

Évolution des écosystèmes

Laboratoire Écologie Alpine, ERC TEEMBIO towards eco-evolutionary models of biodiversity, Wilfried Thuiller

Quels sont les processus physiques étudiés ?

Nous étudions l'évolution des écosystèmes, au travers de l'étude :

- de la dynamique des populations
- des dynamiques spatiaux-temporelles de diversité
- de l'évolution génétique des espèces aux contraintes physiques de l'environnement
- des interactions et des comportements entre différentes espèces : compétition entre animaux, interactions entre herbivores et plantes, compétition entre espèces végétales

Quelles sont les problématiques liant les thèmes vivant et humain ?

Il existe quelques problèmes qui sont à l'interface avec l'économie et les Sciences humaines et sociales, qui utilisent notamment des modèles multi-agents, mais cela reste marginal.

La thématique forte porte sur les liens biodiversité – services des écosystèmes, à savoir les bénéfices que la société retire de la biodiversité et des écosystèmes associés. Caractériser, comprendre et modéliser ces services sont donc primordiaux.

Comment les processus sont observés et validés ?

- Nous profitons de nombreuses données satellites via les [LiDAR](#) (anglais pour light detection and ranging), télédétection par laser haute résolution, qui permettent de détecter les différentes espèces végétales et la topographie. Nous les intégrons comme entrées pour les modèles et parfois nous les utilisons pour valider des modèles de simulations qui n'ont pas utilisés ces données en entrées.
- Nous récoltons également des données de terrain sur la dynamique des populations, les traits fonctionnels des populations, les performances des individus de provenances différentes. Ces données sont utilisées pour définir les paramètres des modèles et les valider par comparaison. Ces données sont plus difficiles à exploiter de par leur hétérogénéité.

Quels sont les enjeux où les mathématiques ont un rôle important à jouer ?

- Les systèmes étudiés comportent beaucoup de rétroactions et d'interactions entre différents processus. Quelle est la meilleure approche pour étudier un système dans sa globalité ? :
 - ▶ Coupler des modèles entre eux, chaque modèle étant spécifiquement adapté à un processus et bien analysé.
 - ▶ Ou penser le problème dans sa globalité : créer un modèle qui simplifie certains processus mais résout le système dans sa globalité.
 - ▶ Comment utiliser les approches de modélisation inversée (inverse modeling) pour calibrer des modèles complexes.
- Mieux estimer les nombreuses inconnues :
 - ▶ Les processus stochastiques
 - ▶ Les différents paramètres : utiliser des méthodes d'optimisation.
- Mieux connaître la propagation des erreurs d'analyse et des erreurs numériques, lors des interactions entre différents processus.
 - ▶ Notamment, les liens avec les numériciens sont à développer pour l'implémentation de codes efficaces.
- Coupler les modèles statistiques et stochastiques aux méthodes déterministes
- Contrôler la qualité des différents modèles utilisés dans les méthodes d'ensemble en climatologie.

Quels sont vos liens actuels avec les mathématiciens ?

Nous travaillons régulièrement avec Olivier François de l'équipe TIMC, Grenoble, sur des problèmes de statistiques en génétique des populations.

Quelle est la situation sur le HPC ? Lien ? Besoin ?

Nous sommes liés à la plateforme CIMENT (calcul intensif sur Grenoble), qui nous fournit en moyens de calculs. Notamment, nous tuilons beaucoup la grille de calcul CiGRI car nos approches demandent souvent un grand nombre de calculs qui peuvent tourner sur une grille de calcul dédiée aux applications de type multi-paramétriques à base de codes séquentiels et de traitement de données.

Quelles sont les difficultés mathématiques à dépasser ?

- L'analyse mathématique est très développée mais reste concentrée sur des modèles très théoriques. Par exemple, en dynamique des populations, les modèles sont limités à l'interaction entre deux ou trois espèces seulement.
 - ▶ Cet exemple révèle un fossé couramment observé entre les besoins des applications en environnement et ce que peut la théorie mathématique.
 - ▶ Peut-être faut-il penser différemment, et construire un modèle en partant de l'enjeu, et non pas des modèles déjà existant ?
- La connexion avec les mathématiques est nécessaire. L'apport se fait par :
 - une vision différente d'un même problème
 - les connaissances d'autres modèles d'analyse, de traitement du signal, de la théorie des réseaux, ... qui peuvent être utiles à de nombreuses applications différentes.

Quelle est, selon vous, la meilleure façon de développer les interactions entre mathématiciens et utilisateurs des mathématiques ?

Créer un groupe de travail n'est pas encore envisageable.

Le plus efficace reste les projets ANR qui sont plus ciblés. Par exemple, il serait intéressant de financer à hauteur de 100/150k€ un projet portant sur le questionnement d'un nouveau modèle.

Les projets ANR permettent également de privilégier les thèses et les post-docs comme liens entre deux disciplines, éventuellement en co-tutelle. Ce qui permet l'échange entre différentes visions sur un projet commun.