

Offre de stage de Master 1/2 – 2024/2025

Mots clés

Microfluidique, circulation de sève, évapotranspiration, écoulements osmotiques, membranes

Contexte

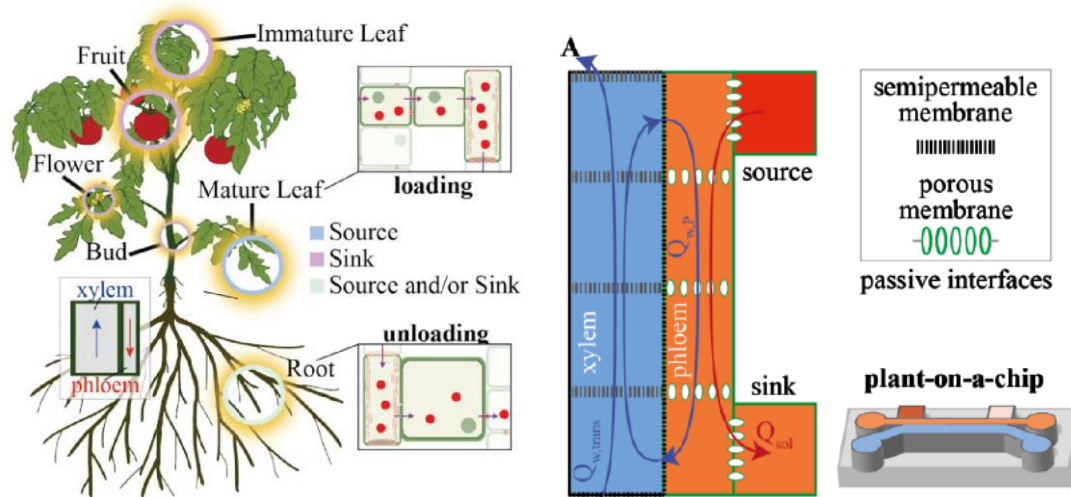


Fig. 1 – À gauche : Représentation schématique de la circulation de sève dans les plantes vasculaires. À droite : Schéma de dispositif microfluidique mimant la circulation de sève.

La circulation de la sève dans les plantes vasculaires est assurée par deux mécanismes (voir Fig. 1a) [1].

- L'évaporation de l'eau au niveau des feuilles met en dépression un tissu appelé xylème, ce qui permet de pomper l'eau depuis les racines jusqu'aux feuilles, selon le mécanisme d'évapotranspiration.
- Au niveau des feuilles, la photosynthèse charge en sucres un tissu appelé phloème, séparé du xylème par une paroi semi-perméable : la pression osmotique ainsi engendrée crée un flux de sève élaborée qui peut se rediriger vers les bourgeons, les fruits, etc. selon le mécanisme de Münch.

Si ces mécanismes sont qualitativement bien compris, leur description quantitative reste imparfaite [2]. Pourtant, elle permettrait le développement et l'amélioration de modèles prédictifs pour l'optimisation des pratiques d'irrigation, cruciale pour rendre l'agriculture plus économe des ressources en eau.

Objectif du stage

Dans le cadre d'un projet international et interdisciplinaire, nous développons des puces microfluidiques permettant de reproduire les principes de circulation de sève dans les plantes, en réalisant un xylème et un phloème artificiels, séparément dans un premier temps et avec la perspective de les coupler sur un même système. La microfluidique, dont le LoF a une expertise reconnue, permet en effet de réaliser des canaux de dimensions micrométriques avec un excellent contrôle des écoulements, et l'équipe a développé depuis quelques années une technique permettant d'y intégrer des membranes hydrogel, dont certaines propriétés sont comparables à celles des plantes [3].

Le stage proposé consistera donc à réaliser des dispositifs microfluidiques (par des techniques de lithographie douce) permettant de mettre en œuvre des écoulements d'évapotranspiration et/ou engendrés par osmose. Ces écoulements et les champs de concentration seront caractérisés par diverses techniques disponibles au laboratoire (Particle Tracking Velocimetry, spectroscopie Raman) dans des configurations contrôlées et comparés aux prédictions de modèles simples de transport et de physico-chimie.

De nombreuses perspectives, tant fondamentales qu'appliquées, se dégagent des travaux déjà réalisés au laboratoire. Les objectifs du stage pourront être ainsi affinés en fonction des intérêts du/de la candidat.e. L'encadrement quotidien sera fait par un doctorant et/ou un post-doctorant actuellement au laboratoire, et en interaction régulière avec Pierre Lidon (MCF, Université de Bordeaux) et Jean-Baptiste Salmon (DR CNRS).

Profil recherché

Étudiant.e en master 1 ou 2 en physique, mécanique des fluides, microfluidique, génie des procédés ou physico-chimie, avec un attrait pour les sciences expérimentales. Des notions d'utilisation de Matlab et/ou Python seraient appréciées. Une expérience en microfluidique/microfabrication peut être un plus, mais n'est pas indispensable.

Détails pratiques

Le stage aura lieu au Laboratoire du Futur, dans une unité mixte entre le CNRS, l'université de Bordeaux et le groupe industriel Syensqo. La durée du stage est prévue entre 4 et 6 mois, entre janvier et août 2025. La rémunération est garantie par le laboratoire.

Aucun financement de thèse n'est à ce jour assuré pour la poursuite du projet, mais en fonction du profil du/de la candidat.e, une candidature à d'autres financements pourra être considérée, le projet s'inscrivant dans une volonté de développement à long terme.

Contact

Pour candidater ou demander plus d'informations, vous pouvez écrire à :

Pierre Lidon – pierre.lidon@u-bordeaux.fr

Jean-Baptiste Salmon – jean-baptiste.salmon-exterieur@syensqo.com

Laboratoire du Futur – 178 avenue du Dr. Schweitzer, 33600 Pessac – www.lof.cnrs.fr

Références

[1] Basic Soft Matter for Plants, in Soft Matter in Plants: From Biophysics to Biomimetics – Y. Forterre, RSC Soft Matter Series (2022)

[2] The Physicochemical Hydrodynamics of Plants – Stroock et al. – Annu. Rev. Fluid Mech., 46, 615-642 (2014)

[3] In situ photo-patterning of pressure-resistant hydrogel membranes with controlled permeabilities in PEGDA microfluidic channels – Decock et al. – Lab Chip, 18, 1075-1083 (2018)