

Sujet du stage

Contexte :

La quantification précise des niveaux de biodiversité des écosystèmes est aujourd'hui une nécessité, compte tenu des nombreuses initiatives nationales et internationales fixant des objectifs chiffrés concernant la réduction de la chute de la biodiversité. Les mesures de biodiversités sont ou seront donc indispensables pour rendre compte de la gestion des écosystèmes.

Classiquement, les mesures de biodiversité taxonomiques permettent de rendre compte de la diversité d'espèces dans un échantillon, un habitat, une communauté ou un écosystème. Ces mesures sont nombreuses, mais une grande partie peut être généralisée mathématiquement sous la forme de moyennes pondérées de fréquences d'espèces (Hill, 1973). Le concept de biodiversité s'étend bien sûr au-delà de la classification taxonomique, notamment par l'inclusion des composantes génétiques, phylogénétiques ou fonctionnelles (Chao et al. 2014, Pavoine et al. 2016). Cette inclusion requiert en pratique de l'information additionnelle. L'utilisation d'arbre phylogénétique permet, par exemple, de donner plus de poids aux espèces les plus isolées au sein de l'arbre et donc supposément les plus originales d'un point de vue évolutif. L'utilisation de matrice de traits fonctionnels permet de donner

plus d'importance aux espèces présentant les traits les plus singuliers, sous l'hypothèse que celles-ci assurent une fonction particulière au sein de l'écosystème (Chao *et al.* 2014).

Pour une même espèce, certains attributs fonctionnels peuvent varier d'un individu à l'autre, si bien que l'ensemble des individus d'une même espèce ne sont pas complètement interchangeables du point de vue fonctionnel. En particulier dans les écosystèmes marins, la taille des individus conditionne leur place au sein du réseau trophique (Blanchard *et al.* 2017). Cette structure en taille varie pour chaque espèce dans le temps et l'espace, et cette variabilité devrait pouvoir se répercuter *in fine* dans les mesures de diversité fonctionnelle.

Or, jusqu'à présent, les études portant sur la diversité des communautés démersales intégrant les informations phylogénétiques et fonctionnelles n'ont pas encore prises en compte explicitement l'information de la taille des individus comme donnée structurante dans le calcul des indices de diversité (par ex. Mouillot *et al.* 2011, Granger *et al.* 2015). Compte tenu de l'état alarmant des stocks halieutiques en Méditerranée (Fernandes *et al.* 2017), il apparaît important de considérer explicitement cette information dans les indices pour quantifier la variabilité spatio-temporelle de la diversité des communautés démersales.

Objectifs :

Les objectifs du stage sont de i) développer des mesures de biodiversités fonctionnelles incluant la taille des individus comme traits morphométriques et ii) d'évaluer la pertinence de ces mesures ainsi que leur complémentarité vis à vis d'autres mesures plus classiques basées sur l'information phylogénétique ou fonctionnelle. On cherchera également à iii) séparer et quantifier d'une part la variabilité inter-individuelle intra-spécifique due aux changements de spectre de taille, et d'autre part la variabilité inter-spécifique classique dans les mesures de biodiversité. Ce travail sera appliqué au cas de la communauté démersale du Golfe du Lion et de l'Est-Corse.

Méthodes, données et techniques utilisées :

Les données mises à la disposition du/de la stagiaire seront les données issues de l'échantillonnage MEDITS sur le Golfe du Lion et l'Est-Corse conduit annuellement depuis 1994. Durant ces campagnes, un échantillonnage du spectre de taille des individus de certaines espèces a été mis en place. L'information ainsi collectée doit permettre de tenir compte, dans les mesures de biodiversité fonctionnelle, de la variabilité intra-spécifique induite par les fluctuations démographiques des populations de poisson au cours du temps.

Les données disponibles et informations de la littérature seront utilisées, notamment celles issues de la phylogénie des poissons méditerranéens publiée par Meynard *et al.* (2012) ainsi que les données de traits fonctionnels proposées par Albouy *et al.* (2015) et Brin d'Amour *et al.* (2016).

Les techniques d'analyses pourront s'inspirer d'une part du cadre de travail initialement proposé par Hill (1973) et récemment étendu par Chao *et al.* (2014) et Chiu *et al.* (2014) permettant d'obtenir des mesures de biodiversités taxonomiques, phylogénétiques et fonctionnelles en nombre effectif d'espèce, et d'autre part des méthodes proposées par Villéger *et al.* (2008) permettant la construction d'indices basés sur l'exploration de l'espace fonctionnel.

Albouy C, Ben Rais Lasram F, Velez L, Guilhaumon F, Meynard C.N, Boyer S, Benestan L, Mouquet N, Douzery E, Aznar R, Troussellier M, Somot S, Leprieur F, Le Loc'h F & Mouillot D (2015). FishMed: traits, phylogeny, current and projected species distribution of Mediterranean fishes, and environmental data. *Ecology*, 96, 2312-2313

Blanchard JL, Heneghan RF, Everett JD, Trebilco R, Richardson AJ. From bacteria to whales : Using functional Size Spectra to Model Marine Ecosystems. *TREE*, 32(3), 174-186.

Brind'Amour A, Mérigot B, Ordines F, Carbonara P, Follesa M, Jadaud A, Maiorano P, Rabiller M, Denis A, Di Santo C, Cavaillé T, Theil A, Spedicato MT (2016). Morphological traits measured for 89 fish species sampled in the Mediterranean Sea during MEDITS scientific surveys. *SEANOE*. <http://doi.org/10.17882/41825>.

Chao A, Chiu CH, Jost L. (2014). Unifying Species Diversity, Phylogenetic Diversity, Functional Diversity, and Related Similarity and Differentiation Measures Through Hill Numbers. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45(1), 297–324.

Chiu CH, Chao A. (2014). Distance-Based Functional Diversity Measures and Their Decomposition: A Framework Based on Hill Numbers. *PLoS ONE*, 9(7), 1–17.

Fernandes PG, Ralph GM, Nieto A, Criado MG, Vasilakopoulos P, Maravelias CD, Cook RM, Pollom RA, Kovačić M, Pollard D, Farrell ED. Et al. (2017). Coherent assessments of Europe's marine fishes show regional divergence and megafauna loss. *Nature Ecology & Evolution*. 26;1:0170.

Granger V, Fromentin JM, Bez N, Relini G, Meynard C, Gaertner J-C, Maiorano P, Garcia Ruiz C, Follesa C, Gristina M, Peristeraki P, Brind'Amour A, Carbonara P, Charilaou C, Esteban A, Jadaud A, Joksimovic A, Kallianiotis A, Kolitari J, Manfredi C, Massuti E, Mifsud R, Quetglas T, Refes W, Sbrana M, Vrgoc N, Spedicato MT, Mérigot B. (2015). Large spatio-temporal monitoring highlights shift in Mediterranean fish diversity hotspot. *Progress in Oceanography*, 130, 188-204.

Hill MO. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432.

Meynard CN, Mouillot D, Mouquet N, Douzery EJP. (2012). A phylogenetic perspective on the evolution of mediterranean teleost fishes.

Mouillot D, Albouy C, Guilhaumon F, Ben Rais Lasram F, Coll M, Devictor V, Meynard C, Pauly D, Tomasini JA, Troussellier M, Velez L, Watson R, Douzery EJP, Mouquet N (2011). Protected and threatened components of fish biodiversity in the Mediterranean Sea. *Current Biology* 21, 1044–1050.

Pavoine S, Marcon E, Ricotta C. (2016). "Equivalent numbers" for species, phylogenetic, or functional diversity in a nested hierarchy of multiple scales. *Methods in Ecology and Evolution* 7, 1152-1163.

Villéger SV, Mason NWH, Mouillot D. (2008). New Multidimensional Functional Diversity Indices For Multifaceted Framework in Functional Ecology. *Ecology* 89(8), 2290-2301.
