



**Proposition de thèse CIFRE entre BIOPHY Research,
la plateforme Nanocaractérisation (CEA-LETI) et le laboratoire SIMM (ESPCI)**

**SUJET : Analyse quantitative des propriétés mécaniques à l'échelle sub-micrométrique
de matériaux polymères structurés**

Contexte : Les dispositifs à base de matériaux polymères avec une structuration latérale sub-micronique ne cessent de se développer dans les domaines tels que l'électronique organique, la conversion et le stockage de l'énergie (OLED, OPV), mais aussi le médical et la biologie (implants, Lab-on-Chip, processus cellulaires in-vitro)... Les dimensions des structures mises en jeu nécessitent le développement d'outils analytiques permettant d'atteindre des résolutions spatiales submicroniques, qui constituent une limitation des méthodes d'analyse chimique pour les matériaux organiques (XPS limité à quelques μm , ToF SIMS à quelques centaines de nm, ...). La microscopie à force atomique (AFM) est apparue comme un outil puissant d'investigation de la structure des matériaux organiques à l'échelle de quelques nanomètres, en particulier grâce au développement des modes 'dynamiques'. Ces derniers permettent en effet la mesure locale des propriétés mécaniques de surface et, sous réserve de pouvoir quantifier ces dernières, l'identification 'nanomécanique' des phases organiques et/ou inorganiques.

Présentation de la thèse : Le projet de thèse vise à quantifier les propriétés mécaniques à l'échelle sub-micrométrique de matériaux polymères structurés. La démarche proposée est la suivante : i) réaliser des mesures AFM sur des échantillons modèles de complexité croissante, ii) valider les modèles d'interprétation utilisés, et si nécessaire, les revisiter à la lumière des différentes théories de la mécanique du contact et iii) développer des méthodologies de mesure transposables à des échantillons 'industriels' (nano-composites à matrice polymère, hétérojonctions organiques...), pour répondre aux demandes des clients de BIOPHY Research.

Profil du candidat : Ingénieur ou Master en physique/mécanique des matériaux polymères : le candidat devra démontrer sa capacité à traiter des problèmes théoriques complexes (mécanique du contact). Il possèdera un esprit scientifique critique, un goût pour l'expérimentation avancée et fera preuve de mobilité* et de persévérance.

** La thèse se déroulera en temps partagé entre les 3 partenaires : 1/3 à BIOPHY Research (Fuveau-13), 2/3 au CEA/LETI (Grenoble) avec quelques séjours de courte durée à l'ESPCI (Paris)*

Organismes d'accueil :

BIOPHY Research : société de services proposant une expertise en caractérisations physique, chimique et structurale des surfaces et interfaces dans les matériaux. BIOPHY intervient dans de nombreux secteurs industriels (packaging, cosmétique, santé, énergie, microélectronique, aérospatial, automobile, ...) et a développé un savoir-faire dans l'analyse multi-technique (photoémission, faisceau d'ions, microscopies à force atomique et électronique, ...) de systèmes complexes faisant intervenir en particulier des matériaux polymères

CEA-LETI : la plateforme de nanocaractérisation couvre un vaste champ de compétences, de la microscopie électronique, à la diffraction des rayons X, à l'analyse de surface en passant par la préparation d'échantillons. Unique en Europe, cette plateforme permet de développer de nouvelles techniques et compétences en vue de répondre aux nouveaux défis qui apparaissent dans le domaine de la caractérisation des matériaux avancés.

ESPCI-SIMM : le laboratoire SIMM a développé des compétences en chimie et physico-chimie des gels et des réseaux polymères et s'intéresse en particulier aux propriétés macro et microscopiques de la matière molle. Dans ce cadre, il a développé plusieurs techniques expérimentales, dont celles basées sur la technique AFM, d'analyse de mécanique du contact et du frottement.