



**HAL**  
open science

## Épuration de ressources hydriques en circuit fermé

Jérôme Harmand, Alain Rapaport, Antoine Rousseau

► **To cite this version:**

Jérôme Harmand, Alain Rapaport, Antoine Rousseau. Épuration de ressources hydriques en circuit fermé. Systèmes complexes, de la biologie aux territoires, 23, Agropolis International Editions, pp.68, 2018, Dossiers d'Agropolis International. hal-01823250v2

**HAL Id: hal-01823250**

**<https://hal.inrae.fr/hal-01823250v2>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Nouveaux modèles pour la décision

## Décision pour l'agroécologie à l'échelle du territoire

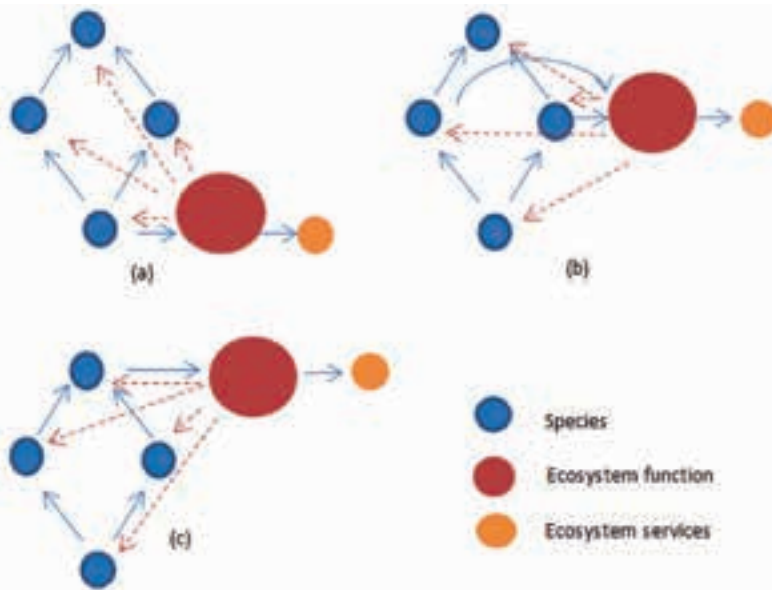
L'équipe « Modélisation des agroécosystèmes et décision » (UR Inra-MIAT) conduit des recherches en statistiques, informatique et économie et les met en œuvre en collaboration avec ses partenaires agronomes et écologues pour la modélisation et la simulation de problèmes de gestion agro-écologique à l'échelle du territoire. Elle conçoit également des outils mathématiques, informatiques et « participatifs » pour la conception de stratégies innovantes en agroécologie. Les questions de gestion agroécologique que nous considérons avec nos partenaires portent sur la gestion des services écosystémiques à l'échelle du territoire, en lien avec l'agriculture, la foresterie, etc., ainsi que sur la recherche de compromis entre ces services écosystémiques. À cette fin, l'équipe développe :

1. Des modèles de comportement décisionnel des agriculteurs ou gestionnaires forestiers en contexte incertain peuvent prendre en compte (i) l'attitude face au risque des décideurs, (ii) un comportement de type « rationalité limitée » ou (iii) la limitation des ressources biophysiques et techniques. Les approches concernées sont issues des disciplines de l'économie et de l'intelligence artificielle.
2. Des outils de simulation permettent d'étudier ou d'optimiser des processus décisionnels complexes, à l'échelle du territoire, impliquant éventuellement de multiples agents interagissant. Ces travaux en informatique et mathématiques appliquées trouvent leur incarnation dans les environnements de simulation (spatiale et multi-agent) que nous co-développons (*Virtual Laboratory Environment\** et plateforme GAMA, cf. p. 50).
3. Des travaux à l'interface des modèles graphiques probabilistes et de l'intelligence artificielle, concernent la modélisation et la résolution approchée de problèmes de décision séquentielle dans l'incertain en contexte structuré. Ces travaux visent la recherche de compromis entre services écosystémiques et biodiversité à l'échelle du territoire, ou la prise en compte des interactions écologiques pour la conservation de communautés d'espèces. Cette problématique nécessite le développement de méthodes de résolution originales et puissantes, permettant de faire face à des problèmes de décision dont la taille rend inapplicables les outils de résolution classiques.

**Contact :** R. Sabbadin (UR Inra-MIAT), [regis.sabbadin@inra.fr](mailto:regis.sabbadin@inra.fr)  
**Plus d'informations :** <https://mia.toulouse.inra.fr/Catégorie:MAD>

\* [www.vle-project.org](http://www.vle-project.org)

◀ *Identification d'un réseau écologique et des services écosystémiques fournis par une communauté d'espèces, utilisation pour la gestion.* © MAD/MIAT



## Épuration de ressources hydriques en circuit fermé

La dépollution biologique, comme elle est réalisée en stations d'épuration, met en œuvre des micro-organismes qui dégradent les substances indésirables qu'ils utilisent pour leur croissance. Dans les milieux naturels (lacs, étangs, réservoirs, etc.), on ne peut se permettre d'introduire ces micro-organismes car ils se développeraient au détriment d'autres formes de vie en consommant notamment l'oxygène, et il serait alors difficile de les extraire sans vider la ressource. On peut néanmoins pomper l'eau polluée pour la traiter en continu dans une unité de traitement externe (bioréacteur) afin de la réintroduire épurée, tout en conservant le volume de la ressource constant. On recherche ainsi un compromis entre vitesse et qualité de traitement, en agissant sur les débits et le positionnement des pompes, pour traiter la ressource en temps raisonnable. L'hydrodynamique de la ressource soumise aux débits de pompage et de rejet (régie par les équations de Navier-Stokes) est complexe et dépend de la géométrie de la ressource et de la diffusivité du polluant, ce qui rend le problème d'optimisation

du temps de traitement extrêmement difficile. Une méthode mariant simulations numériques d'équations aux dérivées partielles et modèles simplifiés de représentations de l'hétérogénéité spatiale a été mise au point, permettant :

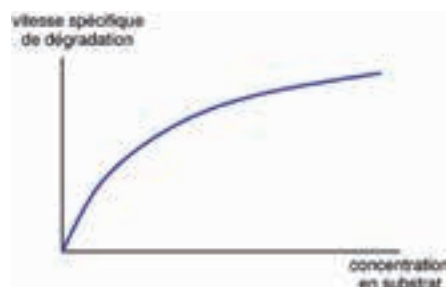
- d'une part de trouver un réglage optimal du débit des pompes qui s'adapte automatiquement au cours du temps aux mesures de pollution aux points de pompage ;
- et d'autre part de choisir les emplacements les plus efficaces des pompes.

Cette méthode comprend une première phase de calibration du modèle réduit à partir d'un modèle plus complexe prenant en compte la géométrie du milieu. La seconde phase, opérationnelle, utilise les outils de la commande optimale, et fournit une estimation du temps de traitement optimisé.

**Contacts :** J. Harmand (UPR LBE), [jerome.harmand@inra.fr](mailto:jerome.harmand@inra.fr), A. Rapaport (UMR MISTEA), [alain.rapaport@inra.fr](mailto:alain.rapaport@inra.fr), A. Rousseau (Inria-Lemon), [antoine.rousseau@inria.fr](mailto:antoine.rousseau@inria.fr)



▲ **Principe du traitement en circuit fermé.**  
 D'après Barbier et al. J. Scientific Computing. 68:3 (2016).



◀ **Exemple de vitesse de dégradation de micro-organismes en fonction de la concentration en substrat désirée en sortie de l'unité de traitement.**