

Chapitre 2. Phases d'injections des plastiques

Introduction

Les techniques de **mise en forme des matériaux** ont pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. C'est un travail qui nécessite de maîtriser parfaitement les paramètres expérimentaux (composition du matériau, température, pression, vitesse de refroidissement, etc.). Les techniques diffèrent selon les matériaux (leur solidité, l'usage, etc.).

a- Thermoplastiques

Pour les thermoplastiques (polyéthylène haute densité (PEHD), polyéthylène basse densité (PEBD), polypropylène (PP), polystyrène (PS), polyéthylène téréphtalate (PET), polychlorure de vinyle (PVC)), on part de poudres, de granulés ou de produits semi-finis sous forme de plaques ou de films. En chauffant la matière on la fait passer d'un état solide à un état plastique. Elle peut alors être mise en forme dans un moule ou par un autre procédé.

b- Thermodurcissables

Pour les thermodurcissables (mélamine-formaldéhyde (MF), urée-formaldéhyde (UF), phénol-formaldéhyde (PF), exemples : colles époxydes, polyester insaturés (UP), polyuréthane (PUR)), les produits de base sont livrés à l'état de polymérisation partielle. Cette dernière va s'achever dans le moule sous l'action de catalyseurs, d'accélérateurs voire de chaleur. Le démoulage arrive quand la polymérisation est déjà assez avancée pour que l'objet conserve les propriétés souhaitées.

Le but de la transformation est, dans des conditions techniques, économiques et écologiques satisfaisantes, de :

- donner la forme et l'aspect voulus au polymère pour obtenir la pièce ou le demi-produit à fabriquer ;
- conserver formes et aspects jusqu'à la mise en service (et après) ;
- amener les propriétés physiques, mécaniques, sensorielles au stade voulu. Les polymères de départ peuvent avoir :
 - des formes physiques très variées, depuis des liquides fluides jusqu'à des solides de grandes dimensions
 - des états chimiques différents : monomères, oligomères, polymères thermoplastiques ou thermodurcissables. Dans ce dernier cas le durcissement ou la réticulation constitue une étape supplémentaire intervenant obligatoirement lorsque la mise en forme est effective. Certains polymères utilisés couramment à l'état thermoplastique peuvent être éventuellement réticulés, comme le polyéthylène, ce qui améliore ses propriétés mécaniques et chimiques.

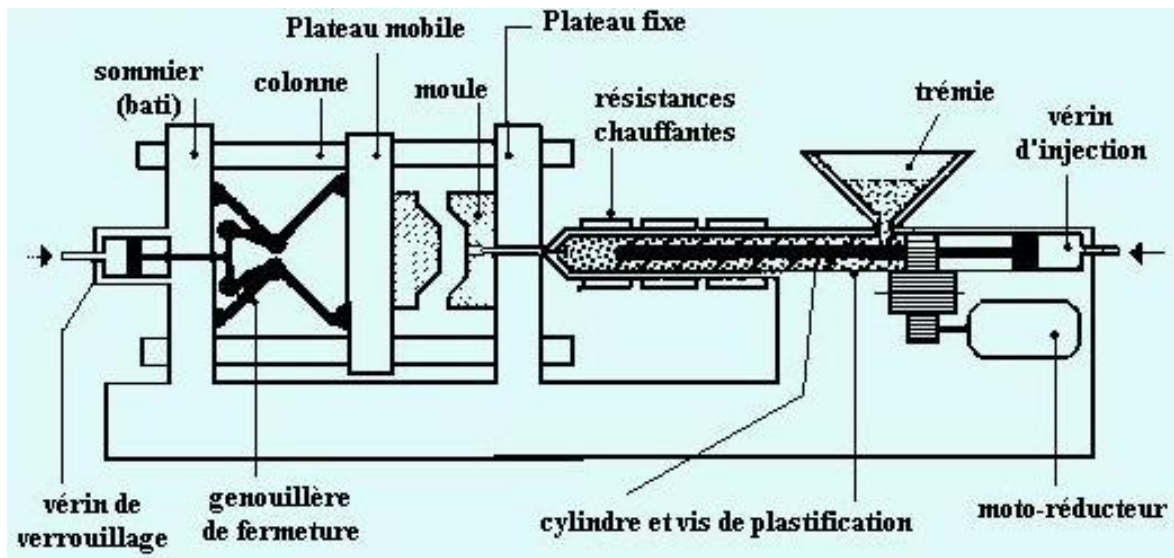
1. Le procédé injection

Le moulage par injection, aussi appelé injection plastique, est un procédé de mise en oeuvre des thermoplastiques. La plupart des pièces en thermoplastique sont fabriquées avec des presses d'injection plastique : la matière plastique est ramollie puis injectée dans un moule, et ensuite

Phases d'injection des plastiques

refroidie. Le moulage par injection est une technique de fabrication de pièces en grande ou très grande série. Il concerne avant tout les matières plastiques et les élastomères (caoutchoucs) mais aussi divers métaux et alliages à point de fusion relativement bas : alliages d'aluminium, de zinc (Zamak) ou encore laitons

2. Structure de la presse d'injection



On rencontre des composants moulés par injection dans de très nombreux produits manufacturés : automobile, électroménager, matériel informatique, mobilier... Pour les pièces métalliques, les dimensions sont relativement limitées (les carters de boîtes de vitesses en aluminium sont coulés par injection) mais pour les plastiques elles vont de quelques millimètres à plusieurs mètres (éléments de carrosseries automobiles, tables de jardin, par exemple). Les moules, installés sur une machine spéciale (presse), sont constitués le plus souvent de deux coquilles (partie fixe et partie mobile) qui sont fortement pressées l'une contre l'autre au moment du moulage puis écartées pour permettre l'éjection de la pièce moulée. Outre ces coquilles, le moule peut comporter un ou plusieurs noyaux destinés à former les parties creuses de la pièce et des poinçons permettant de réserver des ouvertures dans ses parois. Il arrive fréquemment que l'on place dans le moule des « inserts » qui se retrouveront par la suite inclus dans la pièce : il s'agit le plus souvent d'éléments filetés qui pallient localement la résistance insuffisante du matériau constituant le corps de la pièce

3. Procédé de mise en œuvre par injection plastique :

1. La matière plastique avant transformation se présente sous forme de petit granulé dépassant rarement de quelques millimètre. Ces granulés servent à alimenter la vis de plastification (type vis sans fin).
2. 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 de visqueux.
3. 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).
4. 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 (ou cavité) 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).
5. La 3e étape est la phase de maintien, où l'on applique une pression constante durant un temps déterminé afin de continuer à alimenter les empreintes malgré que celle-ci soit remplie. Ceci afin de palier au retrait de la matière durant est refroidissement. La pièce est refroidie durant quelques secondes puis éjectée.
6. Un nouveau cycle peut commencer Paramètres et réglages : Les temporisations principales à régler sont :

- Le dosage, l'injection, l'ouverture, la fermeture, l'éjection, la post pression.

Autres paramètres :

- Température du fourreau, température de la matière, température du moule injection
- Pressions durant l'injection et durant le maintien, la contrepression, la vitesse de rotation de la vis, la course de dosage
- Courses d'ouvertures et d'éjections etc.

4. Le cycle d'injection

- Déroulement du cycle d'injection
- Le cycle d'injection minimal est décrit sur la figure 1.

Phases d'injection des plastiques

- Pour réaliser ce cycle, les principales fonctions d'une presse à injecter sont donc :
- Ouvrir et fermer le moule ;
- Verrouiller le moule ;
- Injecter la matière fondue dans le moule ;
- Maintenir la matière fondue sous pression dans les empreintes ;
- Ejecter les pièces après refroidissement ;
- Fondre la matière.

Pour réaliser ce cycle, les fonctions suivantes sont nécessaires :

- Alimenter la presse en granulés ;
- Faire fondre les granulés ;
- Doser le volume de matière fondue qui va être introduit dans le moule ;
- Introduire la matière fondue dans le moule...

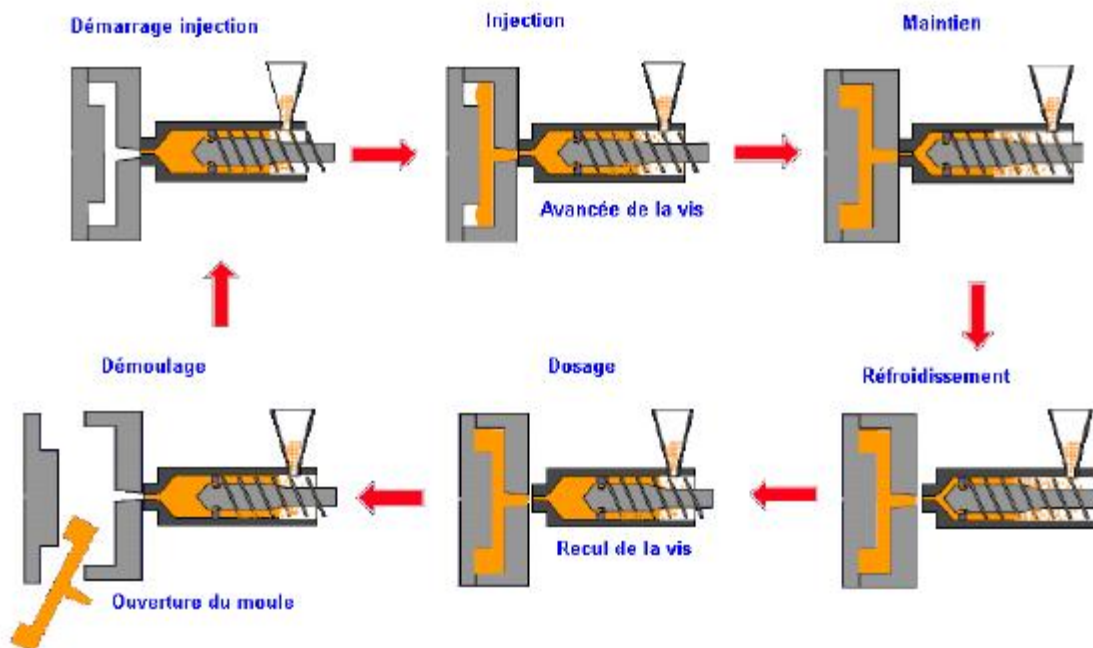


Schéma représentatif du cycle d'injection

On rencontre des composants moulés par injection dans de très nombreux produits manufacturés : lunettes, automobiles, électroménagers, matériel informatique, mobiliers... Pour les pièces métalliques, les dimensions sont relativement limitées (les carters de boîtes de vitesses en aluminium sont coulés par injection) mais pour les plastiques elles vont de quelques millimètres à plusieurs mètres (éléments de carrosseries automobiles, tables de jardin, par exemple). Les moules, installés sur une machine spéciale (presse), sont constitués le plus souvent de deux coquilles (partie fixe et partie mobile) qui sont fortement pressées l'une contre l'autre au moment du moulage puis écartées pour permettre l'éjection de la pièce moulée.

5. Phases d'un cycle d'injection

Le cycle d'injection d'une pièce se déroule en cinq phases :

1. Plastification :

Dans cette première phase, l'extrémité du fourreau est obturée par la buse et la vis tourne en reculant pour accumuler en tête de vis le polymère plastifié et chaud ;

2. Remplissage :

Lorsque la quantité voulue de la résine nécessaire à l'injection d'une moulée est plastifiée, la buse s'ouvre et la vis fait office de piston pour injecter sous haute pression et à grande vitesse le polymère dans le moule fermé refroidi à une température nettement inférieure à celle de la résine injectée ;

3. Compactage :

En se refroidissant dans le moule, le polymère se contracte, ce que l'on compense partiellement en maintenant la pression pendant que l'on continue à injecter du polymère fondu. Le processus cesse lorsque la matière contenue dans le canal d'alimentation reliant la buse de la presse à injecter au moule est solidifiée ;

4. Refroidissement et maintien :

Le refroidissement du polymère, lent en raison de sa faible conductivité thermique, est poursuivi jusqu'à une consolidation physique suffisante de la pièce ;

5. Ejection :

L'opération de démoulage est manuelle ou plus souvent automatisée. Pour des raisons économiques, l'éjection intervient le plus rapidement possible, dès que la pièce est manipulable sans déformation, et le refroidissement complet n'est obtenu qu'après la sortie du moule.

Certaines phases du cycle d'injection sont partiellement imbriquées, par exemple le compactage et le refroidissement, la plastification de la moulée suivante et le refroidissement de la moulée en cours.

Exemple d'injection du PET

1. *La matière plastique, comme le PET recyclé, se présente sous forme de granulés de quelques millimètres.*

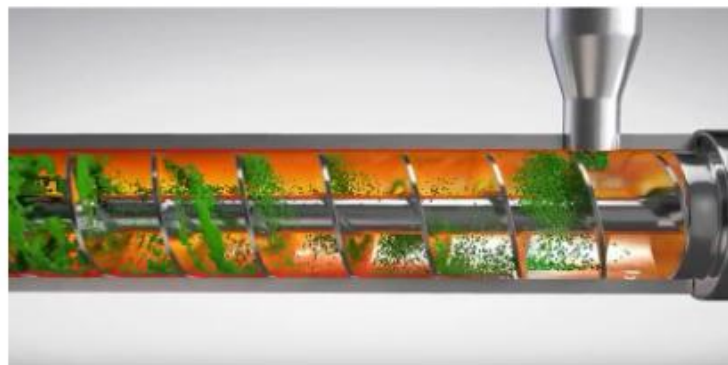


Les granulés de PET sont séchés durant 7h entre 175° et 180°C dans un sécheur à gaz afin de retirer toutes les molécules d'eau présente dans le PET car c'est un matériau microporeux.

2. Ces granulés sont ensuite introduits dans une vis sans fin, entraînée par un moteur hydraulique. Le fourreau de la vis est chauffé à plus de 285°C. Cette chaleur, combinée au frottement subi par les granules dans la vis sans fin permet de ramollir les granules de PET, qui passent à l'état fondu, donc déformable.



3. Cette matière est acheminée à l'avant de la vis sans fin, pour préparer une réserve de matière prête à être injectée : c'est la phase de dosage.



4. Vient ensuite la phase d'injection dynamique, où la matière présente à l'avant de la vis de plastification est injectée sous forte pression (180 bars) à l'intérieur d'un moule présentant la forme de la préforme souhaitée.



Le moule est réglé à une température inférieure à la température de fusion pour que l'objet ne se déforme pas.

5. Puis c'est la phase de maintien, où l'on applique une pression constante durant un temps déterminé afin de continuer à alimenter les moules déjà remplis. Cela permet de pallier le rétrécissement de la matière durant son refroidissement. Enfin, la pièce est refroidie avec de l'eau glacée durant quelques secondes puis éjectée.



Des moules de 48, 72 et 96 cavités permettant de réaliser des préformes sur des cycles situés entre 7 et 11 secondes.