

SEMINAIRE

***IPBS , salle de conférence n° 1 , niveau 2
205 route de Narbonne TOULOUSE CEDEX 4***

Vendredi 28 mars 2008 à 11 h.

Dr Ana-Maria TRUNFIO-SFARGHIU (Laboratoire de physique de la matière condensée et nanostructures, UMR 5586, Lyon)

"Rôle des multicouches phospholipidiques dans le fonctionnement tribologique des contacts biologiques"

Depuis les années 50 de nombreuses études visent à comprendre les performances tribologiques remarquables des contacts frottants biologiques. Ces performances ont d'abord été corrélées avec une lubrification de type hydrodynamique ce qui revenait à localiser le glissement à l'intérieur d'un film fluide homogène et continu. Ensuite les difficultés liées à la caractérisation rhéologique des « lubrifiants biologiques » ont conduit à étudier la composition moléculaire de ces lubrifiants et surtout celles des interfaces moléculaires qu'ils créent avec les tissus biologiques. Au cours de la dernière décennie ces études ont mis en évidence deux types de molécules capables de créer des interfaces sous forme de « balais brosses moléculaires » supposés conduire à un coefficient de frottement très faible.

Le premier type de molécules est une polyélectrolyte (appelée lubricine) capable de créer des arborescences de chaînes chargées électronégativement d'une longueur d'environ 200 nm. Les performances lubrifiantes de ces molécules seraient obtenues par la localisation du glissement dans une couche aqueuse piégée entre les charges négatives de ces molécules ce qui favoriserait des coefficients de frottements très bas [~ 0.005 d'après Klein 2006]. Mais les expérimentations effectuées avec de telles molécules extraites des interfaces moléculaires articulaires révèlent des coefficients de frottement plus élevés : 0.025 à 0.1 [Israelaschvili 2007].

Le deuxième type de molécules est un surfactant (appelée surface actif phospholipide) capable de créer des bicouches moléculaires d'une épaisseur d'environ 5nm. Les propriétés lubrifiantes de ces bicouches sont supposées être obtenues par la localisation du glissement à l'intérieur de ces bicouches. Mais les expérimentations effectuées avec de telles bicouches montrent des coefficients de frottement élevés : 0.03 à 0.1 [Israelaschvili 2004].

Ces résultats expérimentaux a priori discordants doivent être interprétés à partir de la caractérisation biochimique de ces types de molécules. Ces caractérisations montrent que leur coexistence dans les interfaces bio-tribologiques peut créer des efforts d'adhésion susceptibles de modifier leurs performances tribologiques. En effet, ces interfaces bio-tribologiques sont des

milieux moléculaires complexes capables de s'auto organiser pour créer des structures en multicouches formées de 3 à 7 bicouches de surfactant séparées les unes des autres par l'intermédiaire de fines couches aqueuses (solution tampon 150mM, pH~7) de 1 à 5 nm d'épaisseur [Hills 2000] et accrochées aux surfaces biologiques par l'intermédiaire des polyélectrolytes qui ont plutôt un rôle d'adhésif pour les multicouches lipidiques.

Dans ce contexte ce travail a pour but d'évaluer les performances tribologiques de telles interfaces biologiques. Pour cela un modèle expérimental a été conçu et exploité ex vivo. Ce modèle utilise des hydrogels pour reproduire ex vivo les propriétés mécaniques et physico-chimiques des tissus biologiques. Différents techniques comme le dépôt lipidique par éclatement de vésicules, la microscopie de force atomique et la machine de force de surface (dSFA) ont été utilisés pour reproduire et caractériser les multicouches lipidiques. L'évolution de ces interfaces est visualisée in situ, au cours d'essais de frottement, par microscopie optique en fluorescence obtenue avec des marqueurs moléculaires spécifiques.

Les résultats expérimentaux (visualisation en fluorescence et mesure du coefficient de frottement) corrélés avec un modèle numérique des multicouches lipidiques (dynamique moléculaire) permettent de caractériser où et comment s'effectue le glissement dans les interfaces multicouches lipidiques. Par exemple, si le glissement se localise dans la bicouche phospholipidique le coefficient de frottement est de 0.08, alors qu'il n'est que de 0.002 lorsqu'il se localise dans la couche aqueuse séparant deux bicouches. De plus il a été montré que si la couche aqueuse (NaCl 150mM, pH7) est remplacé par une solution plus visqueuse (glycérol) l'efficacité de ce revêtement est diminuée et l'accommodation de glissement s'effectue alors par la formation de rouleaux qui détruisent l'intégrité des multicouches ce qui provoque l'augmentation du coefficient de frottement (0.15).

Contact : Laurence Salomé
