



# SOUTENANCE DE THÈSE

LUNDI 12 DÉCEMBRE 2022 / 14H00 À SÈTE

**Adrien BRUNEL**

## Aide à la décision pour la planification spatiale marine : l'optimisation en nombres entiers au service de la conception des aires marines protégées



© Sophie Lanco Bertrand

### > jury

**Sourour ELLOUMI**

Professeur, ENSTA Paris, Rapportrice

**Patrick MEYER**

Professeur, IMT Atlantique, Rapporteur

**Sandrine VAZ**

Cadre de recherche, Ifremer, Examinatrice

**Sophie LANCO BERTRAND**

Directrice de Recherche, IRD, Directrice de thèse

**Jérémy OMER**

Maître de conférence, INSA, Co-Directeur de thèse

**Sébastien THORIN**

Responsable R&D, Créocéan Co-Encadrant de thèse

### > lieu

**Station Ifremer**

87 avenue Jean Monnet 34200 SETE  
Salle Mont St Clair

### > Partenariats



INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES RENNES



### > lien zoom à venir

**RÉSUMÉ** La crise de la biodiversité et le changement climatique en cours ont conduit à un consensus sur la nécessité de préserver l'intégrité et le fonctionnement des écosystèmes. Bien que déjà au cœur de multiples pressions anthropiques, les milieux marins sont considérés comme des espaces privilégiés pour le déploiement de "l'économie bleue". Dans ce contexte, la planification spatiale marine (PSM) vise à organiser rationnellement l'utilisation de l'espace afin de réduire les tensions entre les activités humaines et les écosystèmes, ainsi qu'entre les acteurs de l'océan.

En général, la PSM cherche un découpage de l'océan afin d'allouer dans le temps et l'espace les activités humaines en mer afin d'assurer un développement dit durable. Un cas particulier de la PSM est la désignation d'aires protégées, un sujet particulièrement d'actualité. Par exemple, le Green Deal européen fixe un objectif de 30% de la surface des eaux européennes couvertes par des aires marines protégées (AMP) d'ici à 2030. Les AMP sont donc au cœur des politiques internationales de conservation. A la vue des surfaces potentiellement concernées, la moindre limitation dans les outils de sélection de réserve ne peut être négligée en raison de l'amplitude de l'impact potentiel. L'objectif principal de ce travail est donc d'améliorer les outils existants et d'ouvrir la boîte noire de ces outils afin d'apporter plus de transparence et d'équité dans les processus de PSM.

Cette thèse explore spécifiquement trois axes d'amélioration :

1. Bien que les approches exactes soient désormais capables de résoudre des problèmes à grande échelle, les métaheuristiques restent largement utilisées car elles fournissent un ensemble de solutions de réserve sous-optimales au lieu d'une seule optimale. Pourtant, les algorithmes métaheuristiques produisent souvent une grande quantité de solutions alternatives similaires qui nécessite généralement un post-traitement statistique lourd. Nous présentons deux nouvelles approches pour générer un ensemble diversifié de solutions proches de l'optimum à l'aide de l'optimisation exacte. Cela permet l'identification d'un ensemble de solutions de réserve parcimonieux et significatif.

2. Les incertitudes peuvent conduire à des solutions de réserve inefficaces, à des dommages potentiellement irréversibles pour les écosystèmes et à des contraintes inutiles pour les parties prenantes. Des approches probabilistes ont été appliquées avec succès avec des données de présence/absence mais ce cadre est trop restrictif lorsque des données non-binaires sont disponibles. Nous proposons deux approches inverses au risque incorporant une telle incertitude dans les modèles de sélection de sites de réserve. Ce travail fournit des outils pour concevoir des solutions de réserve qui sont robustes à l'incertitude afin de faire face aux changements globaux actuels.

3. Pour des raisons écologiques, d'application pratique et de gestion, une réserve sans cohérence spatiale a peu de chances d'être mise en œuvre. La plupart des outils d'aide à la décision largement utilisés pour la sélection de réserve n'incluent qu'une contrainte spatiale grossière dans leurs modèles d'optimisation par le biais d'un paramètre de compacité. Nous proposons un modèle d'optimisation pour construire explicitement une réserve qui soit connectée, compacte et sans trous. Ce travail fournit aux utilisateurs finaux des méthodes pour concevoir des solutions de réserve présentant des propriétés spatiales souhaitables, ce qui augmente leurs chances d'être implémentées.

Bien que la sélection de sites de réserve soit un aspect spécifique de la PSM, améliorer ces outils d'aide à la décision est une étape nécessaire avant d'aborder la question plus globale de la PSM. En permettant de comprendre précisément pourquoi et comment le résultat a été obtenu, cette thèse ouvre la boîte noire des outils d'aide à la décision et vise à contribuer à un processus de planification plus transparent.



© IRD, P. Lapoué, T. Chagnaw, P. Hocôté  
© Ifremer, N. Cmiterra, O. Schull, Y. Bourjès