

Apprendre ou gérer ? Modélisation et résolution d'un problème « d'optimal stopping » pour la gestion d'un processus stochastique sur réseau

Lieu : INRA – Unité de Mathématiques et Informatique Appliquées, Toulouse (MIAT)

Encadrants : Nathalie Peyrard (Nathalie.Peyrard@toulouse.inra.fr) et Régis Sabbadin (Regis.Sabbadin@toulouse.inra.fr)

Motivation :

En biologie de la conservation, l'objectif est d'allouer de manière optimale des ressources financières de manière à préserver un maximum d'espèces dans la durée. D'un point de vue mathématique il s'agit d'un problème de décision séquentielle dans l'incertain. Sa spécificité tient au fait que les espèces à gérer sont le plus souvent en interaction au sein d'un réseau trophique et ces interactions doivent être prises en compte dans la recherche de la stratégie de gestion optimale.

Des modèles mathématiques ont été proposés pour modéliser et résoudre ces problèmes dits structurés, ou factorisés, de décision séquentielle dans l'incertain. Le cadre des Processus Décisionnels de Markov Factorisés (PDMF) [2] constitue le cadre le plus général. La plupart des méthodes de résolution d'un PDMF font l'hypothèse que le réseau d'interaction entre variables (le réseau trophique) est connu dès le départ. *Cette hypothèse est en général trop forte lorsque l'on s'intéresse à des problèmes « réalistes » de gestion en écologie.*

Objectif du stage :

Dans le cadre de ce stage, nous aborderons la question du contrôle d'un processus stochastique sur réseau, lorsque la structure du réseau est mal connue, et peut être apprise dans une phase d'acquisition de connaissance, préalable à la phase de gestion du processus, proprement dite. Le cas de la gestion d'espèces en interaction au sein d'un réseau trophique mal connu sera l'exemple modélisé. Le problème d'optimisation à résoudre, de type « optimal stopping », est celui du choix de la durée de la phase d'apprentissage permettant d'optimiser en espérance le nombre d'espèces protégées in fine.

Durant la phase d'apprentissage, des informations sur la structure d'un réseau trophique (présence ou absence de lien entre espèces) sont reçues successivement, mais dans le même temps la dynamique du système fait que des espèces peuvent disparaître, et ce d'autant plus vite qu'aucune action de gestion n'est mise en œuvre. A un moment donné, la décision est prise de cesser l'apprentissage et de mettre en œuvre une stratégie de conservation, « experte », à partir de la connaissance courante du réseau. Deux forces contraires gouvernent le choix du moment d'arrêt de la phase d'apprentissage : (i) plus on attend, plus la connaissance du réseau est bonne, et mieux la politique experte est informée, (ii) plus on attend et plus le nombre d'espèces disparues avant le début de la phase de gestion augmente. Le problème d'optimal stopping consiste à définir et calculer l'instant optimal où ces deux forces s'équilibrent.

Dans un premier temps l'étudiant proposera une modélisation mathématique rigoureuse de ce problème de décision en deux étapes, dans le cadre des PDMF. Ensuite un algorithme de résolution exact sera proposé pour le calcul du moment d'arrêt optimal. Il sera testé sur des réseaux trophiques différents.

Contexte et suite possible :

Ce stage a été conçu en collaboration entre des chercheurs de l'Unité MIAT et des chercheurs modélisateurs en écologie du CSIRO, à Brisbane, Australie. Il s'inscrit dans le cadre d'une collaboration sur la problématique plus large de l'optimisation de la décision appliquée à la conservation de la biodiversité. Un sujet de thèse coencadrée entre l'INRA et le CSIRO est soumis pour financement. La thèse se déroulera principalement à l'INRA de Toulouse, et comprendra un séjour de plusieurs mois en Australie, pour travailler avec les partenaires du projet. L'étudiant en Master pourra proposer sa candidature pour cette thèse.

Le stagiaire percevra une gratification de 436,05 Euros par mois.

Références :

[1] Optimiser la conservation de groupes d'espèces au sein de réseaux trophiques, E. McDonald-Madden, R. Sabbadin, P. Baxter, I. Chadès et H Possingham. « Le Réveil du Dodo IV », Dijon, 2012.

[2] Stochastic dynamic programming with factored representations, C. Boutilier, R. Dearden et J. Goldszmidt. *Artificial Intelligence* 121(1), 2000.