

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -
معهد التكنولوجيا

Département de Génie de Procèdes

Rapport de stage

En vue de l'obtention du diplôme de licence professionnel en :

Génie de la formulation

THEME

Suivie du procédé de fabrication d'emballage en
plastique par injection et soufflage

Réalisée par :

RIAD Walid

SAYAH Ali

Encadrée par :

Dr. BELLACHE Dihia

Tuteur de l'entreprise :

Mr TELMSANI Younes

Année universitaire 2023-2024

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I: Présentation d'entreprise et recherche bibliographique

I. 1 : Présentation d'entreprise..... 2

I. 1. 1 : Description de KAMOPLAST 2

I. 1. 2 : Références de KAMOPLAST..... 2

I. 1. 3 : Produits de KAMOPLAST 2

I. 1. 4 : Organigramme de l'entreprise "KAMOPLAST" 3

I. 2 : Recherche bibliographique 3

I. 2. 1 : Généralités sur les polymères..... 3

I. 2. 2 : Procédés de transformations du plastique 8

Chapitre II : Procédés de fabrication

II. 1 : Matière première 10

II. 1. 1 : Stockage de matière première 10

II. 2 : Processus de fabrication de plastique 11

II. 2. 1 : Le procédé d'injection 11

Chapitre III : Caractérisation des produits finis

III. 1 : Importance des tests assurance qualité..... 19

III. 2 : Les teste..... 19

III. 2. 1 : Inspection visuelle 19

III. 2. 2 : Les tests de fuite 19

III. 3 : Le recyclage 22

III. 4 : Stockage de produit fini	23
Conclusion	24

Liste des figures

Figure I-1 : Produits de KAMOPLAST	3
Figure I-2 : Organigramme de l'entreprise "KAMOPLAST".	3
Figure I-3 : Formule chimique de cellulose.....	5
Figure I-4 : Formule chimique du (PET).....	5
Figure I-5 : Formule chimique de (PS).....	5
Figure I-6 : Formule chimique de (ABS).	6
Figure I-7 : Domaines d'utilisation des polymères.	6
Figure I-8 : Formule chimique de PEHD.	7
Figure I-9 : Formule chimique de PP.	7
Figure I-10 : Formule chimique de PVC.....	7
Figure II-1 : Colorons rouge.....	10
Figure II-2 : Graines de PEHD.....	10
Figure II-3 : Matière première stockée.....	11
Figure II-4 : Sac de PEHD	11
Figure II-5 : Sac de PP	11
Figure II-6 : Sac de PVC	11
Figure II-7 : Schéma de presse d'injection.....	12
Figure II-8 : Presse d'injection.....	12
Figure II-9 : Schéma représentant l'opération d'injection.	13
Figure II-10 : Schéma de presse de soufflage.	15
Figure II-11 : Presse de soufflage.....	15
Figure II-12 : Schéma d'opération de soufflage.....	16
Figure III-1 : Bidonnes défectueux.	19
Figure III-2 : Test de fuite pour les bouteilles vides.	20
Figure III-3 : Test de fuit pour les bouteilles remplies et scellées.	21
Figure III-4 : Test de pression.....	21
Figure III-5 : Teste de poids d'emballage.....	22
Figure III-6 : Un broyeur.....	23
Figure III-8 : Stockage de produit fini	23

Liste des tableaux

Tableau I-1: Propriétés et application des polymères 8
Tableau II-1: Caractéristiques des produits fabriqués par injection..... 14
Tableau II-2: Type des produits fabriqués par soufflage. 17

Liste des abréviations

PEHD : Poly**E**thylène **H**aute **D**ensité

PVC : Poly**C**hlorure de **V**inyle

PP : Poly**P**roplène

PET : Poly**E**thylène **T**éréphtalate

PS : Poly**S**tyrène

ABS : **S**tyrène **A**crylonitrile-**B**utadiène

MP : **M**atière **P**remière

Remerciement

*Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté
de commencer et d'achever ce travail.*

*Tout d'abord, ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide et la supervision
du Mme D.BELLACHE que nous remercions pour la qualité exceptionnelle de
son encadrement, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la période
où nous avons réalisé ce mémoire.*

*Nous remercions Monsieur Y. TELMSANI pour son aide, son soutien moral et
ses encouragements.*

*Nous remercions également tous nos professeurs pour leur générosité et leur
patience malgré leurs responsabilités académiques et professionnelles.*

Introduction Générale

Introduction générale

A nos jours les pièces en matières plastiques peuplent notre vie quotidienne dans tous les domaines d'utilisation. La matière plastique remplace les autres matériaux à savoir, le métal, le carton, le bois, les verres, la céramique et autres matériaux.

L'utilisation répandue des matériaux plastiques offre des solutions de fabrication simples, des réalisations fiables et esthétiques grâce à la diversité des procédés de mise en forme tels que l'injection et le soufflage, le tout à un prix compétitif. Ces avantages constituent une concurrence sérieuse pour d'autres matériaux tels que les métaux et le bois. Les matières plastiques, principalement dérivées du pétrole, sont emblématiques du XXe siècle.

Les polymères sont connus depuis longtemps comme des matériaux organiques d'une grande importance. La structure chimique leur confère une très large variété, ils peuvent être modifiés pour améliorer une ou plusieurs propriétés. Parmi les polymères les plus utilisés aujourd'hui figurent le Polyéthylène haut densité PEHD, le Polypropylène PP et le Polychlorure de Vinyle PVC, sur lesquels KAMOPLAST s'appuie pour fabriquer ses produits.

Ce manuscrit est réparti en trois chapitres : le premier chapitre résume une présentation de l'entreprise KAMOPLAST (MEDEA) où on a effectué notre stage pratique et suivie d'une recherche bibliographique, le deuxième chapitre sera consacré à la présentation des méthodes de fabrications des emballages en plastique dans le troisième chapitre on représentera les méthodes et les résultats de caractérisation des produits finis.

Chapitre I.

Présentation

d'entreprise et recherche

bibliographique

Chapitre I : Présentation d'entreprise et recherche bibliographique

I. 1 : Présentation d'entreprise

I. 1. 1 : Description de KAMOPLAST

Cette société a été créée en 1996 sous le nom PLASTIMED, devenue par la suite Sarl KAMOPLAST en 2003 et est située au capital de wilaya de MEDEA. KAMOPLAST, qui emploie 120 personnes, est spécialisée dans la fabrication d'emballage et de certains accessoires en plastique en (PE, PP et PVC) par soufflage ou injection.

Cette société propose donc des produits personnalisés pour chaque client (modèle, raccourci, logo, etc.). KAMOPLAST dispose de vastes ressources matérielles et humaines compétentes qui garantissent une qualité irréprochable et la garantie de ses produits avec des délais de livraison très courts et respectables et des prix compétitifs.



I. 1. 2 : Références de KAMOPLAST

- HYGINDUST
- SIKA Algerian
- NAFTAL-ENAD
- GRANITEX
- MIXOIL
- BASF
- TOTAL
- PROCHIMAL
- FLAVORAL INTERNATIONAL
- LAFARGE

I. 1. 3 : Produits de KAMOPLAST

- Emballages pour produits chimiques et détergents.
- Emballages pour lubrifiant.
- Emballages pour agro-alimentaire.
- Emballages pour produits médicales.



Figure I-1 : Produits de KAMOPLAST

I. 1. 4 : Organigramme de l'entreprise " KAMOPLAST "

La figure I.2 suivante représente l'organigramme de l'entreprise en question.

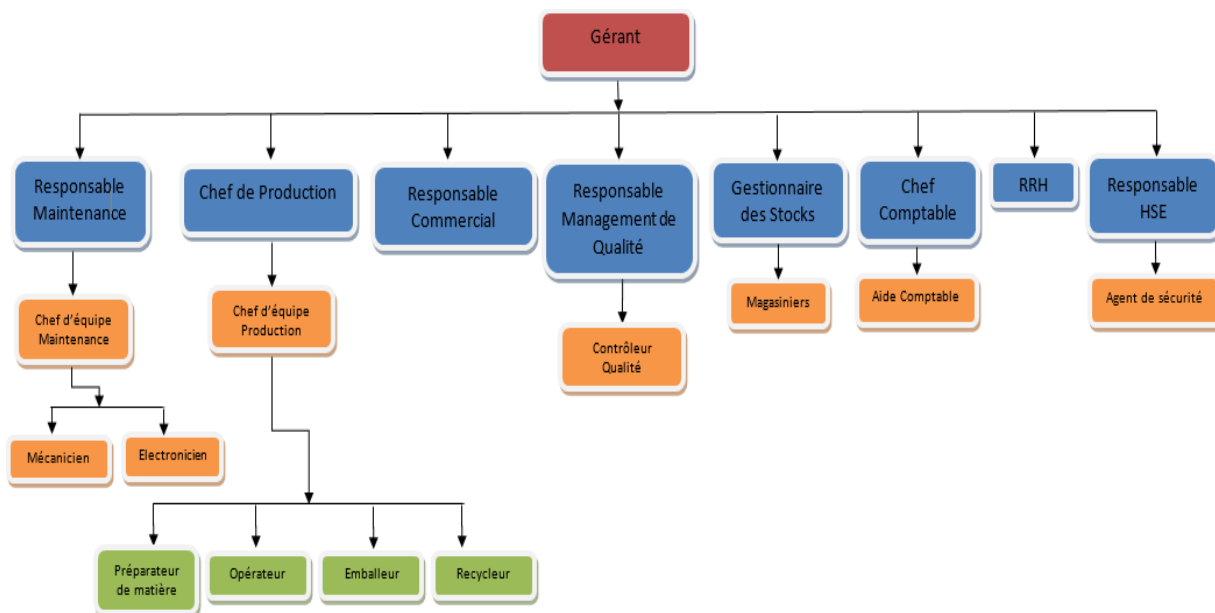


Figure I-2 : Organigramme de l'entreprise " KAMOPLAST ".

I. 2 : Recherche bibliographique

I. 2. 1 : Généralités sur les polymères

Les polymères sont présents dans la plupart des composants des sols, des plantes et des organismes vivants. Ils sont importants dans la nutrition, ils rentrent dans la fabrication des

matériaux nécessaire en génie mécanique, la structure des organismes vivants, la médecine, les ordinateurs, l'exploration spatiale, la santé, l'écologie [1].

Mais la mise en forme des polymères n'est pas comme les autres anciens matériaux, cette mise en forme du polymère à plusieurs méthodes et techniques.

I. 2. 1. 1 : Le plastique

La matière plastique est un polymère principalement composé d'atomes de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote. Il est fabriqué majoritairement par la polymérisation de l'éthylène, du propylène et de l'acétylène qui sont des produits intermédiaires issus du vapocraquage du pétrole, gaz naturel ou encore charbon.

I. 2. 1. 2 : Définition d'un polymère

Le mot polymère nous vient du grec. Les racines «poly et mêros» signifient plusieurs parties. On appelle polymère une grande molécule constituée d'unités fondamentale appelées monomères (ou motifs monomères) reliées par des liaisons covalentes dont sa formule est symbolisée par celle de l'unité répétitive, mise entre parenthèses et accompagnée d'un indice «n» qui indique le nombre de monomères constituant chaque chaîne de polymères. Lorsque ce nombre «n» est inférieur à une dizaine de polymère reçoit le nom d'oligomère [2].

I. 2. 1. 3 : Classification de polymères

Il existe plusieurs façons de classification

I. 2. 1. 3. 1 : Selon les propriétés

- **Polymères thermoplastiques** : Passant de l'état rigide à l'état malléable par une élévation de température ; polymères linéaires ou ramifiés ; fusible et soluble (recyclable).
- **Élastomères** : Polymères linéaires faiblement réticulés (3D), ayant des interactions intermoléculaires extrêmement faibles ; très grande déformabilité.
- **Polymères thermodurcissables** : Réseaux 3D fortement réticulés ; cuisson ; infusible et insoluble (non recyclable) ; propriétés mécaniques généralement supérieures [3].

I. 2. 1. 3. 2 : Selon leur origine

- **Polymères naturels** : Polymères naturels ou polymères à base de plantes obtenus à partir de la nature ou par les organismes vivants
- **Polymère semi-synthétique** : Ces polymères sont préparés par un procédé chimique dans lequel les polymères naturels sont utilisés comme matière première.

- **Polymères synthétiques** : Ce sont des matériaux synthétiques purs et sont préparés par un procédé chimique appelé polymérisation. (Polystyrène, poly isoprène synthétique, etc...) [4].

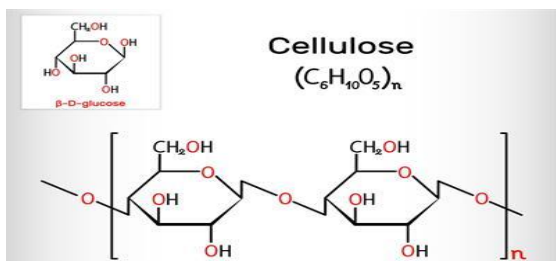


Figure I-3: Formule chimique de cellulose.

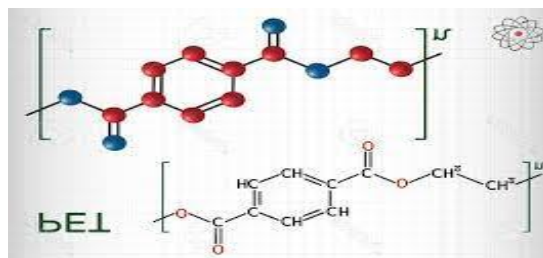


Figure I-4: Formule chimique du (PET)

I. 2. 1. 3. 3 : Selon leur masse molaire moyenne

Le poids moléculaire du polymère est défini comme une distribution plutôt qu'un nombre spécifique parce que la polymérisation se produit de manière à produire une longueur de chaîne différente [4].

I. 2. 1. 3. 4 : Selon le nombre de type d'unités répétitives

- **Les homopolymères Homopolymère**

Est un polymère qui est produit par la polymérisation d'un monomère unique. Par exemple, le polystyrène n'est composé que de résidus de monomère de styrène, ce qui en fait un homopolymère

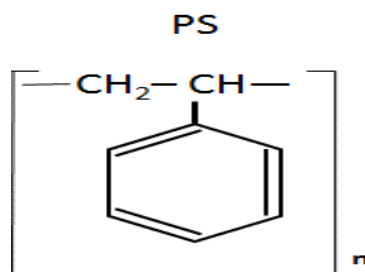


Figure I-5: Formule chimique de (PS)

- **Un copolymère**

Est un polymère constitué de deux ou plusieurs monomères. De nombreux polymères importants sur le plan commercial sont des copolymères, Par exemple, le polyéthylène-acétate de vinyle (PEVA), le caoutchouc nitrile et le styrène acrylonitrile-butadiène (ABS) [4].

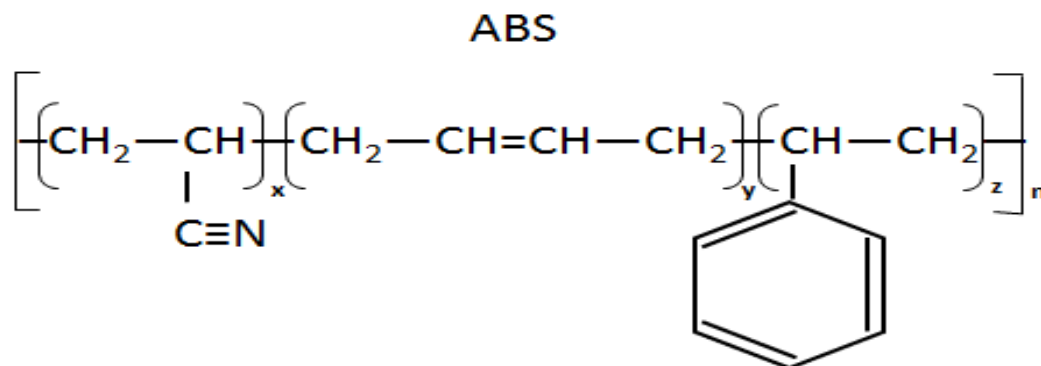


Figure I-6: Formule chimique de (ABS).

I. 2. 1. 4 : Utilisation des polymères

Ils sont très utilisés dans beaucoup d'industries comme l'aéronautique, la cryogénie, les transports, les articles de sport ou l'électroménager et bien d'autres domaines... comme le secteur médical par exemple. On les retrouve dans beaucoup de produits de la vie courante comme la peinture, les caoutchoucs, les plastiques, les emballages, les fibres artificielles de synthèse pour le textile, le papier [5].

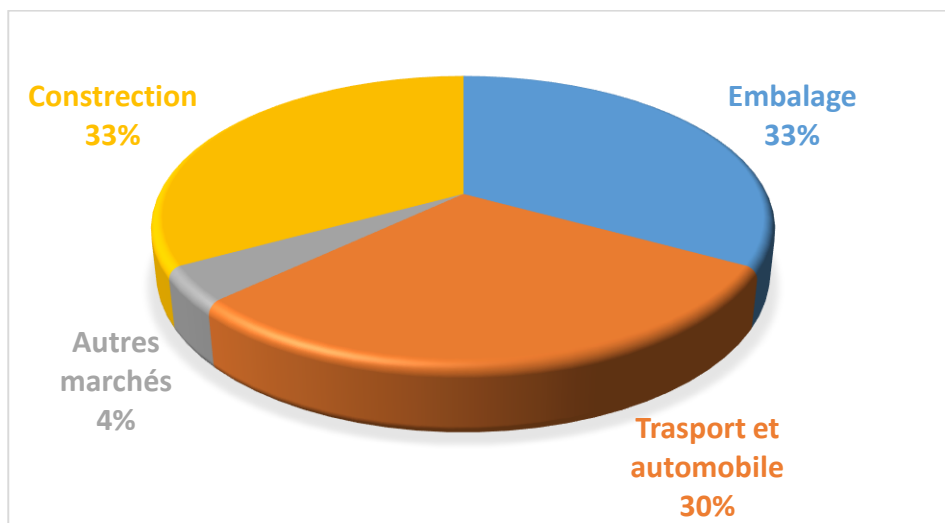


Figure I-7: Domaines d'utilisation des polymères.

I. 2. 1. 5 : Les polymères les plus utilisés

I. 2. 1. 5. 1 : Le polyéthylène haut densité (PEHD)

Le polyéthylène haut densité (PEHD) est un polymère thermoplastique de grande diffusion. Il fait partie de la famille des polyoléfines, au même titre que les polyéthylènes basse ou moyenne densité, et le propylène, qui font l'objet d'articles séparés dans le présent traité [6].

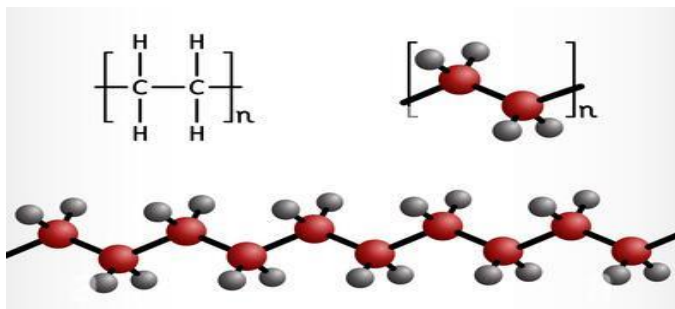


Figure I-8: Formule chimique de PEHD.

I. 2. 1. 5. 2 : Le polypropylène (PP)

Le polypropylène, également appelé polypropène, est une résine thermoplastique obtenue par polymérisation de monomère du propylène grâce à des catalyseurs. Abrégé PP ou PPI, la formule chimique de cette matière plastique est la suivante : $(-CH_2-CH[CH_3]-)_n$ [7].

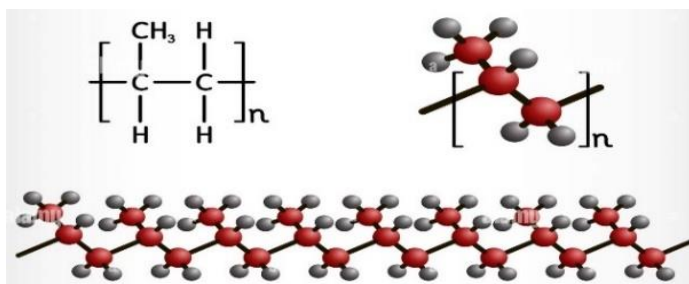


Figure I-9: Formule chimique de PP.

I. 2. 1. 5. 3 : Le polychlorure de vinyle (PVC)

Le polychlorure de vinyle (PVC) existe depuis la fin du XIXe siècle, bien qu'il n'ait été produit commercialement que dans les années 1920 ; c'est la deuxième matière plastique la plus consommée après le polyéthylène. Les produits en PVC peuvent être rigides ou flexibles, opaques ou transparents, colorés, isolants ou conducteurs. Il n'existe pas un seul PVC, mais toute une famille de produits conçus sur mesure pour répondre aux besoins de chaque application. Le PVC est extrêmement rentable par rapport à d'autres matières plastiques et présente une grande polyvalence en termes d'utilisation finale et de possibilités de traitement [8].

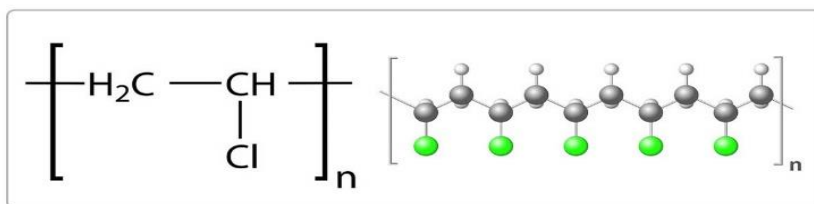


Figure I-10: Formule chimique de PVC.

I. 2. 1. 6 : Propriété et application des polymères les plus utilisés

Tableau I-1: Propriétés et application des polymères

Nom des polymères	Propriété	Application
PEHD	Barrière eau, gaz, UV Inertie chimique Opacité Rigidité Résistance aux chocs Résistance à l'abrasion, glisse Tenue à la pression Tenue aux températures	Accessoires de salles de bain Bacs de rangement Bidons Bouteilles Flacons Gainages de câbles Canalisations (gaz, eau) Palettes
PP	Barrière vapeur d'eau Inertie chimique Transparence Rigidité Légèreté	Bouchons Boîtes Cageots Classeurs Conteneurs
PVC	Barrière liquides, gaz Inertie chimique Transparence Isolant Résistance au vieillissement Légèreté	Joints Bottes Bouteilles d'eau minérale Canalisations Chaises Classeurs

I. 2. 2 : Procédés de transformations du plastique

Différentes technologies sont disponibles pour transformer les plastiques, et le choix des méthodes de fabrication repose principalement sur les polymères. Les procédés les plus couramment utilisés sont :

- L'injection plastique ;
- Le soufflage ;
- L'injection soufflage ;
- L'extrusion ;

- Le thermoformage ;
- L'expansion moulage ;
- Le roto moulage ;
- Le malaxage ;

I. 2. 2. 1 : L'injection plastique

Le procédé d'injection est un procédé de mise en forme des thermoplastiques par moulage permettant la production de pièces minces jusqu'à quelques millimètres d'épaisseur. Ce procédé est très répandu pour les productions de grandes séries comme l'automobile, l'électroménager ou l'électricité, l'injection permet de fabriquer des pièces de géométrie complexe en grande série [9].

I. 2. 2. 2 : Le soufflage

Le moulage par soufflage permet de fabriquer des pièces creuses en plastique, en gonflant un tube de plastique chauffé à l'intérieur d'un moule, jusqu'à ce qu'il lui donne la forme souhaitée.

Le moulage par soufflage fonctionne à des pressions bien moins élevées que le moulage par injection, ce qui contribue à faire baisser le coût d'outillage. Comme le moulage par injection ou le filage, le moulage par soufflage est un procédé continu qui peut être complètement automatisé, ce qui augmente le rythme de production et diminue les coûts des unités [10].

Chapitre II.

Procédés de fabrication

Chapitre II : Procédés de fabrication

L'emballage en plastique est largement utilisé dans de nombreux secteurs industriels pour protéger et présenter des produits. Ce chapitre vise à suivre les procédés fabrication de l'emballage en plastique à partir de trois matériaux spécifiques, le polyéthylène haute densité (PEHD), polychlorure de vinyle (PVC) et le polypropylène (PP). Ces matériaux sont des matériaux plastiques couramment utilisés en raison de leurs propriétés remarquables. Ces matériaux offrent différentes caractéristiques qui les rendent adaptés à diverses applications d'emballage.

II. 1 : Matière première

La matière première utilisée pour fabriquer l'emballage plastique est la suivante :

- PVC granulé.
- PP granulé.
- PEHD granulé.
- Colorons.



Figure II-1: Colorons rouge.



Figure II-2: Graines de PEHD.

II. 1. 1 : Stockage de matière première

La matière première est généralement conditionnée dans des sacs de 25 kg palettisés. Il peut également être livré en vrac (dans des citernes) ou en demi-vmac (dans des caisses en carton ou des conteneurs souples). Avant son utilisation, la matière première (PVC, PE, PEHD, les additifs) doit être stockée dans de bonnes conditions (température et l'humidité) pour maintenir sa qualité.



Figure II-3: Matière première stockée.



Figure II-4: Sac de PEHD



Figure II-5: Sac de PP



Figure II-6: Sac de PVC

II. 2 : Processus de fabrication de plastique

KAMOPLAST s'appuie sur deux méthodes de transformation du plastique : l'injection et le soufflage. Le PP et le PVC sont utilisés dans le processus d'injection, tandis que le PEHD est utilisé dans le processus de soufflage.

II. 2. 1 : Le procédé d'injection

II. 2. 1. 1 : Presse d'injection

Le fonctionnement d'une presse à injecter pour la production de pièces est relativement simple. Des granulés de 2 à 3 mm de plastique sont versés dans la trémie. Ensuite, cette matière est ramollie en étant portée à 200°C 250°C grâce à l'action combinée de la friction de la vis et des colliers de chauffe. La matière ainsi malléable est poussée vers la buse puis injectée dans le moule grâce au vérin d'injection. La pression d'injection peut atteindre 2 500 bars. La matière se répartit de façon homogène dans la cavité de l'outillage pour prendre sa forme définitive. La pièce est ensuite refroidie en quelques secondes entre 50°C et 80°C afin de la solidifier. La presse ouvre l'outillage et les éventuels tiroirs, la pièce est éjectée par la batterie d'éjection et chute dans un bac ou est saisie par un robot manipulateur. La presse se reforme et le cycle recommence.

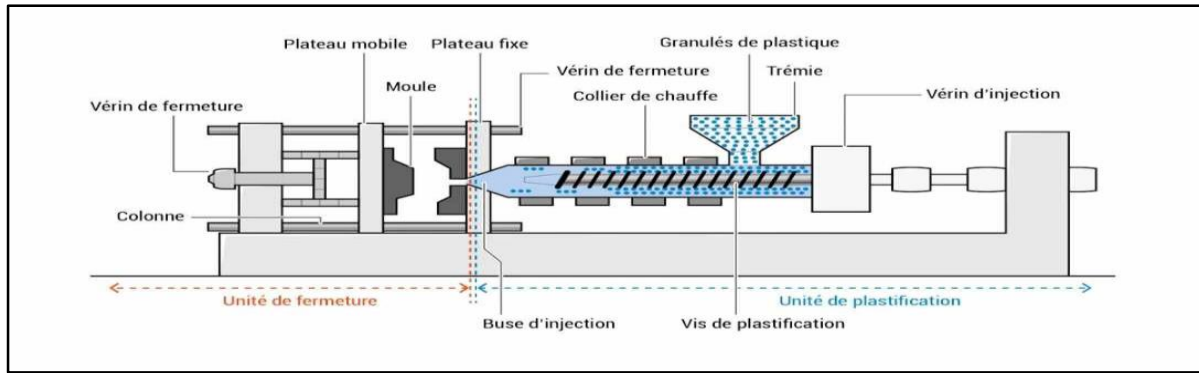


Figure II-7: Schéma de presse d'injection.



Figure II-8: Presse d'injection.

II. 2. 1. 2 : Le Principe de procédé

L'injection permet de fabriquer des pièces de géométrie complexe en grande série, suivant un principe simple de fonctionnement.

En effet, le polymère thermoplastique est chauffé afin de lui donner de cohésion d'un liquide visqueux.

Ce liquide est ensuite injecté dans un moule, réalisé en plusieurs parties. Le polymère se refroidit jusqu'à l'état solide à la suite de quoi la pièce est extraite après ouverture de l'outillage. Une nouvelle injection est réalisée quand l'outillage est à nouveau fermé.

II. 2. 1. 3 : Le mode opératoire

- La matière plastique avant transformation (PP et PVC) se présente sous forme de petit granulé dépassant rarement le quelques millimètre. Ces granulés servent à alimenter la vis de plastification (type vis sans fin). Celle-ci est chauffée et régulée en température via le fourreau de plastification. La rotation de la vis de plastification (entraînée par un moteur hydraulique) et l'action conjuguée de la température du fourreau permet de ramollir les granulés de matière plastique les amenant jusqu'à un état visqueux.

- Cette matière est acheminée à l'avant de la vis de plastification donnant ainsi une réserve de matière prête à être injectée (c'est ce que l'on appelle la phase de dosage).
- Viens ensuite la phase d'injection dynamique ou la matière présente à l'avant de la vis de plastification, est injectée sous forte pression à l'intérieur d'un moule présentant la forme de la pièce souhaitée. Le moule est régulé à une température inférieure à la température de transformation (allant de 15 °C à 130 °C dans certains cas).
- La 3^{ème} étape est la phase de maintien, où l'on applique une pression constante durant un temps déterminé afin de continuer à alimenter les empreintes bien que celle-ci soit remplie. Afin de palier au retrait de la matière durant sont refroidissement. La pièce est refroidie durant quelques secondes puis éjectée.
- Un nouveau cycle peut commencer à régler les paramètres et réglages : température du fourreau, température de la matière, température du moule d'injection, pressions durant l'injection et durant le maintien, la contrepression, la vitesse de rotation de la vis.

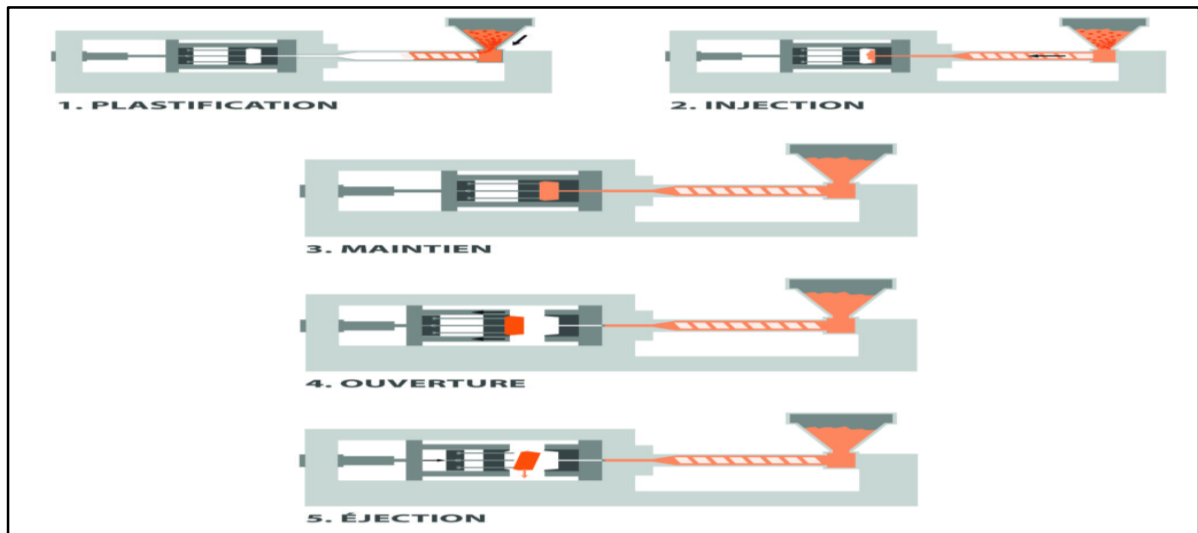






Figure II-9: Schéma représentant l'opération d'injection.

II. 2. 1. 4 : Les caractéristiques produites fabriqués par injection dans KAMOPLAST

Les produits fabriqués par injection dans KAMOPLAST sont :

- Les bouchons ;
- Les joints des bouchons ;
- Les joints des siphons ;
- Les petites boîtes de gel ;

Tableau II-1: Caractéristiques des produits fabriqués par injection.

Le produit	Caractéristique
<p data-bbox="493 304 678 331">Les bouchons</p> 	<p data-bbox="857 304 1019 331">Matière : PP</p> <p data-bbox="857 359 1122 386">Poids : 12 / 15 / 20 g</p> <p data-bbox="857 413 1170 441">Diamètre : 38 / 45 / 55 g</p> <p data-bbox="857 468 1159 495">Épouseur : 2 / 3 / 5 mm</p> <p data-bbox="857 522 1321 550">Couleur : bleu, noire, blanc, vert</p>
<p data-bbox="435 581 753 609">Les joints des bouchons</p> 	<p data-bbox="857 581 1045 609">Matière : PVC</p> <p data-bbox="857 636 1036 663">Poids : 3 / 5 g</p> <p data-bbox="857 690 1203 718">Diamètre : 30 / 35 / 40 mm</p> <p data-bbox="857 745 1117 772">Épouseur : 2 / 3 mm</p> <p data-bbox="857 800 1052 827">Couleur : blanc</p>
<p data-bbox="440 858 737 886">Les joints des siphons</p> 	<p data-bbox="857 858 1045 886">Matière : PVC</p> <p data-bbox="857 913 1013 940">Poids : 50 g</p> <p data-bbox="857 968 1105 995">Diamètre : 120 mm</p> <p data-bbox="857 1022 1078 1050">Épouseur : 3 mm</p> <p data-bbox="857 1077 1170 1104">Couleur : vert, rouge</p>
<p data-bbox="428 1157 748 1184">Les petites boites de gel</p> 	<p data-bbox="857 1157 1019 1184">Matière : PP</p> <p data-bbox="857 1211 1068 1239">Poids : 15 / 20 g</p> <p data-bbox="857 1266 1089 1293">Diamètre : 50 mm</p> <p data-bbox="857 1320 1078 1348">Épouseur : 2 mm</p> <p data-bbox="857 1375 1279 1402">Couleur : blanc .rose, marron</p>

II. 2. 2 : Le procédé de soufflage

II. 2. 2. 1 : Presse de soufflage

Le soufflage est couramment utilisé dans les lignes de production de gaines et de films en continu. Il consiste à extruder un tube à le pincer à quelque distance de la filière à l'aide de deux panneaux et de rouleaux de direction, et à le gonfler en envoyant de l'air sous faible pression à travers l'axe de la filière.

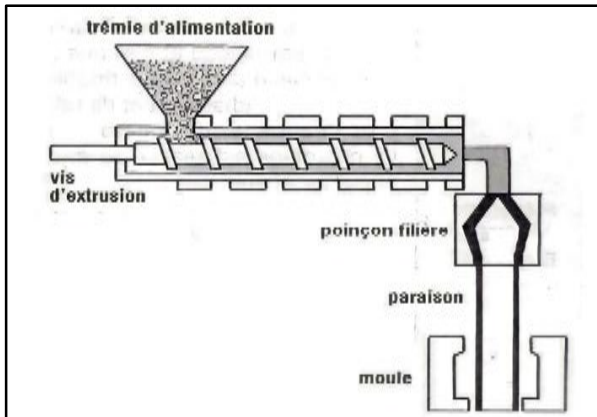


Figure II-10: Schéma de presse de soufflage.



Figure II-11 : Presse de soufflage.

II. 2. 2. 2 : Le Principe du procédé

L'extrudeuse est composée d'une vis d'extrusion placée dans un fourreau fixe transformant la matière solide en un flux homogène de plastique fondu.

La matière fondue est alors transférée vers la tête d'extrusion (poinçon filière) qui règle la forme et l'épaisseur de la paraison.

La forme désirée de la pièce à fabriquer est découpée dans un moule. La paraison est gonflée par injection d'air contre les parois du moule.

Le moule comporte des canaux de refroidissement afin d'évacuer la chaleur du plastique pour solidifier le bidon.

II. 2. 2. 3 : Le mode opératoire

- **Extrusion de la paraison** : la matière plastique est introduite sous forme de granules dans une trémie. Ces granules sont ensuite chauffés (jusqu'à une température de 200°C pour le polyéthylène) et ramollis dans une vis d'extrusion. Le vérin d'extrusion pousse alors la matière jusqu'à la tête contenant la filière d'extrusion. La matière extrudée prend alors la forme d'un tube appelé "paraison" d'une longueur définie, autour duquel est positionné le moule ouvert.

- **Fermeture du moule** : Ensuite mettre en contact et refermer les deux parties du moule autour de cette paraison. Pour que la fermeture soit hermétique, la matière est collée à chacun des 2 bouts. Le corps creux hermétique ainsi formé est prêt à accueillir l'aiguille de soufflage

- **Soufflage de la paraison** : Il existe plusieurs techniques de soufflage de la paraison, par canne ou par aiguille de soufflage. Dans les 2 cas, le principe est le même : insuffler de l'air

pour plaquer la matière contre les parois du moule. Ce moule est ensuite refroidi afin de figer la matière, tout en la maintenant sous pression.

- **Durée de refroidissement** : un paramètre variable Le refroidissement est une étape sensible. Si la pièce est sortie trop rapidement, elle se déforme. Un refroidissement plus lent peut ainsi être nécessaire si la pièce doit comporter des parties parfaitement droites.
- **Dégonflage et ouverture** : Une fois la matière figée, on relâche la pression au niveau de l'aiguille : la pièce se dégonfle. Le moule s'ouvre alors et libère la pièce toujours fermée à ses 2 bouts.
- **Finition** : Les deux parties qui servaient à maintenir la paraison hermétiquement fermée peuvent maintenant être retirées, à l'aide d'un outil coupant. Ces déchets de démoulage sont récupérés et réintroduits dans le cycle de production. La pièce peut également subir d'autres opérations de finition : découpe, ébavurage, perçage et assemblages de plusieurs parties.

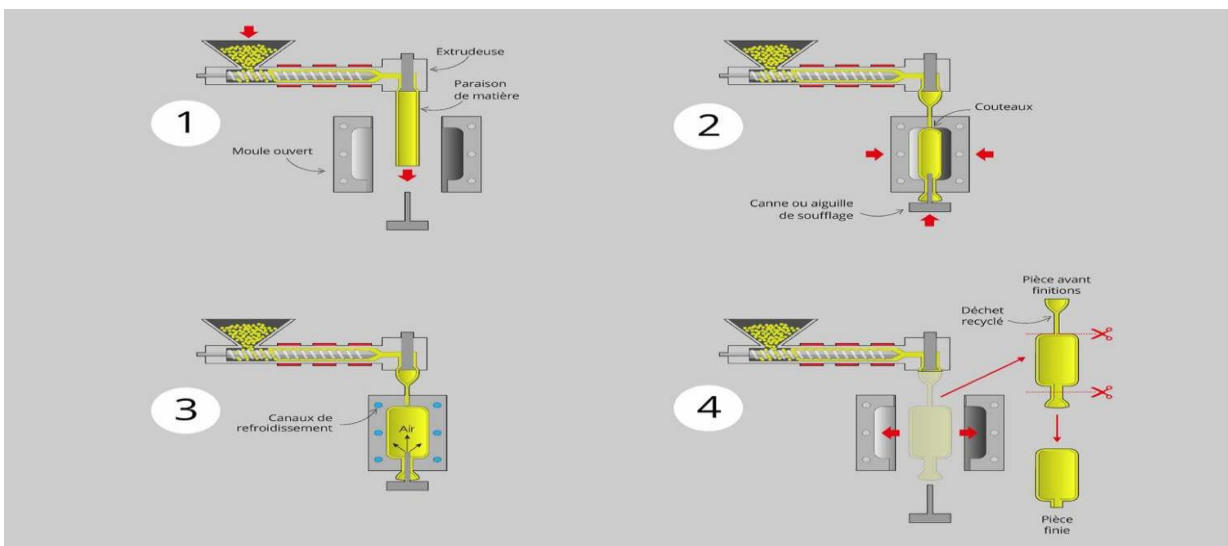






Figure II-12: Schéma d'opération de soufflage.

II. 2. 2. 4 : Type des produits fabriqués par soufflage dans KAMOPLAST

Les produits fabriqués par injection dans KAMOPLAST sont :

- Les jerricans
- Les bidons
- Les bouteilles
- Les siphons

Tableau II-2: Type des produits fabriqués par soufflage.

Le produit	Caractéristique
<p data-bbox="444 302 626 333">Les jerricans</p> 	<p data-bbox="862 302 1068 333">Matière : PEHD</p> <p data-bbox="862 359 1354 390">Poids : 500 / 600 / 900 / 1100 / 1200 g</p> <p data-bbox="862 415 1268 447">Contenance : 10 / 15 / 20 / 25 L</p> <p data-bbox="862 472 1386 504">Teinte : transparent, blanc, bleu, rouge...</p> <p data-bbox="862 529 1325 560">Dimensions : H : 300 /350 /370 mm</p> <p data-bbox="1036 585 1365 617">Long : 290 /300 /330 mm</p> <p data-bbox="1036 642 1382 674">Large : 190 /250 / 255 mm</p> <p data-bbox="862 699 1455 730">Dimensions étiquettes : H : 120 /150 /180 mm</p> <p data-bbox="1170 735 1455 766">L : 120 /150 /190 mm</p>
<p data-bbox="461 800 610 831">Les bidons</p> 	<p data-bbox="862 800 1068 831">Matière : PEHD</p> <p data-bbox="862 856 1247 888">Poids : 100 / 160 / 180 / 200 g</p> <p data-bbox="862 913 1117 945">Contenance : 2 /5 L</p> <p data-bbox="862 970 1386 1001">Teinte : transparent, blanc, bleu, rouge...</p> <p data-bbox="862 1026 1325 1058">Dimensions : H : 270 /280 /300 mm</p> <p data-bbox="1027 1083 1422 1115">Long : 150 /180 /200 /220 mm</p> <p data-bbox="1027 1140 1349 1171">Large : 85 /100 /125 mm</p> <p data-bbox="862 1197 1390 1228">Dimensions étiquettes : H : 140 /160 mm</p> <p data-bbox="1170 1253 1390 1285">L : 120 /160 mm</p>
<p data-bbox="444 1295 626 1327">Les bouteilles</p> 	<p data-bbox="862 1295 1068 1327">Matière : PEHD</p> <p data-bbox="862 1352 1114 1383">Poids : 30 /40 /70 g</p> <p data-bbox="862 1409 1243 1440">Contenance : 1L /750 /900 ml</p> <p data-bbox="862 1465 1370 1497">Teinte : transparent, blanc, bleu, vert ...</p> <p data-bbox="862 1522 1325 1554">Dimensions : H : 225 /235 /245 mm</p> <p data-bbox="1036 1579 1276 1610">D : 75 /80 /90 mm</p>
<p data-bbox="456 1625 615 1656">Les siphons</p> 	<p data-bbox="862 1625 1068 1656">Matière : PEHD</p> <p data-bbox="862 1682 1094 1713">Poids : 350 /400 g</p> <p data-bbox="862 1738 1114 1770">Diamètre : 100 mm</p> <p data-bbox="862 1795 1032 1827">Tente : Gréer</p>

Chapitre III.
Caractérisation des
produits finis

Chapitre III : Caractérisation des produits finis

Comme des produits de haute qualité au meilleur coût est une des premières exigences dans l'industrie moderne, un contrôle qualité fiable est obligatoire, où le produit est soumis à plusieurs tests. Vient ensuite l'étape d'emballage, et le produit répond aux meilleures spécifications pour être utilisé par le client.

III. 1 : Importance des tests assurance qualité

Les tests certifient leur durabilité et leur aptitude à l'emploi, qu'il s'agisse d'emballages des produits alimentaires, médicales ou de produits chimiques.

III. 2 : Les tests

III. 2. 1 : Inspection visuelle

Les travailleurs examinent minutieusement chaque emballage pour détecter tout défaut visible, tel que les déchirures, les plis, les bulles d'air, les taches ou les marques. Ils suivent des critères stricts définis par l'entreprise pour assurer une évaluation uniforme de la qualité.



Figure III-1: Bidonnes défectueux.

III. 2. 2 : Les tests de fuite

Les tests de fuite et d'étanchéité des emballages font partie des méthodes utilisées pour s'assurer de l'intégrité de ces contenants. Ces processus de contrôle restent essentiels avant l'écoulement d'un produit sur le marché.

III. 2. 2. 1 : Le test de fuite pour les bouteilles vides

Le test d'étanchéité pour les bouteilles vides fonctionne en appliquant une pression sur le bouchon de la bouteille (en soufflant de l'air dans la bouteille) lors de son passage dans la machine. S'il y a une fuite d'air, l'appareil la détecte. Ce test permet de déceler facilement :

- Les trous d'épingles.
- Les éventuelles ruptures sous pression.

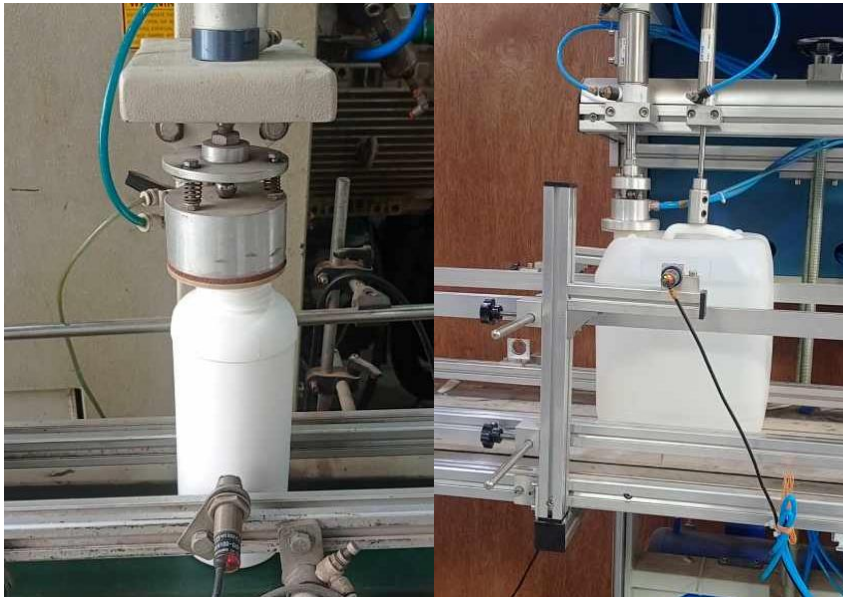


Figure III-2: Test de fuite pour les bouteilles vides.

III. 2. 2. 2 : Le test de fuite pour les bouteilles remplies et scellées

Le test d'étanchéité pour les bouteilles remplies et scellées fonctionne en appliquant une pression latérale à la bouteille lors de son passage dans la machine et en calculant le gradient de chute de pression correspondant. Ce test permet de déceler facilement :

- Détection de défauts dans le couvercle, ou d'une mauvaise fermeture.
- Détection de fuite sur le flacon au niveau du bouchon.



Figure III-3: Test de fuit pour les bouteilles remplies et scellées.

III. 2. 2. 3 : Le test de résistance

Le test de résistance est une méthode utilisée pour évaluer la capacité d'un matériau à résister à différentes contraintes physiques telles que la pression, la torsion, la déformation, la traction, etc. Dans le contexte de l'emballage plastique, le test de résistance peut impliquer :

III. 2. 2. 3. 1 : Test de pression

Appliquer une pression contrôlée sur l'emballage pour évaluer sa résistance à la déformation ou à la rupture.



Figure III-4: Test de pression

III. 2. 2. 4 : Le test de corrosion chimique

Les tests de corrosion chimique visent à évaluer l'effet des produits chimiques sur un conteneur, notre exemple consiste à tester l'effet du benzène (un solvant organique) sur les contenants. Dans ce test, les contenants sont exposés à l'essence et remplissent l'un des contenants

réels qui contenant l'essence. Bien fermer pour éviter l'évaporation. Les échantillons sont placés dans un environnement approprié, à une température normale et à une pression atmosphérique normale, et laissés pendant une certaine période, allant généralement de 24 à 72 heures. Évaluation post-exposition : Après la fin de la période d'exposition, les conteneurs sont vidés de l'essence et séchés. Ils sont ensuite examinés pour déceler tout changement d'apparence tel que les fissures, la décolorations et la perte de dureté. Si les colis présentent une bonne résistance à la corrosion de l'essence et ne présentent aucun signe de détérioration, le colis peut convenir au transport d'essence. Ce test est appliqué à tous les autres matériaux, tels que les détergents et les huiles...etc.

III. 2. 2. 5 : Teste de poids d'emballage

Dans ce test, le produit est pesé directement après la fin du processus de fabrication à l'aide d'une balance pour confirmer le poids. S'il ne correspond pas au poids requis, il est soumis au broyage, et s'il correspond, il est destiné à l'emballage.



Figure III-5: Teste de poids d'emballage.

Ces tests permettent de déterminer si l'emballage plastique est conforme aux spécifications requises en termes de résistance et de durabilité, et s'il est adapté à l'utilisation prévue sans compromettre la sécurité du produit qu'il contient.

III. 3 : Le recyclage

Dans ce processus, les emballages défectueux et les déchets sont broyés et transformés en très petites miettes, en tenant compte de la couleur. Chaque couleur de plastique est broyé séparément à l'aide d'un broyeur afin de réutiliser cette dans une nouvelle production. Ce procédé permet de réduire le volume des déchets et d'optimiser l'utilisation de la matière première.



Figure III-6: Un broyeur.

III. 4 : Stockage de produit fini

Le processus de stockage du produit fini dans l'usine KAMOPLAST comprend l'attribution d'espaces au sein de l'usine équipés de systèmes de stockage tels que des étagères et des plateformes. Une grande attention est portée au maintien de la sécurité et de la qualité des produits stockés en appliquant plusieurs procédures. Ces procédures incluent la fourniture d'un environnement de stockage approprié et organisé pour les produits (en s'assurant que les produits ne sont pas directement exposés au soleil, en s'assurant qu'il n'y a pas de températures élevées qui pourraient affecter la forme des produits, en plaçant tous les produits dans des sacs en plastique pour faciliter leur organisation et ne pas les exposer à la poussière), ce qui garantit leur disponibilité continue pour la commercialisation et la distribution.



Figure III-7: Stockage de produit fini

Conclusion

Conclusion

Ce stage a été extrêmement bénéfique car il nous a donné l'opportunité de découvrir le domaine de la transformation et du moulage des polymères, tels que la transformation du PVC, du PEHD et du PP en emballage et accessoires en plastique par les méthodes d'injection et de soufflage.

De plus, nous avons participé concrètement aux essais que nous avons réalisés chez KAMOPLAST, qui nous a pris en charge pendant notre stage.

En outre, ce stage nous a permis de repérer les principales étapes qui assurent le contrôle de la qualité des bouteilles en PVC, PEHD ou PP.

Ce stage a également eu un impact positif sur le développement des compétences de travail en équipe et de communication avec des collègues dans un environnement industriel réel.

L'efficacité de cette formation a vraiment dépassé nos attentes, nous sommes très satisfaits.

Référence
bibliographiques

Référence bibliographique :

- [1] McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, 10th Edition, Volume 14 (PLASQUI), 11 June 2007.
- [2] M. Reyne. Technologie des plastiques, 3eme Edition, Paris, 1998.
- [3] Dr, Yue Zhao. Chimie des polymères. Université de Sherbrooke, 1999.
- [4] Dr .CHAKER Yassine ; Cours LES POLYMERES ; Universitaire Tissemsilt October2020.
- [5] P. Combette, I.Ernoult, Physique des polymères, Hermann Éditeurs, 2005.
- [6] Reynald Dossogne Technician. Ingénieur.10 février 1996.
- [7]https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/polypropylene_pp.php4 consulté le 10/05/2024.
- [8] S.G.Patrick, Practical guide to polyvinyl chloride, United Kingdom, Publishing 2005.
- [9] E. Mathey : « Optimisation numérique du refroidissement des moules d'injection de thermoplastiques basée sur la simulation des transferts thermiques par la méthode des éléments frontières », Thèse de doctorat, l'Université Toulouse III, 2004.
- [10] Comprendre les processus de fabrication du plastique : un guide complet Actualisé : 11 novembre 2021 .

Résumé

L'industrie d'emballage en plastique revêt une grande importance pour maintenir la sécurité et la qualité des produits et pour assurer leur protection pendant le transport et le stockage. Pour fabriquer ces emballages et leurs accessoires, les granulés de certains polymères (plastiques) extraits du pétrole, comme le PEHD, le PVC et le PP, sont transformés selon plusieurs techniques, notamment : Soufflage : dans ce processus, le plastique est fondu et injecté dans un moule spécifique, puis le plastique est soufflé dans le moule à l'aide d'air, après quoi le plastique est refroidi à l'intérieur du moule, ce qui conduit à la formation d'un produit selon la conception du moule. Injection : dans ce processus, des granulés de plastique sont fondus et injectés dans un moule métallique à travers un petit trou. Le plastique est ensuite refroidi à l'intérieur du moule jusqu'à ce qu'il soit prêt à être retiré, ce qui donne lieu à des pièces en plastique finies avec précision et de haute qualité.

Abstract

The plastic packaging industry plays an important role in maintaining the safety and quality of products, and protecting them during transport and storage. To manufacture these packages and their accessories, granules of certain polymers extracted from petroleum, such as HDPE, PVC and PP are transformed using several techniques, including: Blowing: In this process, the plastic is melted and injected into a specific mold, then the plastic is blown into the mold using air, after which the plastic is cooled inside the mold, leading to the formation of a product according to the mold's design. Injection molding: In this process, plastic granules are melted and injected into a metal mold through a small hole. The plastic is then cooled inside the mold until it is ready to be removed, resulting in high quality, precision-finished plastic parts.

ملخص

تعتبر صناعة العبوات البلاستيكية ذات أهمية كبيرة للحفاظ على سلامة وجودة المنتجات وحمايتها أثناء النقل والتخزين ولصناعة هذه العبوات وملحقاتها، يتم تحويل حبيبات بعض البوليمرات المستخرجة من البترول، مثل البولي إيثيلين عالي الكثافة والبولي كلوريد الفينيل والبولي بروبيلين، باستخدام عدة تقنيات منها: النفخ: في هذه العملية يتم صهر البلاستيك وحقنه في قالب معين، ثم يتم نفخ البلاستيك في القالب باستخدام الهواء، وبعد ذلك يتم تبريد البلاستيك داخل القالب، مما يؤدي إلى تكوين منتج وفقاً لتصميم القالب. القولبة بالحقن: في هذه العملية، يتم صهر حبيبات البلاستيك وحقن البلاستيك في قالب معدني من خلال ثقب صغير. ثم يتم تبريد البلاستيك داخل القالب حتى يصبح جاهزاً للإزالة، مما ينتج عنه أجزاء بلاستيكية عالية الجودة.