
**A NEW INTEGRATIVE AND OPERATIONAL FRAMEWORK TO ASSESS
THE IMPACT OF LAND MANAGEMENT ON SOIL QUALITY**

***From a field scale to a global scale indicator to be integrated within the Life
Cycle Assessment framework***

Thèse de Alexis **THOUMAZEAU**¹

Analysée par Jean Louis **MOREL**²

Directeur de thèse : Alain BRAUMAN, Directeur de recherche, IRD France,
Co-directrice de thèse : Cécile BESSOU, Chargée de recherche, IRD France
Co-directeur de thèse : Frédéric GAY, Chargé de recherche, Cirad France

Monsieur Alexis Thoumazeau a consacré sa thèse de doctorat de Montpellier SupAgro (2018) au développement d'un nouveau cadre intégrateur et opérationnel pour évaluer l'impact de la gestion des terres sur la qualité des sols.

La thèse a été préparée au Cirad et à l'IRD, sous la direction d'Alain Brauman, de Cécile Bessou et de Frédéric Gay, dans l'UMR Eco&Sols et l'UPR34 Systèmes de Pérennes, en collaboration avec le Département de l'aménagement du territoire et l'Université Kasetsart en Thaïlande. Il a été financé par le Cirad et le projet ANR Heveadapt (ANR-14-CE03-0012).

Le contexte général de la thèse est la dégradation des écosystèmes engendrée par une pression humaine croissante. L'accent est ici mis sur le sol, dont le rôle est essentiel dans la fourniture de services écosystémiques, et sur les questions que posent les perturbations majeures dont il fait constamment l'objet, notamment sous l'influence des changements d'usages des terres et de l'intensification de l'agriculture. Conceptualiser, puis promouvoir de nouveaux systèmes de production (e.g. agro-écologie) qui assurent un niveau élevé de services écosystémiques, requiert aussi de disposer d'outils fiables et opérationnels pour évaluer et suivre la qualité des sols et recommander ainsi les meilleures pratiques. Aux approches actuelles fondées sur l'évaluation à partir de données indépendantes des propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, l'auteur a substitué une démarche intégrative, proposée antérieurement par Kibblewhite *et al.* (2008), pour rendre compte du fonctionnement du sol. L'enjeu de la thèse était alors de développer un outil agrégeant un ensemble d'indicateurs jugés pertinents pour caractériser simplement et sûrement le fonctionnement des sols et de tester l'outil dans différents contextes agricoles en région tropicale. La thèse est donc une nouvelle façon d'intégrer la qualité fonctionnelle du sol pour l'évaluation environnementale des modes de gestion des terres, et ce, à plusieurs échelles spatiales.

¹ Thèse de doctorat pour obtenir le grade de docteur de Montpellier Sup Agro, en Ecologie Fonctionnelle et Sciences Agronomiques, Ecole doctorale GAIA, Unité de recherche UMR Eco&Sols et UPR34 Systèmes de Pérennes, soutenue le 5 novembre 2018 à Montpellier.

² Jean Louis MOREL, membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, section 5, (Interactions milieux-êtres vivants).

Ainsi, Monsieur Alexis Thoumazeau a sélectionné douze indicateurs, validés par un groupe d'experts, qui caractérisent des fonctions essentielles du sol, telles que les transformations du carbone, la fourniture d'éléments nutritifs et les fonctions associées à la structure du sol, qu'il a intégrés dans un assemblage dénommé Biofunctool®. En outre, il a développé et validé un nouvel indicateur, nommé POXC/Respi, qui autorise l'évaluation de la dynamique de stabilité du carbone du sol *in situ* et, par conséquent, rend compte du stockage à court terme du carbone dans les sols. Il a enfin tenté de généraliser son approche à l'échelle mondiale afin de répondre aux exigences du cadre de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV).

Le lecteur découvrira le travail, la démarche adoptée, les résultats et la thèse soutenue par Monsieur Alexis Thoumazeau dans un manuscrit organisé en trois parties, chacune divisée en plusieurs chapitres. L'ensemble du document compte 200 pages, auxquelles s'ajoute la liste des références bibliographiques. Le document est écrit en anglais et l'auteur propose un résumé long de onze pages en français.

Dans la première partie, les développements méthodologiques adoptés sont précisés, notamment afin de répondre aux exigences du cadre conceptuel pour caractériser la qualité intégrative du sol. Les indicateurs choisis sont simples à appréhender et à déterminer sur le terrain, même si certains requièrent encore des analyses au laboratoire, ce qui en fait des outils généralisables à une large population d'acteurs de l'aménagement.

La deuxième partie présente le concept et l'outil Biofunctool®. L'ensemble des indicateurs retenus est ensuite appliqué à quatre sites expérimentaux localisés en Asie du Sud-Est, représentant un gradient de perturbation par les activités agricoles. Avec Biofunctool®, l'auteur a pu tester les effets de la culture d'hévéa et de cultures vivrières, comme le manioc, sur les indicateurs, en prenant pour référence des écosystèmes forestiers et démontrer les conséquences des modes de gestion des terres sur les fonctions du sol choisies. Le temps, notamment l'âge des plantations, est apparu comme un facteur important de contrôle du fonctionnement du sol. La robustesse et les limites de son outil, dans différents contextes, ont ainsi été démontrées.

La troisième partie consiste à établir les fondements pour une extrapolation de la démarche à une échelle plus globale, en proposant un indicateur fonctionnel de qualité des sols qui pourrait être intégré dans les modèles d'évaluation environnementale à une échelle globale comme l'ACV. Son défi est de proposer une démarche plus performante que LANCA®, modèle actuellement le plus prometteur qui pourrait être intégré dans l'ACV mais qui présente de nombreuses limites. L'indice de qualité des sols créé pour évaluer l'impact de changements d'usages des terres pourrait alors être intégré dans l'ACV.

Le manuscrit se conclut par une discussion et la proposition de perspectives. Les avancées du travail, mais aussi les limites, sont bien mises en évidence. L'auteur fait une analyse hiérarchisée et pertinente. Il souligne la fonction de « fenêtre » de sa thèse, laquelle constitue indéniablement un point d'étape essentiel, qui ouvre des perspectives bien adaptées aux attentes en matière d'évaluation des fonctions des sols et des services rendus et, en conséquence, de recommandations en termes de pratiques qui assurent le fonctionnement durable des sols. Cette dernière partie est très captivante pour la suite du développement de l'outil. Elle pose les questions de la régulation des parasites du sol, du nombre d'indicateurs à intégrer, de leur utilisation pratique sur le terrain, de l'intégration d'indicateurs dans les modèles d'ACV avec la nécessaire généralisation à d'autres contextes pédo-climatiques et d'échelles temporelles que ceux qui ont été étudiés durant la thèse. Il pose aussi la question essentielle de la transposition de l'évaluation du fonctionnement des sols à celle des services écosystémiques, étape ultime de la démarche.

Enfin, au plan pratique, ce sont des questions relatives au développement de l'outil Biofunctool® « *outil clé en mains* » et de son application à grandes échelles qui sont envisagées. Nul doute que l'appropriation de l'outil par différentes communautés l'enrichira et qu'il pourra répondre aussi à des problématiques très brûlantes dans un contexte environnemental dramatique, telles que l'effondrement de la biodiversité, dont le caractère catastrophique nécessite de réviser d'urgence les choix d'usages de terres et de leur gestion, notamment en régions tropicales.

Ce document, et les articles associés, constituent ainsi des éléments importants pour l'avancement des connaissances et le développement d'outils pour l'évaluation de la qualité des sols en réponse aux changements globaux et, au plan pratique, pour celles et ceux qui ont besoin d'outils fiables et robustes pour le choix des bonnes pratiques et la gestion des terres. Il s'agit certainement d'un document à mettre dans les mains des jeunes et moins jeunes chercheurs mais aussi de toutes les parties-prenantes impliquées dans la quantification et la gestion des services écosystémiques rendus par les territoires sous influence humaine.

Ce travail de thèse présente toutes les qualités requises pour que cette analyse soit publiée sur le site de l'Académie à titre de valorisation.