

Contrats doctoraux 2026

Titre du projet de thèse : Efficacité thermodynamique et principes de compromis dans le métabolisme cellulaire

Directeur(s) de thèses : Benjamin Pfeuty (PhLAM) / Pierre Millard (TBI, Toulouse)

Résumé du projet de thèse (en 20 lignes maximum) :

Pour maintenir leur organisation loin de l'équilibre thermodynamique, les systèmes vivants fondent leur fonctionnement sur le métabolisme qui joue un rôle central dans la gestion efficace des flux d'énergie et de matière [1]. Les réseaux métaboliques convertissent les nutriments en énergie et en biomasse tout en assurant une allocation optimale des ressources en régime stationnaire. Ces réseaux doivent aussi être flexibles et régulés pour anticiper et répondre aux fluctuations de l'environnement, notamment en ce qui concerne la disponibilité en nutriments. Des comportements tels que le métabolisme d'*overflow* — où les sucres sont partiellement oxydés dans des conditions riches [2,3] — ou la transition diauxique, caractérisée par une phase de *latence* entre deux régimes de croissance [4], illustrent les compromis inhérents au fonctionnement métabolique des cellules vivantes. Ce projet de thèse vise à étudier comment les contraintes cinétiques et thermodynamiques façonnent la diversité et l'optimalité des stratégies métaboliques [5], et comment elles expliquent certaines propriétés — ainsi que l'apparente inefficacité — associées à l'*overflow* ou à la *latence*. L'étudiant·e développera des modèles de réseaux métaboliques en s'appuyant sur la thermodynamique hors équilibre, la théorie des réseaux et l'analyse de données.

Ce projet s'inscrit dans une collaboration expérimentale avec le *Toulouse Biotechnology Institute* (TBI) qui travaille sur des espèces modèles bactériennes et levuriennes. Plus généralement, l'étude de ces questions concerne aussi bien les principes physiques du vivant que des applications à l'optimisation des bioprocédés ou à la compréhension des adaptations métaboliques des cellules cancéreuses.

Date de recrutement envisagée : 01/09/2026

Contact (adresse e-mail) : benjamin.pfeuty@univ-lille.fr

Remarques/commentaires supplémentaires :