

# MODELISATION DU PROCEDE DE L'INJECTION DE LA MATIERE PLASTIQUE POUR DES DIFFERENT FORME

-La Méthode De Mise à Plat-

T.DJOUDI<sup>a,\*</sup>, R.MENACER<sup>a</sup>, N.MENACER<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Département de génie mécanique, Centre Universitaire -El Oued –Algérie.

\*Email : Tarek\_Djoudi@yahoo.fr

\*Tel : 0773 640 856

## I-INTRODUCTION :

Depuis bien longtemps au niveau de l'industrie, on utilisait les matériaux organiques basés essentiellement sur la chimie du carbone, pour la construction des pièces dans plusieurs domaines. Depuis les années vingt, on a découvert un nouveau matériau macromoléculaires (polymère), qu'on utilise dans tous les domaines (mécanique, électronique, optique...).

Mais la mise en forme des polymères n'est pas comme les autres anciens matériaux (fer, cuivre, acier, ...), cette mise en forme du polymère a plusieurs méthodes et techniques. Parmi ces méthodes on cite : Injection des thermoplastiques

Un moule d'injection de thermoplastique est constitué d'un système d'alimentation et d'une empreinte. Cette dernière est une cavité de l'espace généralement de faible épaisseur. La matière y pénètre par points d'injection jusqu'à occuper tout son volume.

Le cycle de moulage est souvent composé en trois phases :

1-Phase de remplissage. 2-Phase de compactage. 3-Phase de refroidissement.

Pendant la phase de remplissage ; on s'intéresse à l'évolution des paramètres mécaniques (champs de vitesse, pression etc.) et des paramètres thermiques à l'intérieur de la matière ainsi que l'influence du comportement rhéologique de la matière sur ces paramètres.

Cet écoulement peut être décrit par un modèle tridimensionnel.

## II-.MODELISATION DE LA PHASE DU REMPLISSAGE :

La modélisation de la phase de remplissage doit donner l'état de la matière au cours et à la fin du remplissage.

Le modèle simulant le remplissage s'appuie sur trois principes de la physique des milieux continus

- La conservation de la masse qui se traduit par l'équation de continuité :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}[\rho.v] = 0$$

- La conservation de la quantité de mouvement qui se traduit par l'équation de l'équilibre dynamique:

$$\text{div}[\sigma] + \rho(\vec{F} - \vec{g}) = 0$$

- La conservation de l'énergie qui se traduit par l'équation de la chaleur:

$$\rho.c \left( \frac{\partial T}{\partial t} + u.\text{grad}T \right) = K\Delta T + \dot{W}$$

A ces équations de conservation peut s'ajouter l'équation du comportement du fluide qui s'écrit :

$$\sigma = -pI + 2\eta(T, \dot{\gamma})\varepsilon$$

La modélisation du remplissage consiste à résoudre numériquement les quatre équations précédentes en tenant compte des hypothèses indiquées auparavant. Ainsi cette résolution doit comporter deux parties de calcul :

**La première partie :** Calcul Mécanique

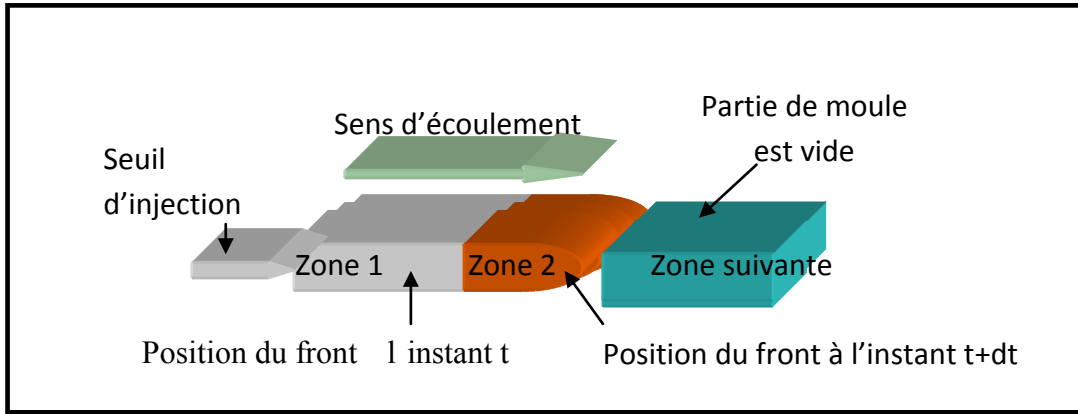
**-La deuxième partie :** Calcul Thermique

**III- METHODOLOGIE DE LA MODELISATION DU REMPLISSAGE:**

Pour résoudre l'équation de la chaleur à l'instant  $[t + \Delta t]$  il faut distinguer :

- Une zone 1, dans laquelle il y avait de la matière à l'instant  $t$ , l'équation précédente est résolue par une méthode numérique (différences finies, volumes finis) .
- Une zone 2, qui a été remplie entre  $t$  et  $t + \Delta t$ , dont la température est initialisée avec la température de mélange calculée avec les derniers nœuds de la zone 1; elle s'écrit :

$$T_{mélange} = \frac{\int_{-h}^h u(j)T(i, j)dz}{\int_{-h}^h u(j).dz}$$



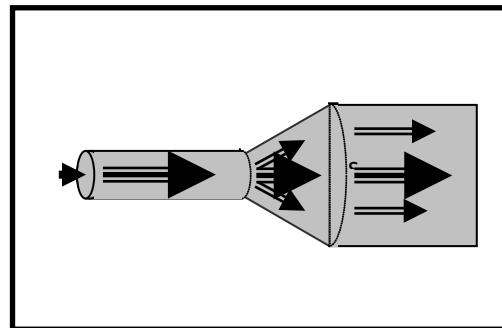
**Figure. II. Schématisation de l'écoulement instationnaire**

**VI- CAS D'UNE PIÈCE :**

Dans notre cas en représentation une pièce réelle formée de trois géométries élémentaires (canal, secteur et plaque), pour voir l'influence de la modélisation géométrique de la pièce (la méthode de mise plat).

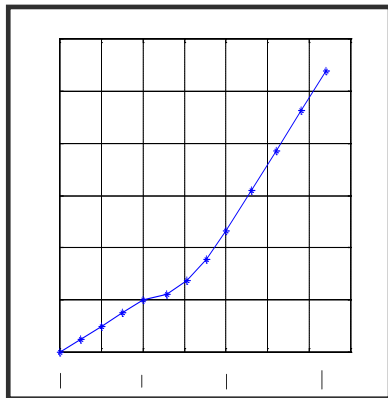


*Pièce réelle*

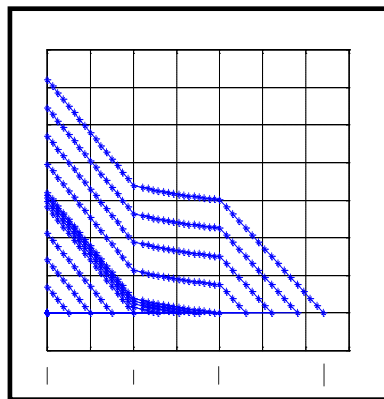


*Modélisation aéométrique*

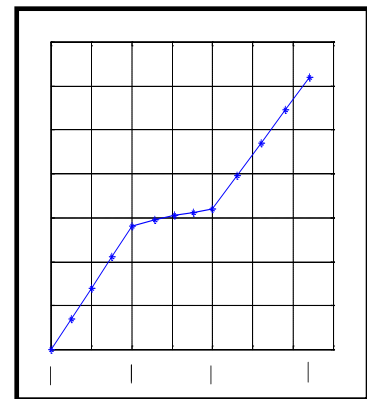
**V- RESULTAS GRAPHIQUES :**



*Figure -1-Temps d'avancement du front de la matière*



*Figure -2-Pression dans le moule*



*Figure -3-Pression d'injection*

Les Figures (-1-2-et-3-) présentent l'étude d'une pièce réelle qui peut être modélisée géométriquement par trois géométries élémentaires.

**La figure 1** représente l'évolution du temps de remplissage au cours de l'avancement du front de la matière. Elle donne le temps d'arrivée de la matière en un point du moule.

La forme de la courbe est variable suivant la géométrie. Ceci est dû à la variation de la section du front de la matière.

**La figure 2** présente la pression dans le moule. Elle donne la variation de la pression entre le seuil d'injection et le front de la matière à différents instants de remplissage.

La pression dans le moule diminue à partir de la pression d'injection jusqu'à ce qu'elle devient nulle au front de la matière. Cette pression au front est relativement très faible et assurée par la présence des vents qui évacuent l'air présent dans le moule.

On remarque le changement de la pente lorsqu'on passe d'une géométrie à l'autre.

**La figure 3** représente la variation de pression d'injection en fonction de l'avancement de la matière dans le moule. On remarque aussi le changement de la pente suivant les géométries.

On rappelle que la pression d'injection est la pression que doit fournir la presse pour faire avancer la matière dans le moule.

### **CONCLUSION.....**

Cette étude a permis d'analyser la phase de remplissage par injection des matières plastiques par le calcul des paramètres thermomécaniques pendant cette phase.

Cette étude a débuté par la présentation des polymères et une description du moulage par injection de matières plastiques. Une intention particulière a été donnée au phénomène rhéologique de la phase d'injection.

La viscosité est une caractéristique importante pour la modélisation du phénomène thermique et mécanique durant la phase de remplissage.

L'adaptation de la méthode de mise en place pour la modélisation géométrique de l'empreinte de moule a nécessité l'établissement des modèles de résolution pour les trois géométries élémentaires, la plaque, le secteur et le canal.

Les résultats obtenus sont qualitativement satisfaisants et permettent de suivre l'évolution thermomécanique des polymères durant le remplissage du moule ainsi que la variation de la pression d'injection pour assurer l'avance de la matière.

Ce travail nous a permis d'aborder un problème industriel qui est la mise en forme des matières plastiques par le procédé de moulage par injection.

### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

- [1]. J.F.AGASSANT, P.A. ENAS et J.PH.SERGENT, **La mise en Forme des Matières Plastiques**. Edition technique et Documentation, La Courbevoie (1986).
- [2]. JEAN-LUC WILLIEN. **Modélisation du remplissage de moules en injection des thermoplastiques**. Séminaire CLI (CLUB de logiciels de l'Industrie Plastique), France (1989)
- [3]. J.F.AGASSANT et M. INCENT. **Modèle thermomécanique et méthodes de résolution du**. Séminaire CLI (CLUB de logiciels de l'Industrie Plastique), France (1990)
- [4].MAGNIN.B. **Modélisation du remplissage des moules d'injection pour polymères thermoplastiques par une méthode Eulerienne Lagrangienne arbitraire**. thèse de Doctorat, Ecole des Mines de Paris (1994).