

Le taux de cristallinité dépend de la température. Pour prévoir son évolution au cours du refroidissement, il faut donc préalablement réaliser une étude thermique transitoire (la température dépend du temps !). Nous modélisons ici la pièce par un milieu unidimensionnel conducteur, ce qui nous conduit à l'équation de la chaleur :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho C_p} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

où la coordonnée  $x$  correspond à l'épaisseur. On pose généralement :

$$a = \frac{\lambda}{\rho C_p}$$

Nous choisissons ici de discrétiser cette équation par différences finies, au moyen d'un schéma explicite :

$$\frac{T(x_i, t^{n+1}) - T(x_i, t^n)}{\Delta t} = a \frac{T(x_{i+1}, t^n) - 2T(x_i, t^n) + T(x_{i-1}, t^n)}{\Delta x^2}$$

Ce schéma est conditionnellement stable, c'est-à-dire qu'il converge si et seulement si :

$$r = \frac{\Delta t}{\Delta x^2} < \frac{1}{2}$$

Il faut donc un pas de temps relativement petit. Nous choisissons de recalculer, à chaque pas de temps, la valeur de  $a$  en fonction de la température et du taux de cristallisation du pas précédent : en effet, les caractéristiques du matériau évoluent au cours du refroidissement, mais la faible valeur du pas de temps nous dispense de prendre en compte le couplage complet entre la température et les caractéristiques (ce qui nécessiterait une approche du type « point fixe »).

Nous avons appliqué cette méthode de résolution à une éprouvette de 2.4 mm d'épaisseur en PP (polypropylène qui est un matériau semi-cristallin) initialement à une température de 185°C (qui représente l'état fondu). Cette éprouvette est refroidie dans un moule (après l'injection) qui est à une température de 40°C. Après 8 secondes le moule est ouvert. Le réseau de courbes ci-dessous montre que le cœur refroidit beaucoup plus lentement que la peau. Néanmoins, la température finit par s'uniformiser dans la pièce.

Refroidissement de l'éprouvette.

