

**Title:** Inferring fish spatio-temporal distribution and identifying essential habitats: tackling the challenge of preferential sampling and change of support to integrate heterogeneous data sources

**Keywords:** spatial and spatio-temporal modeling, hierarchical model, data integration, preferential sampling, change of support, fisheries functional zones

**Abstract:**

Mapping fish distribution and identifying fish essential habitats grounds is key to ensure species renewal and manage the marine space. Information on the location of fish essential habitats and specifically of fish spawning grounds is still lacking for many harvested species. The reference data to map fish distribution and identify spawning grounds are scientific survey data. These data benefit from a standardized sampling protocol. However, due to their costs, they also generally suffer from a low sampling density in space and time. In particular, they generally occur once or twice a year and they may mismatch fish reproduction. Commercial declarations combined with Vessel Monitoring System data could prove highly valuable to complement the information brought by scientific survey data

as fishermen landings provide information on the full year with a much denser sampling density. In this PhD, we developed an integrated statistical framework that allows to combine commercial and scientific data sources to infer fish distribution in space and time. Our approach accounts for fishermen targeting behavior towards areas of higher biomass (preferential sampling) and allows to infer fine scale species distribution based on spatially aggregated declarations data (change of support). We demonstrate the ability of the framework to produce monthly maps of fish distribution and to identify aggregation areas during reproduction season. We also outline the potential applications of the framework for Marine Spatial Planning and discuss several extensions that could be added to the actual model.

**Titre :** Inférer la distribution spatio-temporelle des espèces d'intérêt halieutique et identifier leurs habitats essentiels: modéliser l'échantillonnage préférentiel et le changement de support pour intégrer des sources de données hétérogènes.

**Mot clés :** modélisation spatiale et spatio-temporelle, modèle hiérarchique, intégration de données, échantillonnage préférentiel, changement de support, zone fonctionnelle halieutique

**Résumé :**

La cartographie de la répartition des espèces d'intérêts halieutiques et l'identification de leurs zones fonctionnelles est cruciale pour assurer le renouvellement des espèces et pour l'aménagement de l'espace marin. Pour autant, la localisation des habitats essentiels des poissons, et plus particulièrement des frayères, reste incertaine pour de nombreuses espèces exploitées. Les données de référence pour cartographier la distribution des espèces exploitées et identifier leurs frayères sont issues de campagnes scientifiques qui bénéficient d'un protocole d'échantillonnage standardisé. Ces campagnes ont généralement lieu une ou deux fois par an, elles prélèvent un nombre limité d'échantillons et elles peuvent ne pas correspondre à la période de reproduction des espèces étudiées. Elles sont donc limitées pour identifier les frayères des espèces d'intérêt halieutique. Par ailleurs, les déclarations de capture des pêcheurs (logbook) fournissent des informations sur l'ensemble de l'année avec une densité d'échantillonnage supérieure à celle des données scientifiques. En les combi-

nant aux données de géolocalisation des navires disponibles par le système de surveillance des navires de pêche (VMS), les données de déclarations peuvent permettre de compléter l'information apportée par les données de campagne. Dans cette thèse, nous avons développé un modèle statistique qui permet de combiner les données commerciales et scientifiques pour inférer la distribution des espèces d'intérêt halieutique à une résolution spatio-temporelle fine. Le modèle permet de prendre en compte le comportement de ciblage des pêcheurs (échantillonnage préférentiel) et d'intégrer les données de déclarations qui sont définies à une résolution spatiale grossière pour inférer la distribution des espèces à une résolution fine (changement de support). Les cartes de la distribution des espèces permettent d'identifier les zones d'agrégation pendant la saison de reproduction. Nous décrivons également les applications potentielles du cadre de modélisation pour l'aménagement de l'espace marin et les extensions qui pourraient être ajoutées à la version actuelle du modèle.