

# Généralités

## 1 - Place de l'injection dans l'industrie de la chaussure

L'injection occupe une place essentielle dans l'industrie de la chaussure. En effet cette industrie utilise une grande diversité de polymères injectables pour la fabrication de semelage, de chaussures entières et d'éléments de semelage dont voici une liste non exhaustive :

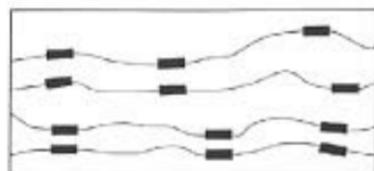
- des semelles destinées à la technique du soudé
- des chaussures "tout plastique" type sandale
- des bottes
- des coques de chaussures de ski de montagne
- des chaussures par la technique de l'injecté direct sur tige
- des composants du semelage (patins, socles, cambrures, cambrions, talons inserts, bonbouts, crampons)
- d'autres composants divers (contre-forts, blocs-oeillets, ...)
- des formes de montage pour le soudé
- etc

## 2 - Revue des matériaux injectés en chaussure

Les principaux matériaux synthétiques pour semelage sont employés à des niveaux très différents comme l'illustre le tableau ci-dessous.

On peut les classer en trois familles qui se différencient par le niveau des liaisons inter-chaînes :

- les thermoplastiques (ex. PVC et TR-SBS)

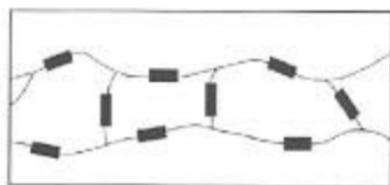


Ils sont caractérisés par des liaisons faibles partiellement détruites lors de l'échauffement de la matière et qui se reforment lors de son refroidissement. Cela autorise le moulage par injection dans un moule froid. Le processus étant réversible, les déchets sont recyclables. Ils sont mis en œuvre essentiellement par injection. Leurs propriétés mécaniques, chimiques et thermiques sont moyennes.

Marché européen  
des matériaux  
à semelle

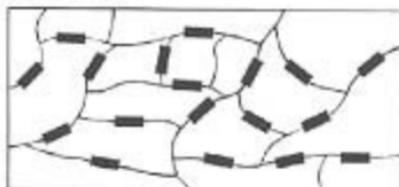
Matériaux	Utilisation	Usage
CUIR	10 %	Ville
PVC	envir. 25 %	Détente Botte Pantoufle
TR	envir. 25 %	Ville
PU-RIM	6 %	Sécurité Trekking
Caoutchouc vulcanisé	envir. 25 %	Ville Sport Sécurité
autres (EVA, TPU, ...)	envir. 9 %	Sport

- les matériaux réticulés (ex. PU-RIM et EVA)



Ils sont caractérisés par des liaisons plus fortes en nombre limité qui apparaissent pendant le process de moulage. Dans le cas des PU-RIM ces liaisons se développent spontanément par réaction de polyaddition exothermique dans un moule tiède. Ils sont mis en oeuvre par injection ou par coulée. Dans le cas des EVA, ces liaisons se développent par réticulation à l'aide d'un peroxyde dans un moule chaud. Ils sont mis en oeuvre par compression ou par injection. Pour ces deux matériaux, les déchets ne sont pas recyclables. Les propriétés mécaniques, chimiques et thermiques sont moyennes à fortes.

- Les caoutchoucs vulcanisés (ex. NR, SBR et NBR)



Ils sont caractérisés par des liaisons fortes et nombreuses développées pendant le process de vulcanisation, conduit en moule chaud. Ici également les déchets ne sont pas recyclables. Ils sont mis en oeuvre par compression ou par injection. Leurs propriétés mécaniques, chimiques et thermiques sont fortes.

### 3 - Matériaux compacts et matériaux expansés

Les divers matériaux à semelage sont utilisés sous les deux formes suivantes :

- **A l'état compact**

A cet état leurs densités sont comprises entre 0,95 et 1,3. Leur résistance à l'abrasion est alors maximale d'où l'emploi en semelle d'usure.

- **A l'état expansé**, ils sont alors allégés grâce à l'adjonction d'un agent d'expansion qui libère des gaz pendant le process de mise en oeuvre conduisant ainsi à l'obtention d'un matériau cellulaire. Leurs densités sont comprises entre 0,3 et 0,9. Leur légèreté et leurs propriétés amortissantes les font apprécier pour leur emploi en semelle confort.

### 4 - Principes de l'injection

Nous allons aborder l'injection des thermoplastiques qui constitue le cas le plus simple. Le procédé d'injection comprend les quatre phases suivantes :

- la plastification de la matière consistant à la faire passer de l'état solide (granulés) à l'état pâteux par action de la chaleur
- le remplissage du moule par transfert vers celui-ci de la matière fluidifiée
- la mise en forme de la matière dans le moule, obtenue par refroidissement dans le cas des thermoplastiques
- le démoulage de la semelle (manuel, mécanisé ou robotisé).

Le plastificateur représenté page suivante constitue la partie essentielle du matériel d'injection. Il est constitué

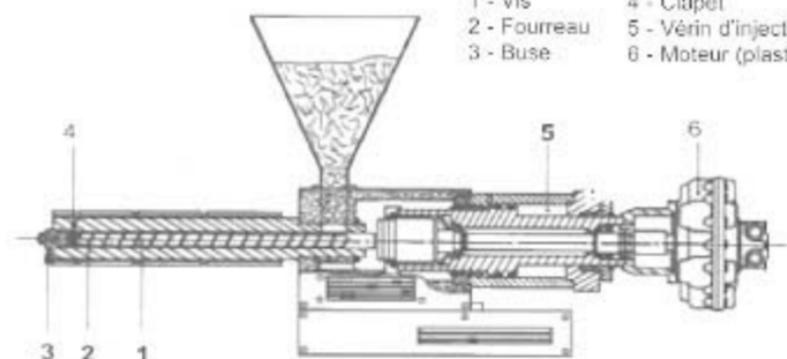
d'un système vis-fourreau à chauffage électrique.

La matière, prise en charge par la vis au niveau de la trémie chauffée, fondue homogénéisée et transportée à l'autre extrémité du fourreau.

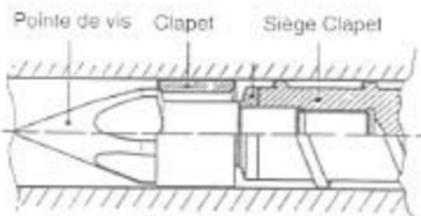
Au chauffage électrique se superpose un auto-échauffement par cisaillement dû au frottement de la matière sur elle-même lors du malaxage.

### Le plastificateur

- |              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| 1 - Vis      | 4 - Clapet                  |
| 2 - Fourreau | 5 - Vérin d'injection       |
| 3 - Buse     | 6 - Moteur (plastification) |

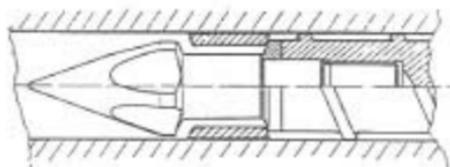


### Extrémité de la vis



#### Position plastification

Notez la position avancée du clapet



#### Position injection

Notez la position reculée du clapet



Vis d'injection