



Un nouveau modèle pour améliorer la simulation des flux de carbone (C) et d'azote (N) et mieux synchroniser l'offre et la demande en nutriments dans les agroécosystèmes

Contacts

Gianni Bellocchi

gianni.bellocchi@inrae.fr

Sébastien Fontaine

sebastien.fontaine@inrae.fr

Mots clés

Agrosystèmes durables
Biodiversité microbienne et végétale
Couverts multi-spécifiques
Flux et synchronisation
Modélisation

Disciplines impliquées

Écologie
Agronomie
Mathématiques appliquées

Départements concernés

[ACT](#)
[AGROECOSYSTEM](#)
[ECODIV](#)

Unités impliquées

[UREP](#)
[UMR SADAPT](#)
[UMR EMMAH](#)
[UR P3F](#)

Partenaires

[CREA Research Centre for Agriculture and Environment, Italy](#)
[CREA Research Centre for Animal Production and Aquaculture, Italy](#)
[LIEC - CNRS](#)
[VetAgroSup Campus Agronomique de Clermont-Ferrand](#)

Un prototype de modèle a été développé pour étudier les flux d'azote et de carbone, ainsi que le rôle de la biodiversité végétale et microbienne dans des agrosystèmes multi-spécifiques. Ce modèle comprend un module dédié aux légumineuses simulant la fixation biologique de l'azote en fonction des facteurs environnementaux et ses effets sur la croissance.

MODIMIV – Modélisation des relations entre la diversité microbienne et végétale dans les agroécosystèmes multi-spécifiques

Le projet MODIMIV vise à modéliser les relations entre diversité microbienne et végétale dans les agroécosystèmes multi-spécifiques, notamment les prairies, afin d'améliorer la simulation des flux de carbone (C) et d'azote (N) et de mieux synchroniser l'offre et la demande en nutriments. L'objectif initial était de dépasser les limites des modèles existants, qui intègrent souvent la biodiversité de manière implicite ou simplifiée, en développant des simulateurs explicites et dynamiques capables de représenter les interactions biotiques.

Les hypothèses centrales posent que les interactions entre diversité végétale (ex. graminées et légumineuses) et diversité microbienne du sol jouent un rôle déterminant dans la régulation des cycles biogéochimiques. Les prairies, qui couvrent environ 40 % de la surface terrestre, peuvent agir comme puits ou sources de carbone. Des processus tels que la fixation biologique de l'azote via la symbiose légumineuses-rhizobactéries ou les dynamiques racinaires influençant la décomposition de la matière organique contribuent à une meilleure synchronisation nutritive, réduisant les pertes et améliorant la productivité.



Démarches

La démarche méthodologique repose sur le couplage de modèles existants : ModVege pour la croissance végétale, CoSMo pour la dynamique des espèces végétales et SYMPHONY pour la microbiologie du sol. Plusieurs stages de niveau M2 ont permis de développer des modules spécifiques :

- Intégration de la fixation d'azote par les légumineuses, basée sur des traits fonctionnels comme la surface foliaire spécifique et la durée de vie des feuilles ;
- Ajout d'un compartiment racinaire pour simuler les flux d'exsudats et la mortalité racinaire, avec ajustements du ratio C/N ;
- Analyse de la distribution des traits fonctionnels à différentes échelles spatiales utilisant la base de données DRY.

Les travaux s'appuient sur des simulations numériques, des revues bibliographiques et des données issues d'expérimentations de terrain, notamment les dispositifs UREP sur des couverts végétaux innovants tels que les agroprairies.

Résultats

Les principaux résultats incluent un prototype de modèle intégré de la dynamique racinaire, permettant de simuler de nouveaux flux, par exemple le gain de croissance attribuable à la fixation biologique de l'azote. L'analyse des traits fonctionnels met en évidence une variabilité intraspécifique influençant la diversité fonctionnelle à des échelles allant du mètre carré aux écorégions, avec des covariations structurées par les gradients d'aridité.

Enfin, un article de positionnement (Rodríguez et al., en cours d'évaluation) compile plus de 300 références et un glossaire de 40 termes. Il propose une feuille de route pour intégrer la biodiversité microbienne et végétale dans les modèles biogéochimiques.

La thèse MODIMIR soutenue par Biosefair poursuit ces travaux : Modélisation des effets de la diversité microbienne sur la régulation des cycles du carbone et des nutriments dans les agroécosystèmes – voir p96