

Multicouche phospholipidiques : interfaces biologiques mécano-sensibles, biolubrifiants et antiinflammatoires

Ana-Maria Trunfio-Sfarghiu

De manière générale, les organismes vivants (assemblage d'organes, eux-mêmes composés de tissus, eux-mêmes composés de cellules et d'une matrice extracellulaire) sont soumis à des sollicitations tribologiques (normales et tangentielles, mécaniques et physicochimiques) qui influencent leur évolution biologique. Ainsi, afin d'obtenir une bonne homéostasie de l'organisme (fonctionnement sain), un processus d'équilibre des contraintes biologiques, physicochimiques et mécaniques s'initialise dès la période embryonnaire. L'équilibre des contraintes biologiques s'effectue à l'échelle de la cellule qui utilise son génome, d'une part, pour se multiplier et, d'autre part, pour synthétiser des composants biologiques (protéines, glucides et lipides) qui génèrent sa matrice extracellulaire ; phénomènes biologiques à la base de la fabrication tissulaire. L'équilibre des contraintes physicochimiques s'effectue à l'échelle du tissu qui achève ainsi sa fabrication par la création des liaisons physico-chimiques entre les cellules et le composant biologique formant la matrice extracellulaire. L'équilibre des contraintes mécaniques (forces, moments) s'effectue à l'échelle de l'organe qui adapte alors sa géométrie afin de garantir une bonne fonctionnalité de l'ensemble (par exemple, dans le cas des articulations, assurer une bonne cinématique).

Depuis longtemps il est connu que la mécano-biologie du développement cellulaire passe par les membranes cellulaires. Ces membranes sont des bicouches lipidiques ayant une rhéologie d'interface spécifique à chaque type cellulaire ce qui va garantir, d'une part une bonne synthèse de la matrice extracellulaire, mais, aussi une adaptation de la cellule à son environnement ce qui est important de connaître pour mieux diagnostiquer ou traiter précocement certaines pathologies comme par exemple l'arthrose. Plus récemment, l'avancée des techniques d'analyses chimiques et biologiques ont mis en évidence la présence de structures de type multicouches phospholipidiques continues à grande échelle sur la surface interne ou externe des certains organes : couche hydrolipidique de la peau, surface frottante du cartilage articulaire, cornée, membrane péritonéale, parois des alvéoles pulmonaires.... Des études de nanomécanique et de nanotribologie ont montré que ces couches phospholipidiques peuvent résister à plusieurs dizaines de MPa et permettre des frottements les plus bas enregistrés dans l'industrie. De plus ces interfaces lipidiques peuvent être reproduites de façon biomimétique afin d'étudier ex-vivo leurs propriétés biolubrifiantes ou anti-inflammatoires. Cela ouvre la voie vers d'autres applications environnementales ou industrielles.

Ce cours vise à donner une vue d'ensemble sur la structure et les propriétés remarquables de ces interfaces biologiques qui sont à la base de notre santé, mais aussi à ouvrir vers quelques applications industrielles de ces structures.

Ana-Maria Trunfio-Sfarghiu

Après des études de Bio-Ingénieur en Roumanie, un doctorat en Bio-Tribologie et un postdoctorat en Nano-Physique, Ana-Maria Trunfio-Sfarghiu intègre le CNRS en 2009. Depuis, elle mène des recherches pluridisciplinaires en mécanique du vivant au Laboratoire de Mécanique des Contact et des Structures à Villeurbanne (UMR5259 INSA Lyon - CNRS). L'objectif de ses recherches est de comprendre la réponse des contacts vivants aux sollicitations mécaniques afin de la transformer en marqueur du diagnostic et de la thérapeutique précoce des pathologies chroniques comme par exemple l'arthrose ou la fibrose pulmonaire. Ainsi elle a pu montrer que la tribologie des structures biologiques de type multicouches lipidiques peut être considérée comme un marqueur précoce de ces pathologies. De plus, la rhéologie de ces structures biologiques est fortement perturbée par certaines particules (ex particules issues de la bio-tribo-corrosion de certains dispositifs médicaux ou certaines nanoparticules électro-négatives présentes dans l'air ambiant) ce qui pourra être utilisé pour prédire des effets toxiques chroniques dues à ce type de particules. Dans ce sens, en collaboration avec le groupement associatif patients / cliniciens Minapath Groupe Adène et l'Institut Multidisciplinaire de Biochimie des Lipides, Ana-Maria Trunfio-Sfarghiu attire l'attention sur le rôle de la nutrition et la pollution dans la prévention et la thérapeutique des pathologies chroniques.