Yohan ZARATE

Intégration de moteurs moléculaires photo-activables au sein d'auto-assemblages biomoléculaires

Résumé

Cette thèse explore l'intégration de moteurs moléculaires activés par la lumière dans des assemblages de peptides, d'ADN et de lipides. Une plateforme commune synthétique permet de fonctionnaliser séparément le rotor et le stator. Dans un hydrogel peptidique, les connexions supramoléculaires transmettent les contraintes mécaniques du moteur et permettent une transition gel-sol réversible, suivie d'une reconstruction spontanée dans l'obscurité. Un moteur tétra-ADN a été synthétisé et intégré dans un réseau de jonctions de Holliday, dont la taille des pores diminue sous irradiation. Un macrocycle à deux moteurs a également été conçu pour perturber un duplex d'ADN. Dans les membranes, les moteurs fonctionnalisés favorisent le transport d'ions et d'eau, avec une réponse lumineuse dépendant de la composition lipidique. La photophysique et les études de Langmuir complètent ces résultats, qui soulignent le rôle des connexions moléculaires et du milieu dans la réponse des assemblages.

Mots clés : Moteurs moléculaires ; photoactivation ; autoassemblage ; peptides ; ADN ; transport membranaire.

Abstract

This thesis explores the integration of light-driven molecular motors into peptide, DNA and lipid assemblies to couple molecular rotation to structural or functional changes. A versatile synthetic platform enabled independent functionalisation of the rotor and stator. In a peptide hydrogel, supramolecular connections transmit motor-generated mechanical stress, inducing a reversible gel-to-sol transition followed by spontaneous recovery in the dark. A tetra-DNA motor was synthesised and incorporated into a Holliday-junction network, whose pore size decreased upon irradiation. A dual-motor macrocycle was also designed to perturb a DNA duplex. In lipid membranes, functionalised motors promoted ion and water transport, with light responses depending on membrane composition. Photophysical and Langmuir studies complemented these findings. Together, these results highlight how molecular connectivity and the host environment govern the response of motor-containing biomolecular assemblies.

Keywords: Molecular motors; photoactivation; self-assembly; peptides; DNA; membrane transport.