

# Transformation des matières plastiques [1-4]

## TABLE DES MATIERES

Introduction .....	2
Injection.....	3
Injection soufflage .....	3
Injection bi-composants (moulage par réaction).....	3
Extrusion .....	3
Extrusion gonflage.....	4
Extrusion soufflage.....	4
Thermoformage .....	4
Compression .....	4
Enduction .....	4
Calandrage .....	5
Extrusion cast .....	5
Revêtements par poudre .....	5
Stratification – lamification – imprégnation.....	5
RTM (Résin transfer moulding).....	6
Infusion.....	6
Divers .....	6
Bibliographie .....	6
Auteurs .....	7

## INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est de donner un bref aperçu des différentes méthodes mises en œuvre pour transformer les polymères ou mélanges de polymères en semi-produits ou en produits finis. Cela permet de mieux expliquer les risques qui en découlent et de se familiariser avec les termes employés.

## INJECTION

La matière est transformée par chauffage en un fluide plus ou moins visqueux que l'on contraint à s'écouler sous la pression d'une vis-piston mobile à l'intérieur d'un moule. Le moule est refroidi pour les thermoplastiques et chauffé pour les thermodurcissables. Les principales résines thermodurcissables sont les formo-phénoliques, mélamines formol, urées-formol, époxy, polyester etc.

## INJECTION SOUFLAGE

La matière est injectée dans un moule pour obtenir une préforme, objet creux de petite taille à parois de dimensions contrôlées. La préforme est réchauffée pour atteindre l'état caoutchouteux. Elle est ensuite transférée dans un deuxième moule où par soufflage de l'air à l'intérieur de la préforme, le polymère est plaqué sur les parois refroidies du moule et figé dans sa forme finie.

Cette technique est réservée aux thermoplastiques.

## INJECTION BI-COMPOSANTS (MOULAGE PAR REACTION)

Cette technique est apparentée à l'injection, exception faite qu'ici le polymère est formé dans le moule par la réaction de deux composants. L'avantage est lié à la facilité de mise en œuvre car les deux composants sont sous forme liquide avec des viscosités inférieures à celle d'un polymère fondu. Les principales résines utilisées par cette technique sont les polyuréthanes.

## EXTRUSION

Cette opération consiste à faire passer la matière fondue au travers d'une filière pour lui conférer un profil déterminé. Elle est réalisée dans une machine appelée « extrudeuse » constituée essentiellement d'une ou plusieurs vis sans fin tournant à l'intérieur d'un cylindre chauffé. La matière en granulés, en poudre ou en paillettes y est introduite, chauffée, malaxée, et cisailée par la vis puis transportée vers l'extrémité où une filière lui donne la forme recherchée du profilé. Cette technique est principalement réservée aux thermoplastiques et aux caoutchoucs.

## EXTRUSION GONFLAGE

La technique consiste à extruder une mince gaine par l'opération classique d'extrusion. Celle-ci est ensuite gonflée par de l'air passant par l'axe de la tête-filière. Le contrôle du refroidissement de la matière permet de régler l'étirage de la gaine et ainsi obtenir les dimensions souhaitées. Cette technique est réservée aux thermoplastiques.

## EXTRUSION SOUFFLAGE

Cette autre technique dérivée de l'extrusion permet l'obtention de corps creux. La technique consiste à extruder un tube/gaine chaud. Un moule se referme sur le tube chaud en sortie de l'extrudeuse. Le tube est soufflé avec de l'air par l'axe de la tête-filière utilisée pour épouser la forme du moule. Le moule est refroidi et fige le thermoplastique dans la forme désirée. Cette technique est réservée aux thermoplastiques.

## THERMOFORMAGE

Une feuille de thermoplastique obtenue préalablement par extrusion ou calandrage est préchauffée au-dessus de la température de ramollissement et est ensuite plaquée par aspiration ou pression sur la forme 3D désirée et maintenue jusqu'au refroidissement.

## COMPRESSION

La méthode consiste à presser directement la matière dans l'empreinte d'un moule à chaud. La poudre à mouler, pastillée ou non, préchauffée ou non, est introduite dans un moule chaud, puis comprimée pendant un temps plus ou moins long. Cette technique est utilisée pour les résines aminoplastes, phénoplastes, polyesters, polyépoxydes, silicones et polyimides. Des dérivées de cette technique existent avec des renforts (fils courts, tissus, mats etc.) pré-imprégnés de résine.

## ENDUCTION

La matière sous forme de pâte (plastisol) est déposée en couche très mince sur un support (papier, tissu, aluminium, fils). L'ensemble passe ensuite dans un four de cuisson.

## CALANDRAGE

La matière est préalablement malaxée à l'état fondu dans une extrudeuse ou un mélangeur interne. La matière fondue est ensuite déposée entre deux rouleaux à haute température (calandre) pour former un bourrelet. La matière dans le bourrelet passe lentement ensuite entre une série de rouleaux chauffés qui lui donnent la forme et l'épaisseur souhaitées.

## EXTRUSION CAST

Cette technique permet de mettre en forme des films de quelques micromètres (10 à 300  $\mu\text{m}$ ). La matière plastique à l'état fondu est passée au travers d'une filière plate puis étirée et refroidie sur un rouleau. Les vitesses d'extrusion sont très élevées et permettent de fabriquer des films de qualité à très grande vitesse.

## REVETEMENTS PAR POUDRE

Il est possible de fabriquer des objets ou de revêtir des métaux en faisant fondre et s'agglomérer certaines poudres thermoplastiques ou thermodurcissables au contact d'une surface métallique chauffée. La couche de matière ainsi formée, d'épaisseur sensiblement constante, possède, après un refroidissement, des propriétés mécaniques suffisantes pour de nombreuses applications. Des peintures sans solvant et sous forme de poudres sont aujourd'hui mise en œuvre sur ce même principe.

## STRATIFICATION – LAMIFICATION – IMPREGNATION

La résine liquide est appliquée au pinceau ou au pistolet sur un moule (généralement du polyester), en couches alternées avec des tissus ou fibres de verre (polyesters stratifiés) [1] ou bien entre des feuilles de papier ou de tissu (lamifiés). Cette technique est principalement

réservée aux thermodurcissables car elle implique une réaction chimique pour donner à l'objet fini la rigidité souhaitée.

On peut aussi imprégner le support avec une résine dissoute dans un solvant.

## RTM (RESIN TRANSFER MOULDING)

Généralement utilisé pour les polymères thermodurcissables renforcés. Le renfort est appliqué dans le moule ouvert. Une fois fermée le moule est mis sous vide à l'aide de pompes. Le polymère est transféré dans le moule par le vide créé auparavant. Cette technique est appelée aussi injection sous basse pression. Une version appelée RTM light comprend l'utilisation de moules en polymère et non en métal appropriés aux petites séries.

## INFUSION

Technique similaire à la RTM light excepté le contre-moule qui est remplacé par une bâche plastique. Cette technique est utilisée pour réduire les coûts ou pour des objets de grande taille et forme géométrique complexe. Le renfort est appliqué sur un moule recouvert ensuite par une bâche plastique pourvue de plusieurs connectiques. Une sert à créer le vide à l'aide d'une pompe, les autres à transférer la résine et la distribuer uniformément sur la surface du moule.

## DIVERS

On peut citer pour mémoire le moulage par coulée, par rotation, par trempage et par frittage.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] KRAWCZAK P, VILLOUTREIX G, AGASSANT JF, BINETRUY C, LACRAMPE MF. - Plastiques et composites - Avant-propos Techniques de l'Ingénieur, AM15, 2003. 4 p.
- [2] CARREGA M. - Aide-mémoire. Matières plastiques. Dunod 2 ed., 2009. 247 p.

- [3] TROTIGNON JP, VERDU J, DOBRACZYNSKI A, PIPERAUD M. - Matières plastiques. Structures-propriétés, mise en oeuvre, normalisation. Nathan 2 éd., 2006. 231 p.
- [4] REYNE M. - L'activité matières plastiques et composites en France. Extrait de: Pratique des plastiques et composites. Choix, contrôle, production, qualité. Dunod, 2003, pp.
- [5] Mise en œuvre manuelle des polyesters stratifiés, INRS. vol. n° pp.

## AUTEURS

### **M. Guillemot et C. Patrascu**

INRS, Métrologie des polluants, Expertise et conseils techniques, ([metropol@inrs.fr](mailto:metropol@inrs.fr))