

Offre de thèse : Calage de modèle en grande dimension avec des méthodes d'apprentissage automatique pour aider à la gestion durable des pêches

Financement acquis (Institut des Mathématiques pour la Planète Terre)

Mots clés : Calage, grande dimension, gestion des pêches, écologie des populations, quantification des incertitudes

Dans un récent rapport, l'IPBES (2022) a identifié la pêche comme la première cause de déclin de la biodiversité marine mondiale depuis 1970. Selon la FAO (2024), le nombre des stocks surpêchés a augmenté de manière régulière depuis les années 1970 pour atteindre 37.7% en 2021. S'il a été montré que dans les pays bénéficiant d'une gestion robuste appuyée sur une expertise scientifique, une amélioration de l'état des ressources halieutiques était perceptible, beaucoup reste encore à faire (Costello et al., 2012; Hilborn and Walters, 1992). De plus, l'émergence de nouveaux usages de l'espace marin et les effets attendu du changement climatique font anticiper le besoin de nouvelles adaptations réglementaires de la pêche (stratégie CGPM 2030, FAO (2021)) et de la conservation de la biodiversité (ODD 14, Nations Unies.) Dans ce contexte, (IPBES, 2023) et IPCC (2023) appellent à mettre en place urgemment des changements transformateurs pour atteindre les Objectifs de Développement Durable. Ces transformations passent entre autres par une augmentation de la couverture en aires marines protégées (Claudet et al., 2021).

La modélisation mathématique produit des représentations simplifiées et partielles des systèmes socio-écologiques et de leur fonctionnement. Ces modèles ont par exemple pour objectif de déterminer les conséquences à venir de la pêche sur les écosystèmes marins dans le cadre de scénarios de changements de l'environnement naturel ou de la gestion de la pêche, et ainsi déterminer les limites acceptables de l'exploitation. Le modèle ISIS-Fish (Mahévas and Pelletier, 2004; Pelletier et al., 2009) est développé depuis 20 ans et exploité pour aider à la mise en place des Politiques Publiques de la pêche dans le Golfe de Gascogne (Atlantique) et le Golfe du Lion (Méditerranée). La crédibilité des sorties de modèles reposent sur le calage des paramètres d'entrées du modèle qui doivent permettre de bonnes prédictions rétrospectives et qui assurent que le modèle est adapté à ce qu'on attend de lui (Rykiel, 1996). Ce calage est rendu difficile, par la grande dimension de l'espace des paramètres et des variables de sortie du modèle, mais aussi par des temps de calcul (simulation) longs.

L'objectif de cette thèse est de proposer une approche innovante pour améliorer le calage en grande dimension des modèles de gestion des pêches. Il est motivé par la nécessité de disposer d'outils opérationnels d'aide à la décision pour enrayer le déclin de la biodiversité marine causé par la surpêche. L'accent est mis sur l'innovation méthodologique en explorant des techniques avancées

de réduction de dimension comme les auto-encodeurs variationnels, intégrant de la quantification des incertitudes essentielle pour évaluer la fiabilité des modèles et en optimisant cette réduction pour le calage. Les objectifs opérationnels sont 1) de développer une méthode générique de calage applicable à des modèles complexes présentant de la grande dimension dans ses entrées (paramètres à caler)-sorties (variables décisionnelles), 2) de la diffuser sous forme de code libre et 3) de valider ces développements sur une application concrète pour l'aide à la décision avec le modèle ISIS-Fish recalibré pour simuler des scénarios de gestion des pêches. La valorisation des résultats se fera via des publications scientifiques et la diffusion auprès des décideurs.

Axes de travail

Chaque axe de travail envisagé correspond à environ une année de travail.

- Axe 1 : Appropriation de l'état de l'art des méthodes de calage en grande dimension et prise en main du modèle ISIS-Fish.
- Axe 2 : Généricité de l'approche applicable à d'autres modèles ayant des paramètres à caler en grande dimension. Diffusion de la méthode sous forme d'un code libre et documenté.
- Axe 3 : Validation de la nouvelle méthode de calage sur ISIS-Fish et études de scénarios de gestion des pêches.

Profil attendu

Nous recherchons une personne avec un M2 en statistiques ou mathématiques appliquées ayant un fort intérêt pour les applications en sciences de l'environnement.

Cette thèse sera co-encadrée par Pierre Barbillon et Stéphanie Mahévas et débutera à l'automne 2025. Le ou la doctorant.e sera accueilli.e à AgroParisTech, UMR MIA Paris-Saclay et à Ifremer Sete UMR MARBEC.). Pour candidater, vous pouvez envoyer un CV et une lettre de motivation à pierre.barbillon@agroparistech.fr et stephanie.mahevas@ifremer.fr avant le 13 mai 2025.

Références

- Claudet, J., Loiseau, C., and Pebayle, A. (2021). Critical gaps in the protection of the second largest exclusive economic zone in the world. *Marine Policy*, 124 :104379.
- Costello, C., Ovando, D., Hilborn, R., Gaines, S. D., Deschenes, O., and Lester, S. E. (2012). Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science*, 338(6106) :517–520. Publisher : American Association for the Advancement of Science.
- FAO (2021). Stratégie 2030 de la CGPM pour une pêche et une aquaculture durables en Méditerranée et en mer Noire.
- FAO (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Technical report, FAO, Rome.
- Hilborn, R. and Walters, C. J. (1992). *Quantitative Fisheries Stock Assessment*. Springer US, Boston, MA.

- IPBES (2022). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Technical report, IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- IPBES (2023). Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- IPCC (2023). Climate Change 2023 :Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Mahévas, S. and Pelletier, D. (2004). ISIS-Fish, a generic and spatially explicit simulation tool for evaluating the impact of management measures on fisheries dynamics. *Ecological Modelling*, 171(1-2) :65–84.
- Pelletier, D., Mahévas, S., Drouineau, H., Vermard, Y., Thébaud, O., Guyader, O., and Poussin, B. (2009). Evaluation of the bioeconomic sustainability of multi-species multi-fleet fisheries under a wide range of policy options using ISIS-Fish. *Ecological Modelling*, 220(7) :1013–1033.
- Rykiel, E. J. (1996). Testing ecological models : the meaning of validation. *Ecological Modelling*, 90(3) :229–244.