifiants, les stabilisants (anti oxygène, thermique, à la lumière) et les autres adjuvants comme les antichocs, les antistatiques, les lubrifiants, les retardateurs des flammes

- **Les charges** : ce sont des composés minéraux (silice,...), métalliques (Aluminium) ou organique (farine de bois, pâte de cellulose). Les charges permettent d'améliorer la rigidité des matières plastiques. Elles agissent aussi sur leur résistance thermique et leur isolation qu'elle soit thermique ou électrique.
- **Les plastifiants** : ce sont des diluants peu volatiles de faible masse molaire, à l'état solide ou à l'état liquide plus ou moins visqueux. Ils ont pour rôle d'abaisser la rigidité des matières plastiques, de rendre les composés obtenus plus flexibles, plus résilients et de diminuer la température de mise en œuvre.

Le tableau suivant indique les noms des plastifiants habituels et leurs abréviations

Tableau 1 : Noms et abréviations des plastifiants habituels

Nom du plastifiant	Phtalate dibutyl	Phtalate Dioctyl	Phtalate Didécyle	Adipate Diopctyle	Sebaçate Dioctyle	Phosphate Trioctyle
Abréviation	DBP	DIOP	DIDP	DIOA	DOS	TCP

Source: Matheux.Ohv.org/ARC/6TQPLASTLesmelanges.pdf

- **Les stabilisants** : ce sont des composés chimiques qui empêchent la dégradation des polymères lors de leur transformation en les stabilisants contre les effets de la température, de l'oxygène, ou de rayonnement U.V. Parmi les stabilisants courants on peut citer : les anti-oxygènes, les stabilisants thermiques du PVC et les stabilisants à la lumière.
 - ✓ Les anti-oxygènes sont utilisés dans la plupart des polymères hydrocarbonés, en particuliers le Polypropylène (PP), le Polyéthylène (PE) et les caoutchoucs. Ils sont utilisés avec une concentration généralement inférieure à 1%. pour qu'il n'y a pas des modifications ni sur la couleur ni sur les propriétés des polymères.
 - ✓ Les stabilisants thermiques du PVC sont spécifiques pour les polymères chlorés. Ils ont pour rôle de retarder le dégagement de HCL lors de la transformation. On les emploie avec une concentration environ de 1 à 3%

- ✓ Les stabilisants à la lumière se divisent en quatre familles à savoir les pigments, les absorbeurs, les extincteurs et les stabilisants polyfonctionnels. Seul le pigment a un rôle majeur dans la polymérisation. Le pigment ou colorant permet de donner une couleur spécifique à la matière plastique. Il peut être soluble ou insoluble dans la matrice de polymère. Les oxydes métalliques, le noir de carbone sont des exemples des pigments.
- **Les antichocs** servent à améliorer la résistance au choc des polymères.
- **Les antistatiques** permettent de limiter l'accumulation des charges électriques à la surface des polymères et éviter ainsi la fixation des poussières ou la production des étincelles.
- **Les lubrifiants**, comme les cires ou les paraffines, facilitent la mise en œuvre des polymères et réduisent leurs adhérences aux parois des machines de transformation. Ils assurent aussi les propriétés de glissement et d'usure des matières plastiques.
- **Les retardateurs de flammes**, comme l'alumine hydratée ou les phosphates, empêchent le phénomène de combustion.

I.2.3 - Les renforts

On désigne par renfort tout produit ni soluble ni miscible, mélangé à un polymère, qui permet d'améliorer une ou plusieurs propriétés que ce soit mécaniques ou chimiques du mélange final, c'est-à-dire le polymère que l'on veut obtenir.

Ces renforts peuvent avoir plusieurs formes.

Le tableau suivant donne les différentes formes et quelques exemples des renforts.

Tableau 2 : différentes formes et quelques exemples des renforts

Formes	Granulaires Sphériques	Lamellaire	Aciculaire ou aiguilles	Fibrillaires
Exemples	Billes de verre CaCO ₃ Noir de carbone	Mica Talc	Fibres courtes (L < 2mm)	Fibres longues (L > 2mm)

Source : Spiral.univ-Lion.fr/files-m/M6612/Files/598118-4444.pdf

I.3 - Les polymères

Ce paragraphe comporte trois parties qui concernent respectivement la classification, les structures et la caractérisation des polymères.

Les polymères peuvent être classés selon leurs caractéristiques, leurs propriétés physico-chimiques et leurs structures. Parmi ces classifications, celle qui se rattache à la valorisation et au recyclage est la plus importante

I.3.1 - Classification des polymères selon leurs propriétés.

Une étude faite par D. Gridaine (2010) permet de classer les polymères en fonction de leurs propriétés en trois sortes telles que les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères. On s'intéresse seulement aux propriétés mécaniques car ces dernières sont les plus importantes pour les industries qui pratiquent la récupération des déchets plastiques ou plus précisément les propriétés liées au recyclage et valorisation.

☼ - Les thermoplastiques

Ce sont les polymères les plus utilisés, ils se ramollissent à la chaleur. Ils peuvent être refondus et remise en œuvre un grand nombre de fois. A titre d'exemples, peuvent être cités le polyéthylène, le polypropylène, le polychlorure de vinyle, le polystyrène.

Ces thermoplastiques peuvent se présenter sous forme rigide, souple, opaque, ou en faible épaisseur et des feuilles très minces (film...).

Les propriétés principales liées aux thermoplastiques sont le refondement et le remodelage plusieurs fois sans modification sur les propriétés physico chimiques. En plus, ils sont insensibles à l'humidité, aux parasites et aux moisissures.

Les thermoplastiques se divisent en trois familles à savoir les thermoplastiques de grande diffusion, les thermoplastiques techniques et les thermoplastiques de haute performance.

- Les thermoplastiques de grande diffusion : ils représentent presque la totalité des plastiques mis en œuvre y compris les polyéfines (polyéthylène et polypropylène), le polystyrène et le polychlorure de vinyle.
- Les thermoplastiques techniques : les plus utilisés sont les polyamides (proche du nylon de textiles). Ils ont des bonnes caractéristiques mécaniques et une bonne tenue aux températures.
- Les thermoplastiques de haute performance : ils sont caractérisés par leur résistance à la chaleur et leurs propriétés électriques élevées. Ils résistent presque à tous les agents chimiques, ne vieillissent pas, ne brûlent pas et ont des bonnes aptitudes aux chocs.

☼ - Les thermodurcissables

Les thermodurcissables regroupent les plastiques qui ne peuvent pas se ramollir et ne peuvent pas être remodelés à cause de la présence des liaisons réticulaires (liaison qui forme entre les molécules de la chaîne principale et les petites molécules de cette chaîne comme l'indique la figure 1b). On peut prendre comme exemples les phénoliques et les époxydes.

Au moment de la mise en œuvre, ils se ramollissent dans un premier temps et puis durcissent de manière irréversible sous l'action prolongée de la chaleur.

Les principales propriétés de ces thermodurcissables sont les bonnes résistances aux températures même au plus de 200°C, stabilities dimensionnelles dans le temps.

Les familles des thermodurcissables sont les phénoplastes (PF) noirs ou bruns (bakélites), les époxydes (EP), les polyesters (UP) et parmi les thermodurcissables, on a les polyamidesphénoplastes, qui sont coûteux, mais résistent et conservent leur propriétés mécaniques et physico chimiques même au delà de 300°C.

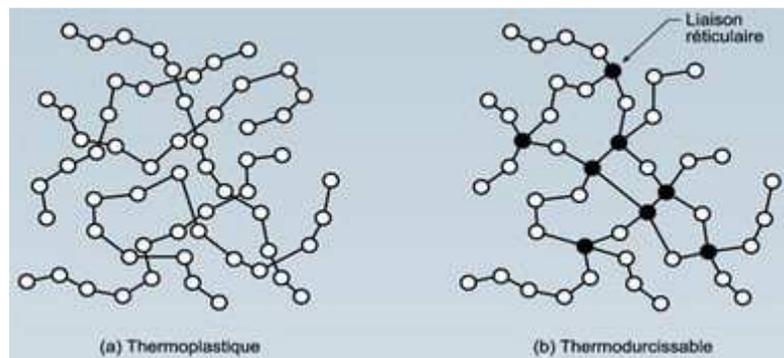


Figure 1 : Thermoplastique et thermodurcissable

⊗ - Les élastomères

Les élastomères sont considérés comme une famille supplémentaire des plastiques, ils sont caractérisés par leur grande élasticité.

Parmi les élastomères, on peut citer les silicones, les caoutchoucs naturels...

Parfois, les élastomères sont utilisés pour la fabrication des pneus, des tuyaux, des amortisseurs, des chaussures,...

La principale propriété des élastomères est liée à l'élasticité ou la capacité à s'allonger sans se rompre.

On peut diviser les élastomères en deux familles : les élastomères vulcanisés et les élastomères thermoplastiques.

- Les élastomères vulcanisés : ce sont les plus traditionnels. Ils peuvent être moulés.
- Les élastomères thermoplastiques. Ils sont plus faciles à mouler que les élastomères vulcanisés.

Cette classification nous conduit à un paragraphe qui entre un peu dans les détails en décrivant les structures des polymères.

I.3.2 - Structure des polymères

D'après Weiss (2009), les polymères peuvent être classés en quatre familles selon leurs structures à savoir les polymères linéaires, les polymères ramifiés, les polymères réticulés et les polymères amorphes et cristallisés.

On parle d'homopolymère si le polymère est composé d'une répétition d'une seule monomère, contrairement au copolymère qui possède plusieurs unités ou monomères différentes.

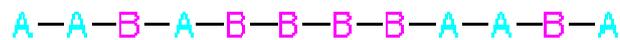
☛ - **Les polymères linéaires** : Ils sont constitués par des grandes chaînes des monomères reliés entre eux par des liaisons covalentes. A part les liaisons covalentes, il y a aussi des liaisons secondaires (pont d'hydrogène ou liaisons de Van Der Waals), qui assurent la stabilité de polymère.

Parmi les polymères linéaires, on distingue les homopolymères linéaires et les copolymères linéaires

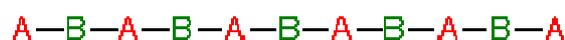
- ✓ Les homopolymères linéaires. A est pris comme unité.



- ✓ Les copolymères linéaires. A et B sont les deux monomères différents du copolymère. Parmi les copolymères linéaires, on peut citer le copolymère au mode statistique, alterné et au mode séquencé.
 - ✓ Le mode statistique



- ✓ Le mode alterné



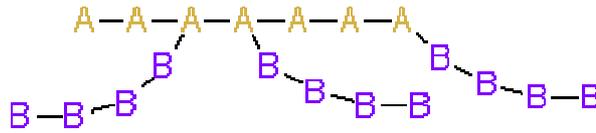
- ✓ Le mode séquencé



☛ - Les polymères ramifiés

On parle des polymères ramifiés si les chaînes de la macromolécule se greffent avec d'autres chaînes au cours de la synthèse du polymère ou la polymérisation. Comme dans le cas des polymères linéaires, il y a aussi des homopolymères ramifiés et des copolymères ramifiés.

Exemple :

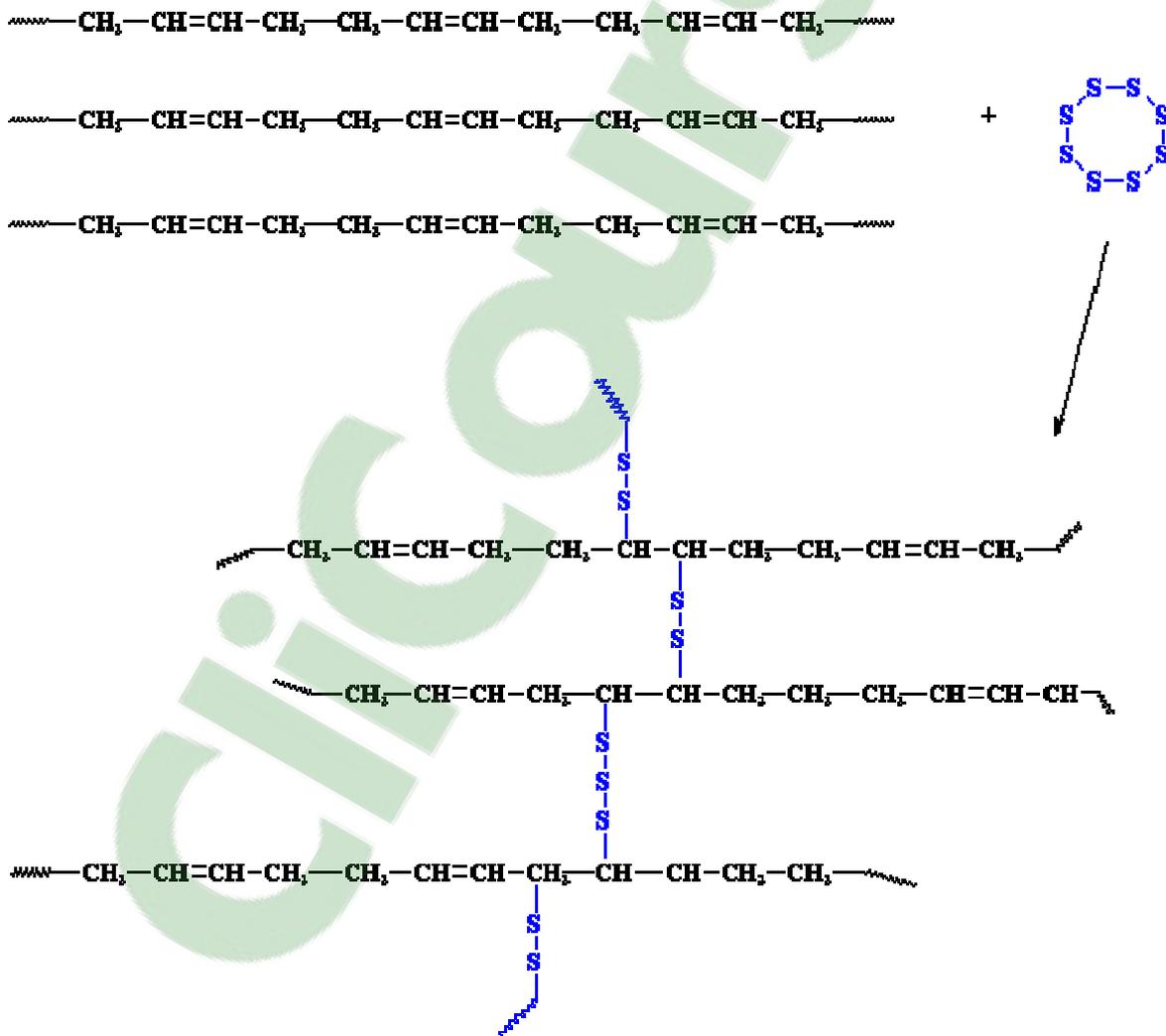


☛ - Les polymères réticulés

La réticulation s'explique par la formation des liaisons dans toutes les directions lors de la synthèse d'un polymère. Le polymère ainsi obtenu est un polymère réticulé.

Cette réticulation se produit quand on a des polymères diènes c'est-à-dire des polymères qui ont des doubles liaisons alternés. Les éléments qui participent à la réticulation attaque les doubles liaisons du polymère diène est forme un pont comme l'indique la réaction suivante

Les éléments qui interviennent ici sont les soufres qui forment alors des ponts disulfures



☛ - Les polymères amorphes et les polymères cristallisés.

Les polymères à structure amorphe sont des polymères dont les chaînes macromoléculaires sont organisées de façon aléatoire, c'est-à-dire, ces chaînes macromoléculaires sont désordonnées.

Par contre, les polymères à structure cristallisée ont des chaînes macromoléculaires ordonnées (et peuvent diffracter les rayons X).

Un état intermédiaire peut se présenter, c'est-à-dire un état où il y a un ordre et un désordre, dans un même polymère. C'est l'état semi cristallisé.

I.3.3 - Caractérisation d'un polymère

Selon toujours Weiss, un polymère peut être caractérisé par son degré de polymérisation ou sa masse moléculaire.

☛ - Le degré de polymérisation

Le degré de polymérisation est le nombre total de monomères qui constitue le polymère.

Lorsque ce degré de polymérisation est inférieur à 30, on parle des oligomères et au-delà de 30, on parle des polymères.

Selon Patrick, Combet, Isabelle et Ernould (2005), le degré de polymérisation est le rapport entre la masse molaire d'une macromolécule M et la masse molaire d'une unité constitutive ou la masse molaire du monomère M_0 .

On note par x ce degré de polymérisation. Dans ce cas, —

☛ - La masse moléculaire ou masse molaire

Les mêmes auteurs confirment que « Comme il est impossible d'obtenir des macromolécules d'une seule espèce « i » c'est-à-dire d'une seule longueur ou iso moléculaire, les polymères sont poly moléculaires et on a affaire à un mélange de masses molaires ».

Pour cela, ils introduisent la notion de masse molaire moyenne.

Ils distinguent deux moyennes telles que la masse molaire moyenne en nombre M_n (en fonction du nombre N_i de la chaîne) et la masse molaire moyenne en poids M_w .

Mais nous savons que le poids est une force et la masse est une grandeur physique, alors on parle tout simplement de la masse molaire moyenne en masse car $P = mg$ (m désigne la masse d'un corps et g l'intensité de la pesanteur).

Pour le paragraphe suivant, soit :

i : Le degré de polymérisation

M_i : La masse molaire des chaînes de degré de polymérisation i

M_i : La masse de chaînes de degré de polymérisation i

N_i : Le nombre de chaînes de masse molaire M_i

On calcule les deux moyennes par les formules suivantes :

☞ - La masse molaire moyenne en nombre

Il s'agit de la moyenne des masses molaires pondérée par le nombre de chaînes de chaque longueur.

$$\bar{M}_n = \frac{\sum_i N_i \times M_i}{\sum_i N_i}$$

☞ - La masse molaire moyenne en masse

Il s'agit de la moyenne des masses molaires pondérée par la masse de chaînes de chaque longueur.

$$\bar{M}_w = \frac{\sum_i m_i \times M_i}{\sum_i m_i} = \frac{\sum_i N_i \times M_i^2}{\sum_i N_i \times M_i}$$

A part le degré de polymérisation et la masse molaire, il ya aussi de température caractéristique pour caractériser un polymère. Cette température caractéristique est la température de la transition vitreuse notée Tg.

D'après le professeur J. Lecomte (2006), les polymères peuvent montrer deux comportements : l'état vitreux et l'état caoutchouteux.

Il nomme par état vitreux l'état dur et rigide d'un polymère et caoutchouteux celui de mou et flexible.

Il prend comme exemples d'illustration le polystyrène et le poly isoprène.

Le polystyrène est à l'état vitreux à la température ambiante et caoutchouteux au dessus de 125°C, tandis que le poly isoprène est à l'état caoutchouteux à la température ambiante et vitreux au voisinage de -195°C.

Selon lui, dans un polymère, il se produit quatre catégories de mouvement :

- Translation des molécules entières qui permet l'écoulement
- Flexion et torsion combinée de segments (40 à50 atomes de carbones) de carbone de molécules qui conduisent à l'élasticité du matériau.
- Mouvement de quelques atomes le long de la chaîne principale ou à coté des groupes fonctionnels.
- Vibration des atomes autour de leur position d'équilibre.

Il définit alors la température de transition vitreuse comme la température à laquelle les deux premiers mouvements se produisent en même temps suivie de l'activation des deux autres derniers mouvements.

Il généralise le résultat comme suit :

- Si la température de l'expérience est inférieure à la température de transition vitreuse, le polymère est à l'état vitreux ($T < T_g$)
- Si la température de l'expérience est supérieure à la température de transition vitreuse, le polymère est à l'état caoutchouteux ($T > T_g$).

Des scientifiques comme Patrick, Combet, Isabelle et Ernould(2005)affirment qu'il y a trois températures caractéristiques pour un polymère. Selon eux, à part la température de transition vitreuse T_g , il y a deux autres températures caractéristiques : la température de fusion et la température de cristallisation.

Le « Calorimétrie Différentielle à balayage ou Differential Scanning Calorimetry (DSC) permet d'étudier ces trois températures.

Cet appareil est utilisé pour étudier les différents changements ou transitions thermiques lorsqu'on chauffe un polymère.

Le dispositif utilisé est indiqué dans la figure suivante :

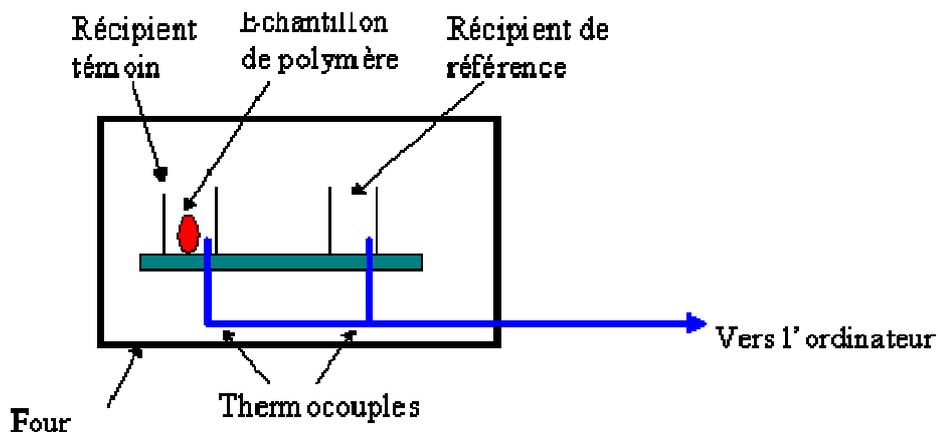


Figure2 : Dispositif de DSC

Le récipient de témoin contient l'échantillon du polymère à étudier et le récipient de référence est vide.

On utilise un four pour chauffer ces deux récipients.

L'ordinateur transforme les températures des deux récipients en flux de chaleur

☞ - La température de transition vitreuse

Comme la température de transition vitreuse est un passage d'un état à un autre état, ce phénomène n'est pas instantané mais dans une plage de température. Pour cette raison, on utilise la méthode de la tangente, comme l'indique la figure suivante pour déterminer la valeur de la température de transition vitreuse.

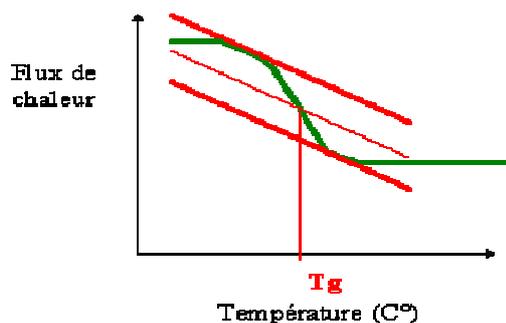


Figure 3 : Température de transition vitreuse

Le tableau suivant donne la température de transition vitreuse de quelques polymères. Ces sont des valeurs approximatives car plusieurs facteurs comme la vitesse de refroidissement et la distribution des masses moléculaires peuvent influencer cette dernière.

Tableau 3 : Température de transition vitreuse de quelques polymères

polymère	Température de transition vitreuse
polyéthylène	-110°C
polypropylène	-10°C
Polychlorure de vinyle	+85°C
Polystyrène	+100°C

Ces mêmes auteurs ont défini la température de transition vitreuse, la température à laquelle se manifestent des variations fortes des propriétés du matériau comme la viscosité, les autres propriétés mécaniques, chimiques (chaleur spécifique, coefficient de dilatation...), optiques, diélectriques.

☞ - La température de cristallisation

Au dessus de la température de transition vitreuse, les polymères sont mobiles. Ils s'agitent et se tortillent et donc instables. Cette instabilité ne peut pas durer et les polymères se tendent vers un arrangement appelé état cristallisé.

Les polymères dégagent de la chaleur lors de ce phénomène et la valeur de la température la plus élevée pendant ce dégagement s'appelle température de cristallisation. La figure suivante montre la courbe indiquant cette température de cristallisation. La crête dans la courbe désigne l'augmentation de la chaleur indiquée par le thermocouple.

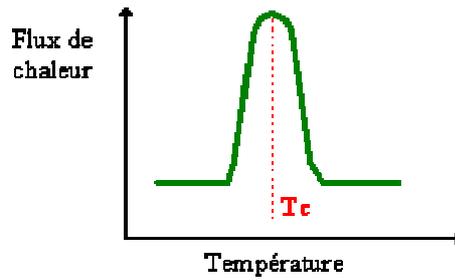


Figure 4 : Température de cristallisation

☞ - Température de fusion

Lorsqu'on continue à chauffer les polymères au delà de la température de cristallisation, ils passent à une autre transition thermique qui n'est autre que la fusion. Les molécules dans les polymères se mettent de nouveau en désordre et s'écoulent. La température ne s'élève que lorsque toutes les molécules se fondent. La température correspondante à cet écoulement s'appelle température de fusion.

La courbe indiquée par la figure suivante montre la température de fusion. Puisqu' il y a ici une absorption de la chaleur par les polymères, la courbe se présente comme le contraire de la température de cristallisation.

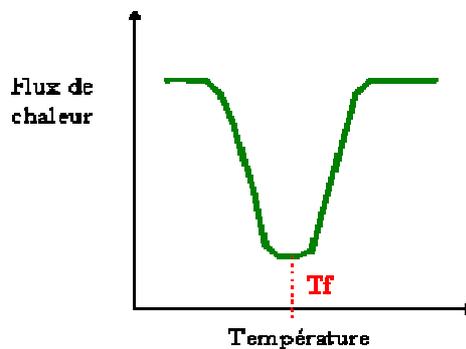


Figure 5 : Température de fusion

A part les paramètres définis précédemment, qui caractérisent les matières plastiques, d'autres propriétés thermiques et électriques peuvent aussi être citées. Le tableau 4 suivant présente quelques unes de ces propriétés à savoir la température de ramollissement, la température minimale et maximale d'utilisation, le coefficient de dilatation linéaire et la résistivité la résistance superficielle.

Tableau 4 : Propriétés thermiques et électriques de certaines matières plastiques

Matières plastiques	Température de ramollissement en °C	Température d'utilisation en °C	Coefficient de dilatation linéaire en $K^{-1} \cdot 10^{-4}$	Résistivité en $\Omega \cdot cm$	Resistance superficielle en Ω	Constante diélectrique en 10^6 HZ
PVC	75 à 1005	-15 à 60	0,7 à 1, 5	10^{16}	10^{12}	3,3
PS	96	-10 à 70	0,70	10^{16}	10^{14}	2,5
PEHD	75	-40 à 60	2	10^{16}	10^{13}	2,2 à 2,5
PMMA	120	-20 à 80	0,8	10^{15}	10^{15}	2,6

Source : www.acryluma.ch/fr/tableaux-detailles-des-matieres-plastiques/

Ces détails sur les polymères nous conduisent aux différentes réactions chimiques que l'on peut faire avec eux ou plus précisément les différentes réactions de synthèse pour obtenir un polymère.

I.4 - Les différents types de réaction de polymérisation

Selon toujours Kamel, il y a deux types de réaction de polymérisation : la polymérisation en chaîne y comprises la polymérisation radicalaire, la polymérisation anionique, la polymérisation cationique et la polymérisation par étape ou polycondensation.

I.4.1 - La polymérisation en chaîne

La polymérisation en chaîne est l'ensemble des réactions d'additions successives. Elle est utilisée pour obtenir par exemple le polypropylène, le polystyrène.

Cette réaction se déroule en trois phases bien distinctes : la phase d'amorçage ou initiation, la phase de propagation et la phase de terminaison.

Pendant la phase d'initiation, deux événements se produisent : élaboration du centre actif puis attaque de ce dernier sur le monomère.

La molécule ainsi obtenue porte au autre centre actif, qui peut attaquer de nouveau une autre molécule de monomère et ainsi de suite. Cette suite des réactions constitue la phase de propagation.

La troisième phase, qui n'est autre que la phase de propagation consiste à détruire le centre actif et conduit à l'obtention d'une espèce inactive qui est le polymère.

Comme il a été déjà évoqué précédemment, la polymérisation en chaîne peut se présenter sous trois formes telles que la polymérisation radicalaire, la polymérisation cationique et la polymérisation anionique.

■ - La polymérisation radicalaire

Cette réaction permet d'obtenir facilement dans une durée de temps courte, des polymères de hauts poids moléculaires.

La phase d'amorçage consiste à la génération des radicaux (primaires) à l'aide des substances appelées amorceurs suivie de l'addition du radical primaire sur une première unité monomère pour former le premier maillon de la chaîne polymère en croissance.

La propagation se fait par addition successive des molécules de monomères sur la partie active de la chaîne croissante. Cette réaction se produit en une fraction de seconde et conduit à la formation d'une géante molécule et un autre radical libre au bout de la chaîne.

La phase de terminaison est le fait de détruire le centre actif qui se trouve sur l'extrémité de la chaîne en croissance et cette phase consiste à faire de couplage ou dismutation avec d'autres molécules.

■ - La polymérisation cationique

Pour la polymérisation cationique, le centre actif est un carbone portant une charge positif.

Les monomères peuvent être des oléfines (polypropylène et polyéthylène), des éthers vinyliques, des carbures insaturés (styrènes, indènes, benzofurane) et des composés hétérocycliques (tetrahydrofurane, cyclosiloxane...).

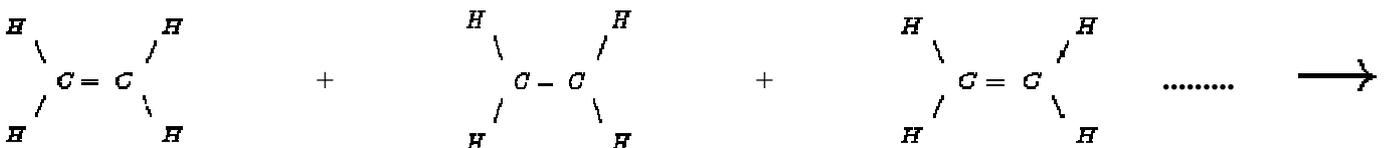
Ils sont des donneurs d'électron.

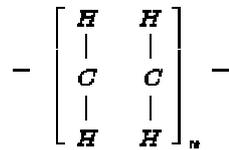
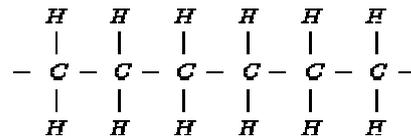
■ - La polymérisation anionique

Pour ce type de réaction, la partie active est un carbanion (un carbone portant une charge négative) ou un oxanion (un oxygène portant une charge négative, associée à un contre ion chargé positivement et souvent métallique).

La polymérisation peut se faire par ouverture de la double liaison, dans le cas de diènes, styrènes,... ou bien par ouverture du cycle, par exemple le cas de lactame.

La polymérisation ou la synthèse de polyéthylène peut être prise comme exemple de la polymérisation en chaîne.





Polyéthylène(PP)

I.4.2 - La polycondensation ou polymérisation par étape

La polycondensation est l'ensemble des réactions successives entre les fonctions antagonistes portées par une molécule plurifonctionnelle c'est-à-dire une molécule qui comprend plusieurs fonctions. Cette réaction peut se produire dans des conditions favorables par simple chauffage ou par l'intervention des catalyseurs.

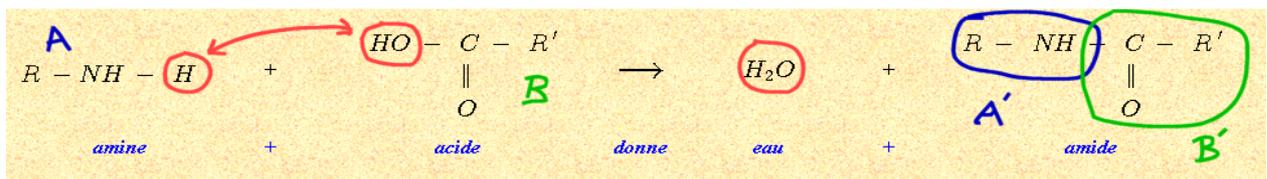
Elle consiste en générale, à chaque étape, à l'élimination des molécules comme de l'eau, de l'alcool, hydricide ..., entre molécules monomères puis entre molécules polymères de façon à obtenir des macromolécules.

Deux types de réactions peuvent avoir lieu : le premier est une condensation entre un alcool et un acide, le deuxième est une réaction entre une amine et un acide.

Condensation entre un alcool et un acide



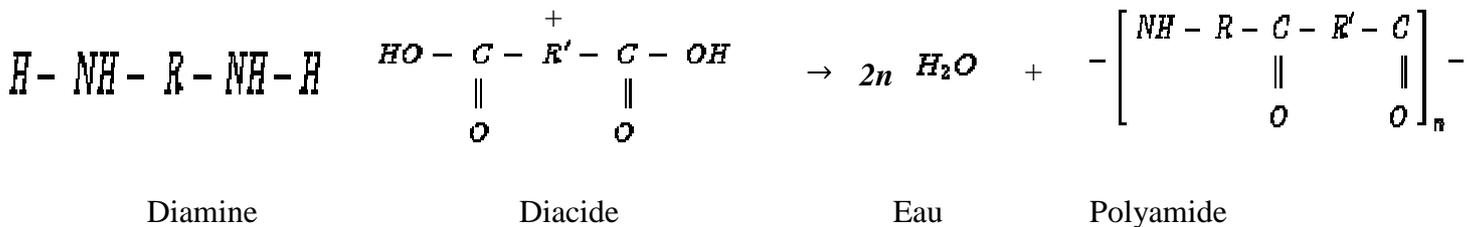
Condensation entre une amine et un acide



En terme de polymérisation, la première conduit à la formation de polyester et la seconde aboutit à la formation de polyamide.

La synthèse de polyamide peut être alors considérée comme exemple de la polycondensation ou polymérisation par étape

La méthode consiste à faire réagir un diacide et une diamine:



On peut résumer dans un tableau les différences entre la polymérisation en chaîne et la polymérisation par étapes ou polycondensation.

Tableau 5 : résumé des différences entre les deux réactions de polymérisation

Polymérisation par étapes	Polymérisation en chaîne
Les monomères M réagissent tels quels.	M doivent d'abord être transformés en M*(monomères activés).
On assiste à une multiplicité des espèces en présence.	$ M + M^* \rightarrow MM^* \xrightarrow{M} MMM^* \xrightarrow{M} \dots $ Le polymère en croissance ne peut réagir qu'avec le monomère.
La masse du polymère évolue lentement en fonction du temps.	La masse du polymère évolue rapidement en fonction du temps.

II Les deux catégories des matières plastiques

On peut classer les matières plastiques en deux catégories : les matières plastiques recyclables et les matières plastiques non recyclables

II.1 - Les matières plastiques recyclables

Parmi les matières plastiques recyclables, on distingue les sept les plus courants, à savoir le polyéthylène, le polyéthylène à basse densité, le polyéthylène à haute densité, le

polychlorure de vinyle, le polystyrène, le polypropylène et le polyamide. Ces matières plastiques sont les plus utilisables et constituent alors la majorité des déchets.

II.1.1 - Le polyéthylène

Le polyéthylène a pour abréviation PET et les autres descriptions sont résumées dans le tableau 5 suivant

Tableau 6 : Le polyéthylène

Logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
	Transparents Tenue à la pression interne	Bouteilles des boissons gazeuses, d'eau minérale, d'huile de cuisine

II.1.2 - Le polyéthylène à haute densité

Le polyéthylène à haute densité a comme abréviation PEhd. Le tableau 7 nous donne les autres renseignements sur ce polymère.

Tableau 7: Le polyéthylène à haute densité

Logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
	Opaques Rigides	Objet des plastiques rigides à savoir les bidons, les ustensiles ménagers, les bouteilles des détergents, des jus de fruits, des tuyaux

II.1.3 - Le polyéthylène à basse densité

L'abréviation du polyéthylène à haute densité est PEbd. Comme le tableau 6 et le tableau 7, le tableau 8 indique les autres éléments essentiels sur le PEbd.

Tableau 8 : Le polyéthylène à basse densité

Logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
	Transparents Souples	Dans la fabrication des produits souples comme les récipients, les bouteilles de champoing, les sacs...

II.1.4 - Le polychlorure de vinyle

Le polychlorure de vinyle a pour abréviation PVC. Le tableau 8 indique les autres détails sur ce PVC.

Tableau 9: Le polychlorure de vinyle

Logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
 PVC	Transparent Rigide	Mobilier (bancs, fenêtre...) Jouets, tuyaux d'évacuation... Des emballages comme les fromages, les viandes dans les supermarchés

II.1.5 - Le polypropylène

L'abréviation pour le polypropylène est PP. Comme les tableaux précédents, le tableau 10 nous donne les autres détails sur ce PP.

Tableau 10: Le polypropylène

Logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
 PP	Rigide Résiste aux chocs	Dans les industries d'automobiles (pare chocs, tableau à bord,...) Dans la fabrication des boîtes à aliment (Gourdes, tasse pour enfant, pots de yaourt...)

II.1.6 - Le polystyrène

Le polystyrène a pour abréviation PS. Les autres détails sur ce PS sont indiqués dans le tableau 10.

Tableau 11 : Le polystyrène

logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
 PS	Dépendent des produits	Mobilier, des emballages ; des grilles de ventilation, des bacs à douche...

II.1.7 - Le polycarbonate

Différemment aux six autres matières plastiques décrites précédemment, le logo porté par les produits fabriqués à partir de polycarbonate, désigne un groupe des matières plastiques qu'on ne peut pas détailler, c'est-à-dire les plastiques à part celles qui sont nommés de 1 à 6. Le tableau 7 suivant donne des détails sur le polycarbonate.

Tableau 12 : Le polycarbonate

Logo	Caractéristiques	Exemples d'utilisation
	Ne résiste pas aux contacts prolongés avec l'eau, aux agents chimiques	Dans la fabrication des casques de moto, des verres de lunettes, des CD ou DVD, des vitrages de guichets, feux arrières et clignotants de voiture...

II.2 - Les matières plastiques non recyclables

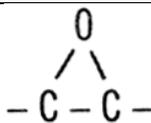
Cette partie décrit les matières plastiques non recyclables en indiquant la fonction chimique présente dans le monomère qui constitue la matière plastique ou le polymère et en citant quelques applications de chaque type de matières plastiques. Parmi ces matières plastiques non recyclables figurent les époxydes, les polyesters insaturés, les phénoliques, les urées-formaldéhydes, les mélamine-formaldéhydes et alkydes. Par analogie avec les matières plastiques recyclables, ces matières plastiques sont aussi les plus utilisées dans notre vie quotidienne même si elles ne sont pas recyclables.

II.2.1 - Les époxydes

Comme il a été mentionné précédemment, on s'intéresse tout simplement au groupement fonctionnel du monomère, aux caractéristiques et aux applications de ces matières plastiques.

Les cinq tableaux suivants nous donnent les détails sur chaque type.

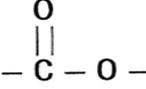
Tableau 13 : Détails sur les époxydes

Groupement fonctionnel	Caractéristiques	Utilisations
	Résistance à la chaleur (ils résistent jusqu'à 200°C)	<ul style="list-style-type: none"> -Revêtement pour conteneur -Réservoirs -Tuyaux

II.2.2 - Les polyesters insaturés (non saturés)

D'après ce nom polyesters, on trouve le groupement fonctionnel ester dans ces polymères et les autres détails figurent sur le tableau suivant.

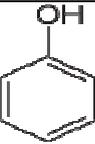
Tableau 14 : Applications et caractéristiques des polyesters insaturés

Groupement fonctionnel	Caractéristiques	Applications
	Resistance à la chaleur Facile à manipuler Isolant	Bâtiment Domaine du transport Appareils électriques

II.2.3 - Les phénoliques

Les phénoliques contiennent le groupe phénol. Le tableau 12 montre les caractéristiques et les applications des phénoliques.

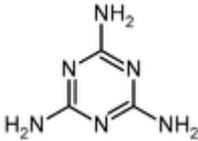
Tableau 15: Détails sur les phénoliques

Groupement fonctionnel	Caractéristiques	utilisations
	Résistance aux températures très élevées (260°C) Isolant	Pièces d'automobiles Standards téléphoniques Cuisinières électriques

II.2.4 - Les urée-formaldéhydes et les mélamine-formaldéhydes.

Les mélamines et l'urée sont le groupement fonctionnel respectif des urées-formaldéhydes et des mélamines-formaldéhydes. Le tableau 13 suivant indique ces deux groupements fonctionnels et les autres détails

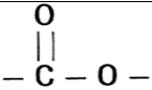
Tableau 16 : Les urées formaldéhydes et les mélamines formaldéhydes

Groupements fonctionnels	Caractéristiques	Utilisations
<p>Mélatamine :</p>  <p>Urée :</p> 	<p>Rigides</p> <p>Resistance aux rayures</p>	<p>Plaques stratifiées industrielles et décoratives.</p> <p>Revêtement protecteurs</p> <p>Poudre à mouler</p>

II.2.5 - Les alkydes

Les alkydes regroupe tout les esters donc contient le groupement fonctionnel ester. Le tableau 14 suivant donne le groupement fonctionnel, les applications et les caractéristiques des alkydes.

Tableau 17: les éléments essentiels sur les alkydes

Groupement fonctionnel	Caractéristiques	Utilisations
	<p>Souples</p> <p>Bonne tenue à la chaleur</p>	<p>Pièces d'automobile</p> <p>Pièces électroniques et électriques</p>

Remarque : Aujourd'hui, le terme biodégradable ou non biodégradable est introduit selon les données tirées à partir des fiches techniques de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la Maitrise de l'Energie en Septembre 2011). Les plastiques biodégradables sont des plastiques qui peuvent être décomposés sous l'action de micro-organismes tels que les bactéries, les champignons, les algues...).

La biodégradation ou non biodégradation d'un plastique dépend de la structure des polymères qui composent ce plastique mais aussi des autres facteurs comme le milieu de dégradation (température, humidité...).

Les plastiques biodégradables sont issus des sources renouvelables, végétales ou animales et ou du pétrole.

La nouvelle catégorisation des matières plastiques tendent alors aux catégories des plastiques biodégradables et celles qui ne sont pas biodégradables.

Les connaissances sur les catégories des matières plastiques nous conduisent aux méthodes de récupération des déchets plastiques existantes et appliquées par les industries dans notre pays.

III Les deux méthodes de récupération des déchets plastiques

Jusqu'à maintenant, il n'y a que deux méthodes pour lutter contre l'augmentation des déchets plastiques : la valorisation et le recyclage

III.1 - La valorisation

Cette partie se divise en trois sous parties : la première consiste à définir la valorisation, la seconde donne les différentes formes que peut prendre la valorisation et la troisième cite les différentes formes des déchets que ce soient plastiques ou non plastiques.

Les étapes de processus de la valorisation et celle du recyclage sont les mêmes et seront figurés dans le paragraphe concernant le recyclage.

III.1.1 - Définitions

Valoriser c'est donner de la valeur à quelque chose. (Le petit Larousse).

La valorisation consiste au réemploi, au recyclage ou à toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie.

Le terme valorisation désigne l'ensemble des toutes formes de réutilisation et y compris le recyclage.

III.1.2 - Les différentes formes de valorisation

Cette valorisation peut prendre plusieurs formes: organique, matière et énergétique.

▫ - La valorisation organique

La valorisation organique peut prendre deux formes : le compostage ou la méthanisation.

Le compostage consiste à transformer les matières fermentescibles (déchets verts et déchets de cuisine) par des micro-organismes, en présence d'oxygène et d'eau.

Ce procédé peut s'appliquer à toutes les matières organiques et conduit à la production d'un amendement organique de qualité utilisable dans les sols : le compost.

Le compostage peut être individuel (chez soi avec les déchets de cuisine et de jardin, à condition de disposer d'un peu d'espace) ou industriel (installations dédiées au traitement des déchets verts issus de déchèteries ou des bio déchets de la poubelle résiduelle)

La méthanisation est un procédé de fermentation sans insufflation d'air, qui aboutit à un dégagement de biogaz pouvant être récupéré.

▣- La valorisation énergétique

La valorisation énergétique des déchets est la récupération de l'énergie à partir de la combustion des déchets dans une unité de traitement des ordures ménagères.

III.1.3 - Les différentes formes de déchets plastiques

En utilisant les termes, expressions et dénominations des professionnels de la gestion des déchets, de leur collecte et de leur recyclage, il s'agit ici de lister quel « forme » peut prendre un déchet plastique. C'est à dire quel aspect il peut avoir une fois qu'il n'est plus utilisable en l'état.

Il convient tout d'abord de différencier les déchets postindustriels des déchets post-consommateurs.

☞ - On dit qu'un déchet est « postindustriel », quand il a déjà été traité industriellement, même si le traitement n'est pas complet, c'est à dire, à n'importe quel stade lors de sa fabrication, son stockage, son conditionnement, son transport, sa distribution...

Généralement, ces déchets sont propres ou non souillés... sauf pour les déchets produits par l'industrie agro-alimentaire.

☞ - En ce qui concerne les matières post-consommateurs, Il s'agit des produits issus du tri sélectif des déchets, essentiellement le verre, le papier et carton, ainsi que les bouteilles et bidons. Dans cette catégorie on trouve donc les bouteilles en PET, bleues ou transparentes, parfois vertes ou rouges, qui sont trié par le consommateur, puis dans un centre de tri (système plus ou moins automatisé). Une fois triées, elles sont pressées et conditionnées en balles de 500 à 750 kg puis acheminées vers une usine qui après lavage, séparation des corps ou matières différentes (bouchons et étiquettes des bouteilles d'eau par exemple) va après traitement en refaire de la MPS, c'est à dire de la matière première secondaire.

III.2 - Le recyclage

La définition, les étapes de processus de recyclage figurent dans le paragraphe suivant

III.2.1 - Définition

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets (déchet industriel ou ordures ménagères) qui permet de réintroduire, dans le cycle de production d'un produit, des matériaux qui composaient un produit similaire arrivé en fin de vie, ou des résidus de

fabrication. L'un des exemples qui illustre ce procédé est celui de la fabrication de bouteilles neuves avec le verre de bouteilles usagées.

Le recyclage s'inscrit dans la stratégie de traitement des déchets dite des trois R : Réduire, Réutiliser et recycler.

Réduire, regroupe les actions au niveau de la production pour réduire les tonnages d'objets (par exemple les emballages) susceptibles de finir en déchets.

Réutiliser, regroupe les actions permettant de réemployer un produit usagé pour lui donner une deuxième vie, pour un usage identique ou différent.

Recycler, désigne l'ensemble des opérations de collecte et traitement des déchets permettant de réintroduire dans un cycle de fabrication les matériaux qui constituaient le déchet.

III.2.2 - Etape de processus de recyclage

Le recyclage des déchets quel que soit leur type se déroule en trois étapes :

Étape 1 : Collecte de déchets

Les opérations de recyclage des déchets commencent par la collecte des déchets.

Dans les pays développés, les ordures ménagères sont généralement incinérées ou enfouies en centres d'enfouissement pour déchets non dangereux. Les déchets collectés pour le recyclage ne sont pas destinés à l'enfouissement ni à l'incinération mais à la transformation. La collecte s'organise en conséquence.

La collecte sélective, dite aussi « séparative » et souvent appelée à tort « tri sélectif » est la forme la plus répandue pour les déchets à recycler. Le principe de la collecte sélective est le suivant : celui qui jette le déchet le trie lui-même.

À la suite de la collecte, les déchets, triés ou non, sont envoyés dans un centre de tri où différentes opérations mécanisées permettent de les trier de manière à optimiser les opérations de transformation. Un tri manuel, par des opérateurs, complète souvent ces opérations automatiques.

Étape 2 : Transformation

Une fois triés, les déchets sont pris en charge par les usines de transformation. Ils sont intégrés dans la chaîne de transformation qui leur est spécifique. Ils entrent dans la chaîne sous forme de déchets et en sortent sous forme de matière prête à l'emploi. Ils servent alors à fabriquer de nouveau des produits neufs.

Étape 3 : Commercialisation et consommation

Les produits après la transformation peuvent être commercialisés directement aux autres industries ou utilisés pour la fabrication des produits proposés aux consommateurs.

En fin de vie, ces produits seront probablement jetés, et certains d'entre eux pourront être à nouveau récupérés et recyclés.

VI Les dangers des matières plastiques

Les matières plastiques comme tous les objets ou les autres matières synthétiques, ont des faiblesses.

VI.1 - Matières plastique et santé

L'environnementaliste GBENYEDI(2002) a décrit comme suit concernant les dangers causés par les cinq matières plastiques le plus courants tels que le PE, le PVC, Le PS, le PP et le polycarbonate, rattachés aux diverses utilisations déjà mentionnés dans les tableaux précédents

« Les matières plastiques symbolisent en quelque sorte le mode de consommation de notre société d'aujourd'hui. Les déchets plastiques constituent plus de 7% ¹de la masse totale des ordures ménagères ; mais, malheureusement, ils ne sont pas biodégradables. Ils sont incassables, imputrescibles et ne craignent ni le gel ni l'assèchement. Ils sont donc une source durable de pollution. Ils rejettent lors de leur dégradation, des produits toxiques pour notre environnement et notre santé ».

Composés d'éléments comme le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote ou le soufre, les plastiques sont issus majoritairement du pétrole ou du gaz naturel.

On distingue :

☛ **Le polyéthylène (PE)**: il représente 32% des plastiques. Il est utilisé dans la fabrication de bouteilles et d'emballages plastiques. Il contient du DEHP et de l'antimoine, de substances cancérigènes dont les doses augmentent avec la durée de conservation.

☛ **Le polychlorure de vinyle (PVC)** : il compte pour 20% du total des plastiques. Il intervient dans la fabrication d'emballages de supermarchés, et il rejette des dioxines (substance cancérigène). Au contact de la nourriture il entraîne la production d'adipates et de phtalates (conséquences : malformations de naissance, dégâts sur le foie, les reins les poumons et le système reproductif).

☛ **Le polypropylène (PP)** : il est utilisé pour la fabrication de récipients alimentaires (gourdes, récipients alimentaires, pots de yogourt, de margarine). Il rejette naturellement du quaternaire ammonium biocides et de l'oléamide.

☛ **Le polystyrène (PS)** : il est utilisé pour fabriquer la vaisselle en plastique. Il est composé de styrène qui est une molécule cancérigène. Il est également un disruptif hormonal.

¹En Afrique ou plus précisément en Togo

☛ **Le polycarbonate** : Il est utilisé dans la confection de biberons, de tasses et de bonbonnes d'eau. Il contient du bisphénol-A, molécule qui interfère avec la manière dont les hormones guident le développement fœtal. De plus il entraîne des anomalies reproductives. »

En plus, les matières plastiques polluent aussi notre environnement car elles représentent environ le 1 à 5% des déchets selon les données tirées sur le rapport diagnostique de l'amélioration de la collecte et de la gestion des déchets solides (Etude de faisabilité du Programme Antananarivo 2007). Selon cette source, on peut résumer, dans le tableau suivant, la composition des déchets ménagers suivant la situation économique de pays.

Tableau 18 : Composition des déchets ménagers suivant le type de pays

Composition en pourcentage de poids sec (%)	Pays à faible revenu	Pays à revenu moyen	Pays industrialisé	Analyse SAMVA
Papier	1à10	15à40	15à40	3,53
Verre céramique	1à10	1à10	4à10	0,76
Métaux	1à5	1à5	3à13	1,29
Plastiques	1à5	2à6	2à10	5,79
Cuir, caoutchouc	1à5	–	–	–
Bois, os, paille	1à5	–	–	–
Textiles	1à5	2à10	2 à 10	45,37
Biodégradables	40à85	20à65	20 à 50	33,27
Inertes divers	1à40	1à30	1 à 20	9,99
Fines	–	–	–	–
Autres (textiles, combustibles, composites, déchets spéciaux)	–	–	–	–

Source : Rapport diagnostique de l'amélioration de collecte des déchets solides (Etude de faisabilité du programme Antananarivo, 2007)

VI.2 - Matières plastiques et environnement

Entre 60 et 85% des déchets ramassés sur le littoral sont des matières plastiques causant des nuisances d'ordre esthétique.

Ce même auteur confirme qu'il y a trois méthodes pour traiter les déchets plastiques à savoir le recyclage ; l'incinération et la mise en décharge, mais des effets néfastes sur l'environnement sont toujours présents.

Concernant le recyclage, le taux de récupération des déchets plastiques est très faible. En raison de leurs compositions, il n'est pas aisé de récupérer les déchets plastiques. Seuls les PP, les PET et les PEHD sont recyclables mais, ils deviennent des déchets tôt ou tard. Ainsi donc, les seules solutions à long terme sont l'incinération ou la mise en décharge.

A propos de l'incinération et la mise en décharge, il a écrit comme suit :

« Ce procédé transforme les déchets en composés volatiles et en cendres impliquant aussi l'émission de dioxines, qui sont bio accumulables et donc toxiques ».

« Lors de la mise en décharge, les pesticides, les colorants, les métaux lourds, les stabilisateurs, les adjuvants sont libérés dans la nature lors de la dégradation. Leur accumulation est devenue un problème planétaire, leur volume, après compactage, ne diminue plus ; ceci favorise la formation de poches de biogaz, sources d'incendies et d'explosions ».

Le tableau suivant donne un résumé sur les impacts des déchets plastiques sur la santé et l'environnement et confirme aussi les utilisations les plus fréquentes de ces plastiques

Tableau 19 : Impacts de l'utilisation de quelques plastiques sur la santé et l'environnement

Matière plastique	Utilisations	Impacts sur la santé et sur l'environnement
Le polyéthylène (PET)	Bouteilles de boissons (jus, eau...)	Problèmes respiratoires, irritation de la peau, fausses couches.
Le polychlorure de vinyle (PVC)	Contenants de produits d'entretien ménager ou de soins personnels (bouteille d'eau de javel ou de champoing...), revêtement de maisons, clôtures, gants...	Asthme, cancer, perturbateur endocrinien.
Le polyéthylène à basses densités (LDPE)	Contenants souples (bouteilles pour aliment semi liquide la mayonnaise, les sauces), sacs, pellicules extensibles	Fardeau pour l'environnement
Le polystyrène (PS)	Ustensiles, gobelets à café,...	Perturbateur endocrinien, dommages au cerveau et au système nerveux
Les autres (OTHER)	Biberons pour bébé, pellicule protectrice des boites de conserve	Réduction de la production de sperme, dommages chromosomiques aux ovaires

Source : www.consoglobe.com/eenvironnement

L'utilisation de matières plastiques n'engendre pas directement les effets indiqués dans les colonnes à coté. Ces impacts se produisent pour la majorité des cas pour les travailleurs et les ouvriers des sociétés qui traitent les matières plastiques. Cette situation s'explique par la présence des diverses expositions des substances toxiques lors du traitement des plastiques à savoir l'injection, le moulage, le perçage, l'extraction...

Face à ce problème, les propriétaires des usines, les différents responsables étatiques doivent prendre leur responsabilité pour améliorer les conditions et les lieux de travail des petits ouvriers pour que ces lieux de travail doivent être bien aérés et protégés face aux diverses substances toxiques

La durée de vie de certaine matière plastique confirme aussi leurs effets nocifs sur notre environnement si on les abandonne dans la nature. Des photos illustrant la pollution inévitable causée par l'abandon des matières plastiques dans la nature seront figurées dans l'annexe 7.

Un bilan sur l'étude de durée de vie des déchets permet de donner temps de dégradation de quelques matières plastiques courantes comme l'indique le tableau suivant dans la page suivante.

Tableau 20: Durée de vie de quelques matières plastiques courantes

Matière plastique	Durée de vie
Récipient en polystyrène	50ans
Objets en polystyrène	80ans
Sacs en polyéthylène	450ans
Bouteilles en plastique	100 à 1000ans

Source : [www.consiglobe.com/durée de vie des déchets nature1686.cg](http://www.consiglobe.com/durée%20de%20vie%20des%20déchets%20nature1686.cg)

DEUXIEME PARTIE

Introduction à la deuxième partie

La deuxième partie de ce travail se divise en deux sous parties : la première décrit la société d'enduction de Madagascar et de ses activités, la deuxième présente la proposition pédagogique, introduite par quelques repères théoriques sur le concept de la « représentation » et la « transposition didactique ».

Comme il a été mentionné depuis le début de ce travail, l'industrie joue un rôle important dans l'application des deux méthodes de récupération des déchets plastiques ou plus précisément la mise en œuvre de la pratique de la valorisation et du recyclage.

C'est pourquoi une activité qui explique le déroulement de ces deux méthodes dans l'industrie a été introduite. Le choix de la Société d'Enduction de Madagascar (ENDUMA S.A.) est justifiée par sa volonté de protéger l'environnement par la technique de « tout recycler » en d'autres termes, la société ENDUMA S.A. recycle tout et ne rejette aucun déchet.

En tant que futur enseignant de physique chimie, nous sommes intéressés par tout ce qui pourrait être une proposition pédagogique et en faisant une proposition concernant les matières plastiques. En termes de didactique, il est important de savoir ce que les élèves ont dans leur tête avant d'introduire des notions nouvelles et cette raison nous amène à développer la notion de la « représentation » des élèves. En plus, à Madagascar, les matières plastiques ne sont pas traitées dans le programme d'enseignement qu'aux niveaux lycéens et universitaires. Or, nous vivons tous, depuis notre naissance, dans le monde où régnait les matières plastiques. Introduire ce thème dès le collège et même pour le niveau primaire, grâce à une transposition didactique adaptée devrait donc faire l'objet d'une réflexion des concepteurs de programme et notre proposition entre dans cette optique.

I La société d'enduction de Madagascar et ses activités industrielles¹

La participation des industries face à la réduction des déchets plastiques tient un rôle important car l'utilisation massive et en abondance des matières plastiques engendrent toujours des déchets volumineux en plastiques. En effet, même si tout le monde sait choisir les types des plastiques mieux à utiliser cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de déchets.

Une manière de faire dans le cadre de ce mémoire est de descendre sur terrain, c'est-à-dire au sein d'une industrie, sur l'application réelle des ces méthodes de récupération des déchets plastiques de façon à les réduire ou même les éliminer. Le choix se base sur deux critères : le premier consiste à trouver des industries qui traitent les déchets plastiques et le deuxième se base sur la réalisation de ces deux méthodes de récupération (la valorisation et le recyclage). La société d'enduction de Madagascar a été alors choisie.

I.1 - Présentation de la société

La société d'enduction de Madagascar a été créée en 1997. Elle emploie environ 400 ouvriers. Elle est implantée à Tanjombato Saropody près de la RN7.

Le principal objectif de la société ENDUMA S.A. est de fabriquer des sacs à base de matières plastiques et leurs dérivées : sacs, filets, toiles ..., tout en gardant la protection de l'environnement. Et c'est pour cette raison que nous avons choisie cette société.



Figure 6 : La société d'enduction de Madagascar

I.2 - Les activités industrielles de la société ENDUMA S.A.

Les activités industrielles de la société **ENDUMA S.A.** concernent l'usinage car les matières premières sont importées de divers pays.

Tous les produits ont chacun leur propre procédé de fabrication et leur propre machine. Toutefois, les produits qu'on veut obtenir doivent passer par les trois étapes suivantes : section d'extrusion, section de tissage et section de finition.

☛ - Section d'extrusion

¹ Toutes les figures sont prises dans enduma.mg

Les matières premières qui sont les polypropylènes, sont introduites dans une machine constituée de plusieurs vis tournants qui facilitent l'extraction des matières premières, d'où le nom section d'extrusion.

Les matières premières passent d'abord à une élévation de température jusqu'à 250°C pour les faire fondre. Ensuite une partie de la machine d'extrudeuse les rend sous forme de fils puis elles sont passées dans une cuve remplie d'eau froide et à la sortie de cette cuve, elles deviennent bobines. Les figures suivantes montrent les machines à extrusion ou extrudeuses



Figure 7a : Extrudeuse Figure 7b : Extrudeuse

☛ - *Section de tissage.*

La section de tissage utilise des machines à tisser : grandes machines pour les toiles et petites machines pour les autres sacs comme les sacs, filets, les gaines. Les bobines obtenues de la section d'extrusion sont introduites dans les machines à tisser pour obtenir des tissus de différentes formes.

Les figures suivantes indiquent les différentes machines à tisser

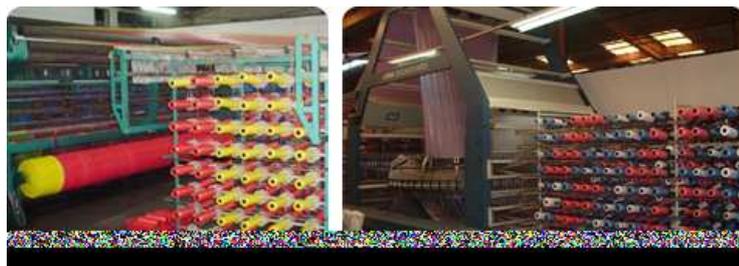


Figure 8a : Machine à tisser Figure 8b : Tissage sacs, gaines, toiles

☛ - *Section de finition*

La section de finition est composée par plusieurs activités parmi lesquelles, il y a la coupe et couture automatique, la coupe et couture manuelle, c'est-à-dire effectuée par des ouvriers, l'impression, l'emballage et les autres petites modifications.

* La coupe et couture automatique : les tissus obtenus après la section de finition sont introduits dans des machines à coupe et couture automatique pour donner des sacs et toiles selon les formes recommandées par les clients.

Les deux figures suivantes indiquent les machines à coudre portative



Figure 9 : Machine à coudre portative

* La coupe et couture effectuées par les ouvriers

A part la coupe couture automatique, il y a aussi celles qui sont effectuées par les ouvriers, par exemple les bords des toiles ou des sacs.



Figure 10a: Couturières Figure 10b : Impressions

* L'impression

Dans cette activité, l'impression des logos, des clichés sont aussi effectuées par des machines. Pour cela, les toiles ou sacs sont introduites dans des machines à impression pour y mettre des logos, des clichés selon les besoins des clients. Les exemples des logos et cliché sont SAKAFOM-BIBY, VOKATRATSARA...

* L'emballage :

Les produits obtenus après impression sont regroupés au nombre de 250 à 500 sacs ou toiles par balle.

* Il ya aussi quelques produits qui doivent être retailés pour être conforme aux besoins des clients.

* Stockage

Tous les produits sont stockés dans une grande salle appelée salle de stockage. Il y a une période où cette salle est presque vide (mois d'Avril, Mai, Juin) car tous les cultivateurs récoltent leurs produits par exemple le riz et toutes les céréales...

I.3 - La société ENDUMA S.A. et le recyclage des matières plastiques.

La société ENDUMA S.A. est une société légale et ayant comme objectif principal la protection de l'environnement. Pour cette raison, elle n'a aucun déchet à rejeter à l'extérieur y comprises les eaux usées.

Chaque section citée dans le processus de fabrication a son propre déchet. Tous les déchets sont finalement récupérés dans une grande salle de densificateur et c'est dans cette salle que se produisent tous les retransformations ou recyclages.

Avant, la société ENDUMA S.A. s'occupe elle-même de ses déchets industriels par l'utilisation des machines à injection. Elle participe à la fabrication des cuvettes, des seaux, des assiettes en matières plastiques...les machines à injection sont données par les deux figures suivantes



Figure 11a :Machine à injection Figure 11b : Machine à injection

La retransformation se déroule en trois étapes : le triage ; le broyage et l'injection

Premier étape : Triage

Les déchets industriels, c'est-à-dire les déchets plastiques provenant de chaque section citée précédemment, sont triés selon leurs couleurs.

Deuxième étape : broyage

Les déchets sont introduits dans un broyeur (machine) pour obtenir de nouveau des grains (granulés).

Troisième étape : injection

On injecte les granulés obtenus dans une machine à injection pour arriver aux produits finaux.

Quelques exemples des produits après recyclages sont indiqués dans les huit figures ci-après.



Figure12a Figure 12b



Figure 12c

Figure12d



Figure12e : Sacs

Figure12f : Sacs



Figure12g : Toiles

Figure 12i : Gaines

Aujourd'hui, la société ENDUMA S.A. n'utilise plus les machines à injection mais elle récupère toujours ses déchets industriels. La récupération s'arrête au stade de broyage et elle passe ensuite à la commercialisation des granulés obtenus aux sociétés qui traitent des matières plastiques comme le VITAPLAST, SACOPLAST...

Cette responsabilité des industries face à l'évolution et l'expansion des matières plastiques et surtout leurs déchets nous oblige à prendre notre part pour réduire ou éliminer ces déchets, on a proposé alors d'introduire les matières plastiques au programme du collège, particulièrement pour la classe de troisième.

II Application pédagogique

Cette deuxième application comprend deux rubriques : l'une donne des repères théoriques concernant la représentation des élèves et la transposition didactique et l'autre la proposition proprement dite.

II.1 - Quelques repères théoriques sur le concept de la « représentation » et la « transposition didactique »

Comme les élèves vivent tous les jours dans le monde des matières plastiques et surtout à Madagascar, il est évident que ces élèves ont chacun un point de vue à propos des matières plastiques. Cette évidence nous mène à exploiter d'abord les représentations des élèves sur les matières plastiques avant d'introduire ce qu'ils doivent savoir. Mais avant tout, on doit expliquer ce que la représentation.

II.1.1 - La représentation

Comme la représentation des élèves peut constituer un grand obstacle pour l'apprentissage, un bref rappel sur la notion de la représentation est alors d'abord présenté dans ce qui suit. Les acceptions de la représentation selon Trésarrieu, Merieu et Tiberghien seront présentées en premier lieu, en deuxième lieu figurent les deux types de la représentation et les méthodes pour exploiter cette dernière selon Dussourd et en troisième lieu seront décrits les impacts de la représentation sur l'apprentissage constituent ce rappel

☛ D'après notre point de vue, la représentation peut être définie comme ce qui est déjà dans la tête des élèves avant d'apprendre des nouvelles notions.

☛ Selon Trésarrieu(2000) : Le terme de représentation rejoint cette expression de « sens commun ». Ceci signifie que l'élève arrive en cours de physique, ou de chimie, avec des idées sur un thème, voire des explications très argumentées de certains phénomènes (« des connaissances empiriques déjà constituées » comme l'écrit Gaston Bachelard, avant même d'avoir reçu un enseignement scientifique. Il n'entre pas l'esprit vide de toute conception.

☛ Selon Tiberghien (2010), la représentation vient des connaissances construites par les enfants dès la naissance à partir de leurs propres expériences dans le cadre des interactions avec les autres et avec le monde matériel dans leur vie quotidienne.

☛ Selon Merieu (1995), notre représentation vient de notre vécu, notre passé, notre environnement et les autres facteurs comme la société, les médias, la famille...

Type de représentation

Dussourd (2007), affirme qu'il y a deux types de représentation :

☛ Les représentations justes : même si elles sont approximatives, elles seront autant de points d'appui.

☛ Les représentations erronées, elles risquent d'hypothéquer les progrès de l'élève.

Il confirme ses idées à l'aide des exemples concernant les représentations erronées, en géographie : sur une carte, le nord est en haut, en français : dans une phrase, le sujet est avant le verbe, en mathématiques : un nombre décimal, c'est la juxtaposition de deux nombres entiers séparés par une virgule et en sciences : la confusion entre le vide et l'air.

Selon toujours Dussourd, imposer une connaissance sans parvenir à ébranler une représentation antérieure, c'est créer chez l'élève un savoir artificiel qu'il oubliera souvent très vite. Un élève peut ainsi avoir automatisé une tâche sans l'avoir comprise, c'est-à-dire, au final, sans avoir rien appris.

Il est obligatoire pour l'enseignant d'exploiter et interroger les représentations des élèves avant d'introduire des notions nouvelles selon le même auteur (Dussourd)

Chez un élève, notamment un élève éprouvant des difficultés, trois types de représentations sont à interroger :

Tout d'abord, il faut interroger la représentation qu'il a de l'école (« réconcilier l'élève avec l'école » ou, pour le dire autrement, déceler chez l'enfant ce qui l'empêche de devenir pleinement un élève).

Ensuite, il faut interroger la représentation qu'il a de la réussite et de l'échec

Et enfin, interroger les représentations qu'il a des tâches qu'on lui propose à l'école et des objets scolaires qu'on lui enseigne.

Méthode pour faire émerger les représentations des élèves

Demandez la définition de certains mots à vos élèves.

Faites-leur réaliser un dessin, un schéma représentant un élément ou un phénomène (particulièrement adapté pour les jeunes enfants).

Posez-leur des questions sur des faits ponctuels.

Partez d'un schéma ou d'une photo et demandez-leur un commentaire.

Placez les élèves en situation de raisonnement par la négative (« Et si tel élément n'existait pas ? »).

Réalisez vous-même une expérience qui étonne les élèves (dont l'aboutissement n'était pas celui attendu)... et demandez-leur d'émettre des hypothèses pour expliquer ces résultats.

Mettez-les en situation de choisir, parmi différents modèles analogiques, celui qui aide le mieux à comprendre le phénomène étudié ou proposez-leur de construire eux-mêmes un modèle explicatif (« C'est comme... »).

Placez-les devant des faits, des affirmations d'apparence contradictoire et laissez une discussion se développer.

Faites-les s'exprimer à travers des jeux de rôles (surtout pour les jeunes enfants).

Mettez-les en situation de se confronter avec une conception fautive provenant d'un autre élève (ou même recueillie dans une autre classe).

Confrontez-les avec une conception en relation avec des croyances anciennes ou actuelles.

Impact de la représentation sur l'apprentissage

Selon Audigier (1998) confirme que « l'objectif central du travail sur les représentations des élèves est de produire chez l'élève un travail de décentration et là même de transformer son rapport au savoir ».

Face à cette transformation, le professeur doit avoir des stratégies et des méthodes bien analysées pour que les représentations des élèves ne soient pas un obstacle lors de la transformation et surtout que les notions nouvelles qu'il enseigne soient en accord avec celles que les élèves ont déjà.

Dans la cadre de la prise en compte de la représentation des élèves, Meirieu et Dalongeville (2000) conseillent de suivre les démarches suivantes :

Faire émerger les représentations des élèves : c'est-à-dire questionner les élèves sur leurs connaissances et le point de vue qu'ils ont sur le thème. Mais il faut souligner que les questions doivent être simples ou générales.

Après avoir recueilli toutes les représentations des élèves, l'enseignant doit faire une synthèse afin de dégager les représentations les plus communes.

Enfin, le professeur confronte les élèves et leurs représentations à l'aide de travail individuel ou par groupe et commence à présenter le nouveau document que l'élève doit apprendre en commun.

Ces détails sur la représentation des élèves nous conduisent à analyser ce que les élèves ont à propos des matières plastiques.

La représentation des élèves à propos des matières plastiques

Pour arriver à dégager ce que les élèves pensent à propos des matières plastiques, 10 (dix) élèves ont été choisis. Parmi eux il y a des élèves qui ont fini la classe de troisième et le reste fini la classe de quatrième. Ce choix est fait pour savoir s'il y a une différence entre les niveaux des élèves dans ces deux classes même s'ils n'ont pas fait les notions des matières plastiques.

Les dix élèves ont été numérotés de 1 à 10.

La question suivante a été posée sous deux versions :

La version malgache était : « *Inona avy no tonga ao an-tsainao raha resahina ny atao hoe "matières plastiques" ?* ».

La version française était : « *Que savez-vous à propos des matières plastiques ?* »

Les dix élèves répondaient la question en français et le résumé de leurs réponses se présente comme suit :

Les matières plastiques servent à fabriquer des matériels dans la vie courante tels que les assiettes, les appareils dans les installations domestiques à savoir les fils conducteurs et les appareils utilisés à l'hôpital comme le seringue, le flacon de médicament. Les matières plastiques sont faciles à utiliser. Elles sont des matières très utilisées par les industries.

Les détails ou bien les versions originales de ces réponses seront certainement présentés dans la proposition pédagogique.

La durée d'épreuve pour ces dix élèves est une heure pour qu'ils ne disent pas n'importe quoi si la durée est trop longue et ne peuvent rien dire si la durée est trop courte. En plus on dispose les élèves de façon séparément pour qu'ils ne puissent pas faire des échanges des idées.

Ces représentations des élèves permettent de constater que les élèves considèrent les plastiques comme des matières courantes sans savoir les dangers ni les avantages, ils perçoivent tout simplement l'abondance et l'utilisation de ces matières.

Face à ce problème, on doit introduire progressivement la chimie des matières plastiques en faisant une transposition didactique appropriée. Un rappel sur la transposition didactique constitue alors la suite de cette partie.

II.1.2 - La transposition didactique

Chevallard (1959) définit la transposition didactique comme le passage du savoir savant au savoir enseigné

Verret (1975) et Chevallard (1991) définit la transposition didactique comme suit :

« La transposition didactique est l'activité qui consiste à transformer un objet du « savoir savant » en un objet du « savoir à enseigner » ».

Ils classent les savoirs en deux catégories à savoir les savoirs institutionnalisés et les savoirs communs.

Les savoirs sociaux et les savoir-faire constituent ce qu'ils appellent savoirs communs.

Les savoirs scientifiques, les savoirs professionnels et les trois savoirs tels que les savoirs savants, les savoirs à enseigner et les savoirs enseignés forment les savoirs institutionnalisés.

Puisque nous nous intéressons tout simplement sur la notion de la transposition didactique, qui est définie précédemment comme le passage du savoir savant au savoir enseigné, alors les détails sur les savoirs savants, les savoirs à enseigner et les savoirs enseignés, ainsi que le mécanisme de la transposition didactique constituent la suite de ce paragraphe.

Les savoirs

Toujours Chevallard (1985) « le savoir est relié à une compétence supposée (potentialité ou manque quand on veut l'apprendre) »

Les savoirs savants

Toujours Chevallard et al (1991), « le savoir savant est produit dans une institution dont la fonction est de produire des savoirs. Il est relatif aux disciplines (Discipline de recherche, discipline scolaire)

Selon Le Pellec (1991), les savoirs savants sont « un corpus qui s'enrichit sans cesse des nouvelles connaissances, reconnues comme pertinentes et validés par la communauté scientifique spécialisée. Ce sont donc le produit de chercheurs reconnu par leurs pairs, par l'université ».

Audigier (1998) affirme que « les savoirs savants sont les savoirs validés, produits dans un certain lieu, dans certaines conditions, un monde aux limites plus ou moins nettes, la communauté scientifique légitime ces savoirs ».

Les savoirs à enseigner

Toujours Audigier, les savoirs à enseigner sont ceux qui sont « décrits, précisés dans l'ensemble des textes officiels » (programmes, instructions officielles, commentaires ...).

Chevallard et al (1991) définissent le savoir à enseigner comme un texte produit pour décrire le savoir qui doit être enseigné pour chaque niveau de classe ou bien le programme proprement dit.

Les savoirs enseignés

Les savoirs enseignés sont ceux que l'enseignant a construits et qu'il mettra en œuvre dans la classe. C'est celui qui est énoncé pendant les heures de cours.

Selon toujours Chevallard et al la « le savoir enseigné dépend des connaissances du professeur et de ses conceptions de l'apprentissage et de la science ».

Le mécanisme de la transposition didactique

Selon toujours Chevallard et al, la transposition didactique se déroule en deux étapes : il y a ce qu'ils appellent « transposition didactique externe » et il y a aussi ce qu'ils appellent « transposition didactique interne ».

La transposition didactique externe : c'est le passage du « savoir savant » au « savoir à enseigner »

Elle concerne la transformation des savoirs et des pratiques en programmes scolaires.

La transposition interne : elle désigne le passage du « savoir à enseigner » au « savoir enseigné ».

C'est la transformation des programmes en contenus effectifs de l'enseignement.

Arsac et al (1989) confirment que « Nous avons remarqué qu'un texte de programme appelle à une interprétation. Le savoir à enseigner est ce l'enseignant pense qu'il a à enseigner quand les manuels publiés, les annales, les habitudes prises, ont fixé à peu près définitivement, l'interprétation du programme ».

La transposition didactique effectuée dans ce travail

Dans le programme officiel à Madagascar, les matières plastiques n'apparaissent qu'en classe de premières scientifiques (dans le chapitre les polymères).

Mais nous savons qu'à partir du XX^e siècle, nous vivons dans l'omniprésence des matières plastiques. C'est pour cela que l'idée d'introduction des matières plastiques dans le programme dès que le collège nous paraît judicieux.

Malgré la présence partout des matières plastiques, les informations trouvées par les élèves, à propos de ces dernières, dans les livres ou d'autres manuels et même dans l'internet ne sont pas encore à la disposition des élèves de collège.

D'une part, nous savons bien qu'à partir de vingtième siècle, les matières plastiques deviennent les matières les plus utilisables et les plus abondantes. On peut dire même que les matières plastiques sont omniprésentes. D'autre part, nous connaissons tous que les matières plastiques, si on ne considère que les inconvénients, engendrent des graves pollutions sur notre environnement à cause de leurs déchets inévitables.

Pour rendre ces déchets évitables, nous devons chercher ou bien essayer de trouver des contributions qui nous amènent au moins à réduire les déchets plastiques. L'insertion des notions des matières plastiques dès que les élèves sont en collège nous paraît une initiative importante car la lutte contre ces déchets nécessite notre responsabilité (y compris les élèves dans le primaire, le collège, le lycée et les universités).

Les matières plastiques dans le programme officiel à Madagascar n'apparaissent qu'en classe de première scientifique et la plupart des enfants à Madagascar ne peuvent pas continuer leurs études et arrêtent dès qu'ils sont en primaire, la moitié arrive jusqu'au

collège ou lycée et une petite fraction qui continue jusqu'à l'université selon le résultat obtenu par l'INSTAT en juin 2011. Ce dernier a conclu que 73% des enfants malgaches vont à l'école (80% en ville et 71% en campagne) : 22% d'entre eux arrivent au collège (37% en ville et 19% en campagne), 6% atteignent le lycée et seulement 1% ont eu leur Baccalauréat.

Pour sensibiliser alors la majorité des élèves, il faut initier à l'introduction des matières plastiques dans le collège.

Comme la plupart des élèves sont des utilisateurs des matières plastiques et ne considèrent que leurs propriétés apparentes, il s'agit donc pour nous de mettre en place des activités en rapport avec ces propriétés apparentes sans donner des explications en rapport avec les structures telles qu'elles sont présentes dans la partie théorique de ce travail

II.2 - Proposition pédagogique

Je tiens à faire remarquer que, ce mémoire est la suite de ce que HERIARIVONY Soanirina Claudeline a réalisé sur l'initiation à l'identification des matières plastiques à travers les quatre tests à savoir le test de densité, le test de solvant, test de PH et le test de Belstein appliqués en classe de première scientifique.

L'application pédagogique comporte deux parties : l'une montre le travail personnel des élèves avant le cours. L'autre, un document pédagogique qui se présente sous forme de deux fiches. La première est une fiche de préparation proposée aux enseignants sur les sept matières plastiques courantes. L'autre un protocole de travaux pratiques constitués par des tests simples pour découvrir la nature des matières plastique.

Avant d'entamer la leçon sur les matières plastiques, puisqu'il s'agit d'une notion nouvelle, un test préliminaire est effectué à fin de faire émerger les représentations des élèves.

Pour bien savoir ce qu'il ya dans la tête des élèves, on procède de la façon suivante :

Déroulement du test préliminaire

- Dix élèves ont été choisis, dont 4 (quatre dans un même établissement mais pas dans une même classe). Les six autres élèves ont été choisis dans divers établissements, un par établissement. Le choix a été facile car le test se déroulait pendant une période de vacance.

- Les élèves choisis sont amenés dans une salle sans être informé de l'objet de leur présence. (Salle de laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure)

- Ensuite, il a été distribué à chacun deux feuilles de papiers vierge dont l'une pour le brouillon et l'autre pour une rédaction.

- Après avoir distribué ces deux feuilles on leur a posé la question suivante : « Que savez-vous à propos des matières plastiques ? » ou « Inona no tonga ao an-tsainao raha resahina ny « matières plastiques » ? »

☛ On leur a précisé aussi la durée du petit test : une heure

Réponses obtenues

- Huit des dix choisis pensent aux matériels de la vie courante à la maison comme les assiettes, les seaux, cuvettes en plastique, à l'école comme le stylo...

Exemples

L'élève n°3 affirme que *la matière plastique est*

- ✓ *un produit pour fabriquer quelques choses utilisées par l'homme par exemple le seau ; le stylo ; la radio...*
- ✓ *utilisée pour fabriquer les fils conducteurs.*
- ✓ *utilisée pour fabriquer des jouets.*
- ✓ *est utilisée dans les industries pour construire des tuyaux, des cartables...*

L'élève n°6 représente les matières plastiques comme suit :

- ✓ *corps solide.*
- ✓ *utilisé pour fabriquer des cuvettes, seaux, bouteilles, lunettes, pare-brise...Le plastique est utilisé pour fabriquer les fils conducteurs.*
- ✓ *utilisés au laboratoire, à l'hôpital...*

Un élève affirme que les plastiques jouent un rôle très important dans l'hôpital en disant que « les plastiques servent à conserver le médicament » ; et « les plastiques servent à mélanger les médicaments ».

L'élève n°4 :

Les matières plastiques sont utilisées partout, à l'hôpital, pour mélanger des médicaments, pour fabriquer le thermomètre...

Les matières plastiques sont utilisées à la maison par exemple le seau, les assiettes.

Les matières plastiques facilitent la vie quotidienne car elles sont faciles à utiliser

- Un élève seulement connaît la faiblesse de l'utilisation des matières plastiques en disant que « la matière plastique ne devient jamais cendre quand on la brûle ». Selon cet élève l'utilisation des matières plastiques pollue l'environnement.

Selon l'élève n°2 (élève qui a déjà terminé aussi la classe de troisième)

- ✓ *La matière plastique est utilisée pour fabriquer le seau.*
- ✓ *La matière plastique est facile à détruire.*
- ✓ *La matière plastique ne devient jamais une cendre quand on la brûle.*
- ✓ *La matière plastique peut être détruite et permettant de refaire autre chose.*
- ✓ *La brûlure des matières plastiques dégage des gaz très toxiques qui polluent l'environnement*

Le second test se base sur les réponses des dix élèves choisis car ces réponses renseignent sur les idées dans la tête des élèves. Ainsi, avant de faire le cours sur les matières plastiques, il sera demandé aux élèves de faire des recherches personnelles sur les thèmes suivants :

1. Les différents produits fabriqués à base de matières plastiques
2. Les codes qu'on peut trouver dans les matières plastiques
3. Les différents types des matières plastiques
4. Les caractéristiques qui rassemblent ou différencient les matières plastiques.

Les questionnaires sont à distribuer aux élèves une semaine avant la séance de cours et se posent de la manière suivante :

- 1- Citer dix (10) produits fabriqués à partir des matières plastiques. (Ne pas citer des produits qu'on peut regrouper dans un ensemble par exemple les jouets...).
1. Trouver sept (7) codes différents indiqués dans chaque produit. Le code est un triangle à l'intérieure duquel se trouve un chiffre, par exemple 1 ou 2 ..., et en bas du triangle, l'abréviation du nom de la matière plastique.
2. A partir du nombre des codes trouvés, déduire les différents types de matières plastiques.
3. Chercher trois caractéristiques pour chaque type.

☞ - Réponses attendues

1-Dix produits fabriqués à partir des matières plastiques :

- jouets
- assiettes
- bouteilles
- sacs
- boites CD
- tuyaux de canalisation
- cageots
- jerricans
- bacs à douches
- fournitures scolaires comme les règles, les stylos...
- Fils de conducteur

2-Les codes d'identification (sept codes d'identification)



OTHER



PS



PP



LDPE



PVC



HDPE



PETE

3-Déduction des différents types des matières plastiques :

Il y a sept types des matières plastiques : PET (Polyéthylène), PVC (Polychlorure de vinyle), PP (Polypropylène), PS (Polystyrène), PEHD (Polyéthylène à haute densité), PEBD (Polyéthylène à basse densité) et l'OTHER (Polyamide, polycarbonate...)

4-Deux caractéristiques pour chaque type

On demande aux élèves de donner les résultats sous forme de tableau.

Type de plastique	PET	PVC	PP	PS	PEhd	PEbd
Caractéristiques	Transparents Opaques	Rigides Souples	Rigides Transparents	Durs Cassants	Rigide	Souples Faciles à manier

On explique aux élèves que les matières plastiques regroupés dans le code 7 ne peuvent pas être caractérisés car ils sont nombreux et ayant chacun leurs propres caractéristiques. Mais on peut citer un ou deux exemples comme le polyamide, le polycarbonate.

Présentation du document pédagogique

Grace à son abondance presque dans tout le domaine et son utilisation massive, les matières plastiques deviennent des objets courants dans notre vie quotidienne. Il est donc nécessaire pour tous, en commençant par les élèves d'être initiés à leur identification à travers des tests simples.

Le document pédagogique présent comporte deux fiches : l'une parle les notions sur l'identification des matières plastiques, l'autre un protocole de TP. Un travail personnel effectué par les élèves sera présenté au préalable avant ces deux fiches.

Avant de réaliser les travaux pratiques, les élèves doivent savoir la signification des codes trouvées dans les plastiques, le nom courant des plastiques et ses caractéristiques et utilisations.

Fiche de préparation 1

Cette fiche présente les éléments suivants :

- La zone d'identification de la fiche : numéro, date, salle, classe
- Les objectifs généraux et spécifiques de la séance
- Pré requis des élèves
- Le contenu du cours

Le fiche de préparation se présente comme suit :

Fiche n°

Matière : Chimie organique

Titre : Notions générales sur l'identification des plastiques

Classe : Troisième

Salle : Salle de classe

Durée : 1 heure 30min

Objectif général :

L'élève doit être capable de différencier les plastiques

Objectifs spécifiques

- Nommer les plastiques
- Interpréter les codes trouvés dans les matières plastiques
- Savoir l'utilisation, les caractéristiques des matières plastiques.
- Savoir protéger l'environnement à partir des gestes simples et quotidiennes

Pré requis :

Savoir distinguer les matières plastiques des autres matières rencontrées dans la vie courante (par exemple le papier, le verre...)

Matériels didactiques :Sept échantillons de matières plastiques comportant les sept codes différents

Timing	Traces écrites	Stratégies
15 min		Avant de donner le cours structuré, l'enseignant demande aux élèves de présenter le résultat de leurs travaux. Pour ce faire, un élève est appelé au tableau pour y inscrire exhaustivement et sans doublons le résultat des quatre questions de toute la classe
	<p><i>Les sept matières plastiques courantes</i></p> <p>Il y a sept types de matières plastiques courantes à savoir le polypropylène, polyéthylène à hautes densités, le polychlorure de vinyle, le polyéthylène à basses densités, le polystyrène et l'other.</p>	Présenter aux élèves différents matières plastiques et leur demander de les classer par type
10 min	1 - Le polyéthylène	L'enseignant demande aux élèves d'épeler le mot polyéthylène
	<p><i>a) Code d'identification</i></p> 	Parmi les codes que vous avez trouvés, quel peut être le code d'identification du polypropylène ?
	<p><i>b) Nom courant</i></p> <p>Le nom courant de ce plastique est le polyéthylène</p>	L'enseignant dicte
	<p><i>c) Caractéristiques</i></p> <p>Le polyéthylène peut être opaque et transparent.</p> <p>Le polyéthylène est souple.</p>	<p>L'enseignant circule dans la salle de classe et vérifie si chaque élève possède un échantillon de polyéthylène.</p> <p>L'enseignant demande ensuite aux élèves de faire les différentes manipulations suivantes afin de dégager les caractéristiques de polyéthylène en disant :</p> <p>Prenez votre échantillon et essayer de voir quelques mots au tableau à travers cet échantillon.</p> <p>Qu'est ce que vous remarquez ?</p> <p>Réponses attendues : on peut voir ou pas quelques choses à travers le polyéthylène. Ensuite l'enseignant demande aux élèves de plier leur échantillon. Quelle est votre conclusion ?</p> <p>Réponse attendue : le polyéthylène est souple mais ne se casse pas</p>

	<p><i>d) Utilisations</i> on utilise le polyéthylène pour la fabrication des bouteilles de boissons gazeuses</p>	<p>A partir de quel matériel avez-vous tiré votre échantillon ? Réponse attendue : bouteilles</p>
10 min	<p><i>2-Les polyéthylènes à hautes densités</i></p> <p><i>a) Code d'identification</i></p>  <p><i>b) Nom courant</i> Le nom courant de ce plastique est le Polyéthylène à hautes densités.</p>	<p>Parmi les échantillons restant, quel peut être le logo porté par ce plastique ?</p> <p>Puisque les noms de sept matières plastiques sont déjà écrits au tableau dès le début, alors l'enseignant demande à un volontaire de prononcer le nom de ce plastique.</p>
	<p><i>c) Caractéristiques</i> Les polyéthylènes à haute densité sont en général rigides et transparents</p>	<p>L'enseignant circule encore dans la salle de classe et vérifie si chaque élève possède l'échantillon de polyéthylène à hautes densités. Il demande ensuite aux élèves de refaire les deux manipulations suivantes : Plier votre échantillon et que remarquez vous ? Réponse attendue : rigide Refaire la même manipulation comme dans le cas de polyéthylène et essayer si on peut voir quelques choses à travers cet échantillon. Réponse attendue : on peut voir quelques choses à travers le polyéthylène à hautes densités. Quel est le terme approprié à cet aspect ? Réponse attendue : transparent</p>
	<p>d) Utilisations Les polyéthylènes à hautes densités sont utilisés pour la fabrication des produits rigides comme les jerricans, les cageots et les tuyaux...</p>	<p>Quelles sont les utilisations de polyéthylène que vous savez ? Réponse attendue : voir colonne précédente</p>
10 min	<p><i>3-Le polychlorure de vinyle</i></p> <p><i>a) Code d'identification</i></p>	<p>L'enseignant demande encore aux élèves de trouver le code d'identification de polychlorure de vinyle et de justifier leur réponse.</p>

		Justification : D'après ce nom, on trouve les lettres P et V
	<p>b) <i>Nom courant</i> Le nom courant de ce plastique est le polychlorure de vinyle</p>	Comme dans les cas des deux autres plastiques précédents, l'enseignant demande à un volontaire de prononcer le nom de ce plastique.
	<p>c) <i>Caractéristiques</i> Le polychlorure de vinyle est à la fois souple et rigide</p>	L'enseignant vérifie si chaque élève a un échantillon de polychlorure de vinyle et leur demande de refaire la manipulation de pliage. Réponses attendues : le polychlorure de vinyle est à la fois rigide et souple.
	<p>d) <i>Utilisations</i> On utilise le polychlorure de vinyle pour la fabrication des tuyaux de canalisation et de recouvrement de certaines pièces.</p>	L'enseignant demande aux élèves de citer quelques matériels dans la vie courante portant le logo de polychlorure de vinyle. Réponse attendue : Tuyau de canalisation
10 min	<p><i>4-Les polyéthylènes à basses densités</i> a) <i>Code d'identification</i></p> 	En faisant référence à ce nom, quel peut être le logo de ce plastique ?
	<p>b) <i>Nom courant</i> Le nom courant de ce plastique est les polyéthylènes à basses densités</p>	L'enseignant demande à un autre volontaire de prononcer le nom de ce plastique et réécrit ce nom au tableau.
	<p>c) <i>Caractéristiques</i> Ils sont souples, transparents et faciles à manier</p>	L'enseignant vérifie si chaque élève possède l'échantillon de polyéthylène à basses densités et leur demande de refaire les manipulations suivantes : pliage, regarder un objet à travers leur échantillon et de dire les termes appropriés pour chaque aspect

		Réponses attendues : Souple, transparent
	<p><i>d) Utilisations</i> Ils sont utilisés pour la fabrication des sacs, poubelles et des récipients souples</p>	<p>L'enseignant demande ensuite aux élèves de trouver quelques applications de polyéthylène à basses densités Réponse attendue : sacs, poubelles, récipients souples...</p>
10 min	<p><i>5-Le polypropylène</i> <i>a) Code d'identification :</i></p> 	<p>Par analogie avec les autres matières plastiques, quel peut être le code d'identification de ce plastique ?</p>
	<p><i>b) Nom courant :</i> Ce plastique se nomme couramment par Polypropylène</p>	<p>L'enseignant répète la même stratégie pour qu'un élève puisse faire la prononciation de ce nom.</p>
	<p><i>c) Caractéristiques :</i> Ils sont rigides et transparents</p>	<p>L'enseignant demande aux élèves de refaire les mêmes manipulations comme dans le cas de polyéthylène à basses densités et de donner les termes appropriés à ces aspects. Réponses attendues : Rigides transparents</p>
	<p><i>d) Utilisations :</i> Ils sont utilisés dans la fabrication des barquettes, des cassettes vidéo</p>	<p>L'enseignant demande ensuite aux élèves de donner quelques applications de polypropylène dans la vie courante. Réponses attendues : Barquettes, cassettes</p>
10 min	<p><i>6- Le polystyrène</i> <i>a) Code d'identification :</i></p> 	<p>L'enseignant demande à un volontaire de donner le code d'identification de polystyrène tout en justifiant son choix. Réponse attendue : En faisant référence à son nom le code d'identification de polystyrène est...</p>
	<p><i>b) Nom courant :</i> Le nom courant de ce plastique est le polystyrène</p>	<p>L'enseignant désigne un élève pour prononcer ce nom.</p>
	<p><i>c) Caractéristiques :</i> Les polystyrènes sont en générale</p>	<p>L'enseignant vérifie si chaque élève possède un échantillon de</p>

	transparents, cassants et durs. Ils se blanchissent avant la rupture.	polystyrène et demande aux élèves de faire les manipulations suivantes : voir un objet à travers leur échantillon, casser leur échantillon L'enseignant demande aux élèves de bien regarder ce qui se passe avant la rupture de leur échantillon Réponses attendues : Transparents, cassants et durs, le polystyrène se blanchisse avant la rupture.
	<i>d) Utilisations :</i> Ils sont utilisés dans la fabrication des emballages des appareils sensibles aux chocs et des bacs à douche	Quelles sont les applications du polystyrène ? Réponse attendue : bacs à douche...
5 min	<i>7- Les autres plastiques</i> Ces plastiques se regroupent dans un ensemble codé par : Cet ensemble est constitué par plusieurs plastiques qu'on ne peut pas ni citer ni distinguer. Mais ils ont un code d'identification commun comme suit :  OTHER	L'enseignant signale aux élèves qu'il y a un groupe de matières plastiques portant ce code mais ils sont nombreux et on ne peut pas les distinguer.
10 min	Evaluation : 1) Quelles sont les sept matières plastiques courantes ? 2) Quels sont les différents codes d'identification pouvant être trouvés dans les produits fabriqués à partir des matières plastiques 3) Citer un exemple d'utilisation pour chaque	Réponses attendues : 1) PET ou PETE, PEHD, PVC, PEBD, PP, PS, OTHER  2) PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS et OTHER 3) PETE: Bouteilles

	type de matières plastiques	<p>HDPE: Jerricans PVC: Tuyaux de canalisation LPDE: Sacs PP: Cassette vidéo PS: Bacs à douche OTHER: Verre de lunettes pour le polycarbonate</p>												
30 min	Synthèse du cours	<p>L'enseignant montre ce tableau et demande aux élèves leur avis Réponse attendue : durée de vie longue</p>												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Temps de dégradation de quelques matières plastiques</th> </tr> <tr> <th>Matière plastique</th> <th>Durée de vie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Récipient en polystyrène</td> <td>50ans</td> </tr> <tr> <td>Objets en polystyrène</td> <td>80ans</td> </tr> <tr> <td>Sacs en polyéthylène</td> <td>450ans</td> </tr> <tr> <td>Bouteilles en plastique</td> <td>100 à 1000ans</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ce que nous devons faire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ne pas laisser les déchets en matières plastiques s'envoler dans la nature • Séparer les déchets en matières plastiques avec les autres déchets biodégradables 	Temps de dégradation de quelques matières plastiques		Matière plastique	Durée de vie	Récipient en polystyrène	50ans	Objets en polystyrène	80ans	Sacs en polyéthylène	450ans	Bouteilles en plastique	100 à 1000ans	<p>L'enseignant demande aux élèves les rôles à jouer vis-à-vis des déchets en plastiques en passant par les questions suivantes :</p> <p>Que concluez-vous à partir de ce tableau ?</p> <p>Réponse attendue : les matières plastiques ont de longue durée de vie Qu'allez-vous faire donc de vos déchets en matières plastiques ?</p> <p>Réponse attendue : On ne laisse pas les matières plastiques s'envoler ou abandonner dans la nature. Et alors ?</p> <p>Réponse attendue : Nous devons ramasser nos déchets dans des bacs à ordures.</p> <p>Est-ce que tous les déchets ont tous de durée de vie très longue comme les matières plastiques ?</p> <p>Réponse attendue: Non Qu'allez-vous faire donc des autres déchets.</p> <p>Réponse attendue : Nous devons séparer les déchets dangereux comme les déchets plastiques avec les autres déchets biodégradables comme les déchets alimentaires</p>
Temps de dégradation de quelques matières plastiques														
Matière plastique	Durée de vie													
Récipient en polystyrène	50ans													
Objets en polystyrène	80ans													
Sacs en polyéthylène	450ans													
Bouteilles en plastique	100 à 1000ans													

Fiche de préparation 2

Cette fiche, comme la première présente les éléments suivants :

- ✓ La zone d'identification de la fiche : numéro, classe, date, salle
- ✓ Les objectifs généraux et spécifiques des élèves
- ✓ Pré requis des élèves
- ✓ Les matériels didactiques et les produits nécessaires ainsi que les bibliographies

Elle se présente comme suit :

Fiche n°

Matière : Chimie organique

Titre : Propriétés physiques des matières plastiques

Classe : Troisième

Salle : Laboratoire ou salle de classe

Durée : 2 heures

Les élèves ont aussi leur fiche à compléter durant la séance de TP. Les deux fiches (fiche pour l'enseignant et fiche pour élève) sont identiques mais la fiche pour élève ne figure aucune réponse et à remplir pendant la séance.

Objectifs généraux :

L'élève doit être capable de :

- ♦ Identifier les matières plastiques
- ♦ Utiliser les matériels courants du laboratoire

Objectifs spécifiques :

- ♦ Connaître et observer les comportements physiques des matières plastiques
- ♦ Reconnaître l'appartenance d'un échantillon à une famille de matières plastiques en utilisant un protocole
- ♦ Utiliser des verreries, des tubes à essais...

◆ Exécuter un protocole expérimental

Produits et matériels utilisés

Couppelles des matières plastiques portant les logos ou codes normalisés

Quelques millilitres d'eau de robinet

Quelques millilitres d'eau salée

Quelques millilitres d'eau bouillante

4 béchers numérotés de 1 à 4

Dispositif de chauffage

Une pince à bois

Ciseau ou pince coupante

Les trois tests à effectuer

◆ Test avec l'eau

◆ Test avec l'eau salée

◆ Test avec l'eau bouillante

L'enseignant numérote les échantillons qu'il a amenés au laboratoire ou salle de classe de la façon suivante :

N°1 PP, N°2 PEBD, N°3 PEHD, N°4 PS, N°5 PET, N°6 PVC

Présentation de la fiche

Timing	Déroulement de l'expérience	Stratégies et remarques
20min	<p>1) <u>TEST AVEC L'EAU DE ROBINET</u></p> <p><i>Matériels et produits utilisés</i> 6 Béchers de 250mL Eau de robinet</p>	<p>L'enseignant amène trois échantillons pour chaque type de matières plastiques à identifier.</p> <p>Les matériels utilisés ainsi que les produits sont mis sur sa table.</p> <p>Présenter d'abord aux élèves les matériels et produits nécessaires.</p>
	<p><i>Mode opératoire</i> Verser 100ml d'eau de robinet dans chaque bécher Plonger une coupelle de plastique dans ces béchers Noter les résultats obtenus dans un</p>	<p>Demander aux élèves de faire un tour pour aller au tableau pour chaque étape de l'expérience</p>

tableau																
<p><i>Résultats et observations</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Echantillon</th> <th>Observations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N°1</td> <td>Flotte</td> </tr> <tr> <td>N°2</td> <td>Coule</td> </tr> <tr> <td>N°3</td> <td>Flotte</td> </tr> <tr> <td>N°4</td> <td>Coule</td> </tr> <tr> <td>N°5</td> <td>Coule</td> </tr> <tr> <td>N°6</td> <td>Coule</td> </tr> </tbody> </table>	Echantillon	Observations	N°1	Flotte	N°2	Coule	N°3	Flotte	N°4	Coule	N°5	Coule	N°6	Coule		<p>Expliquer aux élèves que si l'échantillon se remonte à la surface de l'eau, on dit qu'il flotte et s'il reste au fond du bécher, on dit qu'il coule.</p> <p>Un élève complète le tableau</p>
	Echantillon	Observations														
	N°1	Flotte														
	N°2	Coule														
	N°3	Flotte														
	N°4	Coule														
	N°5	Coule														
N°6	Coule															
<p><i>Interprétations</i></p> <p>Les échantillons N°1 et N°3 flottent dans l'eau de robinet. Ces échantillons ont alors une densité inférieure à celle de l'eau.</p>		<p>Demander aux élèves de faire d'abord une interprétation en rapport avec la densité des résultats obtenus.</p> <p>Réponse attendue : Les échantillons N°1 et N°3 ont des densités inférieures à 1</p>														
<p><i>Conclusion</i></p> <p>Le test avec l'eau de robinet permet d'identifier le PEHD et le PP.</p>		<p>Les élèves remplissent leur fiche</p> <p>Pour le reste, il suffit de prendre 4 béchers car les deux échantillons sont déjà identifier</p>														
<p>2) <u>TEST AVEC DE L'EAU SALÉE</u></p> <p><i>Matériels et produits utilisés</i></p> <p>4 Béchers de 250 ml Eau salée</p>		<p>L'enseignant demande aux élèves de donner le nombre des échantillons restants et à tester</p>														
<p><i>Mode opératoire</i></p> <p>Verser dans chaque bécher 100mL d'eau salée.</p> <p>Plonger les quatre échantillons non identifiés dans chaque bécher.</p> <p>Noter les résultats obtenus dans un tableau</p>		<p>Comme dans la première expérience les élèves vont par tour au tableau jusqu'aux résultats.</p>														
<p><i>Résultats et observations</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Echantillon</th> <th>résultats</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N°2</td> <td>Se colle sur lui-même</td> </tr> <tr> <td>N°4</td> <td>Flotte</td> </tr> <tr> <td>N°5</td> <td>Coule</td> </tr> <tr> <td>N°6</td> <td>Coule</td> </tr> </tbody> </table>	Echantillon	résultats	N°2	Se colle sur lui-même	N°4	Flotte	N°5	Coule	N°6	Coule		<p>Que-remarquez-vous à propos de l'échantillon N°2 ?</p> <p>L'enseignant donne le terme permettant de dire ce phénomène tout en montrant aux élèves ce qui se passe. Quelle est votre conclusion ?</p> <p>Après chaque réponse, les élèves remplissent leur fiche.</p>				
Echantillon	résultats															
N°2	Se colle sur lui-même															
N°4	Flotte															
N°5	Coule															
N°6	Coule															

	<p><i>Interprétations</i></p> <p>Le PS a une densité inférieure à celle de l'eau salée. Ainsi. Le PEBD a aussi un comportement différent de deux autres échantillons non identifiés.</p>							
	<p><i>Conclusion</i></p> <p>Le test avec l'eau salée permet d'identifier l'eau la PS et le PEBD</p>	<p>Demander aux élèves le nombre des échantillons restant et non identifiés.</p> <p>Tour des élèves au tableau</p>						
	<p>3) Test avec l'eau bouillante</p> <p><i>Matériels et produits utilisés</i></p> <p>2bêchers en pyrex Dispositif de chauffage à flamme Eau de robinet</p>	<p>On explique aux élèves le phénomène qui se passe sur l'échantillon N°5 en donnant le terme approprié à ce phénomène.</p> <p>Tour des élèves pour compléter le tableau</p>						
	<p><i>Mode opératoire</i></p> <p>Chauffer l'eau jusqu'à ce qu'elle bout Plonger les restes des échantillons dans chaque béccher. Noter les résultats dans un tableau</p>	<p>C'est l'enseignant qui chauffe les restes des échantillons</p>						
	<p><i>Résultat et observations</i></p> <table border="1" data-bbox="327 1191 861 1346"> <thead> <tr> <th>Echantillon</th> <th>Résultats</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N°5</td> <td>Il se rétracte</td> </tr> <tr> <td>N°6</td> <td>Il ne se rétracte pas</td> </tr> </tbody> </table>	Echantillon	Résultats	N°5	Il se rétracte	N°6	Il ne se rétracte pas	<p>Montrer aux élèves ce qui se passe et donner le terme approprié à chaque phénomène</p>
Echantillon	Résultats							
N°5	Il se rétracte							
N°6	Il ne se rétracte pas							
	<p><i>Conclusion</i></p> <p>Le test avec l'eau bouillante permet d'identifier le PET et le PVC</p>	<p>Quelle est votre conclusion ? Les élèves remplissent leur fiche. Avant de clore la séance, l'enseignant donne les remarques complémentaires ci-après</p>						

Il convient de noter que les matières plastiques ont des propriétés spécifiques telles que la légèreté, la transparence, l'inaltérabilité, le glissement, la résistance mécanique, l'isolation, l'imperméabilité et l'esthétique

- *La légèreté*
La densité de la plupart des matières plastiques est comprise entre 0,9 et 1,8. Le plus souvent cette densité est égale 1
- *La transparence*

Certaines matières plastiques ont un coefficient de transmission de la lumière voisin de celle de verre et bon nombre sont transparents et translucides

- *L'inaltérabilité*
La plupart des matières plastiques résistent à l'agression extérieure et à de nombreux produits chimiques. Certains demandent une protection contre l'UV
- *Le glissement*
Les matières plastiques ont souvent un faible coefficient de frottement
- La résistance mécanique
Les produits fabriqués à partir des matières plastiques résistent aux divers chocs
- *L'isolation*
Les matières plastiques sont des bons isolants thermiques, électriques et acoustiques
- *L'imperméabilité*
Les matières plastiques assurent une bonne barrière aux gaz et à l'eau
- *L'esthétique*
Les matières plastiques ont de couleurs variables et ayant plusieurs possibilités de manipulation

CONCLUSION GENERALE

Les matières plastiques dominent notre monde d'aujourd'hui. Cette dominance peut être un positif ou négative.

Les apports positifs des matières plastiques peuvent être généralisés en un mot : rendre notre vie facile. Le plus remarquable dans ce premier point est leur prix moins cher par rapport aux autres matières comme le verre, les aciers, le fer ... Mais en plus, les matières plastiques font parties aussi des matières ou plus précisément des outils faciles à utiliser grâce à leur légèreté et leur malléabilité.

Proposer des contributions pour diminuer les apports négatifs face à l'utilisation massive et en abondance des matières plastiques est le principal objectif de ce mémoire. Le plus important parmi ces apports négatifs concerne notre environnement et évidemment, avoir un lien avec notre avenir et notre santé.

Aujourd'hui, il y a déjà deux méthodes que la plupart des industries qui traitent les déchets plastiques les appliquent : le recyclage et la valorisation des matières plastiques. Ces deux méthodes, en tenant compte de leur principe, réduisent les déchets en matières plastiques, mais ne peuvent pas les éliminer totalement car tous les déchets plastiques ne sont pas forcément recyclables ou valorisables. Pour cela, il y a encore des déchets qui continuent à exister et augmenter de volume, et le plus grave, à détruire notre monde.

Face à ce problème, nous proposons la contribution développée dans ce travail, qui a pour but de sensibiliser les utilisateurs des matières plastiques. Cette sensibilisation concerne tout le monde, mais la méthode, que nous semble la plus efficace, c'est d'introduire les matières plastiques dans le programme scolaire officiel dès que les élèves sont en collège. Le choix de cette sensibilisation se justifie par deux volets : le premier tient compte que, à cause de la pauvreté qui règne encore dans notre pays, la majorité des élèves malgaches arrêtent leurs études sans avoir fini la classe de troisième. Pourtant, nous savons très bien que, même les élèves en primaire, utilisent les matières plastiques. Il est alors nécessaire et même obligatoire, de notre part, en tant que futur enseignant, de mettre les élèves au courant de ce qu'ils utilisent et aussi de mieux connaître les conséquences de leur choix.

Il faut expliquer aux élèves les avantages et les inconvénients de l'utilisation des matières plastiques. Cette méthode qui consiste à sensibiliser tout le monde arrive à réaliser son

objectif si tout le monde connaît, avant d'utiliser les matières plastiques, qu'il y a deux catégories des matières plastiques : les matières plastiques recyclables et les matières plastiques non recyclables .Dans ce cas nous pouvons arriver à réduire les déchets plastiques non recyclables et en fin les éliminer totalement.

Si tout le monde sait distinguer ces deux types des matières plastiques, et fait leur choix, en tenant compte les inconvénients et les avantages de l'utilisation, cela oblige les constructeurs des outils en matières plastiques à sélectionner aussi le type des matières premières à utiliser, alors nous arrivons ensemble à éliminer les déchets plastiques inévitables et non recyclables.

La situation de l'économie qui nous classe encore dans les pays en voie de développement, nous confirme et explique qu'il y a aussi des élèves qui n'arrivent même à continuer leurs études dans le collège et nous ne pouvons pas nier qu'il y a et presque la moitié de la population reste dans le groupe appelé analphabète. On peut alors chercher des méthodes pour que ces genres de population savent distinguer les matières plastiques appropriées si on veut aller plus loin et continuer ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. Académie Lyon. (1999). Adapté par Patart, J.M. *Baccalauréat professionnel*.
2. Banque mondiale IDA 2125 MGA. (1997). *Rapport sur l'environnement : cas de la zone d'Antananarivo*.
3. J.P Astolfi & M. Develay. (1989) *La didactiques des sciences*, PUF. Que-je sais? Paris.
4. Cossot, J. (1977). *Les matières plastiques : fabrication technologie*. Paris : Bordas
5. Cram. & Hammond. (1968). *Chimie organique*. Paris : Gauthier.
6. Dorlot, J.M & Coll. (1977). *Des matériaux (deuxième édition)*. Paris : édition de l'école polytechnique de Montréal.
7. Durandeau, J. et Coll. (2005). *sciences physiques CA. (édition 1)*. Espagne : Hachette.
8. ONE. *Education relative à l'environnement : COMORES MADAGASCAR MAURICE SEYCHELLE*.
9. Encyclopédie internationale des sciences et des techniques. (1970). Volume 3.
10. Gbedo, V. (2002). *Le recyclage des déchets plastiques à Cotonou. Une expérience du programme assainissement et protection de l'environnement de l'ONGDCAM Bethesda*.
11. Humblet, N, Cabrera, N. & Coll. (2007). SC2321 *Didactique des sciences naturelles : pas de fin pour les plastiques*. Université catholique de Louvain.
12. John, D. & Coll. (1968). *Chimie organique moderne*. Paris : édiscience
13. Lopez, (2006). *Identification des matières plastiques*.
14. MINENVF. (2004). *Profil National sur les polluants organiques persistants POPs*.
15. Office Fédéral de l'environnement, des Forêts et des paysages. OFEFP (2001). *Recyclage des matières plastiques en Suisse*. 3003 Berne.
16. Pennel, J. B. (1976). *La production et la transformation des matières plastiques*. France.
17. Philippe, P. & Daminos, F. (1995). *La gestion des déchets*. France.
18. Rafaraso, C (2006). *Apprentissage de la chimie au collège par les pratiques sociales : cas de ranomena. Mémoire de DEA. Didactique de disciplines*
19. Dalongevillen A, (2000), *Situation problème pour enseigner l'histoire au cycle 3*. Paris Hachette
20. *Le Pellec, J. (1991). Enseigner est un métier qui s'apprend*. Paris Hachette
21. Meirieu, P (1995), *apprendre ...oui mais comment*. Paris Hachette
22. Tibergien, A. et al (2010). *De la connaissance naïve au savoir scientifique*. Paris : armand Colin

23. Arzac, G ,Develay, M.,Tibergien, A. (1989). *La transposition didactique en mathématiques, en physique en biologie*. IREM de Lyon et LIRDIS.
24. Chevallard, Y. (1985).*La transposition didactique _du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage
25. Chevallard, Y. (1991).*Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique*. Recherche en Didactique des mathématiques. Grenoble : La Pensée sauvage
26. Verret, M. (1975).*Le temps des études*. Paris : Hachette
27. Gridain,D. (2010). *Licence méthode et conception*. Paris : Hachette
28. Patrick et al.(2005). *Physique des polymères*. Paris : Hachette

WEBOGRAPHIE

www.leballagecologique.com/ les dangers des nos emballages- plastiques/
consulté le 28 Mars 2012.

[www. Consoglobe.com](http://www.Consoglobe.com) > Environnement > Environnement. Consulté le 30 mars 2012

[www. Valorplast. Com/Front/](http://www.Valorplast.Com/Front/) Polymérisation 165 php. Consulté le 15 aout 2012.

Livre. Fnac. Com/ a 1817888/ P Combett_ Physique des polymères. Consulté le 15 aout 2012

[www.futura-science. Com/fr/](http://www.futura-science.Com/fr/) definition/ t/ transition vitreuse. Consulté le 20 Aout 2012

Book Google. com>...> Textiles & Polymers. Consulté le 22 Aout 2012

[www. Métaux_ uld _ac_ be/](http://www.Métaux_uld_ac_be/) Fichierpourtéléch/ ch 204.pdf.Consulté le 02 septembre 2012

Annexes

Annexe 1 : Programme de physique chimie pour la classe de première scientifique

PHYSIQUE

- I- Mécanique
- II- Température et chaleur
- III- Phénomènes vibratoires et propagation

CHIMIE

Chimie organique

- I- Importance de l'élément carbone
- II- Les alcanes
- III- Les dérivées insaturées
 - 1) Les doubles et triples liaisons
 - 2) Quelques propriétés des insaturées
 - a) Addition sur l'éthylène ou sur un autre alcène de :
 - Dihydrogène
 - Chlorure d'hydrogène
 - Eau
 - b) Addition sur l'acétylène de :
 - Dihydrogène
 - Chlorure d'hydrogène
 - eau
 - c) Exemples de polymères obtenus à partir d'un corps possédant une double liaison :
 - ★ Quelques réactions de polymérisation
 - ☛ Polymérisation de polyéthylène
 - ☛ Polymérisation de polypropylène
 - ☛ Polymérisation de polytétrafluoroéthylène
 - ☛ Polymérisation de polychlorure de vinyle
 - ★ Démonstration de la relation entre la structure du monomère et le polymère obtenu
 - ★ Importance économique des polymères due à leurs propriétés mécaniques, thermiques et électriques
 - 3) Les composés aromatiques
 - 4) Les composés organiques oxygénés

Chimie Minérale et générale

- 1) Les réactions d'oxydo réduction
- 2) Généralisation de l'oxydo réduction
- 3) Application de l'oxydo réduction

Annexe 2 : Document pour élève à remplir pendant la séance de TP

Les tests suivants nous permettent d'identifier les plastiques portant les codes ou logo trouvés sur les éléments nécessaires pour identifier les matières plastiques :

Test avec l'eau de robinet

Test avec l'eau salée

Test avec l'eau bouillante

Expérience

Après avoir effectué des tests sur l'échantillon des matières plastiques identifiées par les codes, établir un organigramme pour identifier la nature des plastiques inconnues.

Prendre comme échantillon : n°1 PP, n°2 PEBD, n°3 PEHD, n°4 PS, n°5 PET, n°6 PVC.

Test avec l'eau de robinet

Matériels et produits nécessaires

6 Bêchers de 250mL

Eau de robinet

Mode opératoire

Dans six bêchers de 250mL, verser environ 100mL d'eau de robinet

Plonger une coupelle de plastique dans chaque bêcher.

Noter les résultats obtenus dans un tableau : si l'échantillon remonte à la surface de l'eau, on dit qu'il flotte, s'il reste au fond du bêcher, on dit qu'il coule.

Résultats et observations

(Tableau à compléter)

Echantillon	Observation
N°1	
N°2	
N°3	
N°4	
N°5	
N°6	

Interpréter les résultats.

Interprétation :

.....
.....
.....
.....

D'après vous, que faut-il faire pour distinguer du PP avec le PEHD ?

.....
.....
.....

2Test avec l'eau salée

Matériels et produits nécessaires

4 Bêchers de 250ml

Eau salée

Mode opératoire

Verser environ 100ml d'eau salée dans chaque bêcher

Plonger les échantillons non identifiées dans chaque bêcher

Noter les résultats obtenus dans un tableau

Echantillon	Observations
N°2	
N°4	
N°5	
N°6	

Interprétations

Interpréter les résultats

.....
.....
.....

D'après vous, que faut-il faire pour distinguer le PEHD avec le PEBD ?

.....
.....
.....

Quelle est votre conclusion ?

.....
.....
.....

Test avec l'eau bouillante

Matériels et produits nécessaires

- 2 Béchers en pyrex
- Dispositif de chauffage
- Eau de robinet

Mode opératoire

- Chauffer l'eau jusqu'à ce qu'elle bouille
- Plonger les restes des échantillons dans chaque béccher
- Noter les résultats obtenus dans un tableau

Echantillon	Observations
N°5	
N°6	

Interprétation

Interpréter les résultats

.....
.....
.....

Quelle est votre conclusion ?

.....
.....
.....

Exercice

Compléter le tableau suivant afin de résumer les résultats des tests précédant.

Code						
Nom						
Abréviation						
Test avec l'eau de robinet						
Test avec l'eau salée						
Test avec l'eau bouillante						

Pour déterminer la nature des trois objets X, Y, W, des tests ont été effectués au laboratoire. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant.

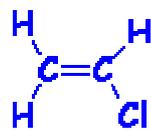
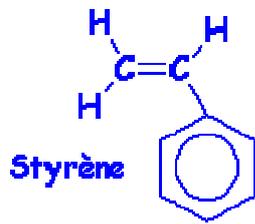
Objets	Test avec l'eau de robinet	Test avec l'eau salée	Test avec l'eau bouillante
Objet X	Flotte		
Objet Y		Se colle sur lui	

		même	
Objet W			Il se rétracte

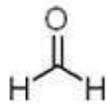
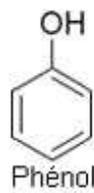
En utilisant le tableau ci-dessus, compléter le tableau suivant :

Objets	Nom du plastique	Logo
Objet X		
Objet Y		
Objet W		

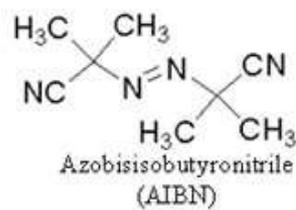
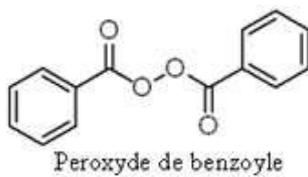
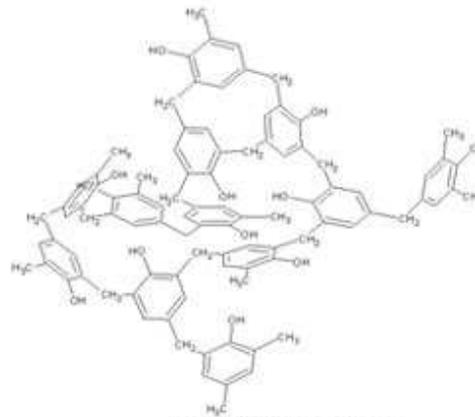
Annexe 3 : Formules de quelques molécules

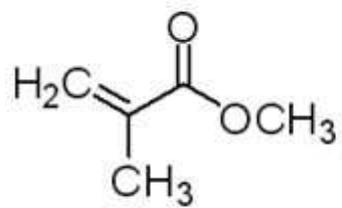


Chlorure de vinyle

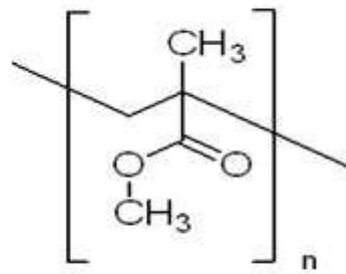


Formaldéhyde
(formol)

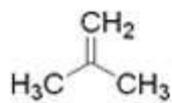




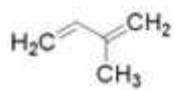
Méthacrylate de Méthyle



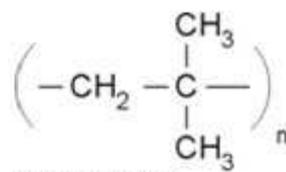
PMMA



Isobutyle



Isoprène



Polyisobutylène

Annexe4: Quelques produits fabriqués à partir des matières plastiques



Biberon « incassable » : corps en PMMA, bague en PP et tétine en Silicone (moins résistante aux micro-ondes)



Lentilles de contact

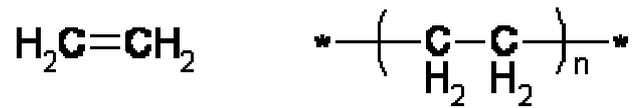


Intérieur d'un casque en polystyrène élastifié



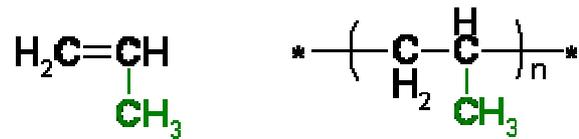
Jouets fabriqués à partir des matières plastiques

Annexe 5 : Quelques monomères et polymères usuels



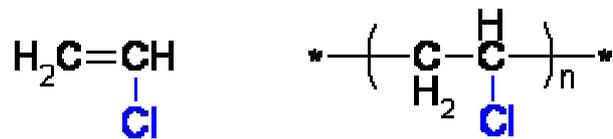
Ethylène

Polyéthylène



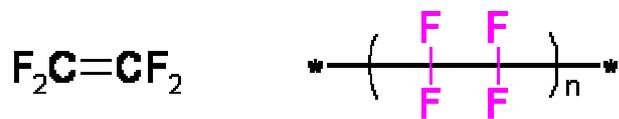
Propylène

Polypropylène (PP)



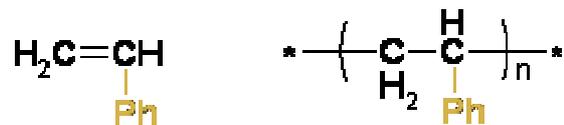
Chlorure de vinyle

Polychlorure de vinyle(PVC)



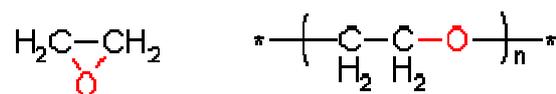
Tétrafluoroéthylène

Polytétrafluoroéthylène



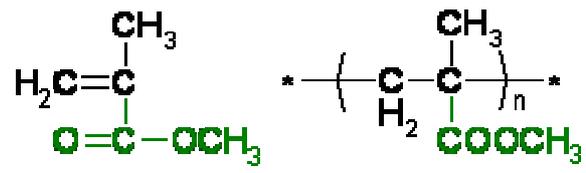
Styrène.

Polystyrène (PS)



Oxyde d'éthylène

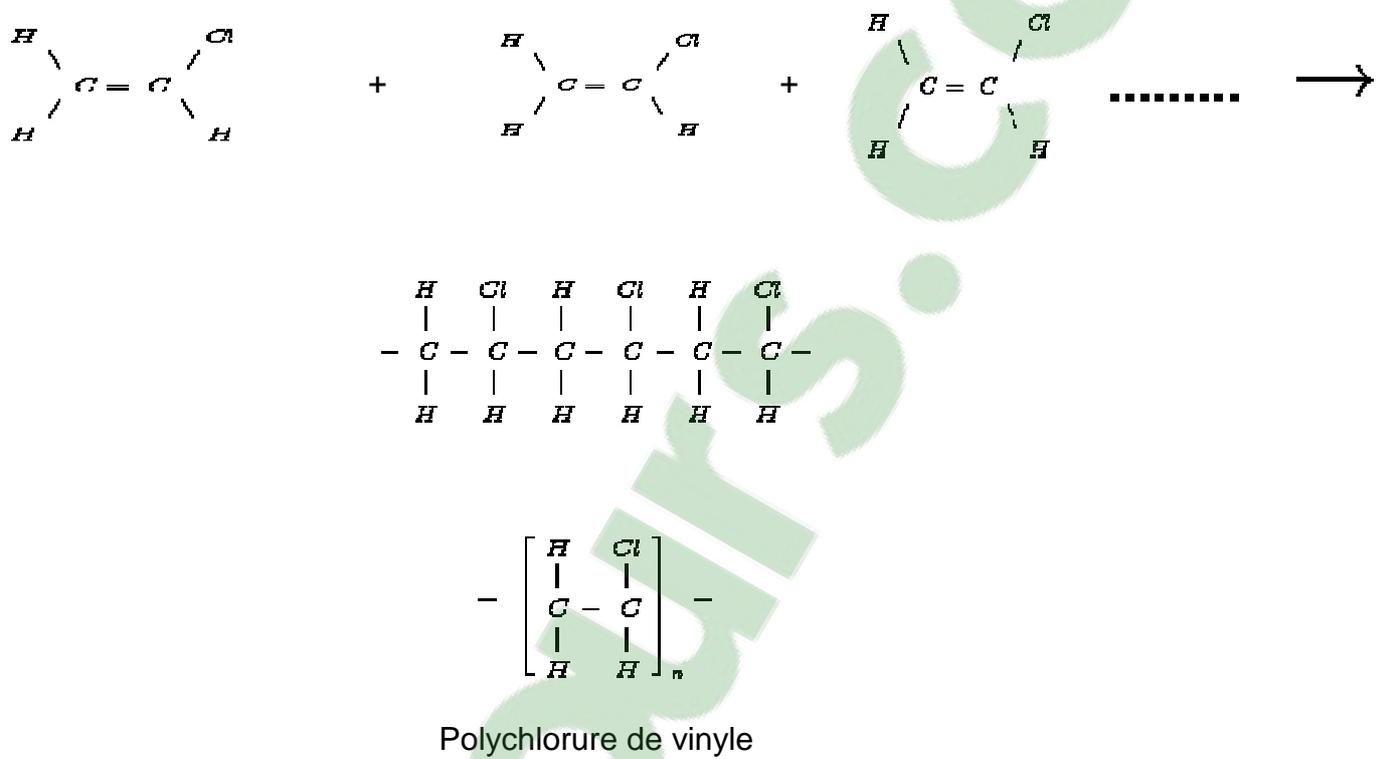
Poly oxyde d'éthylène



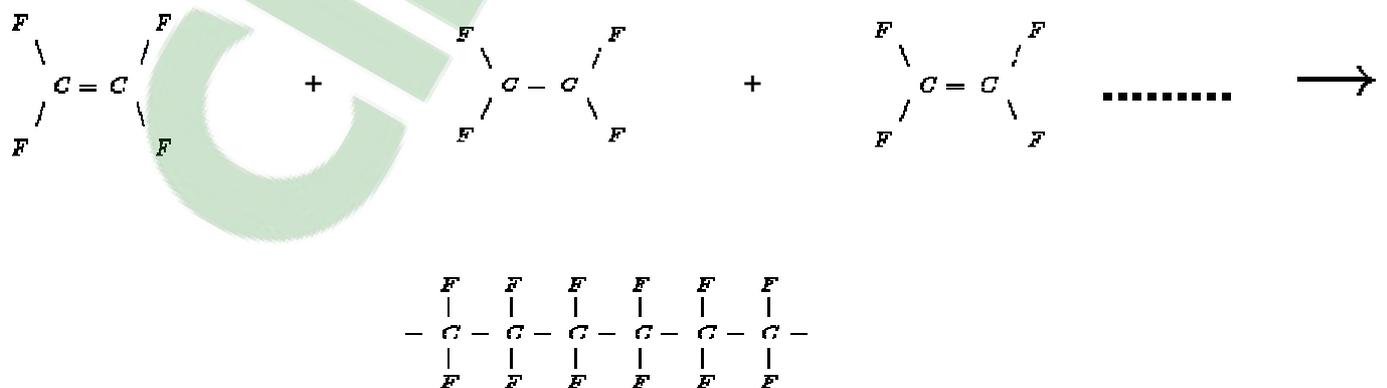
Méthacrylate de méthyle Polyméthacrylate de méthyle

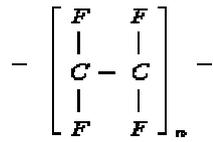
Annexe 6 : quelques exemples des réactions de polymérisation

Polymérisation du chlorure de vinyle C_2H_3Cl



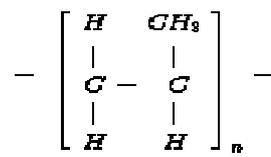
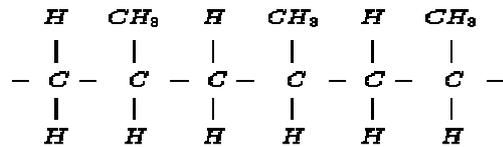
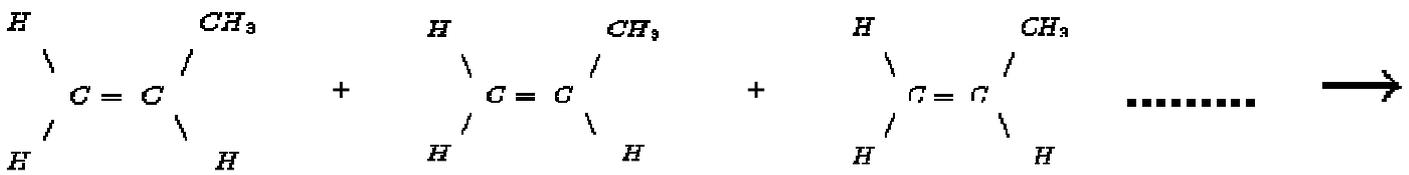
Polymérisation du tétrafluoroéthylène C_2F_4





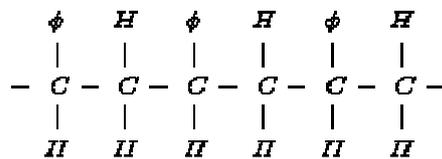
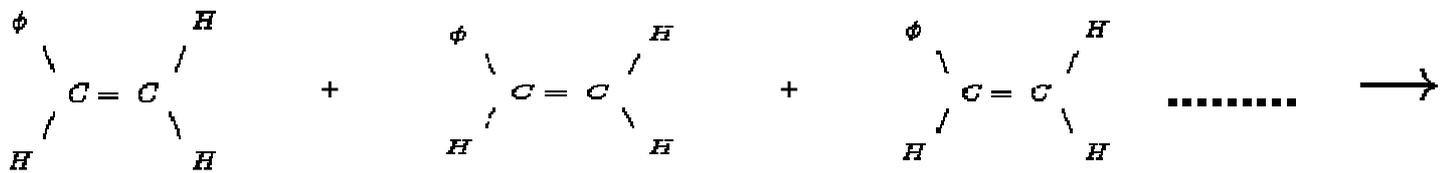
Polytétrafluoroéthylène

Polymérisation du propène C₃H₆

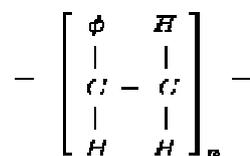


Polypropylène

Polymérisation du styrène $C_6H_5-CH=CH_2$ ou $CH\phi=CH_2$



ou



Polystyrène

Annexe 7 : des photos montrant la pollution causée par les matières plastiques sur notre environnement¹



¹ Source de ces images : cliché de l'auteur

Les images sont tirées dans la rue et dans un petit canal d'Andronra

TITRE : CONTRIBUTION A LA DIMINUTION DE LA POLLUTION CAUSEE PAR L'UTILISATION MASSIVE ET ABONDANT DES MATIERES PLASTIQUES : *Proposition pédagogique pour les élèves de collège*

Nombres de page :88

Nombres de tableau : 20

Nombres de figure :21

RESUME

L'utilisation massive et abondante des matières plastiques est devenue un phénomène habituel pour la population malgache depuis la fin du dix-neuvième siècle et le début du vingtième siècle. Cette utilisation rend les déchets en matière plastique volumineux. Les deux méthodes de récupération existantes à savoir la valorisation et le recyclage tiennent une place importante sur la récupération de ces déchets mais leur mise en application insuffisante. L'objectif de ce mémoire est de faire participer les utilisateurs y compris les élèves et même les enfants. Ce travail a des intérêts industriels et surtout des intérêts pédagogiques notamment les enseignants. Une actualisation des connaissances sur les matières plastiques est introduite pour rappeler les éléments essentiels sur les matières plastiques .Des études pratiques comprenant les enquêtes par questionnaires sont effectués auprès des responsables et ouvriers de la société d'enduction de Madagascar. Ainsi une activité qui fait intervenir quelques élèves a été réalisée. Cette activité est la base de l'élaboration d'une proposition pédagogique appropriée et applicable pour les collèges. Des études peuvent être menées sur la sensibilisation des élèves dans le primaire et même les utilisateurs qui ne vont pas à l'école pour qu'ils prennent aussi leur responsabilité face à ce problème des déchets plastiques

Mots clés : récupération, pollution, Valorisation, matières plastiques, environnement, collèges

Directeur de Mémoire :Madame RAZAFIMBELO Judith

Auteur : RAFALINIRINA Hery Louise

Adresse : Lot VM60 Ter Androntra

