



PROJET
EXPLORATOIRE
2023-2025

L'organisation spatiale du système agroforestier influence le cycle de l'azote

Contacts

Simon Boudsocq

simon.boudsocq@inrae.fr

Céline Casenave

celine.casenave@inrae.fr

Mots clés

Agroforesterie

Méta-écosystème

Azote

Spatialisation

Interaction arbre-culture

Disciplines impliquées

Écologie théorique

Modélisation écologique

Modélisation des flux

Modélisation mathématique

Écologie des méta-écosystèmes

Étude de la microfaune, de la

macrofaune et des fonctions du sol

Un modèle de type méta-écosystème a été développé pour étudier les flux d'azote en système agroforestier (SAF). Son application sur le site expérimental DIAMS a montré que l'organisation spatiale du SAF, en interaction avec les pratiques agricoles, structure fortement la distribution des stocks et flux d'azote entre sous-unités paysagères, avec des conséquences sur la production végétale et la capacité du système à limiter les pertes d'azote par lixiviation.

METAGROFORESTRY – La gestion et l'agencement spatial des systèmes agroforestiers comme leviers du recyclage de l'azote : une approche par modélisation de type méta-écosystème

Les systèmes agroforestiers (SAF) associent arbres, cultures et/ou pâturages afin d'optimiser la production agricole tout en améliorant la fourniture de services écosystémiques. Leur fonctionnement repose sur des interactions complexes entre sous-unités végétales et pédologiques, dont l'intensité dépend étroitement de l'organisation spatiale du système et des pratiques agricoles associées. Parmi les processus clés gouvernant ces interactions, le cycle de l'azote joue un rôle central dans la productivité végétale, la fertilité des sols et la durabilité des SAF.

Ce projet s'est appuyé sur l'hypothèse que l'agencement spatial des sous-unités d'un SAF, combiné aux pratiques de gestion, constitue un levier majeur pour influencer les flux, la distribution et la conservation de l'azote au sein du système, via des mécanismes de complémentarité et de transfert entre sous-unités. L'objectif principal était de développer un cadre de modélisation permettant d'analyser conjointement les effets de l'organisation spatiale et des pratiques agricoles sur la dynamique de l'azote, et d'en évaluer les conséquences sur la production végétale et la fertilité du système.

Départements concernés

[AGROECOSYSTEM](#)

[ECODIV](#)

[MATHNUM](#)

Unités impliquées

[UMR Eco&Sols](#)

[UMR MISTEA](#)

[UMR ABSys](#)

Partenaire

[IEES Paris](#)



© INRAE

Démarches

Pour atteindre cet objectif, le projet a mobilisé une approche de modélisation fondée sur le concept de méta-écosystème, représentant explicitement les différentes sous-unités constitutives d'un SAF (arbres, cultures, couverts herbacés) et les flux d'azote qui les relient. Le SAF est ainsi décrit comme un ensemble d'écosystèmes interconnectés par des flux de matière, dont l'intensité dépend à la fois de la configuration spatiale et des pratiques de gestion.

Un modèle mathématique dynamique, basé sur un système d'équations différentielles, a été construit pour décrire les stocks et flux d'azote au sein de chaque sous-unité et entre sous-unités. Les paramètres spatiaux du modèle correspondent aux surfaces relatives des sous-unités et à leurs zones de chevauchement fonctionnel, définies par la distribution spatiale des chutes de litière arborée et par la répartition horizontale et verticale des systèmes racinaires des arbres. Ces chevauchements conditionnent l'intensité des transferts d'azote entre sous-unités, notamment via les apports de litière et la compétition pour l'acquisition des ressources du sol.

Le modèle intègre également la présence de racines arborées en profondeur, permettant de représenter un effet de « safety net », par lequel les arbres peuvent capter l'azote soumis à la lixiviation vers les horizons profonds et contribuer à sa redistribution vers les couches superficielles via la litière. Les pratiques agricoles (semis, récoltes, fertilisation, gestion des résidus, taille des arbres) sont intégrées sous forme de perturbations des stocks et des flux, afin de représenter le caractère géré et temporellement structuré des SAF.

Le modèle a été appliqué à un système agroforestier méditerranéen étudié sur le site expérimental instrumenté DIAMs (Mauguio). Sa paramétrisation s'est appuyée sur des données existantes, complétées par de nouvelles mesures de terrain portant sur les teneurs en azote de différentes biomasses végétales des sous-unités du système. Ces mesures ont permis de renseigner les teneurs en azote des différentes composantes végétales du système et d'en intégrer les ordres de grandeur dans le modèle.

Résultats

Les résultats montrent que l'organisation spatiale du SAF, en interaction avec les pratiques agricoles, structure fortement la distribution des stocks et flux d'azote entre sous-unités, avec des conséquences sur la production végétale et la capacité du système à limiter les pertes d'azote par lixiviation. Au-delà du cas étudié, le projet fournit un cadre de modélisation générique et transférable, permettant d'explorer des scénarios de gestion et de spatialisation des SAF, et contribuant à une meilleure compréhension du fonctionnement biogéochimique de ces agroécosystèmes complexes.