

Proposition d'une bourse doctorale (Ecole doctorale du Pacifique)

Titre du projet de recherche - Suivi de la biodiversité des écosystèmes insulaires océaniques : Développement d'approches méthodologiques innovantes.

Equipe encadrante : J-C Gaertner (HDR-MCU UPF, UMR-EIO), N. Mazouni (Pr. UPF, UMR-EIO), M. Taquet (HDR-Ifremer, UMR-EIO), B. Mérigot (MCU Univ. Montpellier 2), F. Ménard (DR IRD, UMR-EME)

Laboratoire d'accueil : UMR-241 EIO « Ecosystèmes insulaires océaniques »

Directrice : Pr. N. Mazouni (UPF)

UMR-241-EIO- Université de la Polynésie Française (UPF)

BP 6570 98 702 FAA'A Aéroport

TAHITI - Polynésie française

Lieu de la thèse : Tahiti, Polynésie française

Statut : contrat doctoral de l'école doctorale du Pacifique (bourse MESR, 36 mois)

Date limite de candidature : 30 Août 2012

Démarrage : au plus tard au 15 octobre 2012

Documents à fournir pour candidater :

- Curriculum vitae détaillé
- Relevés de notes du Master 1 et 2
- Lettre de motivations

Contact à qui adresser les dossiers de candidature : jean-claude.gaertner@upf.pf

2 – SUJET DE THESE

Mots clés: Biodiversité ; Indicateurs ; Substituts de la diversité ; Dispositifs de suivi ; Ecosystèmes insulaires océaniques ; Approches méthodologiques

Contexte général

Exposé de la problématique scientifique et des enjeux associés

L'analyse des forces qui structurent la diversité des peuplements dans l'espace et dans le temps constitue désormais un axe central de la recherche scientifique en écologie (Purvis et Hector 2000 ; Loreau et al. 2002 ; Bellwood et al. 2004 ; Graham *et al.* 2006 ; Hughes et al. 2007 ; etc.). Ce thème de recherche présente à la fois une dimension fondamentale (analyse des relations entre biodiversité et pérennité des écosystèmes, réponse des peuplements aux perturbations, etc.) et une dimension appliquée (soutien à la gestion des écosystèmes et à la conservation de la biodiversité). A ce titre, de nombreux travaux montrent que l'érosion de la biodiversité, consécutive à la diversification et à l'augmentation des pressions anthropiques, est responsable d'une forte altération des services d'origine écosystémique (SOE) (e.g. MEA 2005, Worm et al. 2006). De fait, une meilleure intégration de la biodiversité dans les processus de décision est devenue un des enjeux majeurs de la gestion des écosystèmes dans le monde (Loreau et al. 2006, Mazouni et De Wit 2012), et plus particulièrement dans les collectivités insulaires d'outre-mer (UICN 2010). Cependant, les connaissances actuelles sur la réponse et sur le rôle de la diversité sont encore beaucoup trop parcellaires pour soutenir efficacement la gestion des écosystèmes. Les dispositifs de suivi des écosystèmes qui devraient logiquement fournir les connaissances de base dans ce domaine sont, en grande partie, inadaptés.

De fait, intégrer d'une manière efficace la biodiversité dans les processus de gestion des écosystèmes implique donc, en préalable, d'acquérir de nouvelles connaissances et de développer de nouvelles approches méthodologiques afin d'identifier, de caractériser et de suivre les composantes (facettes) de la diversité les plus impliquées dans la réponse et dans le fonctionnement des écosystèmes. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent projet de recherche.

Intérêt du projet à une échelle locale (Polynésie française) et régionale (Pacifique Sud).

L'altération rapide de la biodiversité, constatée à l'échelle mondiale, est particulièrement pénalisante pour de nombreux états insulaires du Pacifique Sud. Ce phénomène est encore exacerbé en milieu marin, où les SOE qui découlent de la biodiversité comptent souvent parmi les principaux piliers du développement socio-économique des pays insulaires. La dégradation des SOE, consécutive à l'érosion de la biodiversité, présente donc des conséquences majeures sur le développement socio-économique de ces pays. La situation de la Polynésie française s'inscrit pleinement dans ce contexte. L'augmentation et la diversification des pressions anthropiques, et leurs conséquences sur la biodiversité marine, ont des impacts directs et indirects sur plusieurs des principales ressources du pays (pêche, perliculture, tourisme orienté vers la mer). Cette situation présente, de plus, des répercussions multiples sur la structuration, l'identité et le mode de vie des populations des îles (e.g. phénomène de transition alimentaire en réponse à la progression des épisodes de ciguatera). De fait, en recherchant des protocoles innovants permettant un suivi et une anticipation plus efficace des variations de la diversité, le présent projet s'inscrit dans une démarche méthodologique en soutien à la gestion de ces écosystèmes.

Objectifs généraux

Ce projet de thèse vise à développer des **approches méthodologiques** dans la perspective de **proposer de nouveaux systèmes d'observation et de suivi des principales composantes de la diversité des peuplements marins**.

Les principaux objectifs de ces approches viseront notamment à :

- Identifier les composantes de la diversité (e.g. richesse spécifique, diversité taxinomique, plusieurs aspects de la diversité fonctionnelle, etc.) qui sont les plus impliquées dans la réponse et dans le fonctionnement des écosystèmes insulaires étudiés.
- Quantifier l'effet de la variation des protocoles d'observation (e.g. variation du niveau de résolution taxinomique et/ou de la nature et de la composition des « substituts » de la diversité, etc.) sur notre perception de la structuration spatio-temporelle des principales composantes de la diversité.
- Développer, sur cette base, un cadre méthodologique innovant, adapté au suivi des écosystèmes insulaires océaniques à différentes échelles d'observation.

Approche méthodologique

Données utilisées

Ce projet sera essentiellement ciblé sur l'analyse des poissons, lesquels jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème marin et dans les services d'origine écosystémique associés. L'analyse de la diversité des poissons (coralliens et pélagiques), sera mise en œuvre, en premier lieu, à partir de données pré-existantes échantillonnées en Polynésie française. De plus, afin de tester le degré de généralité des approches développées (sur des régions contrastées et à différentes échelles), le présent projet s'appuiera aussi sur l'analyse de séries de données portant sur des peuplements de poissons échantillonnés dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien. L'ensemble des données, qui a été récolté sous la responsabilité de plusieurs des encadrants de cette thèse, sera mis à disposition du présent projet et traité avec des objectifs originaux.

L'ensemble des bases de données étudiées, toutes fondées sur des échantillonnages par recensements visuels, se caractérise par un très haut niveau de précision et de standardisation. Les observations issues de ces différents programmes ont été réalisées de manière à recenser l'ensemble des espèces susceptibles d'être échantillonnées de manière reproductible. Cette stratégie diffère de celle adoptée dans la majorité des travaux sur la diversité des poissons, notamment ceux mis en œuvre dans le cadre des réseaux d'observation en milieu corallien (e.g. Reef Check, Global Coral Reef Monitoring Network, etc.). Ces réseaux ciblent généralement leurs actions sur des espèces appartenant à un nombre limité de familles, qui ont été présélectionnées de manière empirique. Dans la deuxième partie de la thèse, les approches méthodologiques développées à partir des données concernant les poissons seront transférées et testées sur d'autres groupes taxinomiques (e.g. invertébrés benthiques), là encore, à partir de bases de données préexistantes et administrées par les équipes de l'UMR-EIO.

Concepts et Méthodes d'analyse

La démarche méthodologique de cette thèse peut être décomposée en deux principaux volets complémentaires :

- Analyse multi-composantes de la diversité et définition des composantes complémentaires.

Ce volet de la thèse est basé sur la prise en compte du caractère complexe et multicomposante de la diversité (*cf.* Mason et al. 2005 ; Wilsey et al. 2005 ; Mériçot et al. 2007a ; Mouillot et al. 2011). Il visera à identifier, parmi une sélection d'indices, ceux qui fournissent une vision complémentaire de la diversité des taxons étudiés (définition d'un système d'indicateurs

complémentaires de la diversité). La liste des indices et composantes de la diversité (e.g. richesse spécifique, équitabilité, rareté, bêta-diversité, diversité taxinomique, diversité fonctionnelle) dont on étudiera la complémentarité variera en fonction des tests qui seront effectués sur la précision et la nature des données. Dans sa phase initiale, ce volet de la thèse pourra s'appuyer sur une approche méthodologique initiée par les partenaires du présent projet sur les poissons en milieu côtier tempéré (Merigot *et al.* 2007a et b ; Gaertner *et al.* 2010), et qui a récemment trouvé de premières applications dans des écosystèmes tropicaux pélagiques (Gaertner *et al.* 2008).

- Reproductibilité de la distribution spatio-temporelle de la diversité en fonction de la variation des paramètres de l'échantillonnage.

Ce volet de la thèse est très original. Il constituera la première étude qui vise à quantifier l'effet de la modification de la nature et de la précision des informations échantillonnées sur notre perception des principales composantes de la diversité des poissons en milieu insulaire océanien. Jusqu'ici, les travaux analysant l'effet de variations des caractéristiques techniques associées à l'échantillonnage (e.g. précision des données) sur l'évaluation des poissons sont rares, et travaillent sur un nombre très limité de descripteurs des peuplements (essentiellement la biomasse ou l'abondance totale et rarement sur la diversité). De plus, les rares études qui travaillent sur la diversité, sont là encore, focalisées sur la richesse spécifique, et aucune n'a jusqu'ici quantifié l'effet de la variabilité de l'échantillonnage sur la structuration des autres composantes de la diversité.

Cette phase du travail s'appuiera sur la liste des indices et composantes complémentaires établies dans le volet précédent. Sur la base des différents jeux de données étudiés, cette action visera à évaluer la variabilité de la réponse de la distribution spatiale des principales composantes complémentaires de la diversité en fonction de la réduction progressive :

- (1) de la précision des données (e.g. abondance vs présence-absence),
- (2) de la liste des espèces considérées (e.g. ensemble des espèces vs espèces appartenant à un nombre limité de familles vs espèces d'une seule famille),
- (3) de la précision taxinomique (e.g. espèces vs genres vs familles)

Cette phase du travail constitue une étape indispensable en vue de rechercher des « substituts » de la diversité qui soient définis en fonction de leur niveau de représentativité et de leur sensibilité vis-à-vis des perturbations d'intérêt (réchauffement climatique, pêche, etc.). D'un point de vue technique, cette phase pourra s'appuyer sur l'expérience des principaux partenaires dans les approches analytiques et méthodologiques dédiées à l'étude des peuplements marins (Gaertner *et al.* 2005 et 2007, Merigot *et al.* 2007a et b, Mérigot *et al.* 2010, Mérigot et Gaertner 2011), et qui ont récemment été transférés vers l'étude de plusieurs peuplements dans des écosystèmes côtiers (Bigot *et al.* 2008, Letourneur *et al.* 2008) et hauturiers (Taquet *et al.* 2007, Gaertner *et al.* 2008, Poisson *et al.* 2010).

Résultats attendus

La possibilité d'utiliser des jeux de données issues de zones contrastées mais qui se caractérisent par une très haute résolution analytique et taxinomique d'une part, et une forte standardisation de l'échantillonnage (même stratégie pour les poissons pélagiques pour les 2 océans, idem pour les poissons coralliens) d'autre part, offre une opportunité unique d'évaluer le degré de généralité des résultats que nous aurons obtenus à plusieurs échelles d'observation et sur plusieurs écosystèmes tropicaux (Pacifique Sud et Sud-Ouest Océan Indien ; Corallien et pélagique). Ce point est capital en vue d'évaluer notre capacité à proposer des **protocoles d'observation** de la diversité adaptés à différents milieux et à plusieurs échelles de gestion (et notamment à très grande échelle spatiale).

Plus largement, ce projet contribuera à répondre, d'une manière originale, à la forte **demande d'inventaire** de la biodiversité exprimée par les territoires du Pacifique Sud, et notamment par la Polynésie française. Enfin, l'ensemble des approches et des connaissances qui seront développées

dans ce projet contribuera à établir des bases méthodologiques pour la mise au point des réseaux **d'observatoires standardisés de la structure et de la biodiversité** des peuplements à grande échelle spatiale.

Positionnement du projet dans le contexte scientifique local et international

A une échelle locale (Polynésie française), ce projet participe directement à la fois à l'axe 3 « réponse des populations et des peuplements » de l'équipe SYREX, de l'UMR-241 (EIO) ainsi qu'au thème transversal « Biodiversité : caractérisation, conservation, valorisation » de cette nouvelle UMR. Par ailleurs, en fournissant le premier état de référence multicomposante de la diversité des poissons pélagiques de l'archipel des Marquises (traitement des données issues de la campagne « Pakaihi i te moana », financée par l'Agence des Aires Marines Protégées), ce projet de thèse apportera une contribution concrète (et totalement originale) au « volet marin » du projet de **classement au patrimoine mondial de UNESCO** d'une partie de l'Archipel des Marquises. Plus largement, ce projet s'inscrit directement dans les priorités de recherches identifiées dans le cadre du STRATOM et du Ruahatu (Grenelle de la mer).

A une échelle régionale (Pacifique Sud), les résultats de cette thèse alimenteront directement les travaux qui seront menés dans le cadre du Grand Observatoire de l'environnement et de la Diversité du Pacifique Sud (GOPS). **A plus large échelle**, ce projet s'inscrit pleinement dans le cadre du projet LABEX « corail », qui réunit la majorité de la communauté scientifique française qui travaille sur les récifs coralliens dans le monde (et notamment une partie de l'équipe encadrante de cette thèse).

Valorisation envisagée

Compte tenu (1) de l'originalité du projet, (2) de l'importance prioritaire de la thématique étudiée, en particulier pour les états insulaires, (3) de la mise à disposition de bases de données détaillées, et (4) de l'expérience de l'équipe encadrante dans le domaine, ce projet vise une valorisation importante en terme de publications scientifiques.

Références citées dans ce document

- Bellwood D.R., Hughes T.P., Folke C., Nystrom M., 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429: 827-833.
- Bigot L., Grémare A., Amouroux J.M., Frouin P., Maire O., Gaertner J.C. 2008. Assessment of the ecological quality status of soft-bottoms in Réunion Island (tropical Southwest Indian Ocean) using AZTI Marine Biotic Indices. *Marine Pollution Bulletin* (56) 4: 704-722.
- Gaertner J.-C., Mérigot B., Rélini G., Bertrand J.A., Mazouni N., Politou C.-Y., Gil de Sola L., Kallianiotis A., Carpentieri P., Murenu M., Durbec J.-P., Vrgoc N., N. Ungaro. (2010). Reproducibility of the multi-component aspect of species diversity across different areas and scales: towards the constitution of a shortlist of complementary indices for monitoring fish diversity? *Ecography* (33): 1123-1135.
- Gaertner J.C., Taquet M., Dagorn L., Mérigot B., Aumeeruddy R., Sancho G., Itano D. 2008. Visual censuses around drifting fish aggregating devices (FADs): a new approach for assessing the diversity of fish in open-ocean waters. *Marine Ecology Progress Series*, 366: 175-186.
- Gaertner J.C., Bertrand J.A., Relini G., Papaconstantinou C., Mazouni N., de Sola L.G., Durbec J.P., Jukic-Peladic S., Souplet A., 2007. Spatial pattern in species richness of demersal fish assemblages on the continental shelf of the northern Mediterranean Sea: a multiscale analysis. *Marine Ecology-Progress Series*, 341: 191-203.
- Gaertner J.C., J. A. Bertrand, L. Gil de Sola, J.P. Durbec, E. Ferrandis, A. Souplet. 2005. Large spatial scale variation of demersal fish assemblages structure on the continental shelf of the NW Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 297: 245-257.
- Graham N.A.J., Wilson S.K., Jennings S., Polunin N.V.C., Bijoux J.P., Robinson J., 2006. Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 8425-8429.
- Hughes T.P., Rodrigues M.J., Bellwood D.R., Ceccarelli D., Hoegh-Guldberg O., McCook L., Moltschaniwskyj N., Pratchett M.S., Steneck R.S., Willis B., 2007. Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology*, 17: 360-365.

- Letourneur Y., Gaertner J.C., Durbec J.P., Jessu M.E. 2008. Effects of geomorphological zones, reefs and seasons on coral reef fish communities of Réunion Island, Mascarene Archipelago, SW Indian Ocean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (77): 697-709.
- Loreau M., Oteng-Yeboah A., Arroyo M.T.K., Babin D., Barbault R., Donoghue M., Gadgil M., Hauser C., Heip C., Larigauderie A., Ma K., Mace G., Mooney H.A., Perrings C., Raven P., Sarukhan J., Schei P., Scholes R.J., Watson R.T., 2006. Diversity without representation. *Nature*, 442: 245-246.
- Loreau M., Naeem S., Inchausti P., 2002. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives. *Oxford (United Kingdom)*: Oxford University Press.
- Margules, C.R., and R.L.Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Mason N.W.H., Mouillot D., Lee W.G., Wilson J.B., 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111: 112-118.
- Mazouni N. De Wit R. 2012. Exploring new issues for coastal lagoons monitoring and management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. (sous presse).
- MEA. 2005. Rapport du "Millenium Ecosystem Management". <http://www.un.org/french/millenniumgoals>
- Mérigot B., Gaertner J.-C. 2011. Incorporation of phylogeny in biological diversity measurement: drawbacks of extensively used indices, and advantages of quadratic entropy. *Bioessay* (33):819-822
- Mérigot B., Durbec J.-P., Gaertner J.-C. 2010. On goodness of fit measure for dendrogram-based analyses. *Ecology* 91(6): 1850-1859
- Mérigot B., Bertrand J.A., Mazouni N., Manté C., Durbec J.P., Gaertner J.C., 2007a. A multi-component analysis of species diversity of groundfish assemblages on the continental shelf of the Gulf of Lions (north-western Mediterranean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73: 123-136.
- Mérigot B., Bertrand J.A., Gaertner J.C., Durbec J.P., Mazouni N., Manté C., 2007b. The multi-component structuration of the species diversity of groundfish assemblages of the east coast of Corsica (Mediterranean Sea): Variation according to the bathymetric strata. *Fisheries Research*, 88: 120-132.
- Mouillot D, Albouy C, Guilhaumon F, Ben Rais Lasram F, Coll M, Devictor V, Meynard C, Pauly D, Tomasini JA, Trousselier M, Velez L, Watson R and Mouquet N. 2011. Protected and threatened components of fish biodiversity in the Mediterranean Sea *Current Biology*, 21: 1044-1050.
- OMD 2000. Objectifs du Millénaire pour le Développement.
Web : <http://www.un.org/french/millenniumgoals>
- Poisson F., Gaertner J.C., Taquet M., Durbec J.P., Bigelow K. 2010. Direct and derived effects of the lunar cycles on the catches of a monofilament longline gear and new insights for sustainable fishing strategies: the case of the Reunion Island swordfish fishery. *Fishery Bulletin* (108): 268-281.
- Purvis A., Hector A., 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405: 212-219.
- Taquet M., Sancho S., Dagorn L., Gaertner J.C., Itano D., Aumeeruddy R., Wendlingf B., Peignon C., 2007. Characterizing fish communities associated with drifting fish aggregating devices (FADs) in the Western Indian Ocean using underwater visual surveys. *Aquatic Living Resources*, 20: 331-341.
- Taquet M., Diringier A., 2012 – Guide des Poissons de l’océan Indien et de la mer Rouge (Nouvelle Edition) complétée et améliorée, 1100 espèces, 1500 photos sous-marines. Quae Editions, Versailles, 750 p. (sous presse)
- UICN. 2010. Réchauffement climatique et biodiversité dans les collectivités d’outre-mer. 78p. Gland – Suisse-UICN, 192p.
- Wilsey, B.J., Chalcraft, D.R., Bowles, C.M., Willig, M.R., 2005. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. *Ecology* 86, 1178-1184
- Worm B., Barbier E.B., Beaumont N., Duffy J.E., Folke C., Halpern B.S., Jackson J.B.C., Lotze H.K., Micheli F., Palumbi S.R., Sala E., Selkoe K.A., Stachowicz J.J., Watson R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314: 787-790