

Composition-structure-mechanical properties relationships in soft polymer networks

Mehdi Vahdati

Université de Strasbourg, CNRS, Institut Charles Sadron (UPR 22), 67200 Strasbourg, France

Soft polymer networks swollen in a large quantity of solvent known as gels are useful for diverse applications requiring a low elastic modulus (1 kPa to 1 MPa) and large deformability (strains > 100%). My research focuses on two classes of these materials. The first class is polyelectrolyte complex coacervates (PCC) formed upon an associative phase separation of oppositely-charged polyelectrolytes in water. We have investigated the phase behavior, viscoelasticity, nanostructure, and adhesive properties of (i) model PCC based on synthetic polyelectrolytes and (ii) bio-sourced PCC based on polysaccharides. Our work has highlighted the influence of several important parameters such as the real polymer concentration, the polymer persistence length, entanglements, and kinetic effects. The second class of materials is the so-called eutectogels, i.e. polymer gels swollen in deep eutectic solvents (DES). DES are an emerging class of green solvents formed via extensive hydrogen bonding at specific ratios of certain sugars, salts, and acids. Our work has elucidated DES-specific effects in tuning the dynamics and fracture behavior of eutectogels, enabling the design of soft, but dynamic and tough gels with a lower environmental footprint compared to the existing options. Moving forward, we aim to extend our investigations to more sophisticated polymer architectures and a broader library of solvents, enabling the informed design of functional soft polymer networks for diverse applications.

Les réseaux mous de polymères gonflés dans une grande quantité de solvant, appelés gels, sont utiles pour diverses applications nécessitant un faible module d'élasticité (1 kPa à 1 MPa) et une grande déformabilité (déformations > 100 %). Mes travaux de recherches portent sur deux classes de ces matériaux. La première classe est celle des complexes de coacervats polyélectrolytes (PCC) formés lors d'une séparation de phases associative de polyélectrolytes de charges opposées dans l'eau. Nous avons étudié le comportement de phase, la viscoélasticité, la nanostructure et les propriétés adhésives (i) des PCC modèles à base de polyélectrolytes synthétiques et (ii) des PCC d'origine biologique à base de polysaccharides. Nos travaux ont mis en évidence l'influence de plusieurs paramètres importants tels que la concentration réelle en polymères, la longueur de persistance des polymères, les enchevêtrements et les effets cinétiques. La deuxième catégorie de matériaux est celle des eutectogels, c'est-à-dire des gels polymères gonflés dans des solvants eutectiques profonds (DES). Les DES sont une nouvelle catégorie de solvants verts formés par des liaisons hydrogène à des ratios spécifiques de certains sucres, sels et acides. Nos travaux ont permis d'élucider les effets spécifiques des DES sur l'ajustement de la dynamique et du comportement de fracture des eutectogels, ce qui permet de concevoir des gels mous, mais dynamiques et robustes à la fracture, avec une empreinte environnementale moindre par rapport aux choix existants. Nos travaux en cours visent à étendre nos recherches à des architectures de polymères plus complexes ainsi qu'à un choix plus large de solvants afin de permettre la conception de réseaux mous de polymères fonctionnels destinés à diverses applications.

Commenté [MV1]: Hansen's review
10.1021/acs.jnatprod.7b00945