

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 matériaux macromolécules (polymère), qu'on utilise dans tout 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.

Parmis ces méthodes on cite:[9]

- Extrusion des thermoplastiques : est une technique de transformation des matières thermoplastiques qui permet d'obtenir des objets finis ou semi-ouvrés par un processus technologique continu (tubes).
- Extrusion soufflage : permet de fabriquer un corps creux dans un moule sans utiliser de noyaux pour faire une forme intérieure non démontable (bouteilles, réservoirs.....).
- Calandrage : est une technique de fabrication de feuilles, de plaques ou de films par laminage d'une matière thermoplastique entre plusieurs cylindres parallèles constituant la machine appelée Calandre.
- Thermoformage : la technique de thermoformage utilise les matériaux semi-ouvrés tels que les plaques ou feuilles rigides en matière thermoplastique pour les transformer en objets tridimensionnels avec une épaisseur de paroi proche de l'épaisseur du matériau de départ.
- Compression-Transfert : le moulage par compression représente la plus ancienne technique de transformation appliquée à partir des années 1920 aux poudres thermodurcissables phénoliques et aminoplastes. La méthode consiste à presser directement la matière dans l'empreinte d'un moule à chaud.

- Injection des thermoplastiques :
- Injection multiphasé des thermoplastiques : on peut vouloir obtenir des pièces composées de différentes matières ou couleurs, ce que l'on définira comme plusieurs phases.
- Injection des thermoplastiques allégés : on introduit ou on génère, dans un thermoplastique fondu, des gaz, on les laisse s'expanser et on solidifie le thermoplastique. Le résultat donne un produit allégé.
- Injection-soufflage : permet de réaliser des corps creux qui présentent de bonnes propriétés mécaniques. Cette technique est essentiellement réservée aux thermoplastiques.
- Injection des thermodurcissables : se caractérisent par leur réseau macromoléculaire tridimensionnel thermostable. Cela nécessite que la mise en forme (dans l'empreinte du moule) soit faite avec la réticulation, c'est à dire la création du réseau tridimensionnel définitif. La mise en œuvre relève donc à la fois de la chimie (réticulation, dosage stoechiométrique des composants) et la physique (écoulement des fluides, thermique).
- Moulage par rotation (rotomoulage) : est conçu pour réaliser des corps creux de toutes dimensions. La méthode de fabrication est très simple. La matière thermoplastique est introduite dans un moule sous forme de poudre très fine, le moule est fermé puis chauffé ; pendant que la matière devient fluide, l'ensemble est mis en double rotation (ou rotation plus une oscillation) pour que la matière tapisse toutes les parois. lorsque la matière est fondue et correctement répartie dans l'empreinte, le moule est introduit dans un système de refroidissement. [9]

Chaque méthode citée ci-dessus a sa technique propres, notre étude concerne l'injection du thermoplastique, et plus précisément sur la phase de remplissage.

Le moulage par injection connaît un grand succès auprès de presque toutes les branches d'industrie, parce qu'il permet de réaliser des formes complexes en quelques dizaines de secondes et en grande série. Au début de l'ère de l'industrie de la transformation, les formes fabriquées étaient simples et les cotes avaient des tolérances larges. Mais du fait que le procédé se prêtait à une fabrication rapide et sans main-d'œuvre importante et à une fabrication de masse, des formes même très complexes et des tolérances plus serrées ont vite pris la place des formes simples.[12]

Le cycle de moulage est souvent décomposé en trois phases :

- Phase de remplissage.
- Phase de compactage.
- Phase de refroidissement.

La modélisation du cycle de moulage de ce procédé permet de gagner du temps pendant l'étude des pièces et diminuer ainsi le coup de fabrication du produit fini.

Parmi les méthodes de modélisation, on distingue la méthode de mise à plat qui consiste à mettre à plat la pièce tridimensionnelle et à découper la géométrie bidimensionnelle ainsi obtenue en géométrie élémentaires (canal, secteur et plaque). La description d'un moule (pièce) complexe conduit donc à définition d'un réseau de pièces élémentaires.

La phase de remplissage conditionne en grande partie les propriétés fines de la pièce, elle représente la phase dynamique de transfert de matière dans le moule en un temps court. L'écoulement du polymère est supposé incompressible visqueux à travers une géométrie tridimensionnelle quelconque. Pendant cette phase de remplissage de l'empreinte, la matière chaude va rapidement se trouver au contact d'un moule froid [12].

La modélisation de remplissage permet de donner quelques réponses aux questions suivantes :

- a ce que le moule sera t'il rempli ou non ?
- qu'elle est la variation locale des paramètres mécaniques et thermiques au cours de l'écoulement ?
- qu'elle est l'influence de la nature de matière sur l'écoulement de celle ci ?

L'OBJECTIF DU TRAVAIL :

Notre étude, est une suite des études qui ont été commencée par notre projet du fin d'étude et d'autres projets. Mais cette fois ci, on va se baser sur les méthodes des résolutions numériques.

Cependant, on va utiliser plusieurs méthodes (méthodes des différences finis et méthode des volumes finis), avec les trois méthodes de résolution (explicite , implicite, Crank -Nicholson), pour définir la meilleure méthode et l'influence de chaque méthode sur l'étude.

En plus, on va vérifier l'influence du comportement rhéologique (les différents modèles de viscosité) sur la modélisation du remplissage.

Cette étude devra permettre de réaliser un logiciel de simulation de la phase de remplissage avec une bibliothèque des données.

Ce genre de logiciel existe déjà depuis une vingtaine d'années tel que le logiciel *MOLDFLOW* qui est capable de modéliser le remplissage de moules de géométrie complexe, depuis plusieurs nouvelles versions de *MOLDFLOW* ont été commercialisées et d'autres logiciels sont apparus : *CADMOULD*, *PROCOP*, *C.FLOW*, *ABC-FLOW*, *FILL2*. Il est difficile et périlleux de vouloir porter un jugement sur ces logiciels car les hypothèses et les méthodes numériques sur les quelles se fondent ne sont pas toujours publiées. On peut cependant distinguer plusieurs logiques résumées sur la figure1[17].

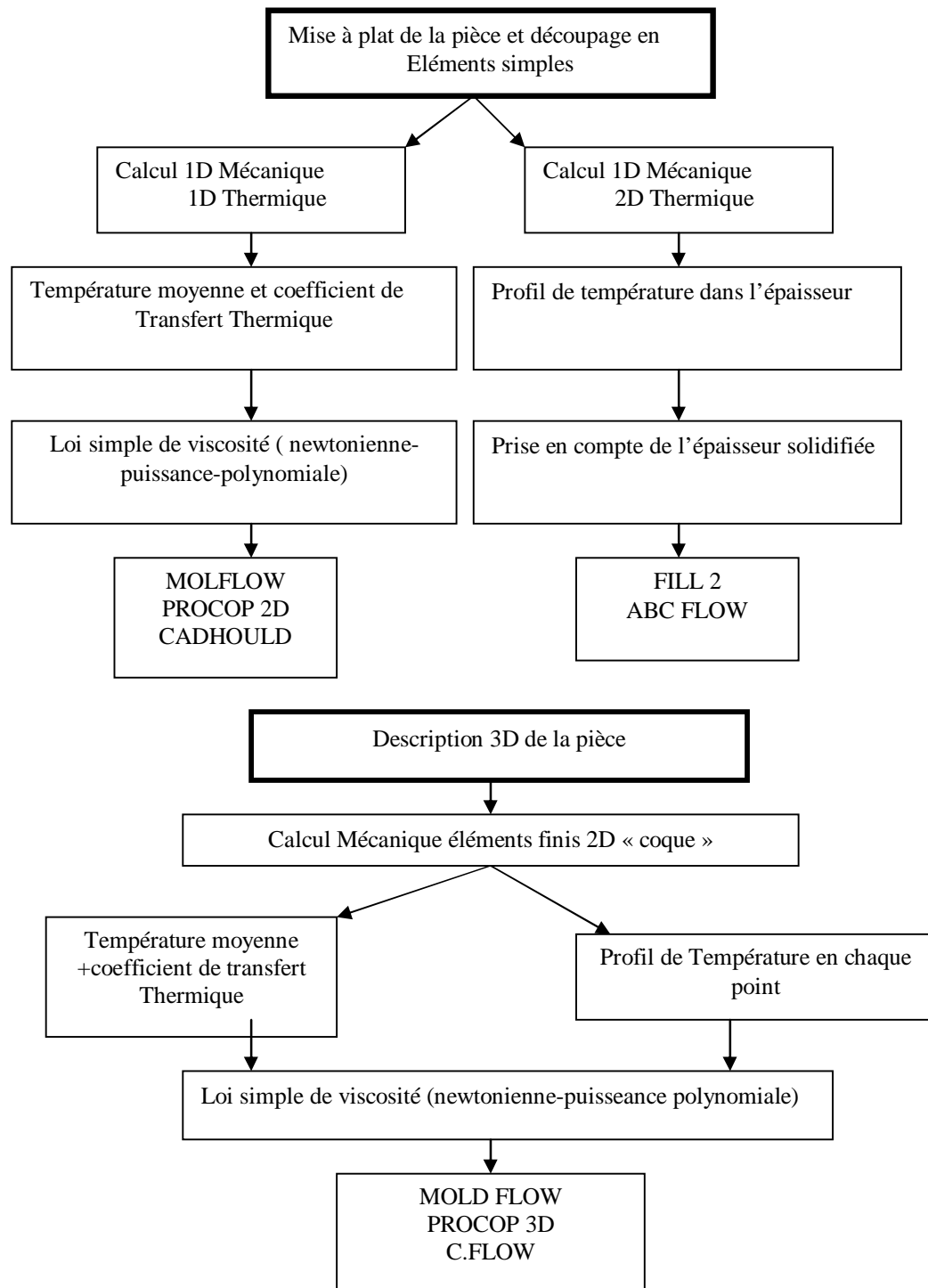


Fig.1. La logique des logiciels de remplissage des moules d'injection [17]

Le plan de travail est le suivant :

Chapitre I : Généralités

Ce chapitre présente en bref les structures des polymères et le procédé de moulage des matières plastiques.

Chapitre II : Comportement rhéologique du polymère

Ce chapitre montre les différents modèles de viscosité.

Chapitre III: Modélisation du remplissage

Ce chapitre présente les principes de la mécanique des milieux continus utilisés pour étudier les phénomènes de moulage. Il traite en détail les équations qu'on a utilisés pour déterminer les paramètres mécaniques et thermiques du moulage .

Chapitre IV: Programmation

Ce chapitre présente l'organigramme général et détaille du la programmation qu'on suivi. Le logiciel utilisé pour cette programmation est MATLAB

Chapitre V : Etude des cas d'application

Dans ce chapitre on a présenté un cas réel d'un moule de forme d'un secteur avec des dimensions et conditions d'injection prédéfinis; Ceci est suivi des interprétations des résultats graphiques obtenus.

Un cas d'une pièce formée des trois géométries élémentaires (canal , secteur, plaque) a été étudié.

Conclusion et perspectives:

