

Conception d'un outil de génération de modèles de simulation de comportements d'animaux basés sur les méthodes d'optimisation : cas des méta-heuristiques

Chabi Rodolphe BABATOUNDE
Docteur 2ème année, UMR CNRS SPE 6134
babatounde_c@univ-corse.fr

Bastien POGGI
Dr. M.C.T., UMR CNRS SPE 6134
poggi_b@univ-corse.fr

Antoine AIELLO
Professeur, UMS CNRS STELLA MARE 3514
aiello_a@univ-corse.fr

1- Contexte et Problématique

La compréhension du comportement des animaux et les interactions qu'elles peuvent avoir avec leur environnement ont toujours suscité beaucoup d'intérêt pour l'humain depuis son état primitif. Cet intérêt porté sur la compréhension des animaux est d'autant plus d'actualité de nos jours au vu des enjeux écologiques et économiques que peuvent avoir certaines espèces dans un écosystème aussi riche et varié comme celui du littoral Corse. C'est dans ce contexte que depuis plusieurs années, l'Université de Corse à travers le laboratoire Science Pour l'Environnement (SPE) et le laboratoire STELLA MARE, travaillent à une meilleure gestion des ressources environnementale et celles halieutiques en particulier. La stratégie adoptée par ces unités de recherche est de :

- **Procéder à une restauration écologique:** produire et porter à maturation des individus d'une espèce disparue ou en voie de l'être pour réparer l'écosystème auquel il appartient, en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable (fig. 4).

- **Produire et mettre à la disposition des juvéniles:** c'est une action qui s'inscrit dans la durabilité de la restauration écologique. Elle permet donc fournir aux professionnels de la pêche des juvéniles pour les fermes aquacoles afin de limiter les actions de pêches dans le milieu réel. Au-delà de cet aspect écologique, il a aussi un enjeu économique car il devient possible de produire en quantité voulue, les espèces ayant un fort intérêt économique (fig. 1).

Pour atteindre ces différents objectifs, il est indispensable d'avoir une bonne compréhension et une maîtrise parfaite des dites espèces, en mettant œuvre des expérimentations dans les meilleures conditions qui permettent d'observer et de comprendre les interactions des animaux avec leur environnement. Dans un environnement tel que celui de la mer où les interventions humaines sont limitées par nature, il est assez difficile de faire de telles expérimentations sur une longue durée, mais aussi et surtout faire une observation non-intrusive qui n'affecte pas le comportement observé. C'est dans ce contexte que nous nous sommes donné pour objectif de concevoir un outil d'aide à la compréhension du comportement des animaux à partir des modèles de simulation générés automatiquement.



Fig 1 : Juvéniles d'Homard (à gauche) et de langouste rouge (à droite) produits au Laboratoire Stella Mare

2- Hypothèse

il serait possible de trouver une combinaison optimale de fonctions comportementales avec des paramètres optimaux, pour obtenir un modèle de simulation comportementale « acceptable » pour une autre espèce

Il revient donc à résoudre un problème d'optimisation auquel une solution est apportée par une classe des méthodes d'optimisation : celle de l'optimisation par les méta-heuristiques dont les algorithmes permettent d'obtenir de meilleurs résultats.

3- Les métaheuristiques

Les métaheuristiques se basent sur des raisonnements probabilistes et aléatoires et permettent la résolution de problèmes pour lesquels les méthodes d'optimisation « classiques » ne permettent pas l'obtention de résultats. Elles se basent sur un processus itératif qui permet la convergence vers la solution. En effet, des solutions aléatoires sont générées au début du processus d'optimisation, et sont améliorées ou rejetées de façon itérative jusqu'à ce qu'une solution soit trouvée.

Pour trouver la solution au problème, les algorithmes des métaheuristiques s'inspirent principalement des phénomènes de la nature comme par exemple la manière dont les fourmis trouvent le chemin le plus court pour aller à leur nid ou encore l'exemple de la loi de Darwin où les solutions vont devoir changer pour survivre. Seules celles qui survivent sont les solutions les plus adaptées au problème.

Le tableau 1 montre l'analogie entre une métaheuristique basée sur la loi de Darwin (algorithme génétique) et le règne animal.

Tab 1 : Analogie entre la génétique et l'algorithme

Génétique	Algorithme Génétique
génomés	Solutions possibles
Individus	Solutions
Gène	Paramètre de la solution
Adaptation	Score de la solution après évaluation
Croisement	Sélection aléatoire et croisement
Mutation	Modification d'une valeur

4- Solution proposée

Nous proposons de concevoir et de mettre à la disposition de la communauté de l'ingénierie écologique, un outil d'aide à la compréhension du comportement animal qui permettra avec des connaissances partielles (voir aucune connaissance) sur une espèce de :

- **Générer automatiquement des modèles de simulation** à partir des données collectées à l'aide des capteurs sans fil placés sur les individus.
- **Générer une explication détaillée** et transparente des modèles générés pour les experts, leur permettant de juger et de valider par eux-mêmes le modèle obtenu et d'en apporter les modifications nécessaires à prendre compte pour la génération d'un nouveau modèle plus précis.

La particularité d'un tel outil est qu'il met l'expert biologiste au cœur du processus de génération de modèles, en le faisant intervenir avant, pendant et après le processus de génération de modèles. In fine, nous pensons obtenir des modèles d'un niveau de précision supérieur au niveau actuel, avec des résultats analysables et démontrables, tout ceci sans nécessiter des connaissances particulières en informatique et avec peu ou pas de connaissance sur l'espèce d'intérêt étudiée.

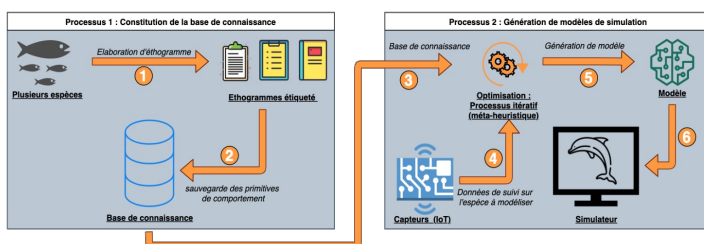


Fig 3 : Étapes de la mise en œuvre de la solution proposée

5- Actions menées et résultats obtenus

Afin de collecter des données sur les différentes espèces d'intérêts pour lesquelles nous désirons comprendre le comportement et générer des modèles de simulation, nous nous sommes lancés dans une phase de collecte de données qui permettra d'extraire des connaissances et donc de générer un modèle plus précis. À cet effet, nous avons développé en parfaite collaboration avec les biologistes, un ensemble de dispositifs utilisant des technologies qui intègrent les réseaux de capteurs sans fil. Ces dispositifs prennent en compte les contraintes imposées par le milieu notamment l'étanchéité, les conditions météo, la non-disponibilité de l'énergie électrique, l'accessibilité limitée ou contraignante et la faible couverture du réseau. (fig. 3)

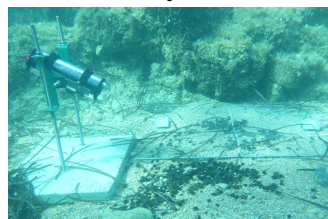


Fig 4 : Oursins relâchés dans le milieu naturel et observés par un des dispositifs développés



Fig 5 : Déploiement en mer des dispositifs de collecte de données



Fig 6 : Langoustes équipées du dispositif acoustique de positionnement



Fig 7 : Homard équipé du dispositif de positionnement



Fig 8 : Interface de suivi en temps réel des individus marqués

Grâce à ces différentes expérimentations, nous disposons aujourd'hui d'une quantité importante de données sur différentes espèces du littoral Corse et sommes désormais en mesure de les utiliser dans l'outil que nous proposons pour apporter plus de connaissances précises sur ces espèces.

Vous souhaitez en savoir plus sur nos recherches ?

SCANNEZ ICI >>>

