



15^e colloque de l'AFH, Brest
du 29 juin au 1^{er} juillet 2022

Les systèmes halieutiques face aux crises



Résumés des communications

Une opportunité, pas une crise ! » Conséquences du Brexit pour la durabilité des pêcheries démersales écossaises

Sébastien Metz, Sakana Consultants, s_metz@sakana-consultants.com
Sophie des Clers, GreenFishers Consultants, sdesclers@gmail.com

Lors d'un débat avec Chris Davies, ancien eurodéputé britannique membre de la Commission Pêche de 1999 à 2020, la Directrice Générale des Affaires Maritime et de la Pêche de la Commission européenne Charlina Vitcheva est catégorique. Le Brexit n'est pas une crise, la pandémie de la COVID-19 oui, mais le Brexit non – car cela fait des années que l'Union Européenne s'y prépare.

Les conséquences du Brexit, selon la DG, concerneraient près d'une centaine de stocks partagés avec le Royaume Uni. En nous appuyant sur les récents avis du CIEM ainsi que sur les documents publiés dans le cadre d'écocertification de pêcheries britanniques, nous illustrons les défis et les opportunités d'une gestion plus durable qui se présentent pour les pêcheries démersales dans les eaux écossaises en Mer du Nord et en Ouest Ecosse.

Cette analyse se focalise sur trois espèces emblématiques de ces zones : églefin, lieu noir et merlu, qui présentent des traits similaires : des espèces démersales ciblées à la fois par des navires britanniques et de l'Union Européenne, dont la répartition géographique est déjà affectée par le changement climatique. L'analyse révèle les complexités et nouveaux enjeux géopolitiques liés au Brexit et aux demandes de plus en plus pressantes des états côtiers de l'Atlantique Nord Est pour la prise en compte des changements de répartition géographique des stocks.

L'impact économique de la Covid 19 sur les pêches maritimes françaises

Le Floc'h Pascal^{1*}

Alban Frédérique¹

Daurès Fabienne²

Dudouet Benjamin¹

Guyader Olivier²

Leonardi Sophie²

Thébaud Olivier²

1 - Université de Bretagne Occidentale – UMR AMURE

2 - IFREMER – UMR AMURE

*correspondant : Le Floc'h Pascal, plefloch@univ-brest.fr

La crise sanitaire liée au Covid-19 a modifié la conjoncture de l'industrie des pêches maritimes par les perturbations des marchés, tant sur l'offre que sur la demande. La problématique porte sur la mesure de l'impact de ces perturbations dans les halles à marée tenant compte de la dimension régionale et locale. Les halles à marées s'inscrivent dans un ensemble régional par façade maritime. A l'échelle locale, elles se différencient par la spécialisation des produits mis en vente. Les questions ouvertes par la mesure des impacts de la crise sanitaire touchent aux comportements d'adaptation des pêcheurs à l'échelle régionale et territoriale. C'est par une complémentarité des circuits de commercialisation que les acteurs de la pêche doivent trouver des solutions aux chocs futurs.

La pêche récifale dans le sud-ouest de Madagascar : la perspective d'une crise annoncée dans le lagon de Toliara

Veloson Manankery^{1*}

Thierry Razanakoto²

Harinirina Sandra Ranaivomanana¹

Faustinato Behivoke¹

Roddy Michel Randriatsara¹

Jamal Mahafina¹

Marc Léopold³

1 - Institut Halieutique et des Sciences Marines (IH.SM), Université de Toliara, BP 141, 601 Toliara, Madagascar

2 - CERED, Mention Économie, FACEGS BP 905, Université d'Antananarivo, Madagascar

3 - ENTROPIE, IRD, Université de La Réunion, CNRS, Université de la Nouvelle-Calédonie, IFREMER, Saint-Denis, La Réunion c/o IH.SM, Université de Toliara, BP 141, 601 Toliara, Madagascar

*correspondant : Veloson Manankery, E-mail : veloson.manankery@gmail.com

Malgré l'importance de la contribution de la petite pêche à la sécurité alimentaire et aux revenus des ménages côtiers dans les pays les moins développés, peu d'attention est attribuée à leur étude socio-économique. Notre recherche a été réalisée dans le sud-ouest de Madagascar. Elle visait à évaluer les caractéristiques des moyens d'existence des ménages côtiers dans la baie de Toliara (~350.000 habitants) et les relations entre leur niveau de développement et les activités de pêche. Des enquêtes socioéconomiques ont été conduites en 2019 auprès de 166 ménages de pêcheurs et 41 autres ménages hors du secteur pêche. Un suivi de la pêcherie récifale a été mis en œuvre parallèlement. Nos résultats ont montré que les pêcheurs (64,5%) tendent à diversifier leurs activités génératrices de revenus, qui ne substituent cependant pas à la pêche. Les ménages vivant exclusivement de la pêche avaient un faible revenu (~979 euro/an) par rapport à ceux qui pratiquent des activités additionnelles (~1.150 euro/an) avec un revenu complémentaire de 125 à 274 euro. Ceux qui sont hors secteur pêche ont le revenu le plus élevé (1.590 euro/an). Avec plus de 97% de ménages de pêcheurs qui vivent en dessous de seuil de pauvreté extrême. Presque tous les ménages avaient un capital social faible et ne mettaient en œuvre aucune stratégie évolutive face à la baisse des ressources que 37% percevait pourtant. Notre étude confirmait cette perception (-30% de production halieutique récifale estimée depuis les années 1990), alors que la pression de pêche a nettement augmenté. Nos résultats indiquent qu'une gestion communautaire semble compromise dans un tel contexte alors que les captures par pêcheurs diminuent et que la pêche reste attractive dans cette région de grande pauvreté. Ils suggèrent que les conditions d'une crise socioéconomique du système à moyen terme sont réunies.

Implications du changement climatique pour un écosystème européen à la frontière entre deux provinces biogéographiques et à l'hydrographie complexe

Hervann Pierre-Yves^{1,2,3,4*}

Gascuel Didier⁴

Kopp Dorothée³

Robert Marianne³

1 - Institute of Marine Sciences, University of California, Santa Cruz, Santa Cruz, CA, United States

2 - NOAA Northwest Fisheries Science Center, Seattle, WA, United States

3 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Lorient

4 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

*Corresponding author, E-mail: pierre.yves.hervann@gmail.com

Climate change affects marine biodiversity worldwide at multiple biological and ecological scales, ultimately threatening the future of the services provided and the fisheries supported by ecosystems. Driven by climate change, two major disruptive factors of ecosystem structure and functioning have operated in the past, and are expected to strengthen in the future: changes in the marine primary productivity, which supplies the energy flow entering into food webs, and the shifts in marine species distribution, which rules the interactions between food-web components. The Celtic Sea is a productive shelf ecosystem from the North East Atlantic and is of major interest for European fisheries. Several studies have highlighted past changes in the fish community in response to warming. Such changes might be magnified in the future due to the biogeographical boundary in which stands the Celtic Sea. In this study, we use a spatially explicit ecosystem model previously built for the Celtic Sea (Ecopath with Ecosim and Ecospace) to investigate the potential impacts of climate change on the food web by the end of the century under constant fishing strategies and pressure. We used the predictions of a regional biogeochemical model to drive expected changes in the environment regarding basal productivity of the system and surface or bottom temperature. While spatio-temporal changes in the primary production drove the production of phytoplankton, changes in the temperature were used to affect the productivity and habitat of higher trophic levels. Changes in the food-web structure and functioning were then explored through various ecosystem and community indicators. Our result show that the substantial decline in the primary production, up to 15% in for the 2090s according to the worst scenarios, may lead to a decline in the overall ecosystem biomass, whose signal would be amplified along with trophic levels. The warming expected in both surface and bottom waters (up to 1.8 and 2.5 degrees) would result in a deborealization of the Celtic Sea and substantial changes in species communities. Both warming and spatio-temporal changes in primary production would drive local rearrangement of the food web, and impact biomass flows in the ecosystem. Our study suggests that (i) projected changes in currently targeted species may constrain fishing strategies to adapt and (ii) biomass redistribution may imply a contraction of fishing effort over smaller areas, generating potential conflicts between inter-EU community members.

Conséquences intergénérationnelles de l'acidification des océans sur les paramètres physiologiques et comportementaux du bar Européen (*Dicentrarchus labrax*)

Arianna Servili
Guy Claireaux
Hélène Ollivier
Mishal Cohen-Rengifo
David Mazurais
José-Luis Zambonino-Infante

IFREMER, LEMAR UMR 6539, Unité PFOM

L'augmentation des émissions atmosphériques de dioxyde de carbone absorbé par les océans entraîne une diminution du pH des eaux marines. Selon le dernier rapport du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), le pH de l'océan pourrait ainsi perdre 0.5 unité (de pH8.1 à pH7.6) d'ici 2100 (scénario RCP 8.5). Cette diminution de pH est susceptible d'entraîner des effets sur les différentes espèces qui composent les écosystèmes marins. Si les poissons ont d'abord été considérés comme tolérants à l'acidification des océans du fait de leur régulation acide/base très performante, de nombreuses études rapportent des dérèglements du système sensoriel induisant des perturbations comportementales chez certaines espèces de poissons tropicaux coraliens. Les travaux portant sur les espèces des zones tempérées d'intérêt halieutique sont beaucoup plus rares. Savoir si ces espèces peuvent ressentir des perturbations, savoir si ces dernières peuvent impacter la dynamique de la population, et enfin savoir si ces effets peuvent être atténués sur la génération suivante sont des questions majeures auxquelles on ne sait pas répondre. Pourtant cette connaissance est nécessaire pour proposer des stratégies d'exploitation de ces stocks prenant en compte ces potentiels effets induits par le changement global. Dans le but de mieux appréhender les effets intra et intergénérationnels de l'acidification des océans sur des paramètres physiologiques et comportementaux du bar Européen (*Dicentrarchus labrax*), nous avons maintenu expérimentalement sur une période de 8 ans deux générations successives (F0 et F1) de poissons dans des conditions d'acidification à l'horizon 2100 (pH7.6) ou dans les conditions actuelles (pH8). Les résultats obtenus à différents niveaux organisationnels (cellule, tissu, organisme) mettent en évidence un effet de l'acidification des océans sur la fonction de reproduction (phénologie, succès reproducteur), sur le système immunitaire (réponse aux pathogènes), sur le système sensoriel (neurogénèse) et sur le comportement (niveau d'activité et interaction avec l'environnement) des bars. Les effets observés dans ces approches expérimentales sont à même d'avoir une portée écosystémique importante.

Comment évaluer la durabilité des flottilles de pêche ? Les thoniers senneurs tropicaux comme objet d'étude pour développer de nouvelles approches

Sandra Ougier^{1,5}

Didier Gascuel¹

Joël Aubin²

Jean-François Dewals³

Pascal Bach⁴

François Le Loc'h⁵

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 - INRAE, UMR 1069 SAS – Rennes, France

3 - UBO, UMR 6308 AMURE – Brest, France

4 - IRD, UMR 248 MARBEC - Sète, France

5 - IRD, UMR 6539 LEMAR – Brest, France

On présente ici la démarche et les premiers résultats obtenus dans le cadre d'une thèse qui vise à définir des méthodes opérationnelles d'évaluation multidimensionnelle de la durabilité des activités de pêche. La flottille française des thoniers senneurs tropicaux est ici prise comme objet d'étude pour développer et tester deux types d'approches complémentaires.

La première s'appuie sur les dimensions, critères et indicateurs de durabilité proposés par Dewals et Gascuel (2020), et vise à définir un tableau de bord de la durabilité. Il s'agit ainsi de mettre à disposition des acteurs un outil de pilotage du secteur qui permette d'identifier les situations vertueuses ainsi que les points qui méritent amélioration.

Les premiers résultats obtenus concernent principalement les critères environnementaux et mettent en évidence des contrastes significatifs entre les flottilles opérant dans le Pacifique et dans l'Atlantique, mais également entre navires de la même flottille, en fonction des espèces ciblées et des pratiques de pêche. Des navires parangons sont ainsi identifiés pour caractériser la durabilité des activités de pêche, en repérer les principaux déterminants et sélectionner les indicateurs les plus pertinents.

Plus généralement, l'analyse conduit à faire évoluer la liste des critères et indicateurs de durabilité à inclure dans le tableau de bord. On montre que la prise en compte de certains critères, notamment beaucoup de ceux qui concernent les dimensions économiques et sociales de la durabilité, nécessite la mise en place de protocole d'observation spécifiques et d'enquêtes (en cours de réalisation).

Enfin, on met en évidence la synergie et les complémentarités entre cette approche de type tableau de bord et l'analyse des cycles de vie consécutives (ACV-C) qui sera l'objet de la seconde partie de la thèse.

Keywords: Tuna, ACV, indicators, sustainability, fisheries, fishing fleet, methodology

Combinaison de marqueurs individuels et d'une approche de modélisation pour étudier la structure et la connectivité des populations de poissons : cas du bar européen

Mathieu Woillez^{1*}

Chloé Dambrine¹

Martin Huret¹

Pierre-Alexandre Gagnaire²

Françoise Daverat³

Emilie Le Luherne¹

Hélène de Pontual^{1*}

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest, France

2 - ISEM, CNRS, EPHE, IRD, Univ Montpellier, Montpellier, France

3 - UMR ECOBIOP, Saint-Pée-sur-Nivelle, France

*Contacts :

Mathieu Woillez, IFREMER, mathieu.woillez@ifremer.fr

Hélène de Pontual, IFREMER Helene.de.pontual@ifremer.fr

Il est essentiel de comprendre la structure des populations et la connectivité pour pouvoir évaluer et gérer les stocks de poissons de manière fiable. Les disparités entre les populations biologiques et les unités de stock augmentent le risque de déclin des populations exploitées. Au cours des dernières décennies, des marqueurs biologiques et électroniques ont été développés et appliqués pour étudier ces questions. Cependant, les études intégrées combinant plusieurs marqueurs individuels et de la modélisation restent rares, bien qu'elles aient le potentiel de fournir de nouvelles connaissances. Notre objectif était de mener une telle étude intégrée pour le bar européen de l'Atlantique Nord-Est. Cette espèce a récemment montré, au moins au niveau régional, un effondrement de la biomasse, alors que sa structure spatiale reste mal connue. Nous avons donc étudié les mouvements entre les habitats essentiels à différents stades de vie. Les marqueurs individuels utilisés sont constitués 1) de données de marquage qui ont mis en évidence une forte fidélité aux zones d'alimentation estivales et aux zones de frai hivernales, 2) d'analyses d'éléments traces et du rapport isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}O$) des otolithes visant à confirmer ces processus de fidélité et à tester l'hypothèse du homing et 3) de marqueurs génétiques pour déterminer l'effet de la fidélité aux zones fonctionnelles sur la structure génétique de la population. Enfin, un modèle mécaniste individu centré couplant bioénergétique et hydrodynamique a été développé pour quantifier la connectivité entre frayères et nurseries en utilisant des dérives réalistes d'œufs et de larves provenant de frayères caractérisées par des données de pêche spatialisées. L'intégration de l'ensemble par modélisation mécaniste ou statistique reste à ce stade un défi. Néanmoins, le potentiel est élevé et il remet en question notre compréhension du fonctionnement de cette population, ce qui peut avoir des conséquences importantes sur sa gestion.

Mots clés : *Dicentrarchus labrax*, structure de population, connectivité, marques électroniques, éléments traces, isotopes de l'oxygène, marqueurs génétiques, modèle bioénergétique individu centré, modèle hydrodynamique

Biomass of slow life history species increases as local bottom trawl effort decreases in the Celtic Sea

Laurène Mérillet^{*1,2,3}

Sandrine Pavoine¹

Dorothee Kopp²

Marianne Robert²

Maud Mouchet¹

1 - UMR 7204 MNHN-UPMC-CNRS Centre d'Ecologie et de Sciences de la Conservation, 43 rue Buffon, Paris, France

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, 8 rue François Toullec, Lorient, France

3 - Institute of Marine Research, Ecosystem Processes Team, Nordnesgaten 33, Bergen, Norway

Due to its selective removal, fishing pressure has long influenced the dynamics of species based on their life history traits. Sensitivity to fishing increases along a “fast-to-slow” gradient of life history strategies, and the “slow” species (large, long-lived, late-maturing, giving birth to few large offspring) require the most time to recover from fishing. In the North East Atlantic, after having reached extreme levels, fishing pressure has decreased since the 1980's due to management measures such as total allowable catch (TAC) or area closure. An effect on the distribution of species as well as a potential recovery could be expected. However, temporal patterns of life history strategies are rarely linked to management measures. In addition, a larger emphasis is often put on exploited or emblematic sensitive species but rarely on assembly processes at the ecosystem scale (both commercial and non-commercial species). Based on a 17-year time series of 101 taxa (fishes, elasmobranchs, bivalves, cephalopods and crustaceans), we observed a globally negative relationship between the biomass of taxa sensitive to fishing and bottom trawling pressure, as well as an increase in their biomass in the Celtic Sea. Over the whole area, stochasticity appeared as the dominant assembly process. Deterministic assembly processes were at play in the centre of the area where significant overdispersion (caused by the presence of both slow and fast taxa) were observed. The absence of sensitive taxa from the rest of the Celtic Sea appeared to be caused mainly by an historical effect of environmental filtering when fishing was high. At the local scale, we related the decrease in fishing pressure to the increase in biomass of five of the most sensitive taxa. This local decrease in fishing pressure resulted from the implementation of an area closure, highlights the positive effect of such management measures in less than two decades.

Bottom-up vs Top-down control dans les réseaux trophiques estuariens. Une histoire de regime shifts, de changement global et de capacité d'accueil

Jérémy Lobry¹
Marine Grenier¹
Mikaëla Potier^{2,4}
Xavier Chevillot³
Hilaire Drouineau¹

1 - INRAE, UR EABX, F33612 Cestas

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

3 - SEPANSO Aquitaine, 33800 Bordeaux

4 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

Les nourriceries estuariennes et côtières sont particulièrement vulnérables aux changements globaux. Concentrant aujourd'hui près de 75 % de la population humaine, ces zones sont de plus en plus exploitées et contaminées et leur biodiversité est largement impactée.

L'estuaire de la Gironde est un cas d'étude emblématique. D'importantes modifications de la structure des communautés écologiques qu'il abrite ont été mises en évidence ces dernières années sous l'effet des changements globaux : sur zooplancton, les communautés benthiques, les crustacés ou sur les poissons. Les abondances de juvéniles de poissons marins augmentent dans l'estuaire tandis que les abondances de crustacés (zooplancton et crevettes) diminuent et que la richesse spécifique et l'abondance des invertébrés benthiques se sont effondrées depuis une dizaine d'année. Des travaux récents de modélisation comparent le fonctionnement du réseau trophique à 3 périodes différentes réparties sur les 3 dernières décennies. Ainsi, il apparaît qu'en 30 ans, tant la biodiversité que le fonctionnement trophique de l'estuaire ont significativement changé^{1,2}. La question de la capacité d'accueil trophique de l'estuaire pour les poissons se pose alors de façon prégnante.

Pour mieux appréhender la dynamique des changements, différentes configurations d'un modèle trophodynamique (Ecosim) ont été testées en forçant la calibration par la biomasse de différents compartiments. On a ainsi pu, d'une part, reconstituer des séries temporelles d'indicateurs de fonctionnement trophiques qui permettent de retrouver les regime shifts précédemment identifiés. D'autre part, en comparant les résultats des calibrations, on montre qu'un forçage de type top-down est le plus probable. Cela pourrait signifier que c'est l'environnement qui conditionne la structure des peuplements de poissons qui ensuite influent sur la production aux échelles trophiques inférieures. Cela amène à reconsidérer la question de la capacité d'accueil dans les nourriceries estuariennes.

1. Chevillot, X. *et al.* Abrupt shifts in the Gironde fish community: an indicator of ecological changes in an estuarine ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **549**, 137–151 (2016).
2. Chevillot, X. *et al.* Global Changes Jeopardize the Trophic Carrying Capacity and Functioning of Estuarine Ecosystems. *Ecosystems* **22**, 473–495 (2019).

Diminution de la taille et de la condition des petits pélagiques du golfe de Gascogne : exploration des processus sous-jacents via une approche de modélisation bioénergétique

Clara Menu¹

Laure Pecquerie²

Cédric Bacher³

Martin Huret¹

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest
Centre de Bretagne, 29280 Plouzané

2 - LEMAR, IRD, UBO, 29280 Plouzané

3 - IFREMER, DYNECO, Centre de Bretagne, 29280 Plouzané

L'anchois et la sardine montrent une baisse de taille et de condition au cours des vingt dernières années entre le golfe de Gascogne et la Méditerranée. Les processus sous-jacents ne sont pas clairement identifiés, cependant des études récentes mettent en avant un contrôle bottom-up, en lien avec un possible changement des communautés planctoniques. Afin de comprendre comment l'environnement impacte les principales fonctions biologiques, i.e. croissance, reproduction et maintenance, nous avons utilisé un modèle bioénergétique basé sur la théorie Dynamic Energy Budget (DEB).

Tout d'abord, nous avons testé l'hypothèse des changements environnementaux, température et zooplancton, pour expliquer les diminutions observées. Pour cela, le modèle bioénergétique a été appliqué pour des individus moyens représentant les populations de trois zones d'études : la Manche, le golfe de Gascogne et le golfe du Lion, et sur deux périodes contrastées : le début des années 2000 et les années 2010. Les trois zones montrent un gradient spatial de taille et de condition, avec des individus plus petits et plus maigres vers les basses latitudes. Notre modèle montre que ce gradient est en grande partie expliqué par les différences entre environnements régionaux. En revanche, les changements environnementaux relativement modérés sur les vingt dernières années ne semblent pas en mesure d'expliquer les tendances régionales observées. Une approche scénario a permis de suggérer que ces tendances ne seraient pas uniquement liées à une diminution de biomasse du zooplancton, mais peut être à une diminution de qualité.

Dans un second temps, l'objectif est de tester d'autres hypothèses se référant aux processus populationnels, tels que la densité-dépendance et/ou la mortalité sélective. Pour cela, il est nécessaire de représenter la variabilité individuelle dans le modèle DEB pour qu'il puisse simuler la variabilité des phénotypes observés. Cette variabilité s'explique à la fois par une réponse plastique différenciée des individus qui ont des trajectoires environnementales distinctes et par la diversité génétique de la population. Des premiers résultats seront présentés sur les propriétés émergentes de notre modèle une fois cette variabilité individuelle intégrée.

Combiner les niveaux de protection au sein des réseaux d'aires marines protégées pour optimiser leurs bénéfices écologiques et halieutiques

Charlotte Sève

Les écosystèmes marins sont de plus en plus menacés par les impacts des activités anthropiques, limitant leurs capacités à fournir des services écosystémiques. Aujourd'hui, plus d'un tiers des stocks de poissons marins sont exploités à des niveaux non durables. Face à cette crise de la surpêche, il est nécessaire de travailler à concilier protection de l'environnement et activités humaines. Les réseaux d'Aires Marines Protégées (AMPs) peuvent être utilisés pour atteindre à la fois des objectifs de conservation et de gestion durable des pêches, en réduisant les coûts de déplacement par rapport à une grande AMP. Lorsqu'ils sont composés par des zones de protection intégrales et partielles, ces réseaux permettent une meilleure acceptabilité sociale en autorisant et encadrant les activités humaines sous certaines conditions. Néanmoins, l'impact de ces réseaux multi-usages conjointement sur la conservation et la pêche n'a été que très peu étudié. Pour explorer les conséquences de ce type de réseaux et leur capacité à concilier protection et gestion durable, le modèle de pêche mixte ISIS-fish a été utilisé. Appliqué à la pêche de Sar en Méditerranée, plusieurs scénarios combinant des réseaux d'AMP intégrales ou partielles et différents niveaux d'effort de pêche ont été étudiés. Le calcul d'indicateurs d'efficacité écologiques et halieutiques a permis de déterminer les réseaux permettant de répondre au mieux aux objectifs de conservation et de gestion des pêches.

Contrasted patterns of fisheries vulnerability to climate change in the Mediterranean Sea

Ignacio Pita¹
David Mouillot^{1,2}
Fabien Moullec³
Yunne-Jai Shin¹

1 - Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation (MARBEC), Université Montpellier, IRD, IFREMER, CNRS, 34000 Montpellier, France

2 - Institut Universitaire de France, Paris, France

3 - Royal Netherlands Institute for Sea Research, Coastal Systems (COS), Den Burg, Noord-Holland, NL

Climate change is rapidly becoming one of the biggest threats to marine life, and its impacts have the potential to strongly affect fisheries upon which millions of people rely. This is particularly crucial for the Mediterranean Sea, which is one of the world's biodiversity hotspots, one of the world's most overfished regions, and where temperatures are rising 25% faster than in the rest of the ocean on average. In this study, we calculated a vulnerability index for 100 species that compose 95% of the Mediterranean catches, through a trait-based Climate Vulnerability Assessment (CVA) approach. Based on those results, the CVA methodology was subsequently used to assess the vulnerability of Mediterranean countries through their catches and other socio-economic parameters. We found that the northern Mediterranean fisheries target more vulnerable species than their southern counterparts. However, when combining this catch-based vulnerability with socio-economic parameters, north African countries stand out as the most vulnerable to climate change impacts. Indeed, considering countries' dependence on the fisheries sector and their capacity to adapt to changes, a sharp contrast between northern and southern Mediterranean appears, with Egypt and Tunisia scoring the highest vulnerability. By integrating a trait-based approach on targeted marine species with socio-economic features of fisheries, our analysis helps to better understand the ramifications of climate change consequences on Mediterranean marine species and highlights the regions that could potentially be particularly affected.

Keywords: Climate Vulnerability Assessment, Mediterranean Sea, Exploited species, Fisheries

Maximisation des captures et stabilité dans un modèle saisonnier

Ricouard Antoine
Lehuta Sigrid
Mahévas Stéphanie

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

Pour pallier aux crises d'effondrement des stocks halieutiques et garantir à la société des apports élevés et prévisibles en produits de la mer, une théorie de la gestion durable des pêches s'est développée au cours du XXe siècle. Le concept de Rendement Maximal Durable (RMD), au cœur de cette théorie, est un point essentiel des politiques de pêches. Cependant, l'existence d'un RMD suppose celle d'un point d'équilibre populationnel stable. Cette hypothèse, si elle toujours vérifiée dans le modèle original de Schaeffer, est rarement testée lorsqu'il s'agit de calculer des points de références en pratique. Pourtant, il apparaît de plus en plus clairement que les populations naturelles peuvent exhiber des dynamiques éloignées du modèle Schaeffer et intrinsèquement non-linéaires. En particulier, la saisonnalité intra-année de cette dynamique peut avoir des effets importants sur sa stabilité, même dans un cadre strictement mono-spécifique. Par ailleurs, quand bien même la population admettrait un équilibre stable, la vitesse de retour à cet équilibre après une perturbation (i.e. l'une des définitions de la résilience) peut également avoir une importance pour la gestion. Dans une démarche analytique, nous introduisons ici un modèle de dynamique de population à pas de temps mensuel puis montrons qu'il est possible d'en dégager des équilibres interannuels et d'en étudier simplement les propriétés grâce au choix d'une structuration adaptée. Forts de ce résultat théorique, nous évaluons les effets de la saisonnalité des processus de reproduction, maturation et de recrutement sur les captures à l'équilibre, la stabilité et la résilience d'une population. Nous montrons en particulier que (i) sous des hypothèses classiques concernant la densité-dépendance, la stabilité de l'équilibre populationnel n'est pas garantie et que (ii) le point de référence du RMD peut correspondre à des états d'équilibres instables ou peu résilients. Enfin, une illustration numérique du modèle ajusté sur des données de soles du Golfe de Gascogne montre (iii) que des variations mensuelles concernant la durée de la phase densité-dépendante peuvent avoir un effet très important sur le RMD ainsi que sur la stabilité et la résilience de la population tandis que des variations sur l'âge d'entrée dans la phase exploitée (i.e. le recrutement) semblent n'avoir qu'un effet restreint. Il ressort de cette analyse qu'une intégration temporelle plus fine des dynamiques biologiques des premiers stades de vie des individus est souhaitable pour dégager des points de références et évaluer leur durabilité.

L'importance des habitats estuariens pour le maintien et le développement des populations d'anguilles européennes

Denis Jeremy¹
Rabhi Khalef¹
Lasram Frida¹
Mahé Kelig²
Amara Rachid¹

1 - Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), UMR 8187 CNRS – LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géoscience, 32 avenue Foch, 62930 Wimereux, France.

2 - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), Laboratoire Ressources Halieutiques. 150 quai Gambetta, 62200 Boulogne-sur-Mer, France.

Depuis les années 1980, il est constaté une régression drastique du stock d'anguilles européennes, celles-ci sont aujourd'hui considérées comme en danger critique d'extinction. Les juvéniles d'anguille européenne pourtant considérée comme sédentaire en eau douce [1], de récentes études ont révélés qu'une partie des populations d'anguilles peuvent utiliser d'autres types d'habitats et résider dans les eaux saumâtres et salées [2,3,4]. Longtemps considéré comme une simple voie de migration entre la mer et les eaux continentales, le rôle de l'habitat estuarien pour l'anguille est encore mal connu. Le but de cette étude est de mieux comprendre la fonctionnalité et la qualité des habitats estuariens pour le développement des anguilles afin de mieux évaluer, protéger et gérer les populations d'anguille. Des anguilles ont été collectées au cours d'un suivi saisonnier (2019-2020) dans les 6 estuaires du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale pour déterminer i) la sédentarité en estuaire d'une partie de la population d'anguille à partir de l'analyse microchimique des otolithes, ii) leurs stratégie alimentaire à partir de l'analyse des contenus digestifs et des isotopes stables et iii) l'état de cette population d'anguilles en relation avec les conditions biotique et abiotique des différents estuaires à partir d'indicateurs de condition nutritionnelle et physiologique. Ce suivi a montré que l'anguille est une espèce migratrice fortement abondante dans les estuaires du bassin Artois-Picardie et a mis en évidence le rôle des estuaires comme une zone de stationnement permanente ou temporaire, voire saisonnière permettant aux anguilles de s'alimenter et de croître pour réguler leur état physiologique. Ces résultats mettent également en avant le rôle important, mais encore trop peu considéré, que représentent les petits estuaires dans la détermination du déclin des stocks d'anguilles en raison de leurs influences sur le développement et le potentiel de reproduction des adultes géniteurs.

Références

- [1] Riley, W. D., Walker, A. M., Bendall, B., & Ives, M. J. (2011). Movements of the European Eel (*Anguilla Anguilla*) in a Chalk Stream: Movement of Eels in a Chalk Stream. *Ecology of Freshwater Fish*, 20, 628–635.
- [2] Arai, T., Kotake, A., & McCarthy, T. K. (2006). Habitat Use by the European Eel *Anguilla Anguilla* in Irish Waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 569–578.
- [3] Harrod, C., Grey, J., McCarthy, T. K., & Morrissey, M. (2005). Stable Isotope Analyses Provide New Insights into Ecological Plasticity in a Mixohaline Population of European Eel. *Oecologia*, 144, 673–683.
- [4] Jessop, B., Cairns, D., Thibault, I., & Tzeng, W. (2008). Life History of American Eel *Anguilla Rostrata*: New Insights from Otolith Microchemistry. *Aquatic Biology*, 1, 205–216.

Les pêcheries portugaises face aux crises

Henrique Cabral

INRAE, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas, France

Les pêcheries portugaises se sont développées de manière significative dans la seconde moitié du vingtième siècle, avec un maximum de débarquements au début des années 1960. Après cette période, les débarquements ont progressivement diminué, passant d'environ 300 000 tonnes à environ 120 000 tonnes. Plusieurs facteurs ont contribué à cette baisse significative, notamment de nature géopolitique ou réglementaire, mais aussi ceux liés à une forte diminution de certaines ressources halieutiques. Au cours des dernières décennies, les crises des pêcheries de sabre blanc, de merlu, de langoustine, de requin des grands fonds et de sardine ont été particulièrement marquantes. Cette présentation analyse le contexte de ces crises et les développements dans les périodes d'après-crise. L'interaction de diverses pressions humaines, en particulier celles liées au changement climatique, sur l'évolution de l'exploitation des ressources halieutiques est également discutée.

Exploitation des ressources marines en rade de Brest (1866-1963) : la pluriactivité comme réponse à la crise ?

Bosseboeuf Lucas

L'Histoire pourrait-elle nous aider à trouver des clés de compréhension aux « crises » socio-écologiques actuelles ? C'est justement l'ambition du projet de recherche universitaire HistoRade qui regroupe des scientifiques issus de plusieurs horizons disciplinaires et autres professionnels de la mer afin d'analyser le socio-écosystème passé de la rade de Brest. Pour ce faire, le dépouillement de plusieurs archives a permis de retracer l'évolution des pêches de certains coquillages entre 1866 et 1963. Si les huîtres plates ont longtemps constitué une ressource fidèle pour les gens de la rade, leur abondance oscille dès les années 1860, avant de se raréfier vers 1910. Devant cette situation préoccupante, les autorités maritimes interdisent leur pêche pendant de nombreuses années et les pêcheurs doivent désormais activer leurs dragues sur les goémons, maërls, pétoncles et praires pour espérer subsister. Ce n'est qu'au cours du XXe siècle que les gens de la rade dénichent une nouvelle ressource pleine de promesses : la coquille Saint-Jacques. Cependant, à l'instar des huîtres, elles esquissent plusieurs épisodes de fluctuation. Fraude, surexploitation, pollution et conditions météorologiques parfois extrêmes : nombreux sont les facteurs qui expliqueraient la (brève) exploitation de cette ressource. Mais, malgré les mesures de gestion appliquées par les autorités maritimes et les pêcheurs, cette situation cristallise d'anciennes tensions (utilisation des bateaux à moteur...) et alimente le désir de s'approprier certaines zones de pêche convoitées par des activités émergentes (Marine Nationale, pêche sous-marine). Là encore, les marins essuient une nouvelle désillusion et doivent se tourner vers la pluriactivité pour espérer subsister... quitte à oublier et reproduire les mêmes erreurs du passé ?

Adaptations des pêcheurs et des institutions de gestion des pêches face à des changements de grande ampleur : opportunités et barrières enseignées dans les pêcheries de petits pélagiques du Golfe de Gascogne

Jennifer Beckensteiner^{1*}

Sebastian Villasante²

Christelle Le Grand³

Pierre Petitgas⁴

Olivier Thébaud³

1 - Université de Bretagne Occidentale, UMR 6308 Amure, Plouzané, France

2 - University of Santiago de Compostela, Department of Applied Economics, Santiago de Compostela, Spain

3 - IFREMER, UMR 6308 Amure, Plouzané, France

4 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

*Jennifer.beckensteiner@univ-brest.fr

Cette recherche étudie comment les pêcheurs d'une part, et les institutions de gestion des pêches, d'autre part, ont réagi et se sont adaptés face à un changement de grande ampleur. Il est présumé que les processus d'adaptation des pêcheurs et des instances de gestion se produisent à différentes échelles temporelles. Plus précisément, il est attendu que ces divergences temporelles de réponses pourraient limiter l'adaptation des pêcheurs face aux changements ou générer une 'mal-adaptation' du point de vue écosystémique. Le cas d'étude présenté est le système socio-écologique de pêcheries d'anchois du Golfe de Gascogne qui a connu d'importantes transformations ces deux dernières décennies. La fermeture de la pêcherie de 2005 à 2010 a engendré des répercussions parfois négatives sur le système : reports d'effort de pêche exerçant une pression sur d'autres espèces et perte de marché pour les professionnels français bien que le stock se soit reconstitué après 2010. Grâce à une approche multidisciplinaire combinant des méthodes quantitatives (analyses de séries temporelles de données halieutiques) et des méthodes qualitatives (entretiens avec les principaux acteurs de la filière), ce projet permet de 1) comparer les périodes de réponses entre les communautés de pêcheurs et la gestion des pêches, 2) examiner les motivations ou les contraintes éventuelles aux adaptations, et 3) identifier les mécanismes de gouvernance qui peuvent soutenir une adaptation des systèmes de pêches plus résiliente et durable. Cette analyse rétrospective permet une évaluation plus complète des réponses à long terme des systèmes de pêche, en identifiant les processus d'adaptation aux niveaux sectoriel, communautaire et institutionnel et pourrait servir de leçons pour l'adaptation d'autres systèmes de pêche (e.g., sardine) face à d'éventuels chocs à venir.

Vers la renaissance du stock de Langouste Rouge (*Palinurus elephas*)

Martial Laurans

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest

Espèce emblématique des côtes françaises, le stock de langoustes rouge a connu une trajectoire chaotique depuis la seconde guerre. Au sortir de cette période, la reprise de la pêche avec un fort dynamisme lié à la mécanisation de la flottille génère un niveau de capture historique avec plus de 1000 tonnes dans les années 1947 à 1952. Représentant un poids économique fort, l'espèce est ciblée par de nombreux caseyeurs le long des côtes françaises entre l'île d'Yeu et les îles anglo-normandes. Ces casiers remplacés par des filets ont fortement augmenté l'effort de pêche sur la langouste. Ces changements ont lieu progressivement durant 50 ans et ont engendré une diminution du stock de langouste avec moins de 20 tonnes de capture sans qu'aucune mesure de gestion n'ait été mise en place. Considéré comme perdu en 2000, une poignée de pêcheurs ont décidé de faire face à cette crise de la langouste. Non sans mal, à force de rencontres, de discussions, des mesures de gestion apparaissent enfin, il s'agit à minimum qu'elle survive dans des secteurs comme la chaussée de Sein ou Ouessant. Après 15 années d'efforts, de travaux de suivi, d'amélioration des connaissances sur l'écologie et la biologie, d'implications de nombreux pêcheurs, le stock commence à se redresser, et des habitats sont recolonisés. Avec un prix d'achat entre 40 et 70 euros du kilo aux pêcheurs selon la saison, la reconstitution du stock est vue et comprise par la filière comme une opportunité économique à long terme. Cette présentation des travaux pour rétablir et exploiter durablement ce stock se positionne clairement dans le cadre des approches concertées et participatives qui ici ont assuré une meilleure réactivité, suite à une compréhension partagée des enjeux et de l'intérêt commun de la part de l'ensemble des acteurs.

Une approche intégrée et partenariale pour décrire la filière des petits pélagiques française entre 2000 et 2020

Martin Huret¹

Sigrid Lehuta²

Fabienne Daurès³

Mathieu Doray²

Jean-Baptiste Romagnan²

Frédérique Alban⁴

Caroline Cailliau⁶

Tarek Hattab⁵

Pierre Petitgas²

Patrick Poulain⁶

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Centre de Brest, 29280 Plouzané, France

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Centre de Nantes, 44311 Nantes, France

3 - IFREMER, Univ Brest, CNRS, UMR 6308, AMURE, Unité d'Economie Maritime, IUEM, 29280, Plouzané, France

4 - Univ Brest, IFREMER, CNRS, UMR 6308, AMURE, IUEM, 29280, Plouzané, France

5 - IFREMER, Univ Montpellier, CNRS, IRD, MARBEC, Sète, France

6 - Office Français de la Biodiversité, Parc Naturel Marin d'Iroise, Le Conquet, France

La filière française des petits poissons pélagiques a connu plusieurs crises qui ont marqué l'histoire de la pêche : crise de la sardine au début du XXème siècle ; crise de l'anchois du golfe de Gascogne dans les années 2000. Ces crises, liées à de fortes diminutions de la biomasse disponible, ont eu des conséquences économiques et sociales lourdes. Depuis quinze ans, la filière est soumise à un fort déclin de la taille et de la condition des anchois et sardines sur les façades méditerranéenne et atlantique. En Méditerranée, cette diminution s'est traduite par un désintérêt de l'industrie de la transformation vis à vis de la sardine et par une réorganisation des flottilles. En Atlantique elle suscite l'inquiétude des pêcheurs et des conserveurs, qui ont des exigences strictes en terme de taille et de taux de matière grasse. La guildes des petits pélagiques est fortement influencée par les variations de son environnement et souvent soumise à une pression de pêche conséquente. La possible modification de la qualité des proies planctoniques des petits pélagiques sous l'effet du dérèglement climatique est une hypothèse plausible à explorer pour expliquer la diminution de leur taille. Le projet de recherche DEFIPEL vise à construire une compréhension intégrée et partagée du fonctionnement de cette filière pour permettre de tenir compte à la fois de la forte variabilité de l'abondance des stocks sous forçage climatique, ainsi que des contraintes propres aux pêcheurs et industriels. Les indicateurs et les scénarios d'évolution proposés concerneront donc l'ensemble des composantes du socio-écosystème, et seront co-construits avec les partie-prenantes de la filière. Cette collaboration science-société a déjà permis l'acquisition de connaissances nouvelles à partir de bases de données -taux de matière grasse des conserveurs, suivi planctonique du parc marin d'Iroise-, de campagnes sur les navires professionnels, et d'enquêtes auprès des pêcheurs. Cette approche partenariale sera détaillée en se basant sur les premiers résultats obtenus ainsi que sur les attendus d'ateliers participatifs

Une nasse à poisson pour contribuer à la diversification des engins

Sonia Méhault
Aurore Cortay
Robin Failletaz
Julie Fluhr
Dorothee Kopp
Fabien Morandeau
Marianne Robert

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Lorient

L'activité de la petite pêche artisanale des côtes françaises est représentée par un grand nombre de navires qui exploitent des zones proches de la côte. L'augmentation d'utilisation de l'espace dans ces secteurs, pour les énergies marines renouvelables et aires protégées notamment, engendre de nouveaux conflits. Les métiers pratiqués doivent donc évoluer pour s'adapter. Dans ce contexte, la nasse à poisson présente un fort intérêt pour les pêcheurs côtiers artisanaux. Une étroite collaboration entre pêcheurs et scientifiques a permis d'élaborer le cahier des charges d'un piège peu impactant, sélectif, ergonomique, économiquement viable et écologiquement durable. La méthodologie proposée vise à développer un engin exploitant le comportement de l'espèce ciblée, dans une approche itérative. Le griset (*Spondyliosoma cantharus*) a été sélectionné comme espèce cible pour son potentiel de valorisation commerciale, l'état de la ressource et sa saison d'accessibilité. L'hypothèse sous-jacente est que si un griset peut être capturé par un hameçon appâté, il peut l'être par une nasse appâtée ; s'il ne l'est pas, quels sont les freins empêchant la capture et comment y remédier techniquement ? Nous présentons ici l'approche expérimentale permettant de définir le pouvoir attractif de différents appâts. L'analyse éthologique et statistique de données collectées par vidéos sous-marines en baie de Quiberon, a permis de mieux comprendre les déterminismes des comportements et de concevoir un prototype testé en conditions commerciales à bord de navires de pêche professionnelle.

Assessing the viability of socio-ecosystems subject to fisheries-predators conflicts: a bio-economic modelling approach

Sophie Gourguet¹

Paul Tixier²

Felix Massiot-Granier³

Hugo Poupon⁴

Bertrand Le Gallic⁴

Nicolas Gasco³

Clara Péron³

Patrice Pruvost³

Charlotte Chazeau³

Guy Duhamel³

Sébastien Metz⁵

Christophe Guinet⁶

1 - IFREMER, Univ Brest, CNRS, UMR 6308, AMURE, Unité d'Economie Maritime, IUEM, Plouzané, France.

2 - MARBEC, IRD, Univ Montpellier, CNRS, IFREMER, Sète, France

3 - Laboratoire de Biologie des Organismes et des Ecosystèmes Aquatiques (BOREA) – Muséum national d'Histoire naturelle, 75005 Paris, France

4 - Univ Brest, IFREMER, CNRS, UMR 6308, AMURE, IUEM, 29280, Plouzané, France

5 - Sakana Consultants, France

6 - Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), UMR 7372 Université de La Rochelle—CNRS, Villiers-en-Bois, France

Global expansion of fisheries over the past decades has intensified the conflicts between human activities and marine biodiversity. More specifically, the increasing interactions between fisheries and large predators represent a major ecological and economic viability issue. Depredation (retrieval of fish from fishing gear by animals) often leads to socio-economic (fish losses, damages on equipment, increased time at sea etc.) and biological impacts on target fish, but also on depredating species (harmful or deadly interactions, lethal responses from humans, etc.). To reduce these interactions, fishers adopt various mitigation measures, like acoustic repellents and avoidance strategies. These measures, however, entail socio-economic costs, such as investing in mitigation devices and increased fuel consumption, workload, and time. It is therefore important to determine the extent to which depredation rates need to be reduced to guarantee the ecological and socio-economic viability of a marine socio-ecosystem subject to depredation. To answer this question, we developed an integrated bio-economic model applied to the French demersal longline fishery targeting Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) around Crozet and Kerguelen Islands. This fishery has one of the highest depredation rates worldwide, mainly due to interactions with killer whales (*Orcinus orca*) and sperm whales (*Physeter macrocephalus*). We then implemented a stochastic co-viability framework to assess the trade-offs between ecological, economic and social indicators under artificial depredation rate scenarios. Results provide a guideline for deciding to what extent mitigation measures are needed to ensure the ecological and socio-economic viability of the socio-ecosystem. We provide a representation of the trade-offs to facilitate consensus building among stakeholders for management.

Labellisation et produits de la pêche et de l'aquaculture, quelles réponses pour quelles crises ?

Dewals Jean-François¹

Le Floc'h Pascal¹

Lucas Sterenn²

Daurès Fabienne³

1- Univ Brest, IFREMER, CNRS, UMR 6308, AMURE, IUEM, F-29280, Plouzané, France

2- UMR SMART-LERECO, L'Institut Agro-INRAE, Rennes, France

3- IFREMER, Univ Brest, CNRS, UMR 6308, AMURE, Unité d'Économie Maritime, IUEM, F-29280, Plouzané, France

La demande en produits de la pêche et de l'aquaculture (PPA) a explosé au cours des 30 dernières années, avec une consommation apparente évaluée à 34kg/hab en France pour l'année 2019. Parallèlement à cette augmentation de la demande, les comportements de consommation évoluent, sous l'influence notamment de crises, qui peuvent être de nature très variable (crises économiques, écologiques, et/ou sociales...). La filière des PPA doit donc réussir à s'adapter. L'exemple des labels en est une bonne illustration. Face aux nouvelles attentes exprimées par les consommateurs (consommation verte, locale, santé ...), ces derniers se sont développés sur le marché des PPA. Dans un contexte d'asymétrie d'information, ils servent à guider les consommateurs dans leurs actes d'achat. Cet article cherche à estimer la place de ces labels sur le marché des PPA français, ainsi qu'à étudier l'influence des crises sur leur dynamique. En premier lieu, il propose un panorama actuel des PPA labellisés sur le marché Français, afin de rendre compte de leur importance. Dans un second temps, il propose une classification de ces signes de différenciation selon différents critères (spatialité, nature du signe, mais aussi attributs de consommation labellisés...), afin de rendre compte de leur diversité. Il étudie ensuite le lien entre les crises qui ont pu impacter la filière pêche, voire la société dans son ensemble, et l'évolution des attentes des consommateurs en termes de labellisation des PPA. La discussion porte sur les enjeux et les limites des politiques de labellisation, dans un contexte de transformation des pratiques d'exploitation et de commercialisation des PPA. Une attention particulière est portée à la dernière crise sanitaire.

Mots clefs : labels ; crises ; consommation durable ; PPA

A preliminary study of potential links between chemical contamination, growth and body condition of seabass juveniles from three major French estuarine nurseries

Christophe Lebigre¹
Tiphaine Chouvelon^{2,3}
Catherine Munsch⁴
Ronan Le Goff¹
Mickaël Drogou¹
Jérôme Huet¹
Sandrine Bruzac²
Sylvette Crochet²
Teddy Sireau²
Nicolas Brian²
Nadège Bely⁴
Karine Moisan⁴
Nathalie Olivier⁴
Charles Pollono⁴
Yann Aminot⁴

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest, Plouzané, France

2 - IFREMER, Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie, Laboratoire de Biogéochimie des Contaminants Métalliques (BE/LBCM), Nantes, France

3 - Observatoire Pelagis, UMS 3462, La Rochelle Université - CNRS, La Rochelle, France

4 - IFREMER, Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie, Laboratoire de Biogéochimie des Contaminants Organiques (BE/LBCO), Nantes, France

While coastal and estuarine nurseries are essential areas for the juvenile development of many fish species, they are also subject to a constantly evolving pressure from chemical contamination. Chemical contaminants can cause a decrease in the quality and/or quantity of the resources used by organisms, and induce physiological defense mechanisms, finally reducing the amount of energy available for individual life history traits (i.e. growth, survival, reproduction). Here, we characterized the chemical contamination of juvenile European sea bass *Dicentrarchus labrax* from three major French nurseries (Seine, Loire and Gironde) to estimate the effect of contamination on the growth and body condition of 1 year old individuals. The tissue concentrations of both trace metal elements (TMEs) and organic contaminants (OCs, namely, chlorinated and fluorinated ones) were determined to assess whether (i) levels and profiles of contaminant differed between fish sampled in various nurseries and whether (ii) fish growth and body condition were lower for individuals with higher contaminant concentrations. We found that each nursery has distinct contaminant profiles for both TMEs and OCs reflecting the specificity of anthropogenic pressures associated with each estuary, and the very large panel of contaminants to which sea bass juveniles are exposed. The highest concentrations in TMEs led to smaller growth (sometimes in a site-dependent manner), and consistently impaired fish body condition. The effect of OCs on growth and body condition was more difficult to pinpoint because of operational constraints (i.e., pooled versus individual fish for OCs and TMEs respectively) and appeared more limited. Overall, this study confirms that chemical contaminants can impair fish growth and body condition at an early life stage, an effect that can have major consequences if sustained in subsequent ages and associated with a decrease in survival rates.

Apprendre des différences entre sexes pour une meilleure compréhension de l'impact des changements écosystémiques sur les populations

Florian Pechieras¹

Rémi Patin¹

Cécile Tréhin²

Marie Nevoux²

Etienne Rivot¹

1 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), INRAE, L'Institut Agro, IFREMER, Rennes

Le Saumon Atlantique a connu un déclin généralisé de ses populations au cours du 20^{ème} siècle. Cette étude contribue à l'exploration des mécanismes de ce déclin. Ce travail s'appuie sur une approche de modélisation du cycle de vie à l'échelle de l'ensemble des populations du bassin de l'Atlantique Nord. Le modèle permet d'estimer la variation de différents traits de vie comme la survie en mer ou l'âge moyen à maturation pendant les 40 dernières années et pour 25 grands groupes de populations. Le modèle met en exergue une diminution de la survie en mer, en lien avec les changements écosystémiques dans l'Atlantique Nord responsables de la dégradation de la qualité et de la quantité de ressources trophiques. Nous nous appuyons sur ce cadre de modélisation pour tester deux hypothèses sur les mécanismes démographiques qui sous-tendent la dynamique de population : 1) l'existence de différences dans les traits de vie entre les mâles et les femelles, jusqu'alors non représentée ; 2) l'hypothèse que la mortalité pendant la deuxième année de migration en mer a connu des variations importantes dans les 4 dernières décennies (alors qu'elle est jusqu'ici considérée comme constante). Les résultats confirment que la probabilité de mûrir sexuellement après un an passé en mer (qui conditionne la durée du séjour marin et les routes de migration) est plus faible pour les femelles que pour les mâles. Ainsi les femelles ont un séjour moyen et des routes de migration plus longs que les mâles. Elles sont donc potentiellement plus sensibles aux changements écosystémiques que les mâles. Les résultats montrent aussi que la survie marine pendant la deuxième année a connu de fortes variations pendant les 40 dernières années. Ces nouveaux résultats permettent d'améliorer notre compréhension des mécanismes de la variabilité des traits d'histoire de vie de ce poisson migrateur, et de proposer des mesures de gestion et de conservation plus adaptée

A trophic-level-based modelling approach to explore the future climate-induced changes in marine ecosystems and fisheries

Hubert du Pontavice^{1,2}
Didier Gascuel³

1 Princeton University, Atmospheric and Oceanic Sciences program, Princeton, USA

2 National Oceanic and Atmospheric Administration - Ecosystem Dynamics and Assessment Branch, Princeton, USA

3 UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

Climate change impacts on marine life in the world ocean are expected to accelerate over the 21st century, affecting the structure and functioning of food webs. We present, here, a modelling approach focusing on biomass flows within marine food webs to explore the impacts of climate change on marine ecosystems and especially the potential future changes in consumer biomass and production. This approach is based on EcoTroph, a modelling framework through which the ecosystem trophic functioning is represented as a continuous flow of biomass surging up the food web from lower to higher trophic levels. Biomass flow is determined by three climate-related factors: production entering the food web, trophic transfer efficiency describing losses in biomass transfers from one trophic level to the next, and flow kinetic measuring the speed of biomass transfers.

We expose how we provide insights regarding the future changes in biomass, production and catch at regional and global scale based on climate projections and fishing effort scenarios. Specifically, we show that the alterations of the trophic functioning of marine ecosystems, driven by faster and less efficient biomass transfers and decreasing primary production, would lead to a projected decline in total consumer biomass. At global scale, this decrease may reach 18.5% by 2090-2099 relative to 1986-2005 under the “no mitigation policy” emission scenario and the “without fishing” fishing scenario. Also, we project that decreases in transfer efficiency may amplify impacts at higher trophic levels, leading to larger decreases in abundance of predators and thus to a change in the overall trophic structure of marine ecosystems. Furthermore, we illustrate how our approach can account for complex ecosystem structure and functioning by subdividing the biomass flow into the pelagic and the benthic-demersal pathways, and how it can be used to assess various scenarios of fishing effort and identify adaptive fishing strategies.

Des prédateurs pas dans leur assiette? Caractérisation de la sensibilité d'une communauté de meso- et top-prédateurs aux changements de répartition des proies dans le California Current

Mikaëla Potier^{1,3}

Pierre Yves Hervann²

Marianne Robert³

Didier Gascuel¹

Marie Savina Rolland³

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 - Institute of Marine Sciences, University of California, Santa Cruz, Santa Cruz, CA, United States

3 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Lorient

La modélisation trophique est un outil majeur pour développer une approche écosystémique de la gestion des pêches. Elle permet en particulier d'évaluer l'impact de l'exploitation sur l'ensemble des réseaux trophiques et de mettre en évidence les effets de l'environnement (et en particulier du changement climatique) sur la dynamique du système et sur les pêcheries elles-mêmes. Au cours de travaux précédents, un modèle Ecopath with Ecosim and Ecospace a été développé pour la zone de la mer Celtique. Ce modèle a été utilisé notamment pour analyser la dynamique passée de l'écosystème et les effets attendus du changement climatique sur les ressources et sur les pêcheries. Est ici présentée une nouvelle étape de développement de ce modèle, basée sur la prise en compte de la distribution spatio-temporelle de l'effort de pêche, et qui vise à évaluer les effets écosystémiques de chacune des flottilles et leurs interactions via les réseaux trophiques dans le contexte du changement climatique. En s'appuyant sur l'analyse des données spatialisées de pêche françaises et internationales, ce travail met en évidence le rôle clés joué par certaines flottilles. Il permet de simuler différents scénarios de changement climatique et de gestion des pêches. L'objectif est ainsi d'analyser les effets conjoints de l'exploitation et du climat sur la dynamique de l'écosystème et d'identifier des scénarios adaptatifs de gestion des pêches.

Caractérisation de la dynamique spatiale du poulpe dans la zone mauritanienne de 1987 à 2017 par factorisation spatio-temporelle

Dedah AHMED BABOU^{1,2,3}

Beyah MEISSA¹

Nicolas BEZ²

1 - Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), Nouadhibou, Mauritanie.

2 - MARBEC, IRD, IFREMER, Univ Montpellier, CNRS, Sète, France.

3 - Observatoire Economique et Social des Pêches (OESP), Nouakchott, Mauritanie.

Les analyses en composantes principales (ACP) permettent de factoriser et réduire un ensemble de variables en un petit nombre de variables composites indépendantes appelées facteurs qui représentent la majeure partie de l'information initiale. Les Min-max Autocorrelation Factors (MAF) sont un équivalent pour des ensembles de cartes. Ils permettent de réduire un ensemble de cartes en un petit nombre de cartes composites qui contiennent l'essentiel de la variabilité initiale. Ces cartes composites peuvent être considérées comme des facteurs sous l'hypothèse que l'indépendance spatiale, assurée par construction à fine échelle, reste vraie à toutes les échelles spatiales. Lorsque l'on travaille avec une série temporelle de cartes, le premier terme d'une décomposition MAF, purement spatial, exprime des schémas spatiaux issus des données qui, une fois recombinaés entre eux avec des poids fixés par le deuxième terme, purement temporel, redonnent la série d'observations initiales. Cette approche a été utilisée pour caractériser la dynamique spatiale du poulpe à partir des campagnes scientifiques mauritaniennes de 1987 à 2017. On montre que cinq cartes de base permettent de décrire l'essentiel de la variabilité spatio-temporelle de la série historique des campagnes. Parmi ces cinq cartes de base, trois sont fortement corrélées aux fluctuations d'abondance, de sorte que la dynamique spatiale du poulpe a été résumée par les évolutions temporelles de ces 3 cartes composites de base. Par ailleurs, chaque campagne peut être positionnée dans l'espace formé par les cinq distributions spatiales composites de base. Ainsi, on peut déterminer une distance entre distributions spatiales et procéder à leur classification. Cela permet de regrouper les distributions spatiales qui se ressemblent et de mettre en exergue une saisonnalité qui coïncide, à hauteur de 70%, avec les principales saisons hydrologiques connues. Au final les patrons spatiaux symptomatiques de chaque saison sont produits.

Ecosystem modelling of the Eastern Corsican Coast (ECC): case study of one of the least trawled shelves of the Mediterranean

L. Vanalderweireldt^{*1}

C. Albouy²

F. Le Loc'h³

R. Millot⁴

C. Blestel¹

M. Patrissi⁵

M. Marengo⁵

J. Garcia⁴

C. Bousquet⁴

C. Barrier¹

M. Lefur¹

P.-A. Bisgambiglia¹

A. Donnay⁵

S. Ternengo^{1,4}

A. Aiello⁴

P. Lejeune⁵

E.D.H. Durieux^{1,4}

1 - UMR SPE 6134, Université de Corse Pasquale Paoli, Corte

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

3 - IRD, Univ Brest, CNRS, IFREMER, LEMAR, F-29280 Plouzané, France

4 - UMS 3514 Stella Mare, Université de Corse Pasquale Paoli, Corte

5 - Station de Recherches sous-marines et Océanographiques (STARESO), Pointe Revellata, Calvi

*Lucie.vanalderweireldt@gmail.com

The Eastern Corsican Coast (ECC) was modeled to assess its trophic functioning and fishing impacts using Ecopath and EcoTroph approaches. The ECC stands out for its shallow shelf of sands and extended *Posidonia* seagrass meadows. The model encompassed five groups of primary producers and detritus, 14 of invertebrates, two of Chondrichthyes, 16 of Teleost, one of seabirds and one group of cetaceans. The ECC ecosystem was structured into five trophic levels (TL) being top-down regulated by Sphyraenidae, *Epinephelus marginatus* and *Dentex dentex*. The ECC supports the lowest exploitation rate (F/Z) compared to other exploited Mediterranean ecosystems, trawling representing 55% of catches, followed by nets lobster fisheries (27%) and fish nets (18%). Catches affected untargeted groups, often discarded dead, especially for sharks and rays. Trawling fisheries accounted for 42% of total Chondrichthyes catches and hence, that trawling issues are critical to manage their conservation, especially considering that some Chondrichthyes species are classified vulnerable even endangered. Besides, groups of *Palinurus elephas*, *Scorpaena scrofa* and *Dentex dentex* had high values of F/Z, highlighting their vulnerability to fishing. Simulations performed using the EcoTroph model suggested that the ecosystem would eventually be able to support an increase of the fishing effort as a whole however impacting more drastically high trophic levels. This first model of the ECC is the first step of the entire Corsican marine ecosystems modeling, providing conservation guidance to management measures.

POP SIZE : estimation de la taille des populations de grands pélagiques à l'aide de la génomique

Chrystelle Delord^{1*}

Sophie Arnaud-Haond²

Francis Marsac¹

Natacha Nikolic^{1,3}

1 - IRD, UMR MARBEC, Sète, France

2 - IFREMER, UMR MARBEC, Sète, France

3 - INRAE, Ecobiop, St-Pée-sur-Nivelle, France

*Contact : chrys.delord@gmail.com

Dans le cadre de leur gestion durable, il est essentiel de pouvoir estimer l'abondance des stocks halieutiques à l'aide d'indicateurs fiables et robustes. Actuellement, ces estimations s'effectuent généralement sur la base des statistiques de captures fournies par les pêcheries, et sont donc fortement tributaires de l'exhaustivité, parfois partielle, de ces données. La génomique, qui s'appuie sur l'étude des variations du génome entre individus échantillonnés au sein d'une ou plusieurs populations, permet entre autres de reconstituer l'histoire évolutive de ces populations et d'estimer des paramètres démographiques tels que les flux migratoires ou les fluctuations d'effectifs, offrant des possibilités de méthodes alternatives d'estimation d'abondance de stocks. D'une part, certaines approches génétiques permettent d'évaluer la « taille efficace » des populations, une grandeur représentative du potentiel de maintien à long-terme de la diversité génétique et du potentiel adaptatif de ces populations, et donc particulièrement importante dans le cadre d'un environnement changeant. De manière complémentaire, des méthodes plus récentes permettent de reconstituer des généalogies d'individus puis d'en déduire leur « taille census », c'est-à-dire leur abondance réelle. Cependant, ces différentes méthodes restent à ce jour peu éprouvées dans le cadre particulier de larges populations marines très migratrices, où de nombreux processus confondants sont susceptibles d'altérer la détectabilité du signal génétique qui nous intéresse. Le projet POP SIZE a pour principal objectif d'éprouver, sur la base de données simulées, les performances relatives de plusieurs estimateurs de la taille efficace (telles que l'étude du déséquilibre de liaison ou l'analyse d'apparentement) et d'une méthode d'estimation de la taille census, le *close-kin mark-recapture* (CKMR), sous différents scénarios faisant varier le modèle biologique considéré, l'histoire évolutive passée et la stratégie d'échantillonnage. Les premiers résultats issus de l'étude des données simulées seront présentés conjointement à l'estimation de la taille efficace et de l'histoire démographique de deux espèces impactées par la pêche, le thon germon et le requin peau bleue, à l'échelle de leur aire de répartition. A terme, nous espérons contribuer à fournir aux gestionnaires des indicateurs d'abondance adaptés à la situation de différents stocks marins exploités, et complémentaires aux approches classiques d'évaluation de stocks plus couramment utilisées.

-

Le projet POP SIZE est financé par l'Union Européenne dans le cadre du FEAMP (Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche) et s'effectue en partenariat avec le CRPMEM de La Réunion.

Relation espèce-habitats dans la nurricerie de l'estuaire de Seine : application de la méthode des plurigaussiennes seuillées

Thibault Cariou¹
Laurent Dubroca¹
Camille Vogel¹
Nicolas Bez²

1 - IFREMER – Centre de Port en Bessin, Laboratoire Ressources Halieutiques, Port en Bessin, France

2.- MARBEC, IRD, IFREMER, Univ Montpellier, CNRS, Sète, France

L'estuaire de Seine est un habitat essentiel pour les espèces halieutiques emblématiques de la façade Manche-Mer du Nord en sa qualité de nurricerie. Cet estuaire a connu de profondes modifications morphologiques au cours des 30 dernières années des suites d'une forte anthropisation de ses rives. La poldérisation avec notamment l'arrivée du terminal Port 2000 est l'évènement le plus récent de cette anthropisation croissante. Cet habitat estuarien joue un rôle central dans le renouvellement des stocks de pêche, en favorisant la croissance et la survie des juvéniles des espèces dites « nurricerie-dépendantes ». Malgré une couverture temporelle très inégale au cours de ces 20 dernières années, les suivis des communautés de juvéniles et les observations biotiques (communautés benthiques) et abiotiques (hydrodynamisme, biogéochimie ...) associées permettent approche géostatistique de la structure spatiale des distributions en lien avec l'habitat. L'étude a pour objectif de détecter et comprendre les liens spatiaux entre certaines espèces de poissons plats et l'habitat entre 1995 et 2019. Pour répondre à cette problématique, le jeu de données, rassemblant 13 années d'observations sur la communauté de poissons plats de la nurricerie, est exploré au travers d'une analyse géostatistique. Classiquement, la géostatistique intégrait les variables catégorielles par le biais d'indicateurs qui, selon le nombre de modalités existantes, peuvent rendre difficile l'interprétation des modèles. Les plurigaussiennes seuillées utilisées ici permettent de réduire le nombre de structures spatiale à analyser en modélisant une variable catégorielle par le biais d'un ou plusieurs champs gaussiens aléatoires latents. Les résultats de ces analyses permettent de décrire finement la relation espèce/habitat donnant ainsi une meilleure compréhension des mécanismes à l'œuvre à petites échelles dans la nurricerie de l'estuaire de Seine.

Comparaison de mesures alternatives pour une meilleure application de l'Obligation de Débarquement en Manche Orientale

Juliette Hamoniaux²

Paul Marchal¹

Morgane Travers-Trolet²

Youen Vermard²

Pierre Bourdaud^{2,3*}

1 - IFREMER, Boulogne sur mer

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

3 - IUEM-LEMAR, Brest

Correspondant : *pierre.bourdaud@ifremer.fr

De 2015 à 2019, une Obligation de Débarquement (OD) a été progressivement mise en place dans les eaux de l'Union Européenne afin de réduire la quantité des captures rejetées en mer. A ce jour, un constat d'échec peut être dressé sur la mise en place de l'OD, tant sur la réduction effective des rejets que sur l'acceptation de la politique par les acteurs de l'industrie.

Celle-ci est notamment liée au manque de visibilité sur la faisabilité économique à court-terme d'une telle mesure pour les pêcheries mixtes et les réels bénéfices à moyen- et long-termes pour celles-ci, leurs stocks cibles et leurs écosystèmes associés. Si certaines flexibilités existent et ont pour l'instant empêché les fermetures forcées de pêcheries causées par d'éventuelles 'choke species', les changements de comportement des pêcheurs restent imperceptibles et un certain nombre d'avis convergent vers la nécessité de combiner plusieurs mesures pour une meilleure application de l'OD.

Un modèle innovant DSVM simulant le comportement des chalutiers de fond en Manche Orientale (MO), centré sur le merlan et le cabillaud et représentant explicitement la gestion de leurs quotas, a été récemment couplé avec un modèle trophique multi-spécifique OSMOSE de MO préexistant. Ce couplage a été réalisé afin de produire des prédictions à moyen-terme de divers scénarios sur cet écosystème et les chalutiers de fonds impliqués, principalement dans l'optique de simuler une application (stricte) de l'OD.

Dans la présente étude, un certain nombre de mesures complémentaires potentiellement envisageables en complément d'une interdiction des rejets ont été simulées via le couplage OSMOSE-DSVM. Celles-ci ont ensuite été comparées à l'aide d'indicateurs économiques et écologiques, et les potentiels effets synergiques ou antagonistes de différentes mesures ont été estimés. Ces résultats permettent ainsi de proposer des axes d'amélioration de la mise en application de l'OD et de sa spécificité à l'écosystème de MO.

Tester l'indépendance au sein d'une flottille de pêche

Jérôme Roux^{1,2}

Nicolas Bez³

Paul Rochet²

Stéphanie Mahévas¹

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, BP 21105, 44311 Nantes Cedex 03, France

2 - Université de Nantes, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, 2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes, France

3 - MARBEC, Université de Montpellier, IRD, IFREMER, Sète, France

Inscrire l'exploitation d'une ressource naturelle dans le cadre d'une politique de gestion durable nécessite la recherche d'un équilibre entre deux enjeux antagonistes, préserver la ressource, et préserver les filières économiques dépendantes de l'exploitation de cette ressource. Ceci passe souvent par une évaluation fine de la pression de pêche. En général, cette pression est approchée par la somme des pressions exercées par chacun des bateaux de pêche, supposant l'indépendance entre les différents acteurs négligeant les comportements collectifs.

Dans cette étude, nous proposons une approche permettant d'identifier les séquences de pêche présentant le plus haut niveau d'indépendance. Cette approche repose sur l'utilisation de modèles de graphes représentant des interactions entre les différents bateaux de pêche d'une même flottille et sur une mesure de la distance entre graphe appelée "graphlet correlation distance" (GCD). Les interactions (les arêtes) entre bateaux de pêche (les nœuds) sont établies à partir de l'analyse des trajectoires des bateaux de pêche. Le niveau d'indépendance des bateaux est évalué en comparant les graphes empiriques des flottilles à des graphes aléatoires de référence pour lesquels les arêtes sont indépendantes par construction. Trois flottilles de bateaux de pêche français opérant dans la Manche entre 2012 et 2015 sont étudiées.

Dans un premier temps, nous montrons par simulation l'efficacité de la GCD à discriminer des graphes provenant de différents modèles même dans des gammes d'ordre faible et de densité variable. Dans un second temps, nous montrons que l'analyse conjointe, de l'intensité des interactions entre bateaux, et des propriétés topologiques des graphes à l'échelle de la flottille, permet d'identifier les familles de séquences de trajectoires les plus indépendantes.

Peut-on faire confiance aux données commerciales pour modéliser la distribution des espèces et identifier leurs zones fonctionnelles ?

Baptiste Alglave^{1,4}

Mathieu Woillez²

Marie-Pierre Etienne³

Etienne Rivot¹

Youen Vermard⁴

1 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest

3 – UMR IRMAR, L'Institut Agro, Université de Rennes, France

4 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

La gestion durable des ressources marines repose sur notre capacité à comprendre les drivers et les mécanismes qui structurent la dynamique spatio-temporelle des populations. En particulier, une bonne connaissance des zones fonctionnelles halieutiques (ZFH ; habitats clés pour la réalisation du cycle de vie des espèces d'intérêt halieutique) est essentielle pour une gestion adaptée des populations.

Cependant, la connaissance des ZFH reste souvent très limitée. En effet, les méthodes standards pour analyser la dynamique spatio-temporelle des populations s'appuient sur des données de campagnes scientifiques échantillonnées selon un protocole standardisé, mais dont la couverture est souvent limitée à une période de l'année et à une zone spécifique. De plus, les informations disponibles ne coïncident pas nécessairement avec les phases clés du cycle de vie des espèces étudiées.

À l'inverse, les données de débarquements commerciaux couplés à la géolocalisation des navires de pêche bénéficient d'un échantillonnage beaucoup plus dense dans le temps et l'espace, mais sont peu utilisées du fait d'un échantillonnage non standardisé et dépendant de la ressource.

Dans ce travail, nous développons et évaluons une approche de modélisation spatio-temporelle intégrée qui permet de valoriser les deux sources de données en prenant explicitement en compte le comportement de ciblage des pêcheurs vis-à-vis de la ressource.

Le modèle a été ajusté à la donnée disponible pour plusieurs espèces démersales du golfe de Gascogne sur la période 2008 – 2018 à un pas de temps mensuel. Les cartes de prédictions font ressortir des patrons de distribution saisonniers correspondant aux zones et aux périodes de reproduction des espèces dont l'écologie est connue (e.g. la sole commune, le bar). Le modèle permet également de mettre en évidence des patrons de distribution similaires pour des espèces moins bien documentées (e.g. le merlan). Cette approche a le potentiel pour être appliquée à d'autres zones géographiques et à d'autres espèces, afin de consolider la connaissance des ZFH en vue d'une meilleure gestion spatialisée des ressources halieutiques.

Mots clés : Modélisation spatio-temporelle, modèle hiérarchique intégré, zones fonctionnelles halieutiques, données VMS, données logbooks, échantillonnage préférentiel, campagne scientifique.

Réallocation des déclarations de captures sur les données VMS : quels impacts pour l'estimation de la distribution spatiale des espèces?

Marie-Pierre Etienne¹

Baptiste Alglave^{2,3}

Océane Guitton¹

Chloé Tellier¹

Juliette Théoleyre^{1,2}

Mathieu Woillez⁴

Etienne Rivot²

Youen Vermard³

1 - UMR IRMAR, L'Institut Agro, Université de Rennes, Rennes, France

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

3 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

4 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest

Des approches récentes permettent d'utiliser les déclarations de captures en complément des données issues de campagne scientifique pour estimer la distribution spatiale des espèces d'intérêt halieutique. Ces données bénéficient d'un échantillonnage beaucoup plus dense dans le temps et dans l'espace mais elles sont définies à une résolution grossière (i.e. à l'échelle d'un carré statistique, pour une journée, une marée et un engin utilisé ; séquence de pêche). Les approches permettant d'estimer la répartition spatiale de la biomasse requièrent le plus souvent une géolocalisation précise des captures. ce qui peut limiter leur intérêt pratique. La résolution spatiale des déclarations est affinée en les croisant d'autres sources d'information.

Les données réglementaires de géolocalisation des navires de pêche (VMS) peuvent être utilisées pour identifier les positions de pêche des navires, et ainsi estimer et spatialiser l'effort de pêche. En couplant, déclarations de capture et données VMS, il est possible de redistribuer les captures déclarées sur l'ensemble des positions VMS identifiées en pêche, de géolocaliser les déclarations de capture et ainsi d'inférer la distribution spatiale des espèces à partir des données commerciales.

Néanmoins, la méthode classique de réallocation des captures consiste à associer à chaque position VMS identifiée en pêche, la capture moyenne réalisée à l'échelle de la séquence de pêche (réallocation uniforme). Cette méthode tend à minimiser la variabilité spatiale de la donnée. Ceci peut avoir des conséquences sur la qualité des prédictions spatiales de la biomasse mais également, de façon plus critique, des conséquences importantes sur l'estimation totale de la biomasse.

Dans le travail présenté, nous explorerons différents scénarios, pour identifier les situations dans lesquelles la réallocation uniforme des déclarations sur les points VMS est pertinente ou au contraire les situations dans lesquelles la perte d'information liée à la procédure de réallocation ne permet plus d'inférer de façon précise la distribution spatiale des espèces.

Mots clés : Modélisation spatio-temporelle, données VMS, données logbooks, réallocation uniforme, échantillonnage préférentiel.

Estimation de corrélation entre cartes d'abondances estimées par campagne scientifique et déplacement observés des navires de pêche

Gaspard Baudrin
Nicolas Bez
Marie-Pierre Etienne
Pierre Gloaguen
Stéphanie Mahévas

On suppose souvent que les navires de pêche reflètent les distributions spatiales de l'abondance des espèces ciblées. Cette étude a pour but d'examiner les relations possibles entre le mouvement des navires observées par le Vessel Monitoring System (VMS) et les cartes d'abondance obtenues par les campagnes scientifiques IFREMER.

La recherche de corrélations est effectuée en supposant que les navires suivent un modèle de Langevin. Ce modèle décrit des liens entre les déplacements d'individus (ici, les navires de pêche), et des covariables environnementales spatialisées (ici, entre autres, l'abondance estimée). Le lien est caractérisé par la valeur de paramètres à estimer à partir des observations.

Ce modèle n'ayant pas encore été appliqué à des données réelles, cette étude visait également à évaluer sa pertinence dans le contexte bien connu des études de pêche.

Nous mettons en évidence que les déplacements d'une majorité des navires étudiés semblent être influencés par l'abondance d'au moins une espèce. À partir des résultats obtenus, nous avons étudié le lien entre nos résultats et les métiers des navires observés.

Cela a conduit à l'analyse des facteurs pouvant des conflits entre les moteurs identifiés par le modèle de Langevin et les comportements de pêche identifiés par ailleurs.

Modelling the combined impacts of climate change and fisheries on the Barents Sea ecosystem

Bérengère Husson^{1*}

Cecilie Hansen¹

Benjamin Planque²

Mette Skern-Mauritzen¹

1 - IMR, Nordnesgaten 50, NO-5005 Bergen, Norway

2 - IMR, Fram Centre, Hjalmar Johansensgt. 14, 9007 Tromsø, Norway

*Contact : berengere.husson@hi.no

The Arctic is currently experiencing the strongest warming on earth. During the last fifteen years, there have been dramatic changes in environmental conditions (increase in water temperatures and decrease of sea ice cover) as well as in the faunal communities (northward shift in distribution of boreal species). The Barents Sea is a sub-arctic shelf under the conjugated influence of two water domains affected by climate change, the warmer Atlantic and the colder and fresher Arctic. The peculiar environmental conditions support high biomasses of fish and make the region one of the most fished in the world. Assessing the marine ecosystem response to those pressures is a necessity to adapt resource management strategies. We use the Atlantis model for the Norwegian and Barents Sea (NoBA) as an experimental tool to investigate how environmental and biological changes are related and to investigate how these changes can impact the functioning and vulnerability of the Barents Sea ecosystem. Simulation runs are conducted under three climate scenarios and five fisheries scenarios. These results provide a first overview of the how changes in the Barents Sea climate and fisheries may affect the ecosystem state and functioning.

How Essential Fish Habitats impact population productivity and resilience?

Champagnat Juliette

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

For a large number of exploited marine fish species, spawning grounds and nurseries are qualified as “essential fish habitats” (EFH), because they support critical life history phases where fish aggregate on restricted areas. These EFH often face high levels of anthropogenic pressures, inducing habitat loss and degradation. EFH degradation may combine or interact with exploitation, and finally result in a cocktail of pressure that impact fish population productivity.

However, EFH quality and quantity are still rarely considered in stock assessment and advice provision. Fish population models including explicitly habitat effects are rather scarce, and those that exist are highly case specific, and not easily transferable to other populations. This stressed the lack of generic model able to quantify impacts of EFH loss and degradation on exploited fish populations.

We developed a simulation model that explicitly includes the effect of EFH at different life stages in the life cycle of exploited fish population dynamic. By parameterizing stage-specific mortalities in relation to habitat quality and quantity, we were able to incorporate habitat degradation into a population model. We also designed a generic method to quantify the relative effect of the surface and quality of both nursery and spawning habitats, as well as exploitation on population productivity. The model is designed to be easily parameterized to different species and populations with a wide range of life histories. Results showed that the sensitivity of population productivity to extent and quality of EFH highly depends on the life histories of fishes.

Penser global pour agir local : une évaluation interdisciplinaire des actions de conservation de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) par le repeuplement

Hermione Froehlicher

INRAE, Nouvelle Aquitaine Bordeaux – ETBX/EABX

La conservation de la biodiversité constitue un défi majeur de l'Anthropocène, ère durant laquelle les impacts du changement climatique et de la dégradation des habitats surviennent dans un contexte d'économie mondialisée mais aussi d'éveil des consciences écologiques et environnementales. L'érosion de la biodiversité s'analyse naturellement du point de vue de l'écologie, mais aussi de celui des sciences économiques et sociales. Dans le cadre de cette approche globale, la présente étude a pour objectif d'évaluer l'efficacité d'une mesure spécifique de conservation : le repeuplement de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Il s'agit d'un modèle pertinent pour plusieurs raisons. D'une part, l'aire de répartition de cette espèce est large puisqu'elle comprend la partie nord de l'Atlantique et les eaux continentales européennes et nord-africaines. D'autre part, l'anguille européenne est une espèce en danger d'extinction. Par conséquent, un règlement européen a été adopté en 2007, visant à mettre en place des actions de conservation et ayant pour objectif d'atteindre un échappement d'au moins 40% de la biomasse d'origine. Le repeuplement est proposé dans ce règlement en tant qu'action de conservation et est appliqué par plusieurs États membres. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité du repeuplement des anguilles en tant qu'action de conservation, en étudiant tous les aspects de son système économique et écologique sous-jacent. Par le biais d'une approche par les systèmes socio-écologiques, nous cherchons à identifier des systèmes écologiques et socio-économiques impliqués, ainsi que leurs interactions et les boucles de rétroaction qu'ils mettent en œuvre. Trois axes de travail sont définis. Dans un premier temps, nous appréhendons l'efficacité du repeuplement en tant que processus écologiques, dans une revue systématique, en nous plaçant dans le cadre conceptuel de l'écologie évolutive. La deuxième étape consiste à décrire les systèmes socio-écologiques dans lesquels sont inscrits l'anguille européenne et les pressions anthropiques à l'origine de son extinction, en mobilisant un outil de modélisation qualitative de boucle, et en positionnant les actions de repeuplement au sein de ces systèmes. Finalement, nous étudions la façon dont les citoyens français et les consommateurs japonais comprennent les enjeux liés à la conservation de l'anguille européenne en utilisant la méthode des expériences à choix discrets.

Mots-clés : Anguille européenne (*Anguilla anguilla*), repeuplement, action de conservation, systèmes socio-écologiques

Prise en compte des dynamiques éco-évolutives dans un modèle multi-espèce d'écosystème marin : description d'Ev-OSMOSE et son application à la mer du nord

Alaia Morell¹

Yunne Shin²

Nicolas Barrier²

Morgane Travers-Trolet¹

Bruno Ernande¹

1 – IFREMER

2 – IRD

Les modèles d'écosystèmes marins en recherche halieutique ont été utilisés pour projeter la biodiversité interspécifique dans le cadre de plusieurs scénarios de changement climatique et de gestion ne tenant compte que de la dynamique écologique. Cependant, les populations de poissons peuvent également s'adapter aux pressions climatiques et de pêche, par le biais de la plasticité phénotypique et/ou de changements évolutifs, entraînant des modifications de leur cycle de vie et de leur physiologie qui pourraient atténuer ou aggraver les conséquences de ces pressions. En s'appuyant sur le modèle d'écosystème individuel Osmose, un modèle éco-évolutif multi-spécifique, Ev-Osmose, a été développé pour prendre également en compte la plasticité et la dynamique évolutive dans les projections de la biodiversité. La première étape a été la mise en œuvre d'un module bioénergétique qui décrit mécaniquement les processus de croissance somatique, de maturation sexuelle et de reproduction tels qu'ils émergent des flux énergétiques soutenus par l'apport alimentaire résultant de la prédation. Ces flux dépendent de la température et de la concentration en oxygène, ce qui permet de décrire les réponses plastiques au changement climatique ainsi que les pressions de sélection qu'il génère via la mortalité par déficit énergétique. La deuxième étape a été la mise en œuvre d'un module d'héritage gamétique décrivant comment la structure génétique individuelle, définie par un nombre fini de loci et d'allèles par locus, détermine la maturation et les flux d'énergie. Couplé au module bioénergétique, il permet une variabilité phénotypique intraspécifique d'origine génétique et plastique. Sous les pressions de sélection générées par le changement climatique et la pêche, les flux d'énergie et les caractéristiques du cycle de vie qui en résultent peuvent donc répondre à la fois par la plasticité phénotypique et par la microévolution. Pour illustrer les capacités d'Ev-Osmose à projeter les changements futurs de la biodiversité intra- et interspécifique en considérant les interactions de prédation entre les espèces mais aussi la micro-évolution et la plasticité phénotypique des flux bioénergétiques, nous présenterons les résultats de projections futures sous différents scénarios de gestion du modèle paramétré et calibré pour l'écosystème de la mer du Nord.

Face aux crises, trois bonnes raisons et deux démarches pour refonder la durabilité des pêches

Didier Gascuel

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

Trop peu d'acteurs en ont aujourd'hui pleinement conscience, mais la vieille durabilité des pêches fondée sur les représentations scientifiques des années 1950 est devenue très insuffisante, voire contreproductive. Assimiler la bonne gestion des pêches à la gestion au RMD est une construction sociale qu'il est urgent de dépasser. Et dans nombre de programmes de recherche, mais aussi dans l'émergence de pratiques nouvelles et dans les attentes de la société, se dessine progressivement une construction nouvelle de la notion même de durabilité.

On en analyse ici trois enjeux fondamentaux. Ceux de la biodiversité, en mettant notamment en évidence les impacts liés à une gestion aux RMD et la nécessité de l'approche écosystémique. Ceux du changement climatique, qui impose une gestion intrinsèquement adaptative pilotée par des critères de résilience. Ceux de l'éthique et des attentes de la société, qui requière la prise en compte de questions nouvelles.

Pour illustrer les évolutions en cours, leurs atouts et leurs limites, deux approches opérationnelles, que j'ai été amené récemment à piloter, sont ici présentées. La première, répond à une sollicitation de FFP et concerne la construction d'un tableau de bord de la durabilité des flottilles de pêche françaises. Ce travail mené en concertation avec les acteurs (ONG et professionnels) conduit à proposer une liste de 38 critères, couvrant les dimensions environnementales, économiques, sociales et de gouvernance de la durabilité.

La seconde approche répond à une commande de la DG MARE et vise à la mise place d'un système de notation de la durabilité des produits de la mer (pêche et aquaculture) circulant sur le marché européen. Elle a fait l'objet d'un groupe de travail, réuni sous l'égide du CSTEP, dont on présente ici les principales conclusions.

Une analyse transversale de ces deux approches montre que la minimisation de tous les impacts écologiques de la pêche est à l'ordre du jour et remet en cause la notion même de limites et de cibles de durabilité. En revanche, les enjeux économiques et sociaux peinent à s'imposer et la maximisation de l'utilité sociétale des biens que nous tirons de la nature reste une utopie à concrétiser.

Résumés des posters

Quel rôle joue la variabilité climatique multidécennale sur la distribution du thon rouge d'Atlantique ?

Robin Faillettaz, IFREMER

Gregory Beaugrand, CNRS

Eric Goberville, MNHN

Richard R. Kirby, PlanktonPundit

Le thon rouge de l'Atlantique, *Thunnus thynnus* L., l'une des espèces de poisson les plus prisées et les plus exploitées au monde, a vu son abondance décliner dans tout l'Atlantique entre les années 1960 et le milieu des années 2000. Suite à la mise en place de mesures de gestion drastiques, le stock a commencé à se reconstituer récemment et les quotas ont été augmentés. Toutefois, les évaluations des stocks ne prennent en compte que marginalement la variabilité naturelle à long terme de la distribution des espèces. Nous examinons ici les fluctuations multidécennales de l'abondance et de la distribution du thon rouge d'Atlantique afin de démontrer l'influence prépondérante de l'Oscillation Multidécennale Atlantique (AMO) et de fournir de nouvelles informations sur l'effondrement de la pêche nordique du thon rouge vers 1963 et sur la récente augmentation de l'abondance du thon rouge dans l'Atlantique du Nord-Est. Nos résultats montrent comment la variabilité climatique peut moduler la distribution d'une grande espèce migratrice pour générer des changements rapides dans son abondance régionale

Facteurs de dégradation des pêcheries du système lagunaire togolais

FIAGAN Koku-Azonko

Université de Lomé, Laboratoire de Recherche sur la Dynamique des Milieux et des Sociétés (LARDYMES)

La pêche lagunaire se pratique sur un plan d'eau de 64 km² constitué du lac Togo, des lagunes de Togoville, de Vogan et d'Aného. Il est bordé d'une cinquantaine de villages dont les populations vivent de la pêche. Cet écosystème regorgeait d'importantes ressources halieutiques et connaissait une intrusion saisonnière de l'eau de mer, et d'importantes végétations de mangrove bordaient les différentes berges. Depuis les années 2000, la passe est ouverte de façon permanente, ce qui induit une salinisation des eaux lagunaires surtout en période d'étiage. Cette hausse de la salinité bouleverse l'équilibre de l'écosystème lagunaire. De plus, la pêche y est pratiquée tous les jours de l'année et les pêcheurs utilisent de plus en plus d'engins et techniques de pêche prohibés et non conventionnels tels que le système acadja, le filet tiré-tiré et amédekakonou qui contribuent à la dégradation des pêcheries. En outre, l'augmentation des besoins en produits halieutiques de la population crée une pression énorme sur les stocks halieutiques qui sont en situation de surexploitation. Cette étude vise à analyser les facteurs de la dégradation des pêcheries lagunaires dans une perspective de gestion durable des pêcheries lagunaires. Les données collectées à partir de la documentation et des enquêtes de terrain ont permis de mener des analyses de situation. L'étude relève que les ressources du système lagunaire togolais sont surexploitées et sont en situation de dégradation, ce qui impacte négativement les moyens d'existence des communautés de pêcheurs vivant autour de ce plan d'eau.

Mots-clés : Système lagunaire togolais, dégradation, pêche, surexploitation et ressources halieutiques

Ségrégation trophique et limitation de la compétition interspécifique au sein de la communauté de poissons pélagiques profonds du golfe de Gascogne

Liz Loutrage^{1,2}

Tiphaine Chauvelon^{3,4}

Anik Brind'Amour¹

Jérôme Spitz^{2,3}

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Rue de L'Île D'Yeu, BP 21105, 44311, Nantes Cedex 03, France

2 - Centre D'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), UMR 7372 La Rochelle Université/CNRS, 405 Route de Prissé La Charrière, 79360, Villiers-en-Bois, France

3 - Observatoire Pelagis, UAR 3462 La Rochelle Université/CNRS, 5 Allées de L'Océan, 17000, La Rochelle, France

4 - IFREMER, Unité Contamination Chimique des Ecosystèmes Marins, Rue de L'Île D'Yeu, BP 21105, 44311, Nantes Cedex 03, France

Le domaine pélagique profond est l'un des écosystèmes les moins connus de l'océan mondial. Des relevés acoustiques ont suggéré que la zone mésopélagique pourrait abriter jusqu'à 90 % de la biomasse de poissons de la planète, représentant un énorme potentiel d'exploitation. Les poissons pélagiques profonds jouent cependant des rôles écologiques clés, que ce soit dans les cycles biogéochimiques globaux ou en tant que source de nourriture majeure pour les grands prédateurs pélagiques. Une meilleure connaissance de cette communauté de niveau trophique intermédiaire est donc essentielle pour estimer les risques associés à leur exploitation potentielle. L'objectif de cette étude est d'explorer la structuration trophique de la communauté de poissons pélagiques profonds dans le golfe de Gascogne où les données font particulièrement défaut. Pour cela, nous avons utilisé les compositions isotopiques en carbone et en azote (valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) analysées sur des échantillons collectés par chalutage pélagique sur le talus lors des campagnes scientifiques EVHOE. Les premiers résultats sur 22 espèces (10 familles) montrent une faible variabilité des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ suggérant que les espèces étudiées sont globalement supportées par des sources de matière organique similaires. Au contraire, les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ présentent une forte variabilité entre les espèces avec un gradient mesuré de 9,70 à 13,47‰ suggérant des niches trophiques variées même au sein d'une même famille. Ce résultat peut impliquer des différences dans les profondeurs d'alimentation et/ou dans la sélection des proies ingérées permettant ainsi de limiter la compétition pour la nourriture au sein de la communauté. Les prochaines étapes seront de définir les sources de variabilités telles que l'ontogénie ou la variabilité spatiale. La probable complexité des liens trophiques de cette communauté avec les espèces épipélagiques et les espèces benthiques et démersales pourrait ainsi être déstabilisée par une pression de pêche sélective impactant l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème.

Physiological biomarkers and fisheries management

Pablo Brosset^{1,6*}

Steven J. Cooke³

Quentin Schull⁴

Verena M. Trenkel⁵

Philippe Soudant²

Christophe Lebigre⁶

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes, France

2 - Université de Brest, UMR 6539 CNRS/UBO/IRD/IFREMER, Laboratoire des sciences de l'environnement marin - IUEM - Rue Dumont D'Urville - 29280 - Plouzané, France

3 - Fish Ecology and Conservation Physiology Laboratory, Department of Biology and Institute of Environmental and Interdisciplinary Science, Carleton University, Ottawa, ON, K1S 5B6, Canada

4 - MARBEC, Université de Montpellier, IFREMER, IRD, CNRS, Sète, France

5 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes, France

6 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, ZI Pointe du Diable - CS 10070, 29280 Plouzané, France

*Contact : pablo.brosset@agrocampus-ouest.fr

The benefits of physiological tools, knowledge and concepts are well-established in fish and wildlife management as they confer the ability to understand mechanistic processes, identify cause-and-effect relationships, and develop predictive models. Although this approach is gaining momentum in the context of species conservation, the consideration of physiological processes for exploited marine fish stock management and recovery plans is still relatively rare. Here, we present five essential points to consider to implement physiological tools in fisheries management: (i) the choice of relevant biomarkers that are linked to well-known mechanistic basis, (ii) the identification of species-specific biomarkers reflecting a meaningful timespan for management, (iii) data collection during routine scientific fisheries surveys, (iv) the use of biomarkers as early warning signals and complementary indicators of population-level changes in life history traits and (v) how physiological biomarkers may help to refine long-term population dynamic projections under climate change scenarios. Overall, if based on well-established mechanisms relevant to fitness outcomes, a focus on physiological biomarkers should help to better understand mechanisms behind population declines and thus more efficiently manage marine fisheries and conserve populations. The transferability of this approach among species, locations, and times emphasizes the promise of integrating physiology and fisheries science to enhance fish stocks assessment and management.

Keywords: biomarker, marine fish, conservation physiology, management, climate change

La pêche pratique et lutte

Bensedira El Ouarda

La surpêche pratique et lutte La mer et l'océan sont un dépotoir planétaire et ces composants le valorise par leurs valeurs nutritives, économiques, ils ont vécu le plus ancien métier qui les valorise. La pêche, composante essentielle dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle, elle contribue de manière significative et de fort potentiel nutritif et économique directe et indirecte. Le développement de l'Homme, sa réussite économiques, son amélioration industrielle et ces exigences de rêve l'ont conduit à la surpêche ou la surexploitation des ressources halieutiques qui a détruit, épuisé le stock, dont certain poissons, crustacées et mollusques sont en voie de disparition. Cette pêche excessive légale ou illégale qui se pratique sur tout organisme marin animale et végétales au-delà de leurs capacités de régénération naturelle ne respecte ni les lois naturelle (repos biologique) ni la réglementation humaine (convention nationale ou internationale). Elle détruit la ressource halieutique et son écosystème dégrade le milieu marin et océanique. Mettre fin à la surpêche, elle n'a pas d'avenir, elle détruit ce qui la fait vivre. Lutter contre cette désastre, cette surexploitation de la ressource continue qui conduire à la complète destruction des ressource et des écosystèmes marins menace dangereusement la biodiversité et ces effets nuisibles pour l'environnement aquatique, la pollution ,les changements climatiques... à travers des sérieuses conventions nationales et internationales basant sur le Suivi, le contrôle et surveillance des pêcheurs et des milieux marins , l'Echange d'information, la bonne gestion des pêcheries et des zones de la pêche industrielle en haute mer. Valoriser la pratique de l'aquaculture marine en mer et hors mer, renforcé l'ensemencement de la mer pour la régénération et l'équilibre du stock par des espèces industrielles (renforcement des écloseseries), lutter aussi par la réglementation contrôle et suivi par des inspecteur nationaux et internationaux et la sensibilisation par les associations et les membres chercheurs et scientifique renforcer l'aquaculture marine hors mer en géo membrane.

Mots clés : Surpêche, surexploitation, pêche, environnement, écosystème, changement climatique, aquaculture, ensemencement, réglementation, association

Les sciences participatives pour recenser les engins de pêche perdus en mer

Laetitia Miquerol, Juliette Lasserre, Sonia Méhault, Marie Morfin, Dorothée Kopp

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

En 2018, les engins de pêche (filets, casiers...) représentaient 27 % des déchets marins plastiques retrouvés sur les plages européennes. En mer, ils peuvent générer de la pêche fantôme en continuant à piéger des animaux marins. Autre effet indésirable, sous l'effet des vagues et des UV, ils se dégradent en microplastiques que les animaux marins peuvent ingérer, affectant ainsi l'ensemble du réseau trophique. Dans ce contexte, Fish & Click est un programme de sciences participatives visant à recenser et cartographier le matériel de pêche perdu ou abandonné. Les pêcheurs, plongeurs, promeneurs, plaisanciers et usagers de la mer sont sollicités pour signaler tout engin ou partie d'engin retrouvé en mer ou sur le littoral. Après 1 an de déploiement du site internet et de l'application pour téléphone portable, ~1280 observations ont été recensées sur le littoral et 210 en mer, dans la zone France (Manche) Angleterre. Parmi les 14 000 engins signalés, les cordages constituent la majorité des signalements à terre alors que les lignes de pêche et les casiers sont le plus fréquemment observés en mer. A terme, les données recueillies permettront d'orienter les recherches sur des engins de pêche biodégradables et de proposer des solutions pour la gestion des engins perdus.

CLIMPROD 5.0 : nouvelle version d'un logiciel interactif pour choisir, ajuster et valider un modèle de production incluant une variable climatique, puis réaliser des projections.

Pierre Fréon

CLIMPROD est un système-expert interactif pour choisir le modèle de surproduction incluant une variable climatique le mieux adapté au cas d'étude. Ce choix assisté dépend du jeu de données mais aussi d'informations auxiliaires portant sur l'exploitation, le stock et l'espèce concernés. Le logiciel permet ensuite de réaliser des projections en fonction de différents scénarii climatiques et d'intensités d'exploitation. Ces projections peuvent avoir valeur de prédiction si l'effet de l'environnement porte sur l'abondance, avec un délai d'action sur les classes d'âge exploitées.

Bien qu'une épitaphe du concept de Rendement Maximal Durable (RMD) ait été écrite par Larkin dès 1977, les modèles globaux associés à ce concept restent largement utilisés faute de données structurées par âge. L'approche CLIMPROD répond en partie aux critiques de Larkin en proposant une variabilité de la capturabilité et/ou de l'abondance associées aux fluctuations de l'environnement.

La dernière version du logiciel propose trois nouveaux modèles incorporant de l'équation très flexible " $aX \exp(bX)$ " (celle utilisée par Ricker dans sa relations S/R) pour décrire un effet environnemental non-monotone. De nouveaux indicateurs statistiques sont proposés : R^2 corrigé, test de Fisher, AIC, BIC et valeur de p du test-t jackknife. Cette version, plus conviviale encore que les précédentes, comporte également plus d'interactions machine-utilisateur, sous forme de message et mises en garde en fonction d'analyses statistiques et graphiques des données brutes, des données auxiliaires et des résultats de l'ajustement, y compris leur validation statistique. Des textes d'aides spécifiques à chacune des 36 questions posées par le logiciel s'affichent à la demande. De même une description des 34 modèles et de leur justification est accessible.

CLIMPROD est écrit en java et son code sera mis en open source. Il peut être utilisé comme support d'enseignement des modèles de surproduction. Une demande d'atelier de formation au logiciel a été proposée durant ce colloque.

Contamination chimique de trois espèces halieutiques marines dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin

Tiphaine Mille¹

Nathalie Wessel²

Mélanie Brun²

Tiphaine Chauvelon^{3,1}

Catherine Munsch¹

Marc Bouchoucha⁴

Aourell Mauffret¹

1 Ifremer, Centre Atlantique, Unité Contamination Chimique des Écosystèmes Marins (CCEM), Nantes 44980, France.

2 Ifremer, Centre Atlantique, Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance (VIGIES), Nantes 44980, France.

3 Observatoire Pelagis, UAR 3462 La Rochelle Université-CNRS, La Rochelle 17000, France.

4 Ifremer, Centre Méditerranée, Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, La Seyne sur mer 83500, France.

Le dispositif « Contaminants dans les Réseaux troPhiques » (CoRePh) est mis en œuvre dans le cadre du programme de surveillance de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Son déploiement repose sur l'action d'optimisation des campagnes halieutiques pour les besoins de la surveillance DCSMM. Ce dispositif permet de collecter des données de contamination chimique (organique et métallique) et des paramètres trophiques (niveau trophique via l'analyse des isotopes stables) dans les différentes sous-régions marines (SRM) françaises. Les données acquises doivent permettre de mesurer l'atteinte ou non du Bon Etat Ecologique (BEE) vis-à-vis de la contamination chimique chez les espèces halieutiques marines. L'objectif principal de cette étude est d'explorer les différences potentielles de niveaux de contamination entre trois espèces de poissons marins collectés dans les quatre zones régionales couvertes par la DCSMM en France (Manche, Mer Celtique, Golfe de Gascogne et Mer Méditerranée), pour plusieurs familles de substances inorganiques (éléments traces métalliques : mercure (Hg)) et organiques (polychlorobiphényles (PCB), polybromodiphényléthers (PBDE) et DDT). Les concentrations de ces substances ont été mesurées dans le muscle de trois espèces de poissons d'importance économique à savoir le merlu européen, le maquereau et la petite roussette. Des résultats préliminaires montrent qu'à l'échelle de la sous-région marine, la petite roussette présente les concentrations les plus élevées en Hg et les plus faibles en contaminants organiques. A l'échelle intra-spécifique, les concentrations en Hg et en contaminants organiques sont plus élevées chez les poissons pêchés en Méditerranée (merlu et petite roussette), résultat d'un apport élevé en contaminants via le Rhône et/ou de l'oligotrophie des eaux (moins de biodilution des contaminants chez les premiers maillons de la chaîne trophique). Les profils de PCB diffèrent entre sous-régions marines et sont potentiellement liés à 1) des différences entre SRM d'apport ou d'accumulation en contaminants et/ou 2) de la structure de la population.

Importance des mugilidés sur les réseaux trophiques côtiers dans un contexte de carence en oméga-3 : du niveau sub-individuel à la dynamique trophique

Pierre Bourdaud
Lucien Besnard
Alexandre Carpentier
Hilaire Drouineau
Luuk van der Heijden
Géraldine Lassalle
Benoît Lebreton
Jérémy Lobry
Florence Mounier
Nathalie Niquil
Laure Pecquerie
Blanche Saint-Béat
Marie Vagner

Il est aujourd'hui reconnu qu'à son rythme actuel le changement global va entraîner une réduction de la production d'acides gras oméga-3 à longue chaîne à la base du réseau trophique marin, en conséquence de l'altération des assemblages de microalgues et de leur physiologie. Ces oméga-3 ont un rôle vital dans le maintien des fonctions physiologiques des organismes supérieurs et une baisse de leur production à la base du réseau trophique marin devrait mécaniquement avoir des répercussions sur la disponibilité de ces nutriments pour les consommateurs primaires et secondaires, tels que les poissons marins, presque incapables de les synthétiser.

Les mugilidés sont des poissons opportunistes qui occupent une diversité d'habitats et tolèrent une large gamme de conditions environnementales. Ils occupent généralement une position intermédiaire dans les réseaux trophiques côtiers : ils broutent le biofilm microalgal, et sont consommés par d'autres espèces de poissons exploités. Ils jouent donc un rôle central dans le couplage entre les compartiments trophiques de fond et ceux de la colonne d'eau, et contribuent ainsi au transfert des oméga-3 vers l'Homme.

De récents résultats expérimentaux sur le mulot doré ont démontré que certaines de ses performances physiologiques et comportementales s'altèrent en réponse à une carence trophique en oméga-3, mais les conséquences de ces changements aux niveaux d'intégration supérieurs et notamment du réseau trophique restent méconnues. Le but de la présente étude est de proposer une approche de modélisation permettant d'intégrer des données écophysiologiques dans une suite de modèles afin d'estimer l'impact de ces changements sur les réseaux trophiques côtiers.

Des modèles DEB (Dynamic Energy Budget) ont été développés pour les deux espèces de mugilidés présentes en baie de Marennes-Oléron afin de forcer un modèle trophique multi-spécifique dynamique et non-déterministe, et simuler les évolutions possibles des caractéristiques de ce réseau trophique sous contraintes de diminution trophique des oméga-3.

Pêche continentale : enjeu pour la sécurité alimentaire et la création de richesse en Afrique, exemple du Sénégal

Diéne NDIAYE¹
Papa Samba DIOUF²
KHady SANE³

1 - Ingénieur des pêches et de l'aquaculture, Directeur de la Pêche continentale/Sénégal. diene.ndiaye@mpem.gouv.sn
2 - Consultant en Pêche, Planification Stratégique, Environnement et Développement Personnel : psdiouf@gmail.com
3 - Juriste environnementaliste : dykha272@gmail.com

Au Sénégal, la pêche continentale, jadis florissante, avec une production qui tournait autour de 30 000 à 50 000 tonnes par an, il y a quatre à cinq décennies, connaît une régression qui fait que les débarquements peinent actuellement à dépasser 15 000 à 20 000 tonnes par an (Diouf et al., 1991). De nombreuses études récentes menées à l'échelle régionale et nationale font ressortir de nombreuses contraintes dont les plus marquantes sont :

- le déficit pluviométrique des décennies passées ;
- les aménagements hydro-agricoles avec les perturbations du fonctionnement hydrologique naturel et les pollutions qu'ils engendrent ;
- la prolifération de plantes aquatiques, qui perturbent à la fois l'écologie du milieu et les activités de pêche ;
- les effets du changement climatique ;
- la faible mise en œuvre des politiques de développement de la pêche continentale ;
- les mauvaises pratiques de pêche et la surexploitation des ressources halieutiques.

Les initiatives prises pour inverser cette tendance à la régression de la pêche continentale, mais comme le fait remarquer le bilan de la mise en œuvre de la Lettre de Politique Sectorielle de Développement de la Pêche et de l'aquaculture (LPSDPA), peu de succès ont été enregistrés.

Toutefois, au vu des énormes potentialités qu'offre la pêche continentale en termes de réseau hydrographique, de diversité spécifique et d'habitats, d'impacts sur la sécurité alimentaire pour les populations éloignées de la mer, de créations d'emplois, il existe de bonnes perspectives de développement pour ce sous-secteur.

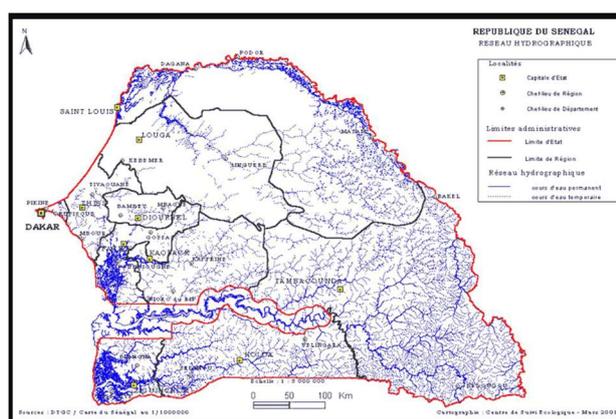


Figure 1. Réseau hydrographique du Sénégal
Source : www.au-senegal.com/IMG/png/hydrographie.png

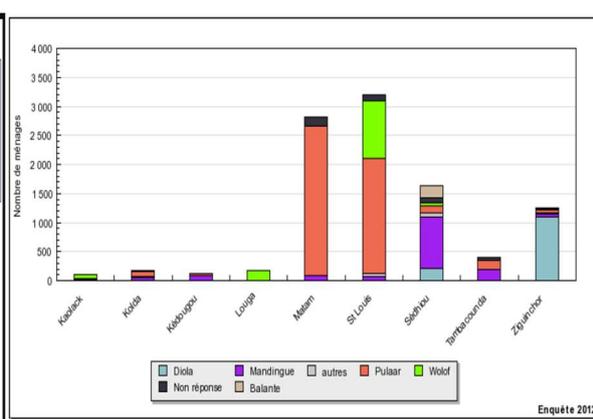


Figure 2. Répartition des groupes ethniques de pêcheurs par région (UEMOA, 2013)

Mot clés : pêche, continentale, gouvernance, sécurité alimentaire, développement, lettre de politique sectorielle, plan stratégique

Développement de connaissances et d'outils pour la gestion des pêcheries à Pectinidés afin de faire face aux crises liées aux efflorescences toxiques de l'algue *Pseudo-nitzschia* : le Projet MaSCoET (Maintien du Stock de Coquillages en lien avec les Efflorescences Toxiques)

Aline Blanchet-Aurigny¹
Philippe Cugier¹
Helene Hegaret²
Caroline Fabioux²
Malwenn Lassudrie³
Mickael Le Gac⁴
Martin Plus⁴
Solenne Le Guennec⁵

- 1 - Laboratoire d'Ecologie Benthique Côtière - LEBCO/DYNECO, IFREMER, centre de Bretagne 29280 Plouzané, France
- 2 - Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR) UMR6539 UBO/CNRS/IRD/IFREMER, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), Technopole Brest Iroise, 29280 Plouzané, France
- 3 - Laboratoire Environnement Ressource LERBN - Station IFREMER de Concarneau - Place de la Croix, 29185 Concarneau, France
- 4 - Laboratoire d'Ecologie Pélagique- PELAGOS/DYNECO IFREMER, centre de Bretagne 29280 Plouzané, France
- 5 - Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Finistère (CDPMEM-29), 29500 Ergué Gabéric, France

La coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*) est la troisième espèce vendue sous les criées françaises. Elle est exploitée par une importante flottille allant du nord de la France aux Pertuis Charentais. Depuis, les années 2000, partout sur le littoral, les professionnels sont confrontés aux efflorescences de *Pseudo-nitzschia* (PSN), une microalgue capable de produire une toxine amnésiante (l'acide domoïque : AD), responsable du syndrome ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*) chez l'humain. En s'accumulant dans la chair des coquillages, cette toxine les rend impropres à la consommation. La coquille Saint-Jacques présente la particularité de décontaminer très lentement l'AD, comparée aux autres bivalves. Dans ce contexte, plusieurs pêcheries de coquilles Saint-Jacques ont fait l'objet de fermetures régulières sur des durées pouvant atteindre plusieurs années. L'activité de pêche a parfois été reportée sur le pétoncle noir (*Mimachlamys varia*). Paradoxalement, les recherches sur le sujet sont peu nombreuses et les connaissances sur ces phénomènes restent insuffisantes. Pour aider la filière à faire face aux crises, le projet MaSCoET propose d'acquérir des connaissances afin **1.** de mieux comprendre le déterminisme d'apparition des blooms toxiques de PSN ; **2.** de mieux comprendre les raisons de la lente décontamination en AD des coquilles Saint-Jacques par rapport à d'autres pectinidés, notamment le pétoncle noir ; **3.** d'améliorer la connaissance de l'écologie et de la dynamique de population du pétoncle afin **4.** *in fine* de proposer des outils pour améliorer la gestion de l'activité de pêche de la coquille Saint-Jacques et du pétoncle noir en réponse aux épisodes toxiques.

Comment améliorer la résilience de la pêche côtière guyanaise face aux conséquences du réchauffement climatique ?

Mathieu Cuilleret

La pêche côtière de Guyane est composée d'une centaine de navires. Ces navires exploitent une trentaine d'espèces et débarquent 2571 tonnes de poissons par an. Trois espèces représentent la majorité des captures : l'Acoupa rouge, l'Acoupa aiguille et le Machoiran blanc.

Un modèle de pêche écosystémique a été développé intégrant à la fois les interactions inter espèces et l'activité de pêche. L'implémentation du réchauffement climatique au modèle a permis de mettre en évidence le risque important d'effondrement du stock d'acoupa rouge. Or cette espèce représente près de 40% du chiffre d'affaires de la pêche. La viabilité de la pêche serait donc menacée. Il était alors nécessaire de trouver la politique des pêches qui maximiserait la résilience de la pêche vis-à-vis du réchauffement climatique.

La recherche du meilleur système de gestion nous a conduit à comparer différents scénarios de gestion : le « Business as usual », le « Multispecies Maximum Economic Yield » et le « Multispecies Maximum Sustainable Yield » en se basant sur 3 indicateurs de résilience : le recouvrement, la résistance et la robustesse. Le recouvrement mesure le temps durant lequel l'indicateur se situe en dessous d'un seuil prédéfini. La résistance mesure la distance entre l'indicateur et le seuil. La robustesse enfin mesure la probabilité de se situer au-dessus du seuil. Concernant les indicateurs, il a été nécessaire de définir les dimensions écologiques, sociales et économiques de la pêche afin de se placer dans le cadre multicritère de l'économie écologique.

Le mégabenthos épigé du plateau continental Nord Gascogne : variabilité spatiale et interannuelle

Thomas Outrequin^{1,2}

Pascal Laffargue²

Jacques Grall³

Hervé Le Bris¹

1 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 – UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

3 - IUEM, Brest

Les plateaux continentaux sont des régions côtières et peu profondes fertilisées par les apports terrigènes à l'origine d'une forte production biologique dont profitent les activités de pêche et d'aquaculture. Les communautés de méga invertébrés benthiques (organismes de taille $\geq 1\text{cm}$) sont une des composantes de la biodiversité de ces écosystèmes et un élément clé de leur fonctionnement notamment par leur position dans les flux trophiques. Leur étude revêt donc un intérêt particulier pour en comprendre le fonctionnement.

L'étude présentée ici a pour objectif d'apprécier la variabilité spatiale et interannuelle (2009-2020) du mégabenthos épigé à partir de ses paramètres structuraux (Richesse spécifique, Abondance et Biomasse). Elle se base sur des données récoltées lors des campagnes Evhoe en se focalisant sur la zone nord Gascogne. Ces paramètres montrent-ils des patrons spatiaux notamment selon la bathymétrie et l'influence terrigène et différents d'une année à l'autre ?

Nous montrons ici les différents patrons spatiaux obtenus pour ces différents paramètres et selon les années. Parmi ceux-ci la biomasse présente un gradient spatial particulier. L'influence des différents forçages sur les patrons observés est ensuite discutée.

Mots clés : communautés benthiques, golfe de Gascogne, structure spatiale, inter-annuel

Glémarec M., 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. Thèse de Doctorat d'Etat. Sciences Naturelles. Université de Paris, 169p.

Quel fonctionnement des réseaux trophiques aquatiques en réponse à la restauration tidale d'un marais estuarien ?

Maud Vildier
Jérémy Lobry
Laure Carassou

INRAE, UR EABX, F33612 Cestas, France

Les estuaires sont considérés comme faisant partie des écosystèmes les plus productifs et d'intérêt écologique majeur par le rôle essentiel qu'ils jouent dans le cycle de vie de nombreuses espèces de poissons les utilisant notamment pour leur rôle de nourricerie. Pendant de nombreuses années, les marais intertidaux présents dans les estuaires furent endigués et exploités à différentes fins (agriculture, marais salants). Mais depuis les années 1980, en lien avec la crise de la biodiversité et les problématiques environnementales (inondation...) liées aux changements globaux, un mouvement de « retour à la mer » s'est développé en Europe. Il vise à restaurer les zones humides annexes des systèmes littoraux et estuariens et les fonctionnalités écologiques qui leurs sont associées.

C'est le cas de l'île Nouvelle en estuaire de la Gironde, dont la partie nord est dépoldérisée depuis 2010. Afin de caractériser les différences de fonctionnement des réseaux trophiques suite à la reconnexion du marais à l'estuaire, des analyses isotopiques ont été réalisées sur différents compartiments biologiques (matière organique particulaire, producteurs primaires, invertébrés benthiques, zooplancton et poissons) caractéristiques de diverses zones de marais soumis à des modalités de gestion contrastées.

Des analyses préliminaires ont mis en évidence des différences selon les sites dans la composition isotopique de la matière organique particulaire, des consommateurs étudiés (anguille, mulot porc et crevette blanche), ainsi que leur régime alimentaire. Le calcul de divers indicateurs fonctionnels soutient également l'hypothèse d'une hétérogénéité entre le fonctionnement trophique des sites endigués et dépoldérisés de l'île.

Cette étude met en évidence des différences marquées de structure et de fonctionnement des réseaux trophiques aquatiques en réponse au degré d'endiguement du marais, avec une structure plus typique des communautés estuariennes dans les habitats dépoldérisés. Ces résultats laissent ainsi présager que la restauration tidale pourrait soutenir le retour de la fonctionnalité nourricerie des marais estuariens

Une Communauté de Prédateurs dans son Assiette ? Caractérisation de la Sensibilité aux Changements de Répartition des Proies

Pierre-Yves HERNVANN

Isaac KAPLAN

Desiree TOMMASI

Joe BIZZARRO

Brian WELLS

Jarrood SANTORA

Heidi DEWAR

Barbara MUHLING

Les changements dans la répartition spatiale des espèces de poissons sont identifiés comme l'une des principales conséquences du changement climatique sur les communautés marines. Les modifications des assemblages spécifiques induits par ces bouleversements sont susceptibles d'impacter la dynamique des réseaux trophiques via l'altération des relations trophiques existantes ou la création de nouvelles. Dans l'écosystème du California Current, un ensemble d'espèces pélagiques côtières telles que la sardine du Pacifique (*Sardinops sagax*), l'anchois du Pacifique (*Engraulis mordax*) ou le hareng du Pacifique (*Clupea pallasii*) supportent une grande diversité de prédateurs, qu'ils soient des poissons, des mammifères ou des oiseaux. Au cours des dernières décennies, la répartition spatiale de ces espèces pélagiques côtières a connu d'importants changements dont différents modèles prédisent l'accentuation au cours des années à venir. La diversité des interactions trophiques dans un écosystème si complexe rend néanmoins difficile la quantification des impacts de ces changements sur leurs prédateurs. Afin d'étudier la sensibilité des prédateurs aux changements de répartition spatiale des espèces pélagiques côtières dans l'écosystème du California Current, un modèle écosystémique end-to-end Atlantis a été raffiné en intégrant des informations d'une large base de données de contenus stomacaux et des sorties de modèles statistiques de répartition spatiale des espèces pélagiques côtières et de leurs prédateurs. Forcé par les sorties de modèles de répartition représentant la répartition passée de ces espèces, pour des années contrastées, le modèle Atlantis a été utilisé pour prédire les changements spatio-temporels dans les régimes alimentaires, la consommation et l'abondance des prédateurs. Nos résultats suggèrent une grande diversité de réponse des prédateurs du California Current à la répartition spatiale de leurs proies. Cette hétérogénéité reflète à la fois la capacité des prédateurs à se déplacer et à maintenir un certain overlap spatial avec leurs proies, la plasticité de leur régime alimentaire, et l'impact du changement climatique sur leur propre répartition spatiale. Cette caractérisation de la sensibilité aux changements de répartition de leurs proies fournit une base pour le calcul d'indicateurs de risque dans un contexte de changement climatique pour des espèces aux fonctions clefs dans l'écosystème, dont des espèces emblématiques protégées et des pêcheries commerciales importantes.

Incorporating environmental effects from ocean models improves a marine fishery stock assessment

Hubert du Pontavice^{1,2}

Timothy J. Miller³

Brian C. Stock³

Zhuomin Chen⁴

Vincent S. Saba²

1 - Princeton University, Atmospheric and Oceanic Sciences Program, 300 Forrester Road, Sayre Hall, Princeton, NJ, 08540, USA.

2 - National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Science Center, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, Princeton University, 201 Forrester Road, Princeton, NJ, 08540, USA.

3 - National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Science Center, 166 Water Street, Woods Hole, MA, 02543, USA.

4 - Department of Marine Sciences, University of Connecticut, Groton, CT 06340, USA.

Over the last decade, there has been major research efforts focused on projecting U.S. Northeast Shelf species distribution shifts and long-term (century-scale) projections of fish population estimates. While all of these studies are crucial to understand the potential long-term change, they do not provide a practical application to present-day fisheries management that is acting on much shorter time-scales. However, the lack of analyses of the relationships between stock assessment estimates (*e.g.*, recruitment) to environmental variables, and skillful ocean forecasts have challenged the production of climate-enhanced stock assessments in the US Northeast Shelf ecosystem and current management of most commercial species assumes that stock productivity is time-invariant. In the Northeast U.S., previous studies have suggested that recruitment and settlement of the Southern New England-Mid Atlantic yellowtail flounder population are closely related to the strength of the Cold Pool, a seasonally formed cold water mass on the continental shelf. Here we developed three new indices that enhance the characterization of Cold Pool interannual variations using bottom temperature from a regional hindcast ocean model and a global ocean data assimilated hindcast. We associated these new indices to yellowtail flounder recruitment in a state-space, age-structured stock assessment framework using the Woods Hole Assessment Model. Our study demonstrated that incorporating Cold Pool effects on yellowtail flounder recruitment reduced the retrospective patterns and may improve the predictive skills of recruitment and, to a lower extent, spawning stock biomass. We also showed that the performance of the assessment models that incorporated ocean model-based indices was improved compared to the model using only the observation-based index. The retrospective pattern reduction and the predictive skill improvement in recruitment and spawning stock biomass with ocean model-based indices suggests that ocean models may benefit stock assessments when ocean observations are limited.

Modélisation de la distribution spatiale de la sardine du Golfe de Gascogne (*Sardina pilchardus*) par intégration de données commerciales et scientifiques : enjeux et limites.

Florian Quemper¹

Baptiste Alglave^{1,4}

Mathieu Woillez²

Marie-Pierre Etienne³

Etienne Rivot¹

Youen Vermard⁴

Mathieu Doray⁴

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Brest

3 - UMR IRMAR, L'Institut Agro, Université de Rennes, Rennes

4 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

En vue d'assurer une gestion durable des ressources marines, une connaissance fine de la dynamique spatio-temporelle des espèces exploitées est nécessaire. Les campagnes scientifiques fournissent des données standardisées afin de nourrir les modèles de distribution d'espèce. Néanmoins, l'information apportée par ces données reste limitée puisque l'échantillonnage est restreint dans le temps et dans l'espace. Les données de débarquements (logbooks) couplées aux données de position des navires de pêche (VMS) constituent une source d'information additionnelle qui peut être mobilisée pour cartographier la distribution des espèces à une résolution spatio-temporelle fine.

Le développement d'un modèle spatio-temporel combinant les deux sources de données et prenant en compte le comportement de ciblage des pêcheurs a déjà permis d'inférer la distribution de plusieurs espèces benthodémersales du golfe de Gascogne (GdG - e.g. la sole, la baudroie, le merlan). Cette étude vise à évaluer l'intérêt de l'approche intégrée dans le cas d'une espèce pélagique (la sardine du GdG), dont l'écologie, la dynamique de flottille et la nature des données de campagne diffèrent des cas étudiés jusqu'à maintenant.

Nous présentons les défis méthodologiques propres à l'application de l'approche intégrée au cas de la sardine du GdG - flottilles côtières, comportement de ciblage important, saisonnalité des pêcheries -, et le modèle utilisé pour combiner les différentes sources de données et cartographier la sardine. Sur les mois de campagne, les cartes sont essentiellement drivées par les données scientifiques. En dehors de ces mois, les données commerciales apportent de l'information dans le rayon d'action des flottilles. Toutefois, une grande partie de la zone d'étude n'est pas recouverte par les flottilles commerciales et les cartes obtenues fournissent une image partielle de la distribution de la sardine.

Mots-clés : *Sardina pilchardus*, Golfe de Gascogne, données VMS, données logbooks, PELGAS, JUVENA, modélisation spatiale et spatio-temporelle, INLA.

Estimation de la demande énergétique des juvéniles de sole commune, *Solea solea*, pour évaluer la capacité trophique des nourriceries estuariennes.

Lefebvre du Prey Marion¹

Lobry Jérémy³

Le Bris Hervé¹

Mounier Florence³

Brind'Amour Anik²

Sadoul Bastien¹

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Nantes

3 - INRAE, UR EABX, 33612 Cestas, France

Les nourriceries estuariennes constituent des habitats clés dans le cycle de vie de nombreuses espèces d'intérêt halieutique, offrant des conditions biotiques et abiotiques particulièrement favorables à la croissance des juvéniles de poissons benthodémersaux. Cependant, des études suggèrent que les capacités d'accueil des nourriceries sont limitées, puisque le recrutement atteint un plateau lorsque le nombre de larves arrivant sur les nourriceries augmente. La disponibilité alimentaire, ou capacité trophique, serait l'une des principales limites de cette capacité d'accueil. De récents travaux ont permis d'estimer la capacité trophique des nourriceries, à partir d'un ratio entre la demande énergétique des poissons et l'offre énergétique en proies. L'estimation de la demande énergétique reste cependant un défi, dépendant de nombreux processus physiologiques, ainsi que du stade de vie et des conditions environnementales. Dans ce contexte, nous nous proposons ici d'estimer la demande énergétique des juvéniles de sole commune *Solea solea* à partir d'un modèle de bioénergétique basé sur la théorie Dynamic Energy Budget (DEB). En utilisant des données de températures journalières et de croissance des juvéniles de sole dans l'estuaire de la Seine, le modèle DEB permet une reconstruction dynamique des conditions alimentaires offertes par cette nourricerie. La demande énergétique de la population de juvéniles peut alors être estimée, par une extrapolation de l'assimilation journalière en énergie d'un individu moyen. Les premiers résultats obtenus suggèrent (i) que les conditions alimentaires dans l'estuaire de la Seine ne sont pas ad libitum, et (ii) que la demande énergétique d'un individu juvénile moyen évolue dépendamment de la température, et montre ainsi une forte saisonnalité. La demande énergétique peut être évaluée à différentes échelles temporelles, et mise en lien avec des facteurs environnementaux. Cette approche permet donc également d'évaluer l'impact de modifications environnementales sur les besoins trophiques au sein des nourriceries.

Mots clés : limitation trophique, métabolisme, modèle bioénergétique, théorie DEB, ingestion, croissance, assimilation.

Impact de la dégradation des habitats juvéniles pour le renouvellement des stocks nourriceries dépendants de Manche Est

Gernez Maël
Champagnat Juliette
Rivot Etienne
Le Pape Olivier

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

Les zones fonctionnelles halieutiques désignent l'ensemble des eaux et substrats nécessaires à la réalisation du cycle de vie des ressources vivantes marines exploitées. La gestion des ressources halieutiques ne passe pas uniquement par un contrôle de l'effort de pêche et des captures, mais aussi par une prise en compte de ces zones fonctionnelles. Parmi elles, les nourriceries supportent la phase juvénile du cycle de vie, critique pour le renouvellement des populations. Leur localisation, côtière pour une large proportion de ces ressources, les rend particulièrement sensibles aux pressions anthropiques. Certaines études ont permis de quantifier le rôle fonctionnel des habitats sur certaines populations spécifiques. Mais une analyse plus globale à l'échelle d'un groupement d'espèce de fort intérêt halieutique manque encore. Notre étude vise à évaluer l'impact halieutique de la dégradation des nourriceries communes à plusieurs espèces de Manche Est (sole, bar, plie, merlan et rouget). Un modèle de simulation générique représentant la dynamique des populations exploitées ainsi que la dépendance du recrutement aux habitats juvéniles est utilisé. Il permet d'évaluer l'effet combiné des impacts des pressions multiples subies par ces habitats et de l'exploitation par la pêche sur le renouvellement des ressources. Le modèle a été calibré pour chaque espèce à partir des résultats des évaluations de stocks complétés par des méta-analyses. Des scénarios de dégradation /restauration des habitats de nourricerie sont simulés pour chaque espèce. Les impacts de ces dégradations sur les biomasses et les captures sont quantifiés et comparés entre espèce.

Mots clés : Dégradation côtière, Habitats juvéniles, Dynamique de population, Manche Est.

Séparer les composantes héréditaires et plastiques de la variabilité temporelle de l'âge à maturation du saumon atlantique

Aurélien Favreau¹

Rémi Patin¹

Marie Nevoux³

Etienne Prévost²

Mathieu Buoro²

Quentin Queiros³

Clément Lebot¹

Etienne Rivot¹

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 - ECOBIOP, INRAE, Univ. Pau & Pays Adour / E2S UPPA, Saint-Pée-sur-Nivelle, France

3 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), INRAE, L'Institut Agro, INRAE, Rennes

Les populations sauvages de saumon atlantique (*Salmo salar*) ont connu un déclin de leur abondance dans les dernières décennies, accompagné par des changements dans des traits phénotypiques importants comme la diminution de la survie marine et du temps de séjour en mer avant la reproduction. Le temps passé en mer avant la reproduction est connu pour être fortement héréditaire mais aussi sous influence de l'environnement. Séparer la composante plastique et héréditaire dans cette évolution devient alors essentiel pour quantifier l'influence de multiples facteurs de pression comme les changements dans l'écosystème marin ou la pêche.

Nous proposons un modèle Bayésien à espace d'états (modèle intégré) permettant de séparer les composantes plastiques et héréditaires de la variabilité temporelle de l'âge à maturation. Le modèle est appliqué à la population de saumons du Scorff (Morbihan) en s'appuyant sur un suivi de la population sur une trentaine d'années. Les résultats montrent qu'il est possible de mettre en évidence l'existence d'une hérédabilité de la probabilité de maturation après un an en mer à l'aide d'un modèle basé sur des données populationnelles. La réponse plastique, que l'on peut donc distinguer de la composante héréditaire, n'explique alors qu'une partie de la variabilité du trait. La prise en compte de l'hérédabilité permet ainsi de mieux comprendre l'influence de l'environnement sur ce trait de vie mais aussi d'expliquer une partie des différences observées entre les mâles et les femelles.

La distinction des réponses plastiques et héréditaires est un apport important pour la gestion des stocks et des pêcheries. Dans un contexte où la pêche et/ou l'environnement rencontré pendant la migration marine peuvent engendrer de la mortalité différentielle entre les âges de mer, ces résultats constituent un premier pas pour en prédire les conséquences en termes de dynamique des populations et d'évolution des traits de vie au niveau populationnel.

Mots clés : Dynamique des population, bayésien, saumon atlantique, hérédabilité, plasticité, maturation

Taking full advantage of the diverse assemblage of data at hand to produce time series of abundance: a case study on pre-fishery abundance of Atlantic salmon population of France

Clément Lebot

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes, France

Estimation of abundance with wide spatiotemporal coverage is essential to the assessment and management of wild populations. But, in many cases, data available to estimate abundance time series have diverse forms, variable quality over space and time and they stem from multiple data collection procedures. We developed a hierarchical Bayesian modelling (HBM) approach that take full advantage of the diverse assemblage of data at hand to estimate a homogeneous time series of abundance. We apply our approach to the estimation of pre-fishery abundance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) population of France (France) from 1970 to 2020. Local observation of partial or total abundances as well as regional abundance estimates, catch statistics and environmental covariates have been gather together for the five main regional basins that sheltered Atlantic salmon populations in France, that is, the Northern basin, the Brittany basin, the Loire-Allier basin, the Dordogne-Garonne basin and the Adour basin. The HBM framework is particularly suitable in such context as it allows the full integration of the uncertainty raised by the upscaling procedure that link local, regional and national abundance; and the transfer of information from data-rich to data-poor region. The present work participates to an international effort to improve abundance time series used by the Working Group on North Atlantic Salmon of the International Council for the Exploitation of the Sea to produce yearly assessment of conservation and advice on quotas of the mixed stock fisheries targeting Atlantic salmon.

Quelle est la contribution relative des effets densité-, climat- et taille-dépendants sur la dynamique des populations des petits poissons pélagiques ?

Charlotte Andrieux

UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), INRAE, L'Institut Agro, IFREMER, Rennes, France

Dans le golfe de Gascogne, l'abondance des anchois et des sardines a fortement fluctué ces dernières années. De plus, des variations de traits d'histoire de vie de ces deux espèces sont constatées. Par exemple, depuis les années 2000, une diminution de la taille corporelle par classe d'âge est observée. Cette dernière peut impacter la dynamique de la population en agissant sur des paramètres clés du cycle de vie, comme la reproduction ou la survie. En raison de leur importance économique et écologique, il est donc important d'améliorer notre compréhension des mécanismes contrôlant leur dynamique. En particulier, pour l'anchois, une étude récente a démontré l'existence d'un signal densité-dépendant et taille-dépendant (au cours de certains hivers) sur la survie hivernale des juvéniles. Dans le cadre d'une gestion optimale de ces populations, il est intéressant d'étendre ces recherches aux stades de vie adulte. Dans ce contexte, cette étude permet d'analyser la contribution relative des effets des variations des facteurs extrasèques (température, disponibilité en nourriture) et intrinsèques (densité et taille corporelle) sur la dynamique de vie de ces deux espèces (notamment la survie). Nous utilisons des modèles à espace d'état qui permettent d'estimer la variabilité temporelle dans les paramètres de la dynamique de population et de quantifier l'influence relative de ces différents facteurs tout en prenant en compte les erreurs d'observation dans les séries d'abondance observées.

Dynamique de l'ichtyofaune de la nurricerie de l'estuaire de la Loire : influence hydro-sédimentaire et thermique

Romain Lécuyer^{1,2}

Anik Brind'Amour²

Anne-Laure Barillé³

Hervé Le Bris¹

1 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

3 - Bureau d'études Bio-Littoral, Nantes

Les estuaires sont reconnus comme étant des zones d'intérêt écologique fort. Plus précisément, les fonctions de nurricerie qui leur sont attribuées sont essentielles au renouvellement de certains stocks halieutiques. Ils forment des écosystèmes dont la particularité réside dans la présence de forts gradients environnementaux. Outre les changements globaux observables à l'échelle des décennies (baisse des débits, marinisation et remontée du bouchon vaseux), il existe des variations environnementales cycliques liées à la dynamique hydrosédimentaire et thermique dont les effets ne sont accessibles qu'à fine échelle temporelle.

Nous nous sommes intéressés ici à l'estuaire de la Loire dans l'objectif d'apprécier comment cette dynamique exerçait une influence sur les juvéniles de l'ichtyofaune benthodémersale. Pour ce faire, nous avons analysé ses caractéristiques mensuelles (Richesse spécifique, Abondance et Biomasse, composition faunistique) sur le gradient estuarien en lien avec les données de débits journaliers et de températures à partir d'échantillonnages réalisés sur trois périodes 1981-82, 2010-2011 et 2018-2019.

En regard de ces données, notre étude montre une évolution des caractéristiques de l'ichtyofaune avec des modifications rapides des caractéristiques particulièrement marquées en été et en fin d'hiver. Cette évolution semble rythmée par la dynamique hydro-sédimentaire et thermique saisonnière de l'estuaire. L'analyse de la dynamique saisonnière permettra de tracer et comparer les trajectoires mensuelles des trois périodes sur une échelle de 40 années et d'en déduire les forçages majeurs.

Changes of maturation and growth indicators of small pelagic and demersal species in the Bay of Biscay over the last decades

Arthur Valance^{1,2*}

Morgane Travers-Trolet¹

Léa Simonet¹

Didier Gascuel²

1.- UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), IFREMER, L'Institut Agro, INRAE, Nantes

2 - UMR DECOD (Dynamique et Durabilité des Ecosystèmes), L'Institut Agro, INRAE, IFREMER, Rennes

* Contact Arthur.Valance@ifremer.fr

Recent studies suggest that mean size and weight-at-age as well as the mean maximum length of small pelagic fish have been decreasing since 2000 in the Bay of Biscay, thus revealing changes in these species' growth. Changes in maturation has also been evidenced, through observations of declining length and age at maturity. Preliminary analyses suggest that similar changes may also affect demersal species. These trends could have dramatic repercussions on the catch and catch potentials of the related fisheries.

In this study, changes in life history traits are investigated for several species in the Bay of Biscay over two to three decades. Sex Maturity Age Length Key data (SMALK) collected for pelagic and demersal species are used to compute the Probabilistic Maturation Reaction Norm (PMRN) thus determining the probability of maturation as a function of age and size. Growth is also explored through the analyses of mean weight-at-age. We identify the major changes that occurred in the Bay of Biscay for these life history traits, and assess if growth and maturation have changed concomitantly for the different species studied. Observed trends are compared between pelagic and demersal species, but also put in relation with fishing pressure and environmental variations.

To further explore the drivers of the observed trends in growth and maturation, the multispecies Ev-Osmose model will be applied to the Bay of Biscay and will allow simulations of the consequences of a decline of growth and maturation life history traits at the ecosystem scale.

Local and regional variables as potential drivers of European whitefish stock abundance in 5 peri-alpine lakes

Bourinet, F. ^{1, 2}

Anneville, O. ¹

Drouineau, H. ³

Goulon, C. ¹

Guillard, J. ¹

Richard, A. ²

1 - Université Savoie Mont Blanc, INRAE, CARRTEL, 74200 Thonon-les-Bains, France

2 - Scimabio Interface, 74200 Thonon-les-Bains, France

3 - INRAE, EABX, 33612 Cestas Cedex, France

European whitefish (*Coregonus* spp.) is an essential resource for inland fisheries in large peri-alpine lakes. It represents a large part of the annual fish landing (61% of the total French catches in Lake Geneva and 41% of the total catches for all Swiss lakes in 2020). Due to a short life cycle and a vulnerability to environmental conditions, whitefish annual catches present high inter-annual variability. A strong decrease in whitefish annual landing succeeded a 10-year productive period in multiple peri-alpine lakes. Similarities in annual catches trends among 5 nearby French and Swiss lakes (Lakes Geneva, Neuchatel, Bourget, Annecy and Aiguebelette) led us to postulate a common regional environmental driver which could overpass the influence of local-scale factors.

We gathered environmental data from long-term monitoring available for these 5 studied lakes. Forcing factors influencing whitefish reproduction and recruitment success were selected based on bibliography and expert knowledge. We applied multiple descriptive statistics methods to better understand the interplay between regional climate variables and local factors on the stock abundances. To compare the multivariate time series of each lake, we calculated the Euclidean distance, we evaluated similarities between lakes and identified the environmental variables that contribute the most to these similarities or dissimilarities.

Spring and winter water temperature are the variables adding most similarity between lakes during the last 20 years. On the opposite, the zooplankton abundance presented poor synchrony with strongly divergent temporal patterns across lakes.

Keywords: *Coregonus* spp. ; multivariate time series ; dissimilarity ; Large-scale factors ; temperature variations ; zooplankton abundance ; inland fisheries

Caractérisation de la variabilité des traits de vie des espèces d'anchois du genre *Engraulis* spp. par une approche de modélisation de type DEB (Dynamic Energy Budget)

Eline Le Moan

Sorbonne Université, Paris, France

Les petits poissons pélagiques (PPP), au cœur du réseau trophique, ont un rôle clé dans l'écosystème. Représentant 20% des captures de pêche et étant la principale source d'oméga-3 pour l'Homme, ils sont cruciaux pour la sécurité alimentaire mondiale. Leur biomasse varie suivant les années et entre espèces, mais les facteurs explicatifs restent à déterminer. Des parties de leur cycle de vie sont difficiles à étudier, particulièrement l'investissement reproducteur. Le modèle bioénergétique basé sur la théorie Dynamic Energy Budget (DEB) permet de définir le cycle de vie de l'individu en quantifiant l'impact des conditions environnementales et de la physiologie sur trois processus physiologiques : croissance, développement et reproduction. Comparer les traits de vie et les conditions climatiques des régions avait pour but de quantifier les potentielles différences environnementales et physiologiques. L'étude s'est focalisée sur les 7 principales populations d'anchois du genre *Engraulis* spp. afin d'établir la variabilité inter-populationnelle des traits de vie de ce groupe d'espèces. Les résultats révèlent que (1) des environnements contrastés reproduisent ces différences de traits de vie, (2) la définition de la nourriture disponible pour un individu doit prendre en compte la compétition et la différence de qualité de nourriture et (3) un compromis entre croissance et reproduction n'a pas pu être établi. Notre étude a donc confirmé l'hypothèse de travail d'une plasticité des traits de vie de l'anchois en fonction des conditions environnementales. Les perspectives de l'étude discutées concernent une meilleure prise en compte de la variabilité spatiale et interannuelle.

Mots clés : *Engraulis* spp., approche comparative, traits de vie, variabilité environnementale, Théorie Dynamic Energy Budget

Comment prendre en compte la dimension sociale et culturelle des pêcheries à Cayenne en Guyane française dans une perspective d'évaluer la durabilité sociale de la pêche ?

Alizée de Bollardière

Etudiante en M2 à l'IHEAL (Institut des Hautes Etudes de l'Amérique Latine) en sciences sociales de l'Amérique latine, en stage de février à juin 2022 à l'Ifremer.

La pêche artisanale commerciale en Guyane est une pêche côtière qui mobilise majoritairement des embarcations de moins de 12 mètres et qui emploie des pêcheurs principalement originaires du Brésil, du Guyana, et du Surinam. Le port d'exploitation de Cayenne se situe aux abords du quartier du Village Chinois, le long d'un canal que l'on surnomme « La Crique ». Cette recherche s'attache à appréhender les dimensions sociales et culturelles des marins-pêcheurs de la Crique, le point de débarquement le plus important sur le littoral guyanais, à partir d'une enquête ethnographique débutée en février 2022 et jusqu'en mai 2022. Dans le cadre de cette enquête, des données qualitatives ont été collectées à partir de 42 jours d'observations participantes sur le terrain ainsi que 12 entretiens semi-directifs. En observant cette cohabitation culturelle et professionnelle le long de la Crique, cette recherche a révélé plusieurs axes de réflexion concernant les relations au travail de ces pêcheurs à partir de leurs parcours migratoires et des savoirs et des techniques mobilisées dans ce type de pêche dite artisanale. Ces données nous permettent aujourd'hui de saisir davantage quelles sont les conditions réelles de travail de ces pêcheurs, avec une main d'œuvre et une flottille vieillissante mais également d'entrevoir quelle est leur perception de leur environnement ainsi que de la ressource halieutique. L'objectif de cette démarche anthropologique s'inscrit dans une volonté d'évaluer la durabilité sociale de la pêche artisanale côtière face au changement climatique ainsi que la prise en compte du bien être des communautés et des pêcheurs.