

## Offre de post-doctorat (12 mois)

### Etude de l'adhésion interfaciale dans des films polymères multicouches

Mots clés : interfaces ; films polymères ; coextrusion ; adhésion ; compatibilité ; emballage

**Contexte.** Dans le cadre du domaine d'Intérêt Majeur (DIM) MaTerRE (MaTériaux avancés éco-Responsables) financé par la Région Ile-de-France, nous avons obtenu un financement pour un contrat post-doctoral d'un an. Le laboratoire PIMM s'intéresse depuis plusieurs années au développement de films d'emballage à partir de polymères bio-sourcés. Pour atteindre les propriétés barrière souhaitées, un procédé dérivé de la coextrusion, la coextrusion multicouches, a été développé et appliqué à ces polymères. Outre les propriétés barrière, la tenue mécanique du film est d'une importance majeure pour ces applications. Pour éviter la délamination des couches coextrudés, un agent compatibilisant est souvent utilisé industriellement. Il semble que la multiplication des interfaces et/ou les effets de confinement dus à la coextrusion multicouches puissent, dans certains cas, améliorer les propriétés mécaniques telles que la résistance à la perforation, voire même permettre de s'affranchir de l'utilisation de ces agents compatibilisants, sans que ces résultats phénoménologiques ne soient expliqués de façon convaincante jusque-là.

**Objectifs et méthodes.** A partir de films produits au laboratoire, dont on peut faire varier la nature des polymères (et donc leur compatibilité intrinsèque ou encore leurs propriétés viscoélastiques que l'on caractérisera par rhéométrie et/ou DMTA), mais aussi le nombre de couches et leur épaisseur (qui seront caractérisées notamment par microscopie optique et/ou électronique et/ou AFM), *on cherchera à mettre en place un essai mécanique permettant de quantifier l'adhésion interfaciale pour des films possédant jusqu'à plusieurs milliers de couches.*

**Environnement.** Ce projet expérimental se fera dans le cadre d'une collaboration entre l'équipe Polymères et Composites du laboratoire PIMM, plus spécifiquement G. Miquelard-Garnier, C. Sollogoub, J. Peixinho et A. Guinault, et S. Neukirch et A. Antkowiak de l'Institut Jean le Rond d'Alembert. Le travail impliquera des séjours dans les deux laboratoires, situés respectivement à l'ENSAM (75013) et sur le campus Pierre et Marie Curie (75005), à moins de 15 minutes de transport l'un de l'autre.

**Profil recherché.** Pour ce travail expérimental à la frontière de la plasturgie, de la physique des polymères et de la mécanique des stratifiés, nous recherchons un docteur en physico-chimie des polymères, ou en physique de la matière molle, ou en mécanique des solides. Un intérêt pour le développement expérimental sera fortement apprécié. Des connaissances en caractérisation micro-structurale et/ou des propriétés rhéologiques et/ou mécaniques des matériaux polymères multiphasés seront un plus.

**Candidatures.** Les candidat.e.s intéressé.e.s sont invité.e.s à contacter Guillaume Miquelard-Garnier ([guillaume.miquelardgarnier@lecnam.net](mailto:guillaume.miquelardgarnier@lecnam.net)) et Sébastien Neukirch ([sebastien.neukirch@cnrs.fr](mailto:sebastien.neukirch@cnrs.fr)). La candidature inclura un CV comprenant la liste des publications et des référents pouvant être contactés. Le projet est financé sur une durée de 12 mois, a priori à compter de novembre-décembre 2022. Salaire : environ 2600€ net/mois.

#### Publications.

- [1]. A. Bironeau, T. Salez, G. Miquelard-Garnier, C. Sollogoub, Existence of a critical layer thickness in PS/PMMA nanolayered films. *Macromolecules*, 50(10), 4064-4073, 2017. DOI:10.1021/acs.macromol.7b00176
- [2]. Q. Beuguel, A. Guinault, et al., Nanorheology with a Conventional Rheometer: Probing the Interfacial Properties in Compatibilized Multinanolayer Polymer Films, *ACS Macro Letters*, 8, 1309-1315, 2019. DOI:10.1021/acsmacrolett.9b00662
- [3]. J. Chopin, A. Kudrolli, Helicoids, wrinkles and loops in twisted ribbons, *Physical Review Letters*, 111, 174302, 2013. DOI: 10.1103/PhysRevLett.111.174302

## Post-doctoral position (12 months)

### Study of interfacial adhesion in multilayer polymer films

Key words: interfaces; polymer films; coextrusion; adhesion; compatibility; packaging

**Context.** Within the framework of the Major Interest Domain (DIM) MaTerRE (MaTériaux avancés éco-Responsables) funded by the Ile-de-France Region, we obtained a one-year fellowship for a post-doctorate. The PIMM laboratory has been interested for several years in the development of packaging films from bio-sourced polymers. To achieve the desired barrier properties, a process derived from coextrusion called multilayer coextrusion, has been developed. In addition to the barrier properties, the mechanical performance of the film is of major importance. To avoid delamination of the coextruded films, a compatibilizing agent is then often used industrially. It appears that the multiplication of the interfaces and/or the confinement effects due to multilayer coextrusion can, in some cases, improve mechanical properties such as puncture resistance, or even allow avoiding the use of compatibilizing agent. To the best of our knowledge these phenomenological results have not been convincingly explained up to now.

**Objectives and methods.** Using films produced in the laboratory, whose polymer nature can be varied (and thus their intrinsic compatibility or viscoelastic properties, which will be characterized by rheometry and/or DMTA), but also the number of layers and their thickness (characterized in particular by optical and/or electronic microscopy and/or AFM), the main goal of the project will be to develop a clever mechanical test allowing to quantify the interfacial adhesion for films having up to several thousand layers.

**Environment.** This experimental project will be done in collaboration between the PIMM laboratory, more specifically G. Miquelard-Garnier, C. Sollogoub, J. Peixinho and A. Guinault, and S. Neukirch and A. Antkowiak of the Institut Jean le Rond d'Alembert. The work will involve stays in the two laboratories, located respectively at ENSAM (75013, Paris) and on the Jussieu campus (75005), less than 15 minutes from each other by public transportation.

**Profile of the candidate.** For this experimental work at the frontier of polymer processing, polymer physics and mechanics of laminates, we are looking for a candidate holding a PhD in polymer physics, or soft matter physics, or solid mechanics. An interest in experimental development will be highly appreciated. Knowledge in microstructural and/or rheological and/or mechanical properties characterization of polymer materials will be a plus.

**Applications.** Interested candidates are invited to contact Guillaume Miquelard-Garnier (guillaume.miquelardgarnier@lecnam.net) and Sébastien Neukirch (sebastien.neukirch@cns.fr). The application should include a CV with a list of publications and references. The project is funded for 12 months, starting in November-December 2022. Salary: about 2600€ net/month.

#### **Publications.**

- [1]. A. Bironeau, T. Salez, G. Miquelard-Garnier, C. Sollogoub, Existence of a critical layer thickness in PS/PMMA nanolayered films. *Macromolecules*, 50(10), 4064-4073, 2017. DOI:10.1021/acs.macromol.7b00176
- [2]. Q. Beuguel, A. Guinault, et al., Nanorheology with a Conventional Rheometer: Probing the Interfacial Properties in Compatibilized Multinanolayer Polymer Films, *ACS Macro Letters*, 8, 1309-1315, 2019. DOI:10.1021/acsmacrolett.9b00662
- [3]. J. Chopin, A. Kudrolli, Helicoids, wrinkles and loops in twisted ribbons, *Physical Review Letters*, 111, 174302, 2013. DOI: 10.1103/PhysRevLett.111.174302