

Disentangling time and space patterns in marine ecosystems from fish to fishermen : Methodological aspects and case studies under regular and irregular sampling schemes

Anik Brind'Amour¹, Stéphanie Mahévas¹, Mathieu Doray¹, Lise Bélanger², Pierre Legendre³

1 - Ifremer, Département EMH, Nantes, France

2 - Université de Nantes, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, Nantes, France

3 - Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, Québec, Canada

Les écosystèmes et communautés marines sont de bons exemples de systèmes complexes. Ils sont composés d'une multitude d'unités interagissant à différentes échelles spatiales et temporelles. La caractérisation de ces échelles est une étape essentielle dans la compréhension et éventuellement la prédiction des effets de changements dans les processus gouvernant ces systèmes. Ceci nécessite l'utilisation de méthodes permettant de caractériser quantitativement les patrons spatiaux, temporels et les interactions spatio-temporelles robustes aux changements et aux différences d'échantillonnage des observations disponibles. Ces changements ou différences sont notamment liées à la présence ou absence de réplicats, à la régularité des distances entre les sites d'échantillonnage et à la couverture complète ou non (i.e. sous-échantillonnage) de la zone d'étude. Ainsi trois grands types de plans d'échantillonnage sont communément rencontrés dans les suivis écologiques et halieutiques : (i) des suivis avec un échantillonnage répété dans le temps sur plusieurs sites et sur une zone définie, i.e. un échantillonnage avec de vrais réplicats (au sens statistique du terme) dans le temps et l'espace, (ii) des suivis pour lesquels un seul site est échantillonné dans le temps, i.e. une partie de l'information spatiale et/ou temporelle doit être sacrifiée afin de pouvoir considérer des réplicats et (iii) des suivis pour lesquels les sites sont échantillonnés à différentes périodes, i.e. le temps et l'espace sont imbriqués, ne permettant pas de disposer de réplicats.

Il existe une famille de méthodes (géo) statistiques permettant de caractériser les patrons spatio-temporels. Dans cette dernière, les méthodes basées sur vecteurs propres et plus particulièrement les « Moran's eigenvectors maps » (MEM) ont fait l'objet de plusieurs études récentes. Ce travail se propose (i) d'étudier empiriquement le comportement et la sensibilité des MEM sous différents scénarios de suivis écologiques (plans réguliers, irréguliers, complets, réduits, ...) via l'utilisation de simulations numériques et (ii) d'appliquer l'approche des MEM à trois cas d'étude contrastés en terme d'observation (temps de pêche, densités de poissons, densités acoustiques) et de couverture spatiale (de 220 km² à 200 000 km²).

Les résultats montrent que les MEM sont sensibles à l'irrégularité entre les sites d'échantillonnage et au sous-échantillonnage, notamment dans les cas où moins de 75% des sites sont préservés. Sous de fortes conditions d'irrégularité l'utilisation de MEM créées à partir (des coordonnées) des sites irréguliers peut même créer des structures spatiales inexistantes dans le jeu de données d'origine. Dans ce cas et dans le cas où une partie seulement des sites peut être échantillonnée, l'utilisation de MEM créés à partir de l'espace « complet » des sites diminue les biais observés.

Les MEM sont des objets mathématiques relativement simples à calculer et applicables à une variété de jeux de données. Leur utilisation doit cependant être effectuée sous certaines conditions et ce travail permet d'identifier un cadre de « bonne » utilisation.