



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **17 octobre 2018**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **LE Thihuong**

Titre de la thèse : « *Impact du changement d'utilisation des terres et des pratiques agricoles sur la diversité et le fonctionnement microbiens aquatiques dans un écosystème tropical* »



Résumé

Le changement d'utilisation des terres (UT) vers des pratiques agricoles non durables a entraîné la dégradation et l'érosion des sols, et la perte de sa diversité microbienne et de ses fonctions. Les activités humaines dans les sols en amont peuvent affecter l'écosystème aquatique en aval en modifiant les processus hydrologiques au sein des bassins versants. Le ruissellement et l'érosion des nutriments et des bactéries du sol dans les cours d'eau peuvent augmenter, ce qui risque de modifier la diversité des communautés aquatiques. Ce problème devient particulièrement urgent dans les pays en voie de développement où l'UT passe de la culture itinérante à une agriculture plus permanente et où les applications excessives d'engrais sont courantes. L'impact du changement d'UT et des pratiques agricoles sur la communauté du sol a été relativement bien étudié, mais ses effets sur la structure de la communauté microbienne dans les cours d'eau restent mal connus, en particulier dans les écosystèmes tropicaux. La question principale de ce travail est de savoir comment le changement d'UT présent et passé et les pratiques agricoles associées affectent la diversité bactérienne aquatique et leur fonctionnement dans un écosystème tropical.

Pour répondre à cette question, j'ai mené des expériences à différentes échelles, y compris des expériences contrôlées en micro- et méso-cosmes et des investigations *in situ*. Ces dernières ont été menées dans le bassin versant de Houay Pano, au Laos. Cette zone est représentative d'un bassin versant tropical classique suivant un changement rapide d'UT, passant de la culture itinérante aux cultures annuelles et aux plantations de teck. Tout au long de ce travail, le carbone organique dissous (DOC) et ses caractéristiques optiques au sein d'échantillon du cours d'eau ont été mesurés. Le séquençage à haut débit des gènes de l'ARNr 16S a été utilisé pour mesurer la diversité bactérienne au sein des mêmes échantillons. Enfin, les plaques Biolog Ecoplate ont été utilisées pour mesurer la capacité métabolique des communautés aquatiques.

Tout d'abord dans une expérience de mésocosmes contrôlés, j'ai étudié la réponse de la communauté bactérienne aquatique lors de l'ajout d'eaux de ruissellement provenant de différents engrais organiques modifiés dans le sol (compost, biochar et vermicompost) pendant

16 jours d'incubation. Les résultats ont indiqué que l'ajout d'eaux de ruissellements entraînait un changement de la structure de la communauté bactérienne et de la diversité aquatique du réservoir. La diminution de la richesse et de l'équitabilité bactérienne dans les mésocosmes sous traitement a démontré qu'il existait une spécialisation des espèces lorsque le DOC allochtone et autochtone étaient présents. Ensuite, pour l'investigation *in situ*, j'ai testé l'effet de l'UT passée et présente sur la communauté bactérienne du cours d'eau à différents sites en amont et en aval du bassin, et ce à différentes saisons, lorsque le débit de base et la dispersion sont faibles (saison sèche) ou soutenues (saison humide). Les résultats ont montré que la composition bactérienne, la structure et le fonctionnement des cours d'eau variaient avec les variations saisonnières des conditions hydrologiques, mais que l'UT passée était le principal déterminant du DOC, de ses caractéristiques optiques et de la communauté bactérienne. Les modifications de l'UT, en particulier la transition entre les plantations de teck et les cultures des quatre dernières années, ont entraîné une augmentation de la biodiversité de la communauté bactérienne attachée aux particules (AP).

Le transport du DOC et de la communauté bactérienne du sol en amont vers les cours d'eau via l'écoulement de surface a également été évalué lors d'une crue typique de la saison des pluies. Mes résultats ont indiqué que les écoulements terrestres exportaient des DOC allochtones et une plus grande communauté de bactéries AP qui dominaient les communautés des cours d'eau pendant la crue. La structure de communauté de la fraction AP en amont et en aval du bassin versant était plus semblable à celle de l'écoulement de surface que pour les communautés issues de la fraction libre (FL). Les espèces clé de voûte mises en évidence par des approches en réseau de cooccurrence des communautés échantillonnées pendant la crue appartenaient toutes à la fraction AP et provenaient des écoulements de surface terrestres. De plus, on a constaté que le DOC jouait un rôle important dans le réseau de cooccurrence en saison sèche et qu'il constituait un facteur important de la structure communautaire en période de crue.

En outre, pour tester comment les différences de caractéristiques des eaux de ruissellement liées au DOC, à la communauté bactérienne associées aux fractions AP et FL, une simulation de pluie sous différentes UT (TW, TWO et riz de hautes terres(UR)) a été réalisée. Les résultats ont montré que le pourcentage de bactéries communes entre le ruissellement et le sol correspondant sous TWO (plus de 50%) était plus élevé que dans TW et UR à la fois pour les communautés AP et FL. Cela suggère que les pratiques agricoles visant à brûler le sous-bois sous les plantations de teck (TWO) retirent la couche de végétation de surface où de nombreux taxons vivent. Ces bactéries suivent les particules de sol érodées lors de la simulation de pluie. De plus, j'ai observé un plus grand nombre de taxons spécialistes (ceux n'apparaissant que dans les eaux de ruissellement de TWO) perdus du sol dans les eaux de ruissellement de TWO. Cela suggère que certains taxons spécifiques de TWO sont plus communément retrouvés dans les eaux de ruissellement. Plus important encore, la perte de certains groupes bactériens du sol dans les écoulements sous simulation de pluie et de l'écoulement de surface dans les cours d'eau pendant la crue affecte certains groupes fonctionnels du sol en amont, comme les groupes liés au cycle de l'azote.

Pour soutenir et confirmer les résultats des investigations *in situ*, j'ai également mené une expérience en microcosme pour évaluer la réponse de la communauté bactérienne lors de l'ajout de l'écoulement de surface du sol sous différentes LU (2YF, 8YF), TW et TWO pendant 4 jours d'incubation. Les résultats de cette expérience ont confirmé que le changement de structure de la communauté bactérienne se produisait en fonction des différents traitements en ajoutant un écoulement provenant de différents sols. La richesse et l'équitabilité de la communauté bactérienne dans les microcosmes traités ont diminué après 4 jours d'incubation. La concentration en DOC était significativement liée à la structure de la communauté bactérienne dans différentes UT pendant les 4 jours d'incubation. Comme pour l'expérience en mésocosme, ces résultats suggèrent la prédominance de certains groupes bactériens spécifiques à la communauté bactérienne du sol qui est exportée dans l'eau du cours d'eau.

Les résultats de mes travaux montrent l'importance de prendre en compte à la fois l'UT passées et présentes, ainsi que les processus hydrologiques lors de l'évaluation de la diversité et des fonctions microbiennes des cours d'eau. Alors que les expériences en conditions contrôlées (micro et mésocosmes) ont permis de distinguer l'importance relative des écoulements terrestres directs et de la communauté du sol sur la structure bactérienne des cours d'eau, l'approche *in situ* a permis de souligner la nécessité d'utiliser des pratiques de gestion durables d'UT si nous souhaitons atténuer les impacts sur les systèmes aquatiques en aval.