
IMPACT DU POTENTIEL MATRICIEL SUR LA BIODÉGRADATION DE RÉSIDUS VÉGÉTAUX – ÉVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DE LA DÉTRITUSPÈRE

Thèse de Charlotte **VÉDÈRE**¹

Analysée par Denis **ANGERS**²

Directrice de thèse : Claire **CHENU**, Professeure, INRAE (UMR ECOSYS, Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes), Grignon
Co-encadrante : Laure **VIEUBLÉ-GONOD**, Maître de conférences, AgroParisTech (UMR ECOSYS, (Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes), Grignon

Les résidus végétaux constituent une source importante de matière organique apportée aux sols. Il est donc essentiel de mieux connaître et comprendre les mécanismes déterminant leur biodégradation. Le travail de thèse de Charlotte Védère, intitulé « **Impact du potentiel matriciel sur la biodégradation de résidus végétaux – Évolution spatio-temporelle de la détritosphère** » a pour objectif général d'évaluer l'impact de facteurs de régulation abiotiques tels que la porosité, la teneur en eau ou la localisation des microorganismes et des substrats dans le sol sur la minéralisation du C, carbone et ceci à l'échelle de l'habitat microbien. En raison de la distribution spatiale hétérogène des micro-organismes et des substrats dans le sol et de l'accessibilité restreinte, la biodégradation se produit principalement dans des *hotspots*, comme dans la *détritusphère* induite par la décomposition des résidus végétaux. Connaître les caractéristiques du volume de sol impliqué dans la décomposition d'un substrat organique permettra de mieux comprendre et prédire sa biodégradation.

Après une analyse bibliographique riche et complète, la thèse est structurée autour de quatre questions scientifiques en découlant : 1) Quel est l'impact du potentiel matriciel, et en particulier en conditions de sol sec, « priming effect » après apport de résidus végétaux au sol ? 2) Quelles méthodes pour visualiser les microorganismes et leurs activités dans des « hot spots » de type détritosphère ? 3) Quelles sont les caractéristiques des sites de biodégradation de la matière organique dans le sol ?

¹ Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay, École doctorale n° 581 : Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES), Spécialité de doctorat : Sciences du sol, Unité de recherche : Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 78850, Thiverval-Grignon, France, soutenue le 5 novembre 2020 à Paris-Saclay.

² Correspondant associé de l'Académie d'agriculture de France, section V « Interactions milieux-êtres vivants ». Chercheur scientifique, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec.

Pour répondre à ces questions, un ensemble d'expérimentations a été réalisé en conditions contrôlées (cosmes) sur sols remaniés comprenant une couche centrale de résidus de maïs marqués ^{13}C à trois potentiels matriciels contrastés. Le dispositif permet le suivi des émissions de CO_2 au cours du temps ainsi que le prélèvement d'échantillons de sol à des différentes distances de la surface de la couche de résidus. Le marquage isotopique important des résidus végétaux a permis le suivi du signal ^{13}C dans les différentes fractions de carbone de la détritosphère. Le suivi temporel du ^{13}C du résidu, de la structure de la communauté microbienne et de son activité par analyses des PLFA et ^{13}C -PLFA a été réalisé. Des lames minces de sol pour des observations en fluorescence et nanoSIMS ont aussi été préparées.

De façon générale, la thèse est très bien structurée. Chacun des chapitres répond à une question scientifique spécifique et ceux-ci s'enchaînent de façon logique et cohérente. La grande gamme de méthodes mises en œuvre pour étudier la spatialisation fine des microorganismes du sol dans la détritosphère est remarquable. C. Védère a utilisé de façon concomitante des approches d'écologie microbienne, de chimie, d'isotopie ainsi que l'analyse d'image. La combinaison de ces approches lui a permis d'appréhender le comportement microbien à des échelles de moins de 50 μm à plus d'un cm autour des résidus végétaux. L'aspect novateur de ce travail vient essentiellement de la combinaison et de l'utilisation judicieuse de cet ensemble de méthodes. Enfin, on soulignera que C. Védère a, en plus de ses travaux expérimentaux, réalisé un travail de synthèse méthodologique particulièrement original et très informatif, dans lequel elle explore les méthodes et limites pour visualiser les microorganismes et leurs activités dans les habitats microbiens du sol (chapitre 5).

Les principaux résultats permettent d'abord de confirmer que la détritosphère est une zone mince d'environ 2 mm autour du résidu. Ils permettent aussi de conclure que si la minéralisation et le « *priming effect* » observés sont fonction de l'humidité du sol, cette relation n'est pas simple, particulièrement en conditions sèches. Bien que les vitesses des transferts de carbone vers le sol soient dépendantes de la teneur en eau, le volume de la détritosphère n'en est pas pour autant influencé. Le développement des microorganismes suggère une succession bactéries / champignons au fur et à mesure de la biodégradation à l'origine d'un « *priming effect* », particulièrement en conditions sèches. L'étude des microorganismes dégradants montre que les bactéries, comme les champignons, sont très tôt impliquées dans la biodégradation du résidu. A l'échelle de l'habitat microbien, il semblerait que le facteur majeur de la répartition des microorganismes soit la localisation de ressources trophiques plutôt que la teneur en eau du sol. En effet, bien que l'eau puisse avoir une influence sur la répartition des microorganismes à échelle micrométrique, dans la mesure où elle occupe le réseau poral, elle peut moduler la dispersion des ressources influençant la position des microorganismes selon les voies de transferts préférentielles que sont les pores.

Le jury de thèse a souligné le caractère novateur de ce travail, son caractère multidisciplinaire et multi-technique, ainsi que la grande qualité de la présentation. Il souligne également que son caractère exploratoire n'était pas sans risque.

L'évolution du climat, et certaines pratiques agricoles de conservation, dont le non-labour, ont un impact direct sur les facteurs proximaux affectant la biodégradation des résidus de culture. En étudiant de façon fine et systématique l'influence de la localisation des microorganismes

et de la teneur en eau du sol, ce travail de thèse permet d'enrichir notre connaissance et notre compréhension des processus de dégradation des résidus végétaux et de leurs déterminants dans un contexte de transition agroécologique et d'adaptation au changement climatique.

La qualité des travaux présentés dans cette thèse mérite que l'analyse proposée figure sur le site de l'Académie à titre de valorisation.