

Les matériaux plastiques

Procédés de mise en forme

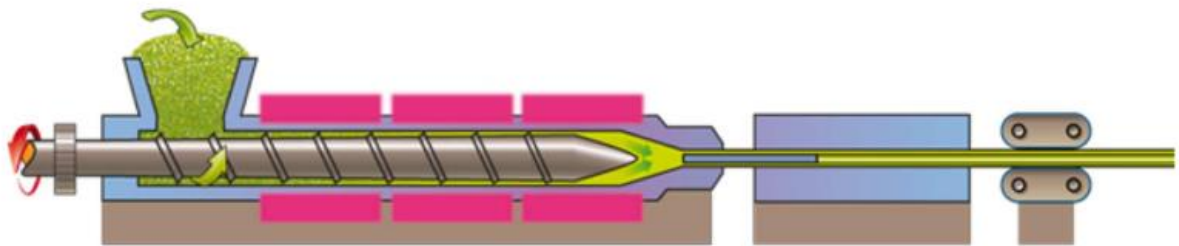
Les techniques de transformation des plastiques dépendent de la nature des polymères, du type d'objet à former, du nombre de pièces à réaliser et aussi du degré de précision souhaité. Les principaux procédés de fabrication industrielle sont : l'injection, l'injection soufflage, l'extrusion, l'extrusion soufflage, le thermoformage, le moulage, le calandrage et le rotomoulage.

1. Les procédés en continu

Ces procédés reposent sur la fabrication en continu de profilés, ce qui permet de former de grandes longueurs de matériau aux caractéristiques identiques. Ces procédés sont compétitifs car ils permettent de produire une série de pièces identiques à partir du même profilé.

1.1/ L'extrusion

Ce procédé consiste à contraindre un matériau à traverser une filière pour former un profilé en continu. Ce procédé est adapté à un large éventail de plastiques thermoplastiques.



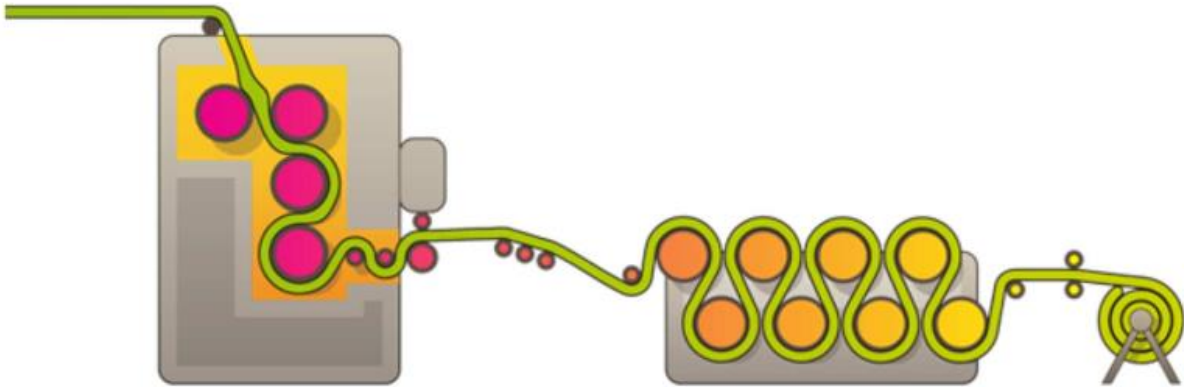
On verse le polymère sous forme de granulés dans la trémie de l'extrudeuse.

La matière est ensuite entraînée et ramollie par une vis sans fin qui tourne dans un cylindre chauffé. La matière, sous forme de pâte, est poussée par cette vis vers la tête de sortie qui donne une forme au produit plastique et qui est ensuite refroidi. On peut obtenir des objets semi finis de différentes formes :



1.2/ Le calandrage

C'est un procédé qui permet de fabriquer des feuilles ou des films en grande quantité et il est réservé à la production à grande échelle.



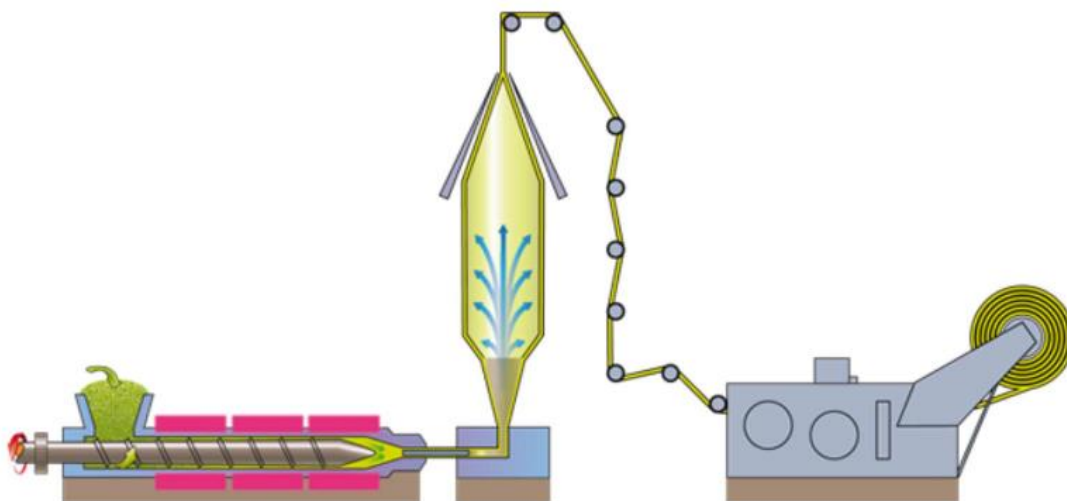
La matière plastique préalablement fondue est envoyée entre des gros rouleaux chauffants actionnés à des vitesses différentes ce qui permet d'étirer le film. L'écartement des cylindres est soigneusement ajusté selon l'épaisseur (de 0,06 à 1,2 mm) et le fini souhaité. Les feuilles passent ensuite sur des cylindres de refroidissement avant d'être enroulées.

Vidéo sur le calandrage de sol PVC :

<http://fr.rubberplasticmachinery.com/pvc-calendering-machine/high-efficiency-pvc-plastics-floor-sheet.html>

1.3/ L'extrusion-soufflage ou extrusion-gonflage

Ce procédé permet de fabriquer un film de plastique de plusieurs centaines de mètres de long et d'épaisseur variable de 10 à 250 μm . On utilise en général du PE (polyéthylène) à basse et haute densité, du PP (polypropylène) ou du nylon. Ses principales applications sont les sacs poubelles, les sacs plastiques, les films alimentaires, etc..



On fait fondre des granulés plastiques avant de faire passer le plastique fondu à travers une filière cylindrique en insufflant de l'air. On gonfle le tube à paroi mince obtenu à la sortie de la filière pour former une énorme bulle de plastique. La bulle est étirée verticalement jusqu'en haut de la filière pour former une immense gaine de plastique. L'épaisseur et le diamètre varient selon le débit de l'air insufflé dans la gaine. Arrivée à une certaine hauteur, la gaine se fige et s'aplatit. Ce tube passe dans un système de rouleaux et forme un film enroulé et conditionné sur de gros rouleaux.

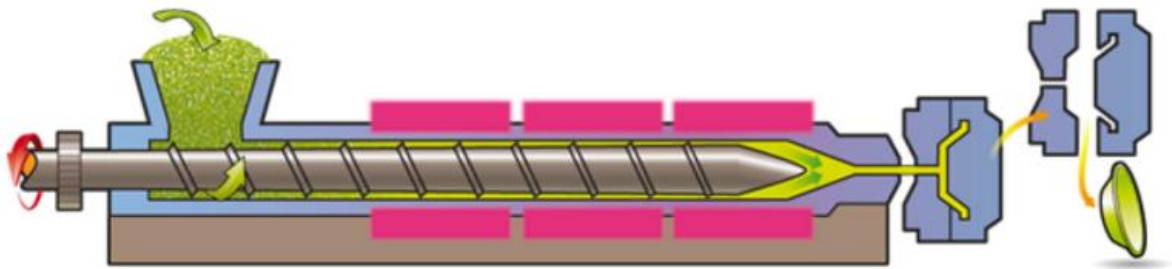
Principe de l'extrusion gonflage :

<https://www.youtube.com/watch?v=XRyLnTSeVyY>

2. Les procédés pour produits creux à parois fines

2.1/ L'injection

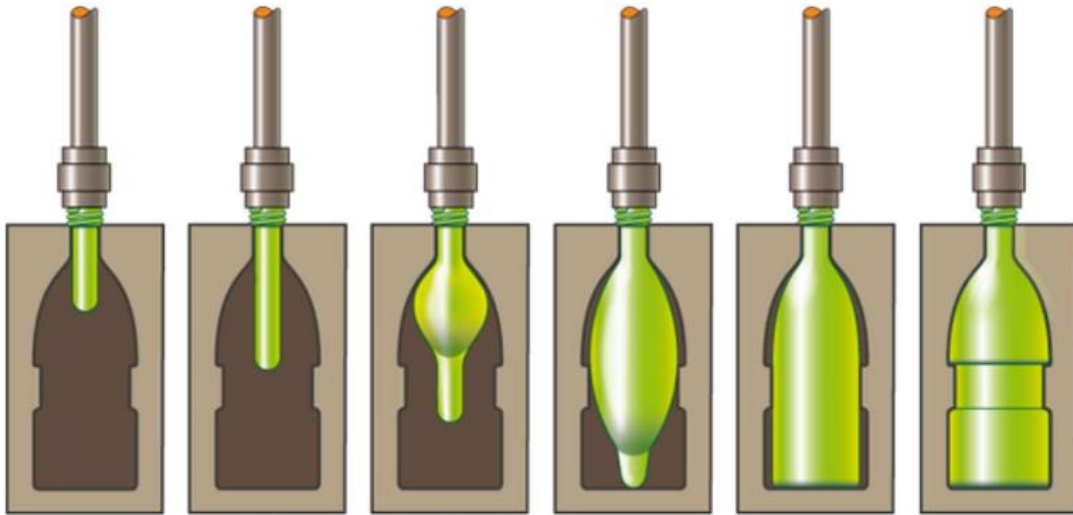
La matière plastique sous forme de granulés, est versée dans une trémie pour alimenter une vis sans fin logée dans un tube chauffé. Elle y est comprimée, malaxée et chauffée. Ce traitement mécanique et thermique fournit une pâte fondante et homogène sans bulle qui est poussée par la vis en rotation vers un orifice. La matière expulsée sous pression par la vis d'injection à travers ce trou vient remplir un moule fermé et refroidi. Au contact des parois froides, elle prend la forme du moule et se solidifie. Le moule s'ouvre ensuite pour faire sortir la pièce. Pour changer la forme de la pièce, il suffit de changer de moule.



Ce procédé permet une transformation en discontinu des thermoplastiques. On obtient après démoulage des produits finis ou semi-finis de formes complexes en une seule opération. C'est une méthode de production très rapide pour produire des objets en très grande quantité. La technique de fabrication est fréquente pour fabriquer des objets moulés de qualité, parfois de forme compliquée dans le domaine de l'automobile, du jouet ou de l'électronique. On peut réaliser des objets très volumineux, par contre, il n'est pas possible de faire des parois supérieures à 6 mm. Les préformes de bouteille d'eau minérale qui ne peuvent pas être réalisées par extrusion sont fabriquées par cette technique d'injection.

2.2/ L'injection soufflage

C'est un procédé utilisé pour fabriquer la plupart des bouteilles et des flacons. On utilise des pièces semi-finies obtenues par injection. Par exemple, pour les bouteilles d'eaux minérales, le plastique est préformé et le goulot est déjà entièrement formé.

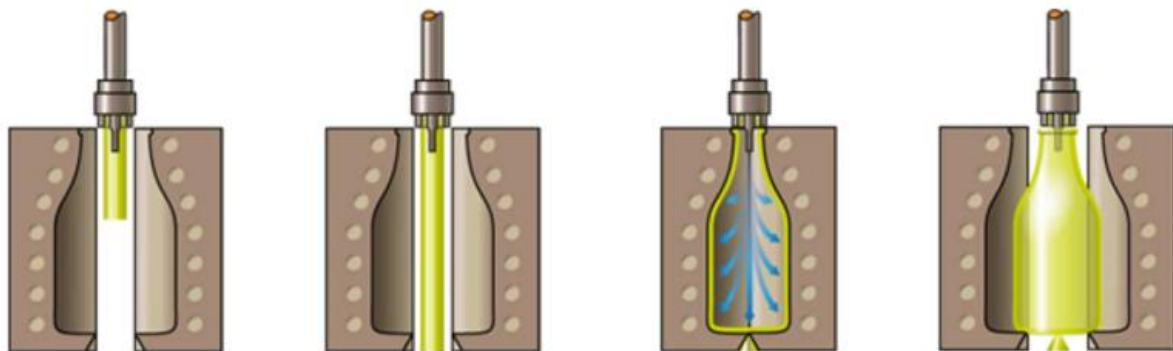


Le corps de la préforme est chauffé puis une tige étire la préforme jusqu'au fond du moule. Enfin, un très puissant jet d'air plaque la matière contre les parois du moule. La préforme prend alors la forme et le moule est refroidi puis ouvert pour faire sortir la bouteille. Comme pour l'injection, pour changer la forme de la bouteille, il suffit de changer de moule.

2.3/ L'extrusion soufflage

Ce procédé combine la technique de l'extrusion avec celle du soufflage. Il permet de fabriquer des objets creux comme des bouteilles de lait ou des flacons de lessive par exemple.

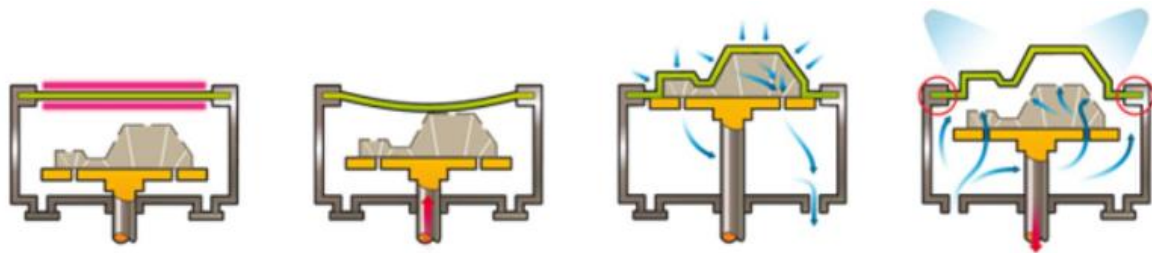
Un tube de matière est d'abord formé par extrusion simple puis introduit dans un moule en deux parties. Le moule se referme et vient « pincer » la matière plastique. De l'air est injecté dans le moule afin que le tube adopte parfaitement les parois où il est très rapidement refroidi. L'objet fabriqué est enfin démoulé.



Ce procédé est rentable si les volumes de production sont élevés car les coûts d'outillage sont élevés. La vitesse de production peut être très importante et atteindre les 60 000 pièces à l'heure pour des contenants de petite taille (moins de 700mL). Cependant ce procédé n'est utilisable qu'avec des formes creuses et simples

2.4/ Le thermoformage

C'est un procédé de seconde transformation dans lequel la matière arrive sous forme de plaques, de tubes ou de profilés. Le matériau est ramolli par chauffage avant d'être déformé et mis en forme par un moule métallique. La parfaite adhésion du polymère sur le moule se fait par aspiration sous vide.

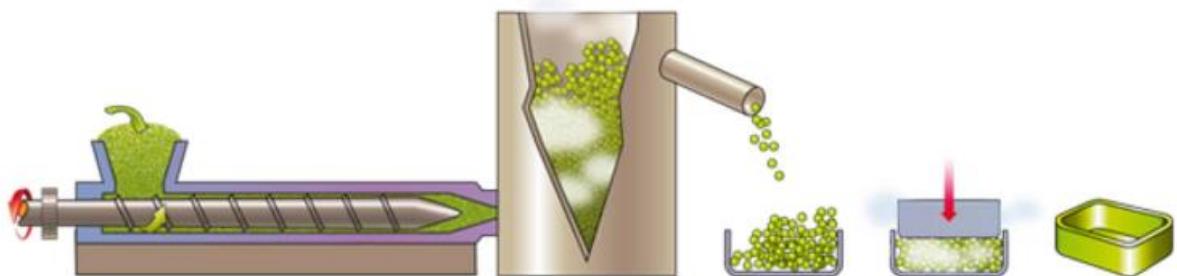


Il est possible de réaliser des pièces dont les parois sont fines et des pièces de grande taille. Les plaques de polystyrène ou d'ABS sont particulièrement adaptées à ce type de transformation. Cette technique est utilisée pour produire des objets aux formes géométriques simples comme des pots de yaourts, des cabines de douche, des baignoires, des éléments de carrosserie.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=-NYZIQcILg8>

2.5/ L'expansion moulage

Le polystyrène est un polymère qui se présente avant transformation sous forme de petites billes non expansées. Elles renferment des micro-inclusions de pentane à l'état liquide qui se transforment en gaz lors de l'expansion. Dans une chaudière, en présence de vapeur d'eau, la matière se ramollit et le gaz qu'elle contient se dilate. Les petites billes gonflent, comme du pop-corn, en gardant une forme sphérique régulière. Cette première expansion est réalisée dans de grandes cuves en inox et permet d'obtenir jusqu'à 30 fois le volume initial du polystyrène non expansé.



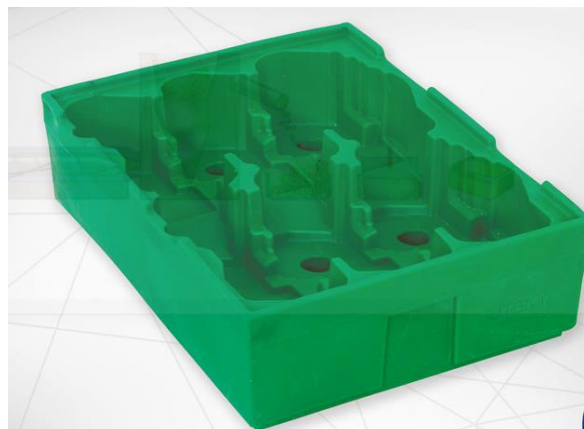
Dans un deuxième temps, après séchage, les billes pré-expansées sont introduites dans un moule fermé et sont soumises à une nouvelle expansion grâce à l'injection de vapeur d'eau. Les billes augmentent de volume et collent les unes aux autres dans le volume intérieur du moule. Cette technique est utilisée pour fabriquer toutes sortes d'emballages en polystyrène expansé : emballages de protection pour appareils fragiles, caisses à poissons, barquettes alimentaires ...

2.6/ Le rotomoulage

Le rotomoulage est un procédé de fabrication de corps creux. Il ne permet pas d'atteindre des pièces avec des angles aussi nets que par injection. Il permet cependant d'obtenir un vaste choix de formes et une épaisseur de paroi comprise entre 2 et 15 mm. Il est possible de former des pièces de quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres.

On introduit d'abord un polymère (PE, PP, PS, ABS, nylon) sous forme de poudre dans un moule froid. Le rapport entre la quantité de poudre et les dimensions du moule détermine l'épaisseur des parois du produit fini. Le moule est ensuite placé dans un four, où il est chauffé de manière uniforme et mis lentement en rotation sur deux axes. Le polymère, devenu fluide, ruisselle et adhère aux parois du moule. Enfin, le moule, toujours en rotation, est refroidi par un jet d'air ou d'eau puis la pièce est démoulée.

Exemples de pièces rotomoulées :



Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=eb0tjB0oYu0>