

Stabilisation par récolte dans les réseaux trophiques structurés par âge

Marius Bargo, **Yacouba Simporé**

Marius Bargo (Département de Mathématiques, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso)

Yacouba Simporé (Chair for Dynamics, Control, Machine Learning and Numerics, Alexander Von Humboldt- Professorship, Department of Mathematics, Friedrich-Alexander-Universität at Erlangen-Nürnberg, Cauerstrasse 11, 91058 Erlangen, Germany, Université Yembila Abdoulaye TOGUYENI, Burkina Faso, Laboratoire LaST, Laboratoire LANIBIO (UJKZ))

Résumé

Les écosystèmes structurés par des interactions trophiques subissent des perturbations d'origine anthropique qui menacent leur stabilité et augmentent le risque d'extinction. L'approche classique fondée sur les modèles de Lotka–Volterra, via des systèmes d'équations différentielles, a été essentielle pour comprendre les oscillations prédateur–proie dans des cadres simplifiés. Cependant ces modèles négligent la structuration par âge, laquelle rend compte de la vulnérabilité des juvéniles, du rôle reproducteur des adultes, des différences de compétition selon les stades et d'interactions non locales ; ils ne reflètent donc pas la pleine complexité des communautés. Pour approfondir la compréhension des dynamiques complexes et accroître le réalisme des modèles face aux défis écologiques contemporains, notre projet associe modélisation mathématique avancée et écologie. En intégrant une structuration par âge et des interactions intra- et interspécifiques multi-espèces, nous proposons une approche réaliste pour étudier la persistance, le risque d'extinction et les effets de cascade, et pour orienter des stratégies de conservation.

Nous considérons en particulier des modèles de compétition non-transitive structurés par âge, observés, par exemple, dans certaines communautés microbiennes où chaque espèce produit une toxine inhibant une autre. L'analyse mathématique de ces systèmes constitue un défi fondamental pour l'optimisation biotechnologique, la gestion des écosystèmes et les interventions thérapeutiques.

Dans ce travail, nous étudions la stabilité asymptotique globale de modèles de compétition non-transitive en construisant un contrôle par rétroaction fondé sur la topologie du modèle, via la méthode du backstepping. Après avoir établi le caractère bien posé du modèle (existence, unicité, continuité) par le théorème du point fixe de Banach, nous proposons une loi de contrôle générale reposant sur la construction de contrôles fictifs et sur des fonctions de Lyapunov, assurant la stabilité asymptotique globale pour un nombre arbitraire d'espèces en compétition non-transitive. Des simulations numériques illustrent et confirment l'efficacité de l'approche.

Mots clés : Prédateur–proie ; compétition non-transitive ; stabilisation ; contrôle par backstepping