

Simulation numérique par éléments finis de l'écoulement dans un mélangeur bi-vis et l'interaction mélange-mélangeur

H. Djoudi, J-C. Gelin, T. Barrière,
FEMTO-ST Institute, Applied Mechanics department /ENSM, 24 rue de l'Épitaphe, 25000
Besançon, France.

Résumé

Dans l'industrie de plasturgie, des mélangeurs bi-vis sont largement utilisés pour la fusion, la dispersion et l'homogénéisation des polymères et des polymères chargés. Il existe une panoplie de modèles utilisés dans l'industrie des polymères, chacun ayant différents principes de fonctionnement et applications. Parmi les mélangeurs bi-vis, on trouve la configuration en co-rotation qui est très efficace et couramment utilisée. Le problème du mélange de polymères concerne des aspects de la dynamique des fluides et de la rhéologie. Le mélange est généralement obtenu par une combinaison de mouvement mécanique des vis de mélangeage. La description quantitative des modèles d'écoulement est désormais possible, même pour des géométries assez complexes, à travers le développement de la simulation de la dynamique des fluides (CFD). L'objectif de cet article est de comprendre les mécanismes d'écoulement dans la chambre de mélangeage d'un mélangeur bi-vis co-rotatif. Ceci est fait au moyen de la simulation numérique 3D par la méthode des éléments finis, traitant notamment l'interaction fluide-structure [1] (mélange-mélangeur) et faisant intervenir la méthode ALE qui consiste à modifier le maillage en fonction du temps [2]. D'abord une caractérisation rhéologique a été effectuée sur un polymère chargé en poudre Inox 316L à différents taux de charges [3]. Les viscosités de cisaillement ont été évaluées à différentes températures. Ensuite, une modélisation par éléments finis a été développée en supposant que le fluide est non-newtonien, régit par la loi de Carreau-Yasuda construite à partir des propriétés rhéologiques obtenues expérimentalement [4]. Une analyse basée sur les trajectoires des particules, calculée à partir de la vitesse obtenue, a été réalisée pour étudier l'effet de la géométrie des vis sur la qualité du mélange, et l'effet du mélange sur la structure du mélangeur. Le calcul des trajectoires des particules donne des informations précieuses sur les fluctuations rapides de la contrainte de cisaillement subie par des particules différentes dans le champ d'écoulement. Les comparaisons du modèle 3D en termes de vitesse, température et couple de mélangeage sont présentées. Les résultats ont confirmé la capacité du modèle à prédire le comportement du mélange dans le mélangeur.

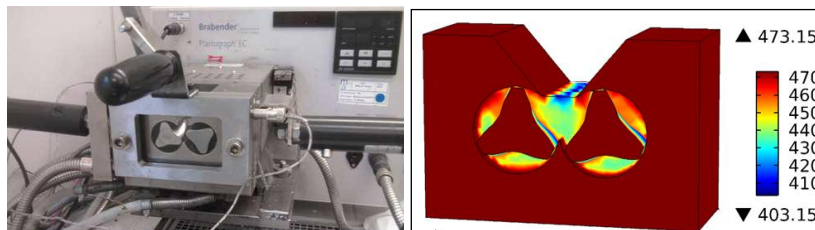


Fig 1: a) Mélangeur bi-vis; b) Champ de température de la matière à l'intérieur du mélangeur

Références

- [1] M. Razzaq, J. Hron, and S. Turek, Numerical simulation of laminar incompressible fluid-structure interaction for elastic material with point constraintst, *Advances in Mathematical Fluid Mechancis*, **(2009)**
- [2] J. Hron and S. Turek, A monolithic FEM/multigrid solver for ALE formulation of fluid structure interaction with application in biomechanics. In H.-J. Bungartz and M. Schäfer, editors, **(2006)**, Vol. 53
- [3] Q. Wang, H. Yin, X. Qu, and J. L. Johnson, Effects of Mold Dimensions on Rheological of Feedstock in Micro Powder Injection Molding, *Powder Technology*, **(2009)** Vol. 193, pp.163-275.
- [4] P. Carreau, D.De. Kee, O. Chhara, *Rheology of polymeric systems: principles and applications*, Munich Hanser **(1997)**