

Titre Thèse	Mécanique statistique pour les structures macromoléculaires de la nanotechnologie	
Title	Statistical mechanics for macromolecular structures of nanotechnology	
(Co)-Directeur	Stefano GIORDANO	E-mail : stefano.giordano@univ-lille.fr
(Co)-Directeur	Giuseppe PUGLISI	E-mail : giuseppe.puglisi@poliba.it
(Co)-Encadrant (s)	Romain PERETTI	E-mail : romain.peretti@univ-lille.fr
Laboratoire(s)	IEMN (LILLE)-POLIBA (IT)	Web : www.iemn.fr
Groupe(s)	AIMAN-FILMS	Web : www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/aiman-films
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input checked="" type="checkbox"/> Yncrea <input type="checkbox"/>
	Région <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : demandé 50%	Co-financement acquis Oui <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : thèse en cotutelle LILLE-POLIBA
Financement acquis ? <input type="checkbox"/> Financement partiellement acquis ? <input checked="" type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : 50% acquis par le partner POLIBA (Italie)

Résumé : L'un des plus grands défis de la nanotechnologie est d'intégrer des structures macromoléculaires artificielles ou des machines moléculaires, c'est-à-dire des molécules capables de présenter un mouvement mécanique contrôlé ou des transformations configurationnelles, dans des microsystèmes. Ici, les variations mécaniques nanoscopiques peuvent être amplifiées afin d'obtenir les comportements et les fonctions micro et mésoscopiques souhaités. Cependant, il reste extrêmement difficile d'amplifier le mouvement des macromolécules aux échelles méso et macroscopiques, à l'instar de ce que font les cellules musculaires par une action synchronisée des filaments de myosine et d'actine hiérarchiquement organisés. En ce sens, l'une des idées à suivre est celle du biomimétisme, où les mécanismes biologiques sont compris et reproduits dans des situations nanotechnologiques. Néanmoins, l'un des problèmes à résoudre est celui des fluctuations thermiques, qui affectent considérablement le comportement des structures macromoléculaires à l'échelle nanométrique. Pour cette raison, nous proposons dans ce projet de doctorat l'utilisation de la mécanique statistique pour étudier l'intégration possible des macromolécules dans les structures nanotechnologiques. Nous aborderons, par exemple, les liaisons sacrificielles utilisées pour augmenter la résistance des microstructures artificielles ou les polymères supramoléculaires, qui permettent de créer deux ou plusieurs molécules reliées de façon permanente par la topologie. Ces derniers sont parfaitement adaptés pour développer l'idée de machines moléculaires intégrées à des dispositifs.

Abstract: One of the greatest challenges of nanotechnology is to integrate artificial macromolecular structures or molecular machines, i.e. molecules that are capable of exhibiting controlled mechanical motion or configurational transformations, into microsystems where nanoscopic mechanical variations can be amplified in order to achieve desired micro- and mesoscopic behaviors and functions. However, it remains extremely challenging to amplify the movement of macromolecules at the meso- and macroscopic scales, similar to what muscle cells do through synchronized action in hierarchically organized myosin and actin filaments. In this sense, one of the ideas to follow is that of biomimeticism, where biological mechanisms are understood and reproduced in nanotechnological situations. Nevertheless, one of the problems that needs to be addressed is that of thermal fluctuations, which greatly affect the behavior of macromolecular structures at the nanoscale. For this reason, we propose in this Phd project the use of statistical mechanics to study the possible integration of macromolecules into nanotechnology structures. We will address, for example, sacrificial bonds used to increase the toughness of artificial microstructures or supramolecular polymers, which allows the creation of two or more molecules permanently connected via topology. They are perfectly suited for developing the idea of devices-integrated molecular machines.

Qualifications Required: Master or Diploma degree in physics or engineering or equivalent university studies. Scientific interest in statistical mechanics and continuum mechanics. Strong theoretical/numerical skills. Skills in programming in Matlab. Good communication skills and ability to work as an independent and flexible researcher in an international and diverse team.