

# Évolution structurale et mesures rhéologiques de polymères « pâteux ».

Margarita Rueda, Anthony Thévenon, Philippe Cassagnau, René Fulchiron

Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS UMR 5223, Ingénierie des Matériaux Polymères,  
F-69622, Villeurbanne Cedex, France

La mise en œuvre des matériaux polymères thermoplastiques ne peut se faire que si leur déformabilité est suffisante. Dans certains cas, le matériau est déformé alors que son comportement peut être qualifié de « pâteux » plutôt que liquide (fluide à seuil, comportement plastique). Ce peut être parce que ces matériaux sont très chargés ou parce qu'ils sont mis en œuvre à des températures inférieures à la température de fusion. Dans ces conditions, l'analyse du comportement rhéologique peut devenir complexe, d'autant plus que la structure du matériau peut évoluer dans le temps.

Dans ce contexte, on a étudié le comportement de matériaux polymères très chargés qui a été caractérisé dans les domaines linéaire [1] et non-linéaire [2]. Il s'est avéré que la cinétique d'établissement du réseau percolant de charges peut être très lente (voir Figure 1). Parallèlement, des observations au microscope optique à chaud ont mis en évidence la lenteur de la structuration. Par ailleurs, en présence d'un agent dispersant l'établissement du réseau peut être ralenti et, en affaiblissant les interactions entre charges, ce réseau est rendu plus fragile.

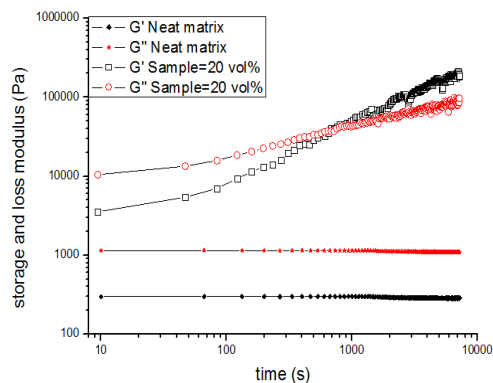
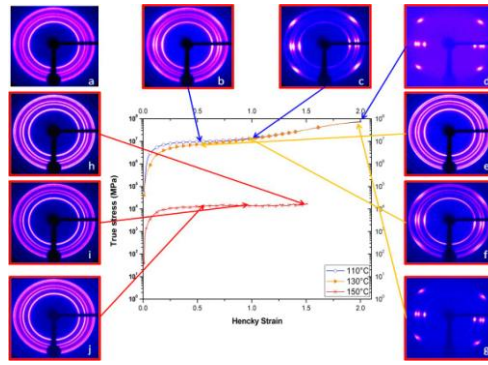


Figure 1 : Evolution, après un précisaillement, des modules de conservation et de perte au cours du temps pour un polypropylène vierge et pour le même polypropylène chargé de particules de ferrite ( $T=190^{\circ}\text{C}$ ).

Par ailleurs, pour certaines applications (thermoformage par exemple), il est nécessaire d'étudier aussi le comportement en elongation. A cet égard, des mesures en rhéologie elongationnelle ont été effectuées à l'aide d'un dispositif EVF monté sur un rhéomètre rotationnel sur des films de polypropylène à des températures proches de la température de fusion [3]. L'évolution structurale a alors été caractérisée par analyse calorimétrique et diffraction des rayons X (voir Figure 2). A partir de ces résultats, il a été possible de décrire la contrainte elongationnelle grâce à une modélisation relativement simple [4]. Le modèle considère deux phases, l'une amorphe, l'autre cristalline. La contribution à la contrainte de la phase amorphe s'avère pratiquement négligeable. Pour ce qui est de la phase cristalline, on considère que la contrainte résulte de la fragmentation de la phase des lamelles cristallines, d'une part et de l'alignement des fragments de cristaux entraîné par la déformation d'autre part, cette deuxième partie n'intervenant qu'après fragmentation des lamelles initiales, sa contribution à la contrainte n'intervient pas dès le début de la déformation.



**Figure 2** : Contrainte Elongationnelle en fonction de la déformation de Hencky obtenue à différentes températures sur un film de polypropylène avec les clichés WAXD correspondant aux déformations indiquées par les flèches (a : référence sans élongation)

### Références

- [1] – Rueda M., Fulchiron R., Cassagnau P., Prebé A., Martin G., *Journal of Rheology*, **60**, 1245 (2016).
- [2] – Rueda M., Fulchiron R., Martin G. Cassagnau P., *Rheologica Acta*, **56**, 635 (2017).
- [3] – Thévenon A. and Fulchiron R., *Macromolecular Materials & Engineering*, **299**, 165 (2014).
- [4] – Thévenon A. and Fulchiron R., *Journal of Materials Science*, **49**, 433 (2014).