

Résumé

Les films d'hydrogel sont envisagés comme revêtements anti-buée sur les vitrages. En effet, ils peuvent retarder l'apparition de la buée en absorbant plusieurs fois leur volume en eau. Cependant, une fois gonflés, la question de leur résistance mécanique se pose. Nous nous intéressons ici aux transferts d'eau vers et au sein de films d'hydrogel hors équilibre dans deux situations. D'abord, lorsqu'ils sont secs puis soumis à un flux d'air humide sur un substrat refroidi, nous avons étudié leur cinétique de gonflement. Ensuite, nous avons caractérisé leur réponse mécanique en indentation et en frottement lorsque l'eau retenue par l'hydrogel draine au sein du contact.

Dans ce but, des films micrométriques d'hydrogel modèles, de physico-chimie variée et contrôlée, sont réalisés. Des dispositifs expérimentaux ont été développés, dont les résultats sont modélisés en lien avec l'architecture des hydrogels et leur physico-chimie. Nous montrons comment l'hygroscopie du polymère, l'architecture et l'épaisseur des films contrôlent leur cinétique de gonflement dans un flux de vapeur. Nous établissons aussi que le frottement de films d'hydrogel a pour origine l'écoulement forcé de l'eau au sein du réseau perméable de polymère. Enfin, à forte indentation où la teneur en eau devient faible, nous mettons en évidence le rôle des transitions (vitreuse ou de type LCST) du polymère sur la réponse mécanique des films.

Mots-clés : film d'hydrogel ; transport ; gonflement ; frottement ; poroélasticité ; transitions

Abstract

Hydrogel films are proposed as anti-fog coatings on glazings. Indeed, they may delay mist formation by absorbing water up to several times their volume. However, their mechanical resistance in the swollen state remains an issue. In this work, we investigate water transport towards and within non-equilibrium hydrogel films in two situations. First, we have studied the swelling kinetics of the cooled films when submitted to a humid air flow. Second, we have characterized their indentation and frictional response in relation to the drainage of the poroelastic network which results from contact stresses.

For this purpose, model micrometric hydrogel films, with a varied and controlled physical-chemistry, are prepared. Experimental set-ups have been developed and the results are modelled in relation with the architecture of hydrogels and their physical-chemistry. We show how the hygroscopy of the polymer, the architecture and the thickness of the films control their swelling kinetics in a vapor flux. We also demonstrate that the friction force on hydrogel films mostly originates in the flow of water forced within the permeable polymer network in the sliding contact. Finally, at large indentation depths where the water content becomes low enough, we highlight the role of the transitions (glass transition or LCST-type) of the polymer on the mechanical response of the films.

Keywords: hydrogel film; transport; swelling; friction; poroelasticity; transitions