

Etude de la variation de la résistance résiduelle d'un polymère renforcé

Ce travail de thèse porte sur des nanocomposites à matrice polyamide et polypropylène. Le but est d'essayer d'optimiser par identification le maximum de paramètres locaux du renfort, en tenant en compte de la fraction volumique, de la dispersion, de l'orientation, du facteur de forme, de la nature, de la hiérarchie des nano particules et de l'épaisseur de l'interphase, etc., permettant d'améliorer des propriétés mécaniques du polymère/composite. Pour répondre à cet objectif, nous avons réalisé des essais de traction uniaxial sur quatre types de nanomatériaux : Polyamide/Cloisite 30B, Polyamide/Cloisite Na+, Polyamide/Cloisite 20A, Polypropylène/Cloisite 20A. Ces essais ont été réalisés à vitesse de déformation non contrôlée pour déterminer les propriétés globales de notre matériau et à vitesse de déformation contrôlée, pour déterminer le taux de variation de volume. On a déterminé le comportement mécanique en traction à l'aide du dispositif d'extensométrie VidéoTraction®. Ce dernier nous a donné accès au comportement mécanique, incluant la variation volumique, d'un volume élémentaire représentatif situé au niveau de la striction. Par cohérence, le comportement mécanique global a été décomposé en une partie intrinsèque, représentant le comportement des nanocomposites et une partie volumique, correspondant à l'évolution de la cavitation. Pour permettre une meilleure compréhension de la relation entre la nanostructure et la rigidité globale dans le cas des nanocomposites polymères / argile, à la fois la modélisation par éléments finis et analytique ont été examinés. Une approche micromécanique analytique multi échelle est présentée dans laquelle une attention particulière est consacrée à la région contrainte autour des renforts. L'épaisseur de la région contrainte ou de l'interphase est considérée comme un facteur d'échelle caractéristique et l'effet de la taille des particules est explicitement introduit dans le modèle. En outre, la région contrainte présente des propriétés variables. La morphologie hiérarchique des piles de silicate intercalées est aussi explicitement introduite dans le modèle micromécanique à partir d'une rigidité équivalente dans laquelle les piles de silicate sont remplacés par les particules homogène construit une rigidité équivalent anisotrope. L'influence respective de la fraction volumique, facteur de forme, la taille et l'orientation des renforts, propriétés de la matrice, le nombre de couches de silicate par pile, et l'espacement intercalaire sur la rigidité globale nanocomposite est analysé. La rigidité de l'ensemble de polymère/argile est également évaluée au moyen de simulations par éléments finis et les résultats se comparent favorablement avec les prédictions du modèle. L'augmentation de l'interphase autour du renfort a été estimée à partir des résultats issus des essais d'analyse dynamique et de la calorimétrie différentielle à balayage. Comparaison avec le modèle souligne clairement la contribution de l'interphase à l'amélioration de la rigidité.