



**14<sup>e</sup> colloque de l'Association Française d'Halieutique**  
Université de Caen Normandie  
26 au 28 juin 2019

# Recherche halieutique et développement durable

*Avec le soutien*



<http://www.association-francaise-halieutique.fr/>

# **Présentation des conférencières**



## Hélène Budzinski

Directrice de Recherche CNRS  
France

Hélène Budzinski est chimiste de l'environnement. Elle est directrice de recherche au CNRS depuis 2003. Elle travaille à Bordeaux dans l'UMR EPOC dans laquelle elle est responsable de l'équipe Physico-et Toxicologie-Chimie de l'environnement. Elle est spécialisée dans l'étude des micropolluants organiques étudiant leur écodynamique. En lien avec ses recherches sur la qualité des écosystèmes, elle a co-porté le montage du LabEx COTE (Evolution, adaptation et gouvernance des écosystèmes continentaux et côtiers ; <https://cote.labex.u-bordeaux.fr>) qu'elle co-anime depuis 2011.

### Quelques références :

Aminot Y., Fuster L., Pardon P., Le Menach K., Budzinski H. (2018). *Suspended solids moderate the degradation and sorption of waste water-derived pharmaceuticals in estuarine waters. Science of the Total Environment*, 612, 39-48.

Coquillé N., Ménard D., Rouxel J., Dupraz V., Éon M., Pardon P., Budzinski H., Morin S., Parlanti É., Stachowski-Haberkorn S. (2018). *The influence of natural dissolved organic matter on herbicide toxicity to marine microalgae is species-dependent. Aquatic Toxicology*, 198, 103-117.

De los Ríos A., Echavarri-Erasun B., Dévier M.-H., Le Menach K., Budzinski H., Ortiz-Zarragoitia M., Orbea A., Juanes J.A., Cajaraville M.P. (2018). *Assessment of the effects of discontinuous sources of contamination through biomarker analyses on caged mussels. Science of the Total Environment*, 634, 116-126.

Brieudes V., Lardy-Fontan S., Vaslin-Reimann S., Budzinski H., Lalere B. (2017). *Development of a multi-residue method for scrutinizing psychotropic compounds in natural waters. Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1047, 160-172.

Le Coadou L., Le Ménach K., Labadie P., Dévier M.-H., Pardon P., Augagneur S., Budzinski H. (2017). *Quality survey of natural mineral water and spring water sold in France: Monitoring of hormones, pharmaceuticals, pesticides, perfluoroalkyl substances, phthalates, and alkylphenols at the ultra-trace level. Science of the Total Environment*, 603-604, 651-662

Munoz G., Labadie P., Botta F., Lestremau F., Lopez B., Geneste E., Pardon P., Dévier M.-H., Budzinski H. (2017). *Occurrence survey and spatial distribution of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl surfactants in groundwater, surface water, and sediments from tropical environments. Science of the Total Environment*, 607-608, 243-252.

Aminot Y., Le Menach K., Pardon P., Etcheber H., Budzinski H. (2016). *Inputs and seasonal removal of pharmaceuticals in the estuarine Garonne River. Marine Chemistry*, 185, 3-11.

Fauvelle V., Mazzella N., Morin S., Moeira S., Delest B., Budzinski H. (2015). *Hydrophilic interaction liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry for acidic herbicides and metabolites analysis in fresh water. Environmental Science and Pollution Research*, 22, 3988-3996.

---

### Résumé de la conférence

---

Les micropolluants organiques et le milieu marin : quels enjeux de connaissance ?

Le compartiment aquatique est le récepteur de nombreux composés chimiques dont l'apport est lié à l'activité humaine. Aux côtés des polluants classiques (hydrocarbures, métaux, ...) de nombreux autres composés sont régulièrement détectés dans les eaux tant marines que continentales depuis le milieu des années 90. Parmi ces composés, on retrouve fréquemment des pesticides et de plus en plus souvent toute sorte de composés d'origines variées comme les retardateurs de flamme alternatifs, les

détergents, les additifs des plastiques, les composés fluorés, les produits pharmaceutiques ou encore de soins corporels qui font partie du groupe des contaminants dits émergents.

Une des bases incontournables d'une meilleure connaissance et donc d'une meilleure gestion du risque que représente ces composés nécessite une meilleure compréhension de la nature, de la présence, des sources et des transferts de ces contaminants. Les études passent par l'analyse au niveau moléculaire de composés spécifiques présents à l'état de traces ou d'ultra-traces (ppb ou ppt) au sein de matrices très complexes. Cela requiert de développer des méthodes d'échantillonnage et d'analyse très performantes, et, notamment en complément de la préparation de l'échantillon (pour concentrer et purifier), les méthodes les plus innovantes en termes d'analyses moléculaires associant techniques chromatographiques de séparation et techniques de quantification et de caractérisation souvent basées sur la spectrométrie de masse (MS/MS, MS<sub>n</sub>, MS haute résolution) en mode ciblé ou non ciblé. Cette présentation traitera de ces aspects à partir d'exemples liés à différentes classes de contaminants comme les composés halogénés historiques ou d'intérêt émergent, les pesticides, produits pharmaceutiques, cosmétiques, ... et à des études à différentes échelles géographiques. Elle précisera les développements analytiques et en particulier les défis analytiques concernant ces composés (niveaux de trace, mélanges complexes et matrices) et discutera de la source, des voies d'introduction et du devenir dans l'environnement, en soulignant les défis associés et la nécessité des développements futurs.



## Nathalie Niquil

Directrice de Recherche CNRS, France

Nathalie Niquil est modélisatrice des réseaux (socio-)écologiques. Elle est directrice de recherche au CNRS depuis 2012, après avoir été 13 ans maître de conférences de l'Université de La Rochelle. Elle travaille à Caen dans l'UMR BOREA dont elle est responsable de l'équipe ECOFUNC « Ecologie fonctionnelle des réseaux trophiques et socio-écologiques côtiers ». En lien avec ses recherches sur les indicateurs de santé des écosystèmes pour la DCSMM, elle a créé, avec Isabelle Rombouts, puis animé le groupe d'experts «Food webs» de l'OSPAR entre 2011 et 2016.

### Quelques références :

Safi G., Giebels D., Arroya N.L., Heymans J.J., Preciado I., Raoux A., Schückel U., Tecchio S., de Jonge V.N., Niquil N. (2019) Vitamine ENA: a framework for the development of ecosystem-based indicators for decision-makers. *Ocean & Coastal Management*, 174, 116-130.  
[https://www.researchgate.net/publication/332105894\\_Vitamine\\_ENA\\_A\\_framework\\_for\\_the\\_development\\_of\\_ecosystem-based\\_indicators\\_for\\_decision-makers](https://www.researchgate.net/publication/332105894_Vitamine_ENA_A_framework_for_the_development_of_ecosystem-based_indicators_for_decision-makers)

Raoux A, Lassalle G, Pezy JP, Tecchio S, Safi G, Ernande B, Mazé C, Le Loc'h F, Lequesne J, Girardin V, Dauvin JC, Niquil N (2019). Measuring sensitivity of two OSPAR indicators for a coastal food web model under offshore wind farm construction. *Ecological Indicators* 96 : 728-738

[https://www.researchgate.net/publication/326513301\\_Measuring\\_sensitivity\\_of\\_two OSPAR\\_indicators\\_for\\_a\\_coastal\\_food\\_web\\_model\\_under\\_offshore\\_wind\\_farm\\_construction](https://www.researchgate.net/publication/326513301_Measuring_sensitivity_of_two OSPAR_indicators_for_a_coastal_food_web_model_under_offshore_wind_farm_construction)

Chevillot X, Tecchio S, Chaalali A, Lassalle G, Selleslagh J, Castelnaud G, David V, Bachelet G, Niquil N, Sautour B, Lobry, J. (2018). Global Changes Jeopardize the Trophic Carrying Capacity and Functioning of Estuarine Ecosystems. *Ecosystems*, 1-23

[https://www.researchgate.net/publication/326643897\\_Global\\_Changes\\_Jeopardize\\_the\\_Trophic\\_Carrying\\_Capacity\\_and\\_Functioning\\_of\\_Estuarine\\_Ecosystems](https://www.researchgate.net/publication/326643897_Global_Changes_Jeopardize_the_Trophic_Carrying_Capacity_and_Functioning_of_Estuarine_Ecosystems)

Meddeb M, Grami B, Chaalali A, Haraldsson M, Niquil N, Pringault O, Sakka-Hlaili A (2018). Plankton food-web functioning in anthropogenically impacted coastal waters (SW Mediterranean Sea): An ecological network analysis. *Progress in Oceanography*, 162, 66-82.

[https://www.researchgate.net/publication/323210259\\_Plankton\\_food-web\\_functioning\\_in\\_anthropogenically\\_impacted\\_coastal\\_waters\\_SW\\_Mediterranean\\_Sea\\_An\\_ecological\\_network\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/323210259_Plankton_food-web_functioning_in_anthropogenically_impacted_coastal_waters_SW_Mediterranean_Sea_An_ecological_network_analysis)

Haraldsson M, Gerphagnon M, Bazin P, Colombet J, Tecchio S, Sime-Ngando T, Niquil N (2018) Microbial parasites make cyanobacteria blooms less of a trophic dead-end than commonly assumed. *The ISME journal*, 12(4), 1008

[https://www.researchgate.net/publication/323210259\\_Plankton\\_food-web\\_functioning\\_in\\_anthropogenically\\_impacted\\_coastal\\_waters\\_SW\\_Mediterranean\\_Sea\\_An\\_ecological\\_network\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/323210259_Plankton_food-web_functioning_in_anthropogenically_impacted_coastal_waters_SW_Mediterranean_Sea_An_ecological_network_analysis)

---

### *Résumé de la conférence*

---

From ecological theories to ecosystem health indicators, using ENA indices to characterize human impacts on the functioning and resilience of marine food webs.

Direct anthropogenic and climate-related pressures are inducing considerable changes in marine ecosystems and a central question is how the growing number and intensity of these pressures will

affect the functioning of ecosystems and in particular their resilience. Ecological Network Analysis indices are often used to quantify the emergent properties of food webs, to evaluate these impacts. For example, they can be used to characterize recycling, redundancy among flows, trophic levels, omnivory, at the level of the trophic compartment or of the ecosystem. Most of these indices were derived from ecological theories, and can be related to the stability or maturity of ecosystems. Several studies try presently to connect them to the notion of “health” of ecosystems, in order to use them as indicators. For example, we have insisted, during the last 8 years, on the fact that the health of marine food webs had to be quantified with holistic (on the complete food web) and functional (based on predator-prey fluxes) indicators and today, the “mean trophic level” indicator is used by the North East Atlantic regional seas convention OSPAR. In parallel, we are now developing methods, based on the ENA indices, to study cumulative impacts (e.g. Marine Renewable Energies, Climate Change and Fishery changes). Two methodological developments are currently realized, one for taking into account the uncertainty in the ENA indices calculations, the other one for developing maps of these ENA indices, based on the scenarios simulated.



## Caitríona Carter

Directrice de Recherche en Science Politique  
Unité « Environnement, Territoire, Infrastructure »  
Irstea, Centre de Bordeaux, France.

Caitríona Carter's research is on the politics of interdependence governing ocean-based industries (fisheries, aquaculture, ports) and restoration. She coordinates the ECOGOV project (2015-2019: LabEx COTE) producing new interdisciplinary results on the governance of marine, estuarine and forest ecosystems in New Aquitaine. Through a bibliographic analysis (ECOBIOSE), she has identified key challenges reconciling biodiversity governing with industrial public policy and equality of benefits

### Quelques références :

Carter, C. 2018. *The Politics of Aquaculture: Sustainability interdependence, territory and regulation in fish farming*. Peer reviewed monograph. Abingdon: Routledge. (Shortlisted for the 'People's Choice' prize for inspirational achievement, Aquaculture Awards, 2019).

Bouleau, G., Carter, C., Thomas, A. 2018. Des connaissances aux décisions : la mise en œuvre des directives européennes sur l'eau douce et marine. *Participations*, 21(2), 37-64.

Drouineau, H., Carter, C., Rambonilaza, T., et al 2018. 'River Continuity Restoration and diadromous fishes: much more than an ecological issue', *Environmental Management*, 61(4), 671-686.

Carter, C. 2019 'Mise en politique des produits alimentaires issus de la pisciculture: Entre contestation et régulation'. In Fouilleux, E., Michel, L. (Dir) *Quand l'alimentation se fait politique*, Rennes : Presses Universitaires de Rennes, à paraître.

Carter C. et al 2019. 'La gouvernance de la biodiversité, de la production et des services écosystémiques en Nouvelle Aquitaine: Plaines céréalières, forêt et bois, vigne et vin, eaux, territoires urbanisés', In Bretagnolle, V. (Dir). *Le rôle de la Biodiversité dans la fourniture de services économiques et socio-culturels en région Nouvelle-Aquitaine*, ECOBIOSE, en préparation.

---

### Résumé de la conférence

---

The 'Ecosystem Approach' (EA) has been promoted as a key paradigm transforming the governing of Socio-Ecosystems (SES) and their sustainable response to global change. However, few empirical studies have researched the uptake of this paradigm into governing practice. This matters because it is commonplace to lay the blame for ocean biodiversity loss and negative fisheries' use of natural resources on a failure to implement this approach.

Yet, although the question of implementation failure exercises scholarly discussion, I would like to examine the continued pertinence of this question in the case of marine and ocean SES governance. Drawing on project findings on the governing of oceans, fisheries and aquaculture (France, Scotland, Greece), I reveal a variety of 'ecosystem approaches' in practice. Consequently, I am concerned that thinking only in terms of failure renders us blind to other questions which can and should be raised, not only about the EA as a mode of governance, but about the very notion of an SES itself. In fact, I will argue that thinking solely in these terms at best obscures – and at worst minimises – more fundamental issues concerning the *politics* of the EA and its consequences for environmental democratic governance.

Results show there is no such thing as a universal EA. Indeed, and contrary to the view of EA proponents who regard this approach as politically neutral, enabling 'win-win' solutions for SESs, findings reveal that the EA does not escape ideological choices. Actually, analysis of the EA as political practice reveals conflicts over values, tensions between different ways of protecting biodiversity, power struggles between actors and environmental inequalities. Understandings acquired from this research, therefore, force new reflection not only on the transformative potential of the EA as a political project, but on the usefulness of the SES as a scientific abstraction explaining this process.



## Valérie Masson-Delmotte

Directrice de Recherche CEA  
Co-présidente du groupe GIEC n°1

Valérie Masson-Delmotte est une paléoclimatologue française, chercheuse au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement du Commissariat à l'énergie atomique. Elle est directrice de recherche au CEA et co-présidente du groupe no 1 du GIEC depuis 2015. Ses recherches portent sur l'évolution des climats passés et l'impact du climat futur. Elle a notamment participé à la reconstitution de la concentration en gaz à effet de serre de l'atmosphère sur les 800 000 dernières années<sup>7</sup>. Elle a également travaillé sur l'impact du réchauffement climatique sur l'Antarctique en 2070<sup>8</sup>. Elle avait contribué, en 2018, à plus de deux cents publications scientifiques. Valérie Masson-Delmotte a été en pointe dans la lutte contre le climato-négationnisme. En particulier, elle est à l'origine de l'appel des 400, en 2010, qui rassemblait environ 400 spécialistes du climat dénonçant les mensonges et insultes répétées de Claude Allègre ou Vincent Courtillot sur le sujet. Elle fait partie de nombreux projets nationaux et internationaux dont le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Elle a contribué à la rédaction des quatrième et cinquième rapports du GIEC<sup>5</sup>. Le 7 octobre 2015, elle est élue co-présidente du groupe de travail no 1 du GIEC, qui travaille sur les bases physiques du climat<sup>4</sup>. Elle est membre du haut conseil pour le Climat, créé en 2018 et placé auprès du Premier ministre



## Nicole Franz

Fishery Planning Analyst  
FAO, Rome, Italie

Nicole Franz est une économiste du développement avec plus de 15 années d'expérience au sein d'organisations intergouvernementales (FAO, FIDA, OCDE). Elle travaille principalement sur les politiques et l'économie socioéconomiques des pêches artisanales. Elle coordonne la mise en œuvre des Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté et est le point focal pour l'indicateur 14.b.1 de l'ODG 14.b.

### Quelques références :

Franz, Nicole & Fuentesvilla, Carlos & Westlund, Lena & Willmann, Rolf. (2015). A human rights-based approach to securing livelihoods depending on inland fisheries. 10.1002/9781118394380.ch40. In *Freshwater Fisheries Ecology* -<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118394380.ch40>

How can the oceans help feed 9 billion people? John Z. Koehn, Edward H. Allison, Nicole Franz and Esther S. Wieggers in *Conservation for the Anthropocene Ocean*, 2017

[https://www.researchgate.net/publication/317508040\\_How\\_Can\\_the\\_Oceans\\_Help\\_Feed\\_9\\_Billion\\_People](https://www.researchgate.net/publication/317508040_How_Can_the_Oceans_Help_Feed_9_Billion_People)

Franz, Nicole & Fuentesvilla, Carlos & Westlund, Lena & Willmann, Rolf. (2015). A human rights-based approach to securing livelihoods depending on inland fisheries. 10.1002/9781118394380.ch40. *The Small-Scale Fisheries Guidelines: Global Implementation*. Springer. July 2017

<https://www.springer.com/la/book/9783319550732>

---

### Résumé de la conférence

---

Il est estimé que la pêche artisanale emploie, au niveau mondial, plus de 90 pour cent des pêcheurs et autres travailleurs de la pêche, dont environ la moitié sont des femmes. Dans les pays en développement, la pêche artisanale représente à peu près la moitié des prises mondiales. Elle représente aussi les deux tiers des produits de la pêche destinée à la consommation humaine directe. La présentation fournira une introduction aux processus globaux en faveur de la pêche artisanale, en mettant l'accent sur les Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté et l'ODD 14.b - *Garantir aux petits pêcheurs l'accès aux ressources marines et aux marchés*. Elle va exposer les problèmes en ce qui concerne l'accès aux ressources et aux marchés pour la pêche artisanale, ainsi que les voies à suivre pour les résoudre. Dans ce contexte il faut également discuter le concept d'économie – ou croissance – bleue, pour mieux comprendre les implications pour la pêche artisanale.

# Résumés des communications

# Suivi des Contaminants dans les Réseaux troPhiques (CoRePh), dans le contexte du programme de surveillance de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin : exemple en Méditerranée

**Nathalie Wessel<sup>a</sup>, Tiphaine Chauvelon<sup>b</sup>, Jérôme Baudrier<sup>a</sup>, Lynda Saibi-Yedjer<sup>c</sup>, Jérôme Spitz<sup>d</sup>, Tiphaine Mille<sup>e</sup>, Marc Bouchoucha<sup>e</sup>, Aourell Mauffret<sup>f</sup>**

a : Ifremer, ODE/Vigies, Nantes, France

b: Ifremer, Laboratoire Biogéochimie des Contaminants Métalliques (LBCM), Nantes, France

c : ANSES, Unité méthodologie et études (UME), Maisons-Alfort, France

d : Observatoire Pelagis, UMS 3462, Université de La Rochelle-CNRS, La Rochelle, France

e : Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources Provence-Azur-Corse (LERPAC), La Seyne sur Mer, France

f : Ifremer, Unité de Biogéochimie et Ecotoxicologie (BE), Nantes, France

Le dispositif Contaminants dans les Réseaux troPhiques (CoRePh) est déployé dans le cadre de la mise en œuvre du programme de surveillance (PdS) de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Il a pour objectif général de répondre à une demande harmonisée des descripteurs 4 (réseaux trophiques), 8 (contaminants chimiques) et 9 (questions sanitaires) pour les différentes sous-régions marine françaises (SRM), en considérant des espèces de poissons et de céphalopodes d'écologie et de niveau trophique différents. Son déploiement repose sur l'action d'optimisation des campagnes halieutiques (IBTS, CGFS, MEDITS, PELMED, CGFS et EVHOE) qui vise à collecter des données au large pour les besoins de la surveillance DCSMM. L'efficacité du dispositif a été mise en évidence lors d'une étude de faisabilité en 2014-2015, dont les données ont contribué à l'évaluation 2018 des eaux marines.

En 2017, le dispositif CoRePh a été mis en œuvre dans la sous-région marine « Méditerranée Occidentale », dans le golfe du Lion (GdL) et à l'Est de la Corse, le long d'un gradient côte-large. Les résultats montrent une contamination organique et métallique globalement plus importante dans le GdL qu'en Corse pour 3 espèces sur les 4 prélevées, avec des concentrations en métaux majoritairement plus élevées au large qu'à la côte. L'analyse des isotopes stables du carbone (C) et de l'azote (N) sur les mêmes individus permet une interprétation fine des résultats de contaminants au regard du niveau trophique. Dans le contexte de la DCSMM, les résultats obtenus sur les contaminants sont comparés aux seuils existants pour évaluer l'atteinte du BEE sur la matrice poisson pour les descripteurs 8 et 9.

En 2018, la façade Manche-Atlantique a été échantillonnée lors des campagnes CGFS et EVHOE. Les analyses des contaminants, ainsi que des paramètres trophiques (isotope stable C et N, densité énergétique) seront réalisées ultérieurement.

# Sensitivity of POPs bioaccumulation to Global Change factors. Application of an original mechanistic toxicokinetic model to the Gironde estuary common sole *Solea solea*.

Mounier F.<sup>1,2</sup>, Loizeau V.<sup>2</sup>, Pecquerie L.<sup>3</sup>, Drouineau H.<sup>1</sup>, Labadie P.<sup>4</sup>, Budzinski H.<sup>4</sup> and Lobry J.<sup>1</sup>

1- Irstea, UR EABX, France

2- Ifremer, UR Biogeochemistry and Ecotoxicology, France

3- IRD, UMR LEMAR, France

4- CNRS, UMR 5805 EPOC, France

Estuarine nursery grounds are essential transitory key habitats for various fish species. However, these areas are particularly impacted by all the components of Global Change. In particular, contamination by Persistent Organic Pollutants (POPs) significantly impacts the functionality of nursery areas affecting growth and condition of juvenile fish, including marine species.

To study adverse effects of chemical pressure on ecosystems, a comprehensive knowledge of bioaccumulation mechanisms of pollutants in biota may be a prerequisite to predict internal concentrations under natural fluctuating conditions in growing individuals.

In that way, we developed a toxicokinetic (TK) model whose uptake and elimination fluxes depend on biological traits dynamics (notably food ingestion and growth). To be able to predict these biological traits in dynamic environmental conditions (concerning particularly food quality, food availability and temperature) we used a mechanistic bioenergetic model based on the DEB (Dynamic Energy Budget) theory.

First, we implemented this TK model to describe POPs bioaccumulation in the juvenile sole, considered as a key species for assessing nursery function in western European coasts. We focused on CB153 and L-PFOS, 2 representative compounds of 2 different POPs families: polychlorinated biphenyls (PCBs) and perfluoroalkylated substances (PFASs).

Then, a global sensitivity analysis highlighted that beyond the impact of TK parameters values (assimilation efficiency and elimination rate) on estimates of internal concentrations at maturity, diet composition and prey contamination have a major role in POPs bioaccumulation in the Gironde estuary (the largest estuary in Western Europe), far ahead of temperature, birth date, food availability and quality.

Finally, Global Change scenarios were tested. Simulations showed that very contrasted contaminations could be observed in fish exiting the nursery ground mainly depending on changes in the prey community structure and prey contamination levels.

Acknowledgements:

We thank Mathilde Lauzent and Gabriel Munoz for their contamination datasets and Xavier Chevillot and Henrique Cabral for their expertise on global change scenarios.

**Keywords:** *Solea solea* ; Global Change ; toxicokinetic models ; DEB (Dynamic Energy Budget) theory ; Persistent Organic Pollutants (POPs) ; sensitivity analysis

# From ESCROC to ESCROpath, an innovative Bayesian method for estimating trophic flows in estuarine food webs using POP's biomagnification data

Jérémy Lobry<sup>a</sup>, Marine Ballutaud<sup>b</sup>, Xavier Chevillot<sup>c</sup>, Florence Mounier<sup>a</sup>, Laure Carassou<sup>a</sup>, Hilaire Drouineau<sup>a</sup>

a- Irstea, UR EABX, F33612 Cestas, France

b- Université de Lille, CNRS, UMR 8187 LOG, France

c- Université de Toulouse III, UMR 5174 CNRS/UPS/ENFA

e- Université de Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, 33405 Talence, France

Estuarine and coastal ecosystems are increasingly exploited and polluted. In particular, chemical contaminations impact their ecological status and associated ecosystem functions. Among those substances, Persistent Organic Pollutants (POPs) cause potential adverse effects on wildlife due to their bioaccumulation, trophic magnification and toxicity potential.

A comprehensive understanding of the trophodynamics of POPs in these ecosystems is thus needed to better manage the ecological functions associated with these areas. However, in most empirical approaches, the food web structure, trophic flows, bioaccumulation levels and Trophic Magnification Factors (TMFs) are approximated independently while each of the steps requires specific assumptions and creates specific uncertainties.

A previous work by Ballutaud et al. (2019) presents an original method that combines both biomagnification and food web analysis in a single model. This model, named ESCROC (ESTimating Contaminants tRansfers Over Complex food webs) is based on an isotopic mixing model but uses contaminants as additional tracers within trophic networks. As such, it tackles the problem of underdetermination of classical mixing models only based on isotopes. Conversely, incorporating the inference of trophic levels within biomagnification analysis allows propagating the uncertainty over trophic levels when estimating biomagnification factors such as TMF. The model aims at (1) accounting for most of the variability sources on both biomagnification and isotopic fragmentation, (2) estimating diets and related uncertainty for all predators of the food web, (3) estimating the biomagnification of contaminants and related uncertainty.

In the present paper, we propose to upgrade ESCROC to directly estimate trophic flows in the food web. By combining it with biomass estimates and classical mass-balance assumptions, the new model (ESCROpath) provides empirical estimations of trophic pathways and flows as in usual trophic models. As a case study, ESCROC were implemented to investigate biomagnification of 5 POPS substances and trophic flows in the Gironde estuarine food web.

*Ballutaud M, Drouineau H, Carassou L, Munoz G, Chevillot X, Labadie P, Budzinski H, Lobry J (2019) ESTimating Contaminants tRansfers Over Complex food webs (ESCROC): An innovative Bayesian method for estimating POP's biomagnification in aquatic food webs. Sci Total Environ 658:638–649*

# Quel futur pour les populations piscicoles du Léman ? Analyse exploratoire de l'impact du changement global sur le réseau trophique pélagique

LEMAIRE Marine, INRA CARTEL

LOBRY Jérémy, Irstea EABX

ANNEVILLE Orlane, INRA CARTEL

GOULON Chloé, INRA CARTEL

GUILLARD Jean, INRA CARTEL

Situé à la frontière entre la France et la Suisse, le Léman est le lac le plus large d'Europe occidentale. Oligotrophe jusque dans les années 1950, sa concentration en phosphore a drastiquement augmenté au cours des décennies 1960 et 1970 jusqu'à atteindre plus de  $80 \mu\text{gP.L}^{-1}$ . A partir des années 1980, la mise en place de mesures de gestion efficaces a permis d'atteindre aujourd'hui des valeurs aux alentours de  $20 \mu\text{gP.L}^{-1}$ , lui conférant le statut de lac mésotrophe selon la classification de l'OCDE. L'objectif affiché de la CIPEL (Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman) est d'atteindre un taux de phosphore compris entre 10 et  $15 \mu\text{gP.L}^{-1}$ , compromis entre différents usages (production d'eau potable, qualité des activités aquatiques de loisir, peuplement piscicole de qualité). Parallèlement, dans certains lacs suisses dont les taux de phosphore ont atteint des valeurs inférieures à  $10 \mu\text{gP.L}^{-1}$ , les niveaux de captures ont significativement diminué. Dans ce contexte, la production primaire pourrait diminuer fortement et, par propagation au sein du réseau trophique, impacter les populations piscicoles et avoir des conséquences sur les pêcheries.

Pour répondre à cette question, un modèle Ecosim a été calibré sur les données de biomasses et de captures de poissons présents dans le réseau trophique pélagique du Léman de 1974 à nos jours, période au cours de laquelle les niveaux de phosphore ont fortement diminué. Différentes combinaisons de forçage du modèle ont été testées et ont permis de mettre en évidence les types de contrôles qui s'exercent au sein du réseau trophique. Sur cette base, des scénarii de niveaux de la production primaire ont notamment été développés pour étudier l'impact de cette dernière sur le réseau trophique pélagique et en particulier le peuplement piscicole (richesse, équitabilité) afin d'émettre des hypothèses sur le statut des ressources en poissons dans chaque scénario.

# Using trophic models to assess the impacts of Balanced Harvest on ecosystems structure and functioning

Ilan PEREZ, Jennifer REHREN and Didier GASCUEL

Agrocampus Ouest, Fisheries Ecology Unit, UMR ESE, Rennes (France)

Balanced harvest has been suggested as a new paradigm of fisheries management in order to minimize the impacts of fisheries on marine ecosystems, by distributing the fishing pressure on all species and trophic levels, proportionally to the productivity of each group, to maintain their relative abundance in the ecosystem. However, this exploitation pattern has been criticized by a few scientists arguing that exploitation of all trophic levels may lead to a large ecosystem impact, due to the cumulative effects of fishing along the food web. Thus, using Ecopath with Ecosim and EcoTroph models of Guinea, Celtic Sea and Mauritania as case studies, we assessed the impacts of balanced harvest on the trophic structure of these ecosystems. Results confirmed that exploiting all species or trophic boxes proportionally to their productivity may lead to an unbalanced structure, characterized by a large impact on predators. Alternative scenarios were tested in order to identify a less impacting fishing strategy on ecosystems.

# Balancing or compensating your fisheries catches? Evaluating different fishing patterns using the EcoTroph approach.

Jennifer Rehren, Didier Gascuel, Hubert Du Pontavice

<sup>1</sup>Université Bretagne Loire, Agrocampus Ouest, UMR 985 Ecology and ecosystem health, Rennes, France

Balanced harvest has been suggested as an alternative strategy to the current fisheries management in order to minimize the effects of fishing on the ecosystem structure, while simultaneously maximizing overall yield. Balanced harvest aims to achieve this goal by distributing fishing mortality across all species and size classes in proportion to their natural productivity. Such a fishing pattern is supposed to maintain the relative biomass structure of the ecosystem. However, some authors claimed that the removal of lower trophic level species might lead to the loss of food supply to higher trophic levels and thereby to an “unbalanced” effect on the biomass structure of the ecosystem.

We used the trophic-level approach EcoTroph to investigate the effect of balanced harvest (i.e. fishing mortality is fixed proportion of the production rate of each trophic level) on the biomass, production and catch trophic spectra of a virtual ecosystem. Trophic spectra were then compared to a fishing scenario based on a logistic selectivity curve, mimicking the increase of fishing selectivity from low values at low trophic levels to full selectivity at higher trophic levels. Furthermore, we explored alternative strategies for distributing fishing mortalities across trophic levels to minimize impacts on the ecosystem.

Our results show that fishing all trophic levels proportional to their productivity as proposed by balanced harvest, does not fully maintain the ecosystem structure. Cumulative effects of fishing along the food web, from preys to predators, induce an increase in biomass depletion with increasing trophic level. The balanced harvest catch was nine times higher than in the fishing scenario with selectivity, but over 70% of the catch was comprised of trophic levels below 2.5, mostly including low value species (if not non-commercial).

We developed a compensated harvest strategy in which fishing mortalities were defined according to the release of predation induced by predator’s exploitation. This “compensated harvest” scenario resulted in the same biomass structure as the virgin ecosystem, while producing a large amount of catch, including high trophic levels.

In brief, EcoTroph simulations suggest that compensated harvest outperforms balanced harvest ecologically and economically.

# Indices ENA et approche holistique des écosystèmes : application à la baie de Seine, espace de cumul d'activités humaines autour du futur parc éolien

Quentin Noguès<sup>a</sup>, Pierre Bourdaud<sup>b,c</sup>, Emma Araignous<sup>a,d</sup>, Juliette Champagnat<sup>b</sup>, Eric Foucher<sup>e</sup>, Ghassen Halouani<sup>a,f,g</sup>, Tarek Hattab<sup>b,h</sup>, Frida Ben Rais Lasram<sup>b</sup>, François Le Loc'h<sup>i</sup>, Boris Leroy<sup>j</sup>, Aurore Raoux<sup>a,k</sup>, Jean-Paul Robin<sup>a</sup>, Georges Safi<sup>a,d</sup>, Ching-Maria Villanueva<sup>f</sup>, Jean-Claude Dauvin<sup>k</sup>, Nathalie Niquil<sup>a</sup>.

a Normandie Univ, UNICAEN, Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques BOREA (MNHN, UPMC, UCBN, CNRS-7208, IRD-207) CS 14032, 14000 Caen, France.

b Univ. Littoral Côte d'Opale, Univ. Lille, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, France.

c Department of Biological Sciences, University of Cape Town, South Africa.

d France Energies Marines ITE-EMR, 525 avenue Alexis de Rochon, 29280 Plouzané, France.

e IFREMER, Unité Halieutique Manche Mer-du-Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques de Port-en-Bessin, France.

f IFREMER, Laboratoire Biologies Halieutiques, STH, Z.I. Pointe du Diable BP 70, Plouzané, France.

g Marine and Freshwater Research Centre (MFRC), Galway-Mayo Institute of Technology (GMIT), Dublin Road, Galway, Ireland.

h MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Avenue Jean Monnet CS 30171, Sète 34203, France.

i Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR), UMR 6539 CNRS, UBO, IRD, IFREMER, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), rue Dumont d'Urville, BP 70, 29280 Plouzané, France.

j Unité Biologie des Organismes et Écosystèmes Aquatiques (UMR 7208 BOREA), Sorbonne Universités, Muséum National d'Histoire Naturelle, Université de Caen Normandie, Université des Antilles, CNRS, IRD, 43 Rue Cuvier, CP26, 75005 Paris, France.

k Normandie Univ, UNICAEN, UMR M2C (UCBN, UR, CNRS-6143), 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen Cedex, France.

Le niveau trophique moyen (MTL) est couramment utilisé pour caractériser la structure des écosystèmes marins exploités et évaluer leur état de santé. Afin d'atteindre une description plus complète du fonctionnement des écosystèmes, il peut être complété par les indices ENA (Ecological Network Analysis). Ces derniers caractérisent les propriétés émergentes des écosystèmes, reliées par les théories écologiques, à la stabilité et la maturité des systèmes. Il existe un grand nombre d'indices ENA, comme le recyclage, l'efficacité de transfert trophique ou encore le rapport détritivorie / herbivorie. Pour étudier le cumul de l'effet du changement climatique avec celui attendu de l'implantation d'éoliennes offshore en baie de Seine, un modèle Ecospace, composé de cellules d'un mille marin de côté, a été créé, du trait de côte jusqu'à la limite de la zone économique exclusive française. Le modèle est utilisé pour simuler l'effet du réchauffement climatique par l'intégration de résultats de modèles de niches écologiques, et l'effet du parc éolien offshore par l'effet réserve qu'il induit. Nous pouvons ainsi calculer des cartes d'indices ENA afin de comprendre les conséquences du cumul d'impacts sur l'écosystème de la baie de Seine. Même si la réponse varie en fonction de l'échelle spatiale considérée, l'effet du changement climatique domine, engendrant une baisse importante de la biomasse des 44 espèces considérées dont 27 espèces de poissons. Les indices ENA les plus sensibles à l'effet changement climatique sont le rapport D/H et l'efficacité de transfert trophique, ce dernier et le recyclage étant les plus sensibles à l'effet réserve. Le modèle permet ainsi de comparer l'évolution du service d'approvisionnement halieutique avec les propriétés émergentes, de l'écosystème.

# Evaluation 2018 du bon état écologique des descripteurs 1 « Biodiversité – Poissons et céphalopodes » et 3 « Espèces commerciales » au titre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)

**Delaunay D.<sup>1</sup>, Foucher E.<sup>2</sup>, Brind'Amour A.<sup>3</sup>**

1- Assistance aux responsables thématiques D1 « Biodiversité - Poissons et céphalopodes » et D3 « Espèces commerciales », IFREMER ODE-VIGIES, Nantes, Damien.Delaunay@ifremer.fr

2- Responsable thématique D3 « Espèces commerciales », IFREMER RBE-HMMN-LRHPEB, Port-en-Bessin, Eric.Foucher@ifremer.fr

3- Responsable thématique D1 « Biodiversité - Poissons et céphalopodes », IFREMER RBE-EMH, Nantes, Anik.Brindamour@ifremer.fr

La directive cadre stratégie pour le milieu marin (2008/56/CE) recommande aux États membres de l'Union européenne de réaliser ou de maintenir un bon état écologique (BEE) du milieu marin pour 2020. L'état des eaux marines est décrit au travers de 11 descripteurs incluant la biodiversité (D1) et les ressources halieutiques (D3) dont les objectifs sont respectivement de maintenir la diversité biologique des différentes composantes de l'écosystème, dont les poissons et céphalopodes, et d'assurer une exploitation durable des ressources halieutiques.

La France a évalué la qualité de ses eaux marines en 2018. La méthode d'évaluation du D1 varie pour les différents groupes d'espèces. Une évaluation quantitative a été réalisée pour le groupe des poissons démersaux du plateau continental à partir des séries temporelles d'indices d'abondance issues des campagnes scientifiques hauturières. La méthode employée pour qualifier l'état écologique repose sur une analyse des tendances pour une sélection d'espèces représentatives en raison de leur sensibilité à la pression de pêche. L'absence de données, d'indicateurs ou de valeurs seuils pour les autres groupes d'espèces a conduit à la réalisation d'évaluations qualitatives faisant état des connaissances scientifiques pour une liste d'espèces d'intérêt. Pour le D3, l'évaluation du BEE repose sur les évaluations de stocks réalisées par les organismes inter-gouvernementaux compétents (CIEM, CGPM, CICTA) ou nationaux.

L'évaluation quantitative du D1 porte sur 10 à 30 % de la diversité de poissons démersaux observée sur le plateau continental. Les résultats sont contrastés entre les sous-régions marines avec une amélioration notable du nombre d'espèces en BEE en Manche – mer du Nord et une situation apparaissant plus dégradée dans le golfe du Lion. Sur les 33 stocks de ressources halieutiques évalués, qui ne représentent que 27 % des stocks bénéficiant d'une expertise scientifique, 13 sont en bon état écologique au regard du principe du rendement maximal durable.

# Impact of predator and environmental dynamics on prey collapse in the Gironde estuary

Mathis CAMBRELING, Maud PIERRE, Jérémy LOBRY

IRSTEA

The Gironde estuary, the largest estuary in Western Europe, has been exposed for decades to a diversity of environmental impacts related to human activities (fishing, dredging, industry, chronic pollution, etc.). Significant changes in community structure have been identified in recent years as a result of global change at different trophic levels: on zooplankton, crustaceans or fish. In addition, recent research highlights potential changes in predator-prey relationships and, more broadly, significant changes in the functioning and overall properties of the food web. Particularly, in recent years, there has been a collapse in the abundance of some of the main prey (gobies and shrimp) of marine predators (sea bass and meagre), while the latter have shown record abundances in the environment. Several processes can explain these observations, including: (1) a change in environmental conditions and/or (2) variability in interspecific relationships (predation, competition). To carry out this study, the time series of the fish monitoring of the Gironde estuary were analysed. Ecological time series can be considered as the result of complex dynamic systems, which reflect the evolution of dynamic behaviour over time. Thus, recent methods - flexible, non-linear and non-parametric - based on dynamics encoded in time series (empirical dynamic modeling - EDM) have been used to investigate these causal links between the different factors associated with these processes (environmental factors such as temperature or salinity, prey abundances, predator abundances...). We show that these techniques allow us to better understand the relative importance of stochastic forces impacting prey abundances.

# Morue du banc St-Pierre – des années fastes, un effondrement, une reprise, et maintenant ?

Juliette Champagnat et Joël Vigneau

Ifremer HMMN/LRHPB

Le stock de morue du banc St-Pierre (sous-division OPANO 3Ps) est le plus petit des 3 stocks associés à la morue des grands bancs de Terre-Neuve. Ces stocks qui ont connu leur apogée dans les années 60 avec des captures dépassant le million de tonnes et qui se sont effondrés au début des années 90. Des milliers d'arbre ont été sacrifiés et des tonnes d'encre utilisés pour produire d'innombrables pages de discussion sur la calamité résultant de l'effondrement de ces stocks (Bavington, 2010). Depuis, une nouvelle histoire s'est écrite, dans un écosystème de la zone 3Ps modifié par la raréfaction de la morue et le réchauffement climatique. Après un moratoire de 3 ans, les modèles d'évaluation habituels étaient devenus caduques, et le suivi de l'état du stock assuré par les indices de la campagne au chalut de printemps des scientifiques canadiens. Mais au fil des années, les indices ont montré des incohérences et des soucis de robustesse (effets année, traits représentant quelquefois plus de 50% de la biomasse estimée, ...), conduisant à abandonner ce modèle en 2017. Pour le remplacer, un projet de rénovation du modèle d'évaluation (sorte de benchmark) a été cofinancé par la France et le Canada pour une durée de deux ans. Ce sont les résultats très préliminaires de ce nouveau modèle incluant les captures commerciales structurées en âge et les campagnes scientifiques qui seront présentés et discutés ici.

D. Bavington. 2010. Managed Annihilation: An Unnatural History of the Newfoundland Cod Collapse. Vancouver: UBC Press, pp. 186

# Exploration du concept de rareté fonctionnelle : application aux communautés de poissons en Mer du Nord

Juliette MURGIER<sup>1</sup>, Matthew McLEAN<sup>1</sup>, Anthony MAIRE<sup>2</sup>, Arnaud AUBER<sup>1</sup>

1 - Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, Unité Halieutique Manche Mer du Nord, 62321 Boulogne-sur-Mer

2 - EDF R&D LNHE - Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 78401 Chatou

Les espèces rares constituent des cibles prioritaires pour la conservation de la biodiversité car elles sont jugées plus vulnérables au risque d'extinction. Ces espèces peuvent jouer des rôles clefs dans le fonctionnement et la stabilité des écosystèmes en assurant potentiellement des fonctions très différentes des autres organismes. La présente étude se base sur les traits fonctionnels, c'est-à-dire les caractéristiques morphologiques, comportementales ou physiologiques permettant aux espèces d'assurer leurs fonctions dans l'écosystème. À partir des traits fonctionnels des communautés de poissons de la Mer du Nord, nous avons exploré le concept de rareté fonctionnelle, concept relativement récent et jusqu'alors peu étudié. Bien que la définition de rareté fonctionnelle soit encore à préciser, une espèce fonctionnellement rare correspond à une espèce possédant des valeurs de traits très différentes des autres espèces. L'objectif est d'étudier la dynamique temporelle et la distribution spatiale de la rareté fonctionnelle dans les communautés de poissons de la mer du Nord et de lier cette rareté aux gradients environnementaux dans le temps et l'espace. Pour ce faire, les données d'abondances issues de la campagne de suivi halieutique IBTS (International Bottom Trawl Survey) menée depuis 1983 en Mer du Nord ont été utilisées. Différents aspects de la rareté fonctionnelle ont ainsi été mesurés et quantifiés grâce au calcul de divers indices. Nous avons pu mettre en évidence la contribution majeure des espèces rares à la biodiversité ichthyologique de la mer du Nord et à la diversité des fonctions écologiques assurées par ces espèces. Différents patterns spatiaux dans la distribution des indices et des espèces ont aussi pu être identifiés à l'échelle de la mer du Nord. Cette étude a permis de mieux comprendre le rôle et l'importance de la rareté dans le fonctionnement des écosystèmes.

# Contribution of catastrophic events to stochasticity of the recruitment process: an application to Atlantic Salmon

Lebot Clément<sup>1a</sup>, Arago Marie-Andrée<sup>2</sup>, Beaulaton Laurent<sup>2</sup>, Germis Gaëlle<sup>3</sup>, Nevoux Marie<sup>1b</sup>, Rivot Etienne<sup>1b</sup>, Prévost Etienne<sup>1a</sup>

1 Institut National de la Recherche Agronomique (INRA),

a UMR EcoBiop, Route départementale D918, 64 310 Saint-Pée sur Nivelle, France.

b UMR ESE, 65 Rue de Saint-Brieux, 35 000 Rennes, France.

2. Agence Française pour la Biodiversité (AFB), Pôle Gest' aqua, 65 Rue de Saint-Brieux, 35 000 Rennes, France.

3. Bretagne Grands Migrateurs (BGM), 9 Rue Louis Kerautret Botmel, 35 000 Rennes, France

“Catastrophic” events are one of the major threats to the conservation of populations, yet rarely considered in population models. We propose a mixture distribution for taking account of “catastrophic” events in environmental stochasticity. The mixture results from the combination of two distributions. A regular distribution, representing the most frequent regime of random process error and a “catastrophic” distribution, representing the random process error for rare events with strong negative effects on populations. A Bernoulli draw with a catastrophe probability indicates whether the process error associated to a given event results from the regular or the “catastrophic” distribution. The mixture distribution modelling is applied to the recruitment process of Atlantic salmon (*Salmo Salar*) which fishery scientists rely on to provide management advice. Stock-recruitment (SR) relationships, relating the number of eggs produced by pre-spawning females (stock) to the abundance of the resulting young-of-the-year juveniles (recruitment) are adjusted for the 18 main salmon populations of Brittany (France). A Bayesian hierarchical model, based on a Beverton-Holt type relationship is used for the joint analysis of all populations.

We estimate the probability of a catastrophe at 10%, that is, a catastrophic recruitment occurs one year out of ten whatever the population. During a catastrophic event, recruitment is estimated to be reduced by two thirds on average. The mixture distribution provides a better fit to the data than standard single lognormal distribution: to account for catastrophic events the latter assumes relatively high probability of extreme positive error that are never observed. Our approach constitutes an additional step toward a better accounting of uncertainty as recommended in the precautionary approach adopted by the North Atlantic Salmon Conservation Organization (NASCO) for the management of Atlantic salmon populations.

# Temporal trends and drivers of sardine growth and condition in the Bay of Biscay between 2003 and 2016

M. Véron<sup>a</sup>, E. Duhamel<sup>a</sup>, M. Bertignac<sup>b</sup>, L. Pawlowski<sup>a</sup>, M. Huret<sup>b</sup>

a- Ifremer, Laboratoire de Technologie et de Biologie Halieutique, Lorient, France

b- Ifremer, Laboratoire de Biologie Halieutique, Brest, France

In the Bay of Biscay, mean body length and weight of sardines have been decreasing since the early 2000s and may lead to severe impacts on the fishing and industry sector. These trends have no apparent link with the fishing pressure, although the latter has been increasing since the late 2000s. As part of an effort to develop suitable assessment and management tools for this stock, we investigate the life-history traits of this species and analyze its seasonal and interannual variations. Based on 14 years of morphometric data from both scientific surveys and professional samples, we analyzed sardine body condition variability and its responses to environmental changes. First, Generalized Additive Models revealed an age-sex specific decreasing trend in body length over the study period with most of the variability explained by the age-class while body condition exhibited an age-class specific decreasing trend. Second, Linear Mixed Effect models showed a strong seasonality with a maximal condition during the third quarter regardless the age-class, after the spawning period and the productive planktonic season. Sardine body condition exhibited an age quadratic effect with a maximal condition observed for individuals of age-class 3. Overall, annual trends in condition-at-age showed remarkable coherence with a significant decrease since 2007 for all age-classes suggesting that factors influencing body condition operate at the population level. The shift in sardine body condition towards lower values broke down into three periods with a high dependence on chlorophyll *a* and sea surface temperature. Those changes may have a long term negative effect with a decrease in body length and important changes in phenology (length-at-first maturity, spawning ogives) finally impacting sardine population dynamics in the Bay of Biscay.

**Keywords:** Relative condition factor, Growth, Decadal trends, Environmental effect, Life history traits, *Sardina pilchardus*, Bay of Biscay

# Un modèle bioénergétique pour étudier la croissance et la survie du bar sur la zone Manche-Golfe de Gascogne

Dambrine Chloé<sup>1</sup>, Huret Martin<sup>1</sup>, Woillez Mathieu<sup>1</sup>, Pecquerie Laure<sup>2</sup>, Lopez Romain<sup>1</sup>, de Pontual Hélène<sup>1</sup>

1- Ifremer, Laboratoire de Biologie Halieutique, Unité de Sciences et Techniques Halieutiques, Centre Ifremer Bretagne, ZI de la Pointe du Diable – CS 10070, 29280 Plouzané, France

2- IRD, Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, Institut Universitaire Européen de la Mer, Technopole Brest-Iroise, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, France

Le bar est une espèce d'importance en Europe que ce soit économiquement ou écologiquement parlant. Depuis 2013, le CIEM alerte sur l'état du stock Nord (divisions IVb–c et VIIa, d–h) qui souffre d'une série de mauvais recrutements associée à une surpêche. Des mesures limitant la pêche ont été prises depuis 2015 pour autant il est toujours difficile de statuer sur les raisons de cette diminution de biomasse étant donné que le cycle de vie du bar reste mal connu. En s'interrogeant sur l'impact de la nourriture et de la température sur la croissance et la survie du bar, nous avons développé un modèle bioénergétique suivant la théorie « Dynamic Energy Budget ». Le modèle a été construit de sorte qu'il puisse s'appliquer sur la zone Manche - Golfe de Gascogne et pour l'ensemble du cycle de vie du bar. La calibration s'est appuyée sur des jeux de données de taille et poids aux âges provenant de l'aquaculture pour les plus jeunes stades de vie et de l'environnement naturel pour les stades juvéniles et adultes. Nous avons étudié l'impact des faibles températures et du jeun sur la survie des œufs et des larves qui pourraient expliquer, en partie, ces dernières années de mauvais recrutements. Les jeunes bars semblent être assez bien adaptés à ces conditions de l'environnement. Ce travail a également permis d'estimer la quantité de nourriture disponible pour les bars en Manche et dans le Golfe de Gascogne. En couplant cette information à des moyennes journalières de température par zones, il a été possible d'évaluer les différences de croissance du bar. Finalement, ce modèle a pour but d'être couplé à un modèle individu centré (IBM) pour étudier la connectivité entre les zones de pontes et les nourriceries.

**Mots clés :** *Dicentrarchus labrax*, Dynamic Energy Budget, Croissance, Survie, Manche, Golfe de Gascogne

# Les pêcheries artisanales sénégalaises à l'épreuve de la durabilité : cogestion et dynamiques participatives

El hadj Bara Dème<sup>1,2</sup>, Daniel Ricard<sup>1</sup>, Patrice Brehmer<sup>2</sup>

1- Université Clermont Auvergne (UCA), UMR Territoires (UCA, AgroParistech, Irstea, Inra, VetAgro Sup), MSH, 4 rue Ledru, 63057 Clermont-Ferrand, Clermont-Ferrand, France

2- Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Délégation Régionale France Ouest, UMR 195 Lemar (UBO, CNRS, IRD, IFREMER), 29280, Plouzané, France

La pêche sénégalaise est confrontée, ces trente dernières années, à de profondes difficultés en raison d'une surexploitation des ressources halieutiques et d'une crise généralisée des pêcheries liées à une croissance incontrôlée de la pêche artisanale. Dans ce contexte difficile, Le gouvernement du Sénégal a procédé à une profonde réforme de la pêche artisanale, faisant apparaître de nouvelles dynamiques de gestion des pêcheries visant la préservation et l'exploitation durable des ressources. Cette approche nouvelle, en opposition au modèle antérieur de gouvernance centralisée productiviste, s'appuie sur une organisation décentralisée par le biais de Conseils Locaux de Pêche Artisanale (CLPA). Ce renouvellement structurel aura ainsi contribué à élargir l'espace de décision et de planification des politiques publiques de pêche. Résolument adoptée comme modèle de gouvernance des pêcheries artisanales, la mise en œuvre de la cogestion bénéficie du soutien financier et technique de divers bailleurs de fonds. Cet accompagnement a permis aux CLPA de se positionner comme des espaces de construction d'initiatives bioécologiques et socioéconomiques nouvelles visant à restaurer les ressources et développer les pêcheries. Cette communication orale s'inscrit sur le thème de l'appel à communication en lien avec la thématique « *Socio- écosystème et gouvernance* ». Elle insistera sur la caractérisation de l'approche de cogestion et sa mise en œuvre au Sénégal (cadre contextuel), pour en venir à apprécier ces potentialités et limites à travers la décomposition de trois dimensions d'analyse structurantes à la cogestion : la dimension organisationnelle, socioéconomique et bioécologique. Et enfin, en se plaçant dans une logique de « recherche action » et en adoptant une démarche prospective/participative, deux scénarios prospectifs (optimiste et pessimiste) du système de cogestion permettent d'appréhender le ressenti des acteurs de la pêche quant au devenir des CLPA. Une telle démarche a permis d'entamer une réflexion sur de nouvelles orientations et stratégies susceptibles d'améliorer le système global de cogestion des pêcheries artisanales sénégalaises.

**Mots clefs :** cogestion, dynamiques participatives, développement durable, recherche-action, approche prospective, Sénégal

# Designing more sustainable science-based management plans in the Celtic Sea with Real-Time Incentives

**Audric Vigier<sup>1</sup>, Debbi Pedreschi<sup>2</sup>, Hannes Höffle<sup>1,3</sup>, François Bastardie<sup>4</sup>, Sarah B.M. Kraak<sup>5</sup>, Amos Barkai<sup>6</sup>, David G. Reid<sup>2</sup>, Keith D. Farnsworth<sup>1</sup>**

1- Queen's University Belfast, School of Biological Sciences, Chlorine Gardens, BT9 5DJ, Belfast, United Kingdom

2- Marine Institute, Rinville, Oranmore, Co. Galway, H91 R673, Ireland

3- Havforskningsinstituttet, Stasjon Tromsø, Framsenteret, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø, Norway

4- DTU Aqua, Kemitorvet, DK-2900 Kgs. Lyngby, Denmark

5- Thünen Institute of Baltic Sea Fisheries, Alter Hafen Süd 2, 18069 Rostock, Germany

6- OLSPS Marine, Silvermine House, Steenberg Office Park, Tokai, Cape Town, South Africa.

Fisheries management has become notoriously complicated and difficult to apply fairly across multiple sectors and interest groups. Recently the issue of choke species stopping fishing under quota management with the landings obligation has highlighted the need for more precise management accounting for location, time, species and gears.

Real-Time Incentive (RTI) has been proposed as a solution to these issues. RTI allocates credit points to fishers that they spend to fish in specific areas and periods according to frequently updated tariff maps. Adhering to credit limits becomes the single enforced management rule. By fully substituting a quota management, RTI limits the choke species risk. Using gear-specific tariff maps fishers are guided towards more sustainable fishing. Tariff maps are based on fine scale data describing species and fisheries dynamics, landings per unit of effort estimates based on vessel monitoring systems data, and management objectives priorities.

We are preparing for an implementation of RTI with a Management Strategy Evaluation (MSE) for the Celtic Sea. We collected data on catch, effort, survey estimates, environmental variables, and are conducting surveys with stakeholders. Secondly, an operating model of the fishery is being developed. The population dynamics is captured by a spatially resolved size-spectrum model for the 24 main species of commercial and ecological interest. The fleets dynamics is captured by the agent-based DISPLACE model, describing métiers and fishers behaviour at a very fine spatio-temporal scale. The MSE framework will be built iteratively with the stakeholders to assess the performance of a suite of scenarios intending to maintain maximum sustainable yield for all commercial fisheries, under EU Common Fisheries Policy and Marine Strategy Framework Directive requirements.

# The impact of price variations on seafood consumption on the sustainability of fisheries

**Sterenn Lucas – UMR SMART-LERECO INRA- AGROCAMPUS OUEST**

**Louis-Georges Soler – Aliss INRA**

**Xavier Irz – Luke**

**Didier Gascuel – UMR ESE INRA-AGROCAMPUS OUEST**

**Joël Aubin – UMR SAS INRA-AO**

**Thomas Cloâtre – Comité national des pêches maritimes et des élevages marins**

Concerns over the environmental impact of seafood consumption are rising among consumers and public authorities. Previous research has established the lower impact of seafood-based diets compared to meat-based diets, but little is known about the impact of substitutions within the seafood category, which is however a major challenge for the future sustainability of fisheries and aquaculture productions. Thus, we merged consumption data for species with environmental indicators: primary production required (PPR) by fish production, mean maximum length (MML) of consumed fishes, process (farmed; type of gear) and origin (France, EU, outside EU). Elasticities of demand for seafood in France were estimated and used to calibrate a model of adjustment in seafood consumption to variations in price or expenditure. We simulate four scenarios: an increase in seafood expenditure, and increases in the prices of salmon and small pelagic (SP), and decrease in the price of monkfish. A decrease in PPR, MML, percentage of towed gears and percentage of import improves fisheries sustainability. Higher seafood expenditure raises PPR as well as MML, and affects positively the share of fish consumption originating from France and the EU. An increase in price, for salmon and SP, decreases the average PPR and has no impact on the consumption share of aquaculture. MML decreases from rises in salmon price, but increases when the price of SP increases or the price of monkfish decreases. The percentage of fish from towed gears increases with salmon prices (coupled with an increase in the share of bottom-towed) but decreases with the price of SP (despite an increase in the share of bottom-towed). With regard to origin, higher salmon prices play in favor of seafood from France, while it is production from outside EU that benefits when the price of SP increases. Monkfish prices variation does not affect origin of seafood. This preliminary work suggests that marked prices have a significant impact on fisheries sustainability.

# Première évaluation du potentiel de production halieutique des eaux de la Zone Economique Exclusive française en 2050

Sarah Garric, Youen Vermard, Hubert du Pontavice, Martin Huret, Didier Gascuel, Gwenael Allain, Mathieu Doray

L'objectif des Nations Unies pour le développement durable de l'Océan (ODD14) a pour but de restaurer durablement la santé et la productivité des écosystèmes marins soumis à de multiples pressions anthropiques, et notamment au dérèglement du climat, à la surpêche, à la pollution et à la destruction des habitats.

Les modèles et scénarios prospectifs permettent d'informer le public et les décideurs sur les trajectoires possibles de nos sociétés, dans le contexte du changement global. Des scénarios d'évolution de l'approvisionnement en nourriture et autres produits issus de l'agriculture et de la sylviculture ont ainsi été proposés à l'échelle mondiale ou française.

Les produits de la mer sont quasi-absents de ces scénarios, alors même qu'ils constituent un apport protéique et lipidique aux propriétés nutritionnelles intéressantes (acide gras insaturés), tout en ayant une empreinte écologique faible, sous certaines contraintes de gestion durable. Un scénario pour une pêche et une aquaculture durable en France à l'horizon 2050 nécessiterait d'envisager le potentiel de production halieutique des eaux françaises à cette échéance ainsi que les potentielles évolutions du climat.

Nous présentons une première estimation du potentiel de production halieutique dans la Zone Economique Exclusive (ZEE) française en 2050, à partir des données disponibles sur les principales populations marines exploitées dans cette zone. L'impact du dérèglement climatique sur le potentiel de production halieutique de la ZEE française a été évalué à partir de la littérature et d'un modèle trophique EcoTroph appliqué à la ZEE française, forcé par différents scénarios d'évolution du climat. Cette première estimation du futur potentiel halieutique des eaux françaises est mise en perspective dans le contexte du scénario national d'approvisionnement alimentaire durable Afterres2050. Les spécificités, l'importance quantitative et qualitative, et les trajectoires potentielles de la filière produits de la mer française sont ainsi discutées dans le contexte des changements globaux.

# Les initiatives locales de cogestion dans la pêche artisanale sénégalaise: un jeu de dupe dans la gouvernance locale des ressources halieutiques

Adama Mbaye<sup>1</sup> Marie-Christine Cormier-Salem<sup>2</sup>

1- Sociologue, chargé de recherche, Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye ((ISRA/CRODT)), BP 2241, Dakar, Sénégal. Email : ambayeskr@yahoo.fr Tel : +221 77 656 57 83

2- DR IRD en sciences sociales (géographie, écologie politique), UMR PALOC IRD/MNHN, Sorbonne Université, CP 026, 57 rue Cuvier 75231 Paris cedex 05

Dans les régions de la Casamance et du Saloum, les résultats de la recherche ont mis en évidence le manque de sélectivité d'un certain nombre d'engins de pêche ciblant la crevette, tels le filet maillant dérivant de surface (*féfé-félé*) et le filet trainant (*Killi*) qui capturent en majorité les juvéniles de crevettes sur de faibles profondeurs (les bords des chenaux ?), où a lieu leur croissance. La recherche a ainsi recommandé une réglementation de ces engins notamment une augmentation de la taille des mailles des filets jusqu'à 14 mm de côté pour une plus grande sélectivité et parallèlement une limitation du moule à 150 individus. Elle a en outre proposé une période de repos biologique, durant laquelle les crevettes sont de petites tailles, et leur interdiction de capture dans certaines zones. Afin de contourner les mesures réglementaires proposées, dans certains villages de ces deux régions, les pêcheurs ont proposé, avec l'appui de programmes et projets, des initiatives locales de cogestion portant sur l'arrêt de la pêche limité à certains jours du mois lunaire dans le Saloum et à certaines périodes de l'année en Casamance. Les travaux de recherche ont montré que les périodes d'arrêt de pêche proposées par les pêcheurs correspondent aux périodes où l'activité de pêche n'est pas du tout rentable, du fait de l'inaccessibilité des lieux de pêche propices ou de la raréfaction de la ressource. Dans ce contexte, les programmes et projets revendiquent une réussite de leurs activités alors que l'administration des pêches se targue d'avoir des communautés soucieuses de la gestion durable des ressources halieutiques à travers les initiatives locales. A cet effet, cette communication analyse le jeu de dupe entre populations locales, projets/programmes et administration des pêches et en montre les effets pervers en termes de gouvernance durable de la pêche.

**Mots-clefs** : Cogestion-initiatives locales-pêche artisanale-Saloum-Casamance-Sénégal.

# Évaluation de stratégies de gestion pour la métapopulation de Sole de Manche-est : Approches de gestion sous incertitude

Baptiste Alglave, Sigrid Lehuta, Sophie Leforestier, Youen Vermard

IFREMER, Unité EMH

La sole de Manche-est est actuellement considérée d'un point de vue règlementaire comme un unique stock géré par un quota et une taille minimum de débarquement. Cependant plusieurs indices suggèrent des échanges très limités aux stades larvaires et adultes et des vitesses de croissance différentes entre les poissons de trois sous-régions de Manche-est : la côte française Nord-Est, la côte française Sud-Ouest et la côte anglaise. Les patrons d'exploitation diffèrent également grandement entre les trois sous-régions avec des tailles de maille et des efforts contrastés, laissant craindre une possible surexploitation à l'échelle locale.

Pour évaluer le risque de surexploitation, le modèle ISIS-Fish a été paramétré et calibré pour un éventail de configurations de la population allant de l'hypothèse d'un unique stock présentant des échanges plus ou moins importants entre zones, à celle de trois stocks indépendants. Le modèle a été utilisé pour simuler la dynamique de la population et des flottilles en appliquant le système de gestion actuel (1 TAC pour l'ensemble de la zone 7.d) sous les différentes hypothèses de structure de la population.

L'évolution de la biomasse, des captures et de la mortalité par pêche obtenues à partir du modèle permettent d'illustrer les effets possibles de ce système de gestion selon le degré de connectivité de la population. Si ce travail pose des hypothèses fortes sur la dynamique de la population et d'exploitation de la sole, il propose un support à la discussion et va dans le sens d'une prise en compte des incertitudes liées à la structure de la population dans l'évaluation et la gestion du stock. Le modèle pourra également être utilisé pour évaluer la robustesse de mesures de gestion alternatives (TAC spatialisés, modification de taille de mailles, fermetures saisonnières) à l'incertitude sur la structure de la population.

**Mots clés :** Écologie halieutique, Modélisation halieutique, Évaluation de stratégies de gestion, Incertitudes

# Fish behavior facing selective device in a bottom trawl: factor contributing to escape

Marianne Robert, Aurore Cortay, Marie Morfin, Fabien Morandeau, Benoit Vincent

Knowledge of fish behavior is crucial to be able to influence capture process and catch species composition and depends upon the behavior of the target species. However little research are focusing on characterizing fish behavior in fishing gears. In this study, a video camera system VECOC (Video Embarquée de Contrôle et d'Observation de Chalut) was inserted before a selective device known to increase escape and improve selectivity of gadoids (a square mesh cylinder with a nominal stretched-mesh size of 100 mm in the extension). The description of fish behavior was made using BORIS (Behavioral Observation Research Interactive Software). Each fish entering the camera shot was identified (species) and individually follow until it disappears from the shot. Behavior was described using position, orientation, speed and actions. In order to describe escapement behavior two metrics were recorded: the escape attempt and the success/failure of this attempt. We used a parametric Weibull mixture model to describe the process of escape attempts through time, test effect of covariates and predict the probability that a fish attempt to escape. This framework allow us to account for right censored individuals and variable observation periods between individuals. Effects of covariate on the probability of success knowing attempt was investigated using binomial glm models. Comparison of models fits indicate that i) the probability of escape attempt is stationary and constant over time (shape parameter estimated at 1); ii) the mean time before attempting to escape increase with the increasing number of tentative and iii) more that 80% of the gadoids will try to escape thought the top of the net. The probability of success is constant over time and estimated around 18%. Results are discussed in the light of the literature and potential external drivers that can influence escape behavior.

# Variabilité des points de référence pour la pêche pour des espèces en interaction et soumises au réchauffement climatique

Morgane Travers-Trolet, Youen Vermard, Mathieu Genu, Pierre Bourdaud

In Europe, efforts towards an ecosystem approach of fisheries have led to the exploration of multispecies Maximum Sustainable Yield (MSY) or pretty good yield concepts, but so far management is still using mono-specific reference points. In parallel, climate warming is already affecting marine ecosystems and its impacts will probably increase in the future. Climate-induced change on the ecosystem will affect fish stocks directly or indirectly, but it might also change the optimized level of catch expected from these stocks and their relative fishing pressure. Here we propose to explore the level of variability of MSY reference points for interacting species under climate change by using the multispecies individual-based OSMOSE model applied to the Eastern English Channel. This spatial model assumes a size-based opportunistic predation between individuals and represents the entire life cycle of 14 species of fish. Additionally to the simulation of the Eastern English Channel ecosystem during a recent period (2000-2009), the model has been used to assess the ecosystem state for the 2040-2050 period, using two contrasted climate change scenarios (RCP 4.5 and RCP 8.5). A monospecific MSY estimation routine is performed by varying the fishing mortality applied to each species independently. Estimation of these reference points is realized for the recent period and for both future scenarios. The simulated evolution of these monospecific reference points is compared across species in order to emphasize some commonalities, notably in relation to their current exploitation status. Comparison between the two contrasted RCP scenarios also shows the non-linearity of the response. Finally, total yield supported by the system is also assessed in order to quantify how climate change may affect future yield. Using a flexible multispecies model based on predation interactions allows exploring the effects of climate change on the ecosystem and on the fishing activity depending on it.

# Assessing the environmental control on shad reproduction: case of temperature, discharge and day-length in a global warming scenario

Alexis Paumier, Julien Bo  , Hilaire Drouineau et Patrick Lambert

Diadromous fish, which migrate between ocean and river to fulfill their life cycle, are facing multiple anthropogenic pressures resulting in a global decline of these species. Despite this well-documented decline, the potential disruptive force of global warming has not been fully considered. Modeling habitat features of species is a rising subject in ecology. Ecological Niche Modeling (ENM) provides probability of presence according to environmental factors. An alternative way of the commonest uses of ENM is to focus on a specific population process rather than the mere presence. Here, we modeled the spawning probability related to environmental factors for an anadromous fish, the Allis shad (*Alosa alosa*) in the Garonne basin. Only environmental factors that are likely to be perceived by shad are considered. A Boosted Regression Trees (BRT) was used to model spawning probability by coupling presence-absence records of reproductive acts with a set of 14 years of daily water temperature, water discharge and difference of day-length with the previous day. Then, the fitted model was used to predict a seasonal Habitat Suitability Index (HSI), defined as the sum of spawning probability during the spawning season, through the 21st century. The daily predicted of temperature and water discharge were based on multiple downscaled climatic models using scenarios from the International Panel of Climate Change. The results demonstrate increases of the HIS for the majority of climatic models. The impact of global warming will be discussed considering the HIS and the fitness-related outcomes.

# Toward a global decrease in biomass flow in marine food webs over the 21<sup>st</sup> century?

Hubert Du Pontavice<sup>1,2</sup>, William W. L. Cheung<sup>2</sup>, Gabriel Reygondeau<sup>2, 3</sup>, Didier Gascuel<sup>1</sup>

1- Agrocampus Ouest, UMR 985 Ecology and ecosystem health, Rennes, France

2- Nippon Foundation-Nereus Program, Institute for the Oceans and Fisheries, The University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

3- Department of Ecology and Evolutionary Biology Max Planck, Yale Center for Biodiversity Movement and Global Change, Yale University, New Haven, USA

One of the main targets of the SGD 14 is to sustainably manage and protect marine and coastal ecosystems by 2020. Yet, marine ecosystems face a tough challenge, while a recovery of fish stocks could happen quickly with effective and appropriate fisheries managements, thereforms may be undermined by the effects of climate change. These effects on marine life are already significant and should play a key role in the future, with notably a displacement of species toward the poles. That will have huge impacts on the structure and functioning of ecosystems, ultimately affecting the future of fisheries and beyond all services provided by the ocean.

We analyzed a key aspect of this issue, focusing on the impact of changes in biomass flow within the marine food webs and the resulting effects on biomass and productivity of the global ocean. We used the EcoTroph approach where the ecosystem functioning is summarized as a flow of biomass. Ecosystem is fueled by primary production or detritus recycling and, biomass propagates through the food-web from low to upper trophic levels, due to predation and ontogenic processes. Here, using climate forcing of three global circulation models, we calculate biomass and production in every 1°x1° grid cell of the global ocean, under two contrasted climate change scenarios. Based on a virtual no-fishing scenario, we especially showed that unexploited consumer biomass and production are expected to decrease by 10% and 15%, respectively, by 2100 under the business-as-usual scenario. We analyzed spatial and temporal changes and quantified the relative impact of each process determining the biomass flow in EcoTroph. We especially showed that changes in primary production should particularly affect polar ecosystems, while climate-induced reduction in transfer efficiency within marine food webs and faster biomass transfers would have more impact in tropical or temperate ecosystems.

# Spatial synchrony in the response of a long distant migratory specie (*Salmo Salar*) to climate change in the North Atlantic Ocean

Maxime Olmos<sup>1,2</sup>, Mark Payne<sup>3</sup>, Marie Nevoux<sup>1,2</sup>, Etienne Prévost<sup>2,4</sup>, Gérald Chaput<sup>5</sup>, Hubert Du Pontavice<sup>1</sup>, Jérôme Guitton<sup>1</sup>, and Etienne Rivot<sup>1,2</sup>

1- UMR ESE, Ecology and Ecosystem Health, Agrocampus Ouest, INRA, 35042 Rennes, France

2- Management of Diadromous Fish in their Environment, AFB, INRA, Agrocampus Ouest, UNIV PAU & PAYS ADOUR/E2S UPPA, Rennes, France.

3- National Institute for Aquatic Resources, Technical University of Denmark (DTU-Aqua), 2800 Kongens Lyngby, Denmark.

4- ECOBIOP, INRA, Univ. Pau & Pays Adour / E2S UPPA, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France

5- Fisheries and Oceans Canada, 343 University Avenue, Moncton, NB, E1C9B6, Canada

A challenge in understanding the response of populations to climate change is to separate out the effects of local drivers acting independently on specific populations, from the effects of global drivers that are susceptible to impact multiple populations simultaneously and synchronize their dynamics. We investigated the environmental drivers and the demographic mechanisms of the widespread decline of marine survival rate in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the North Atlantic Ocean over the last four decades. We developed a hierarchical Bayesian life cycle model to quantify the spatial synchrony in the marine survival of 13 large groups of populations (called stock units, SUs) from two continental stock groupings (CSG) in North America (NA) and Southern Europe (SE) over the period 1971-2014. We found strong coherence in the temporal variation in marine survival among the 13 SUs of NA and SE. The common trend synthesizing the temporal variation of the marine survival for the 13 SUs captures 37% of the temporal variability and declines by a factor 1.8 over the time series. Synchrony in survival is stronger within each CSG. The common trends at the scale of NA and SE capture 60% and 42% of the total variance of temporal variations, respectively. The remaining part of the variability was explained by local variations. Then we selected sea surface temperature and primary production as proxies of the variability in the marine environment. We showed that (i) temporal variations of the marine survival is mainly explained by the temporal variations of environmental conditions encountered by salmon in the common feeding areas and (ii) environmental covariates act as synchronizing agent of marine survival. Our findings support the hypothesis of a response of salmon populations to large scale bottom-up environmentally driven changes in the North Atlantic susceptible to simultaneously impact several populations reproducing in distant habitats.

Key words: Spatial covariation, climate change, stage-based life cycle model, marine survival, Atlantic salmon, environmentally driven changes, bottom-up, hierarchical Bayesian model

# The effects of climate change and the collapse of the shrimp fishery on fish communities' diversity and functions in a tropical context: the case of the continental shelf off French Guiana

Vincent Vallée, Ilan Perez, Fabian Blanchard and Maria Ching Villanueva

Ifremer Guyane, Fisheries Biodiversity Unit, UMSR LEEISA, Cayenne, French Guiana (France)

For more than two decades, describing and understanding the spatio-temporal dynamics of fish communities has been subject to increasing attention from scientists and fisheries managers. Such dynamics are crucial for ecosystem functioning and productivity which provide goods and ecosystem services. Most of the works based on fishing and climate change effects on fish communities' ecology and functions are focused mainly on temperate and boreal ecosystems. There is a lack of information concerning the adaptation capacity of the fish communities to warmer waters in tropical regions. Our study is based on datasets from surveys conducted from 1993 to 2017 using a bottom shrimp trawl between 10 and 60 m depth in a tropical continental shelf (French Guiana) which is characterized by a significant increasing of SST and a declining fishing pressure (shrimp fishery by bottom trawl). We analyzed the fish communities' taxonomic and functional diversities since the last 25 years and most of computed indices showed significant increases for both diversities. Moreover, we also observed an increase in the abundance of larger species in recent years certainly due to the collapse of the fishing pressure. However, this restructuration happened in a changing environment characterized by an increase of the sea surface temperature of 1°C. Thus, a tropicalization of fish communities was highlighted by a progressive dominance of tropical species against subtropical species since the early nineties. Subtropical species occurring at the upper limit of their thermal range are disfavored with warming waters provoking local extinction and potential changes in the fish communities' structure. The consequences of such alterations observed so far and expected for the coming years are discussed.

# A spatial and temporal trophic model to analyze fishing and climate change impacts in the Celtic Sea ecosystem

HERNVANN Pierre-Yves<sup>1,2</sup>, GASCUEL Didier<sup>2</sup>, ROBERT Marianne<sup>1</sup>, KOPP Dorothée<sup>1</sup>, GRÜSS Arnaud<sup>3</sup>, DU PONTAVICE Hubert<sup>2,4</sup>, PIRODDI Chiara<sup>5</sup>, DRUON Jean-Noël<sup>5</sup>

1- IFREMER, Laboratory for Fisheries Technologies and Fish Biology, 8 rue François Toullec, CS 60012, 56100 Lorient, France.

2- Agrocampus Ouest, UMR 985 Ecology and ecosystem health, Rennes, France.

3- Department of Marine Biology and Ecology, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Washington, Seattle, USA.

4- Nippon Foundation-Nereus Program, Institute for the Oceans and Fisheries, The University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada.

5- Directorate D—Sustainable Resource, Unit D.02 Water and Marine Resources, European Commission Joint Research Centre, Ispra, Italy

Managing fishing impacts and their propagation to the entire food-webs is crucial to ensure the sustainable exploitation of marine ecosystems. Nonetheless, sustainable fisheries also depend on additional human pressures and especially on climate change, which is likely to affect marine species productivity and distribution, hence spatial co-occurrence of predators and preys. In order to understand how fishing and climate change impacted the Celtic Sea ecosystem over the 1985-2016 period and interacted together, we developed a trophic model (Ecopath with Ecosim and Ecospace) both temporally and spatially dynamic. This model was fed with a wide diversity of information on environmental response of all trophic levels. Satellite-derived information was used to determine fluctuations in primary production (PP) and zooplankton habitat. Functional responses of fish compartments to environmental variables such as temperature, salinity, and oxygen concentration (both at the surface and the bottom) were characterized from presence-absence data issued from fisheries-independent surveys. Driven by time-series of fishing effort, PP, suitability of zooplankton habitat and environmental variables, the temporal component of the model (Ecosim) was fitted on observed data of abundance and catches. For specific years, characterized by contrasted environmental conditions, spatial versions of the model (Ecospace) were built to predict biomass distribution of all the ecosystem compartments. Our results highlight that fishing triggered main observed changes in the Celtic Sea. The temporal fit improvement after integration of environmental variability suggests that PP controls the pelagic production and that temperature influences the productivity of compartments of various trophic level. Additionally, substantial changes in the spatial distribution of targeted species were stressed out. Used in a predictive way and basing on IPCC projections, the trophic model was used to investigate how ongoing changes in these parameters could impact fisheries sustainability in the near future.

**Keywords:** Marine food-web, Species distribution, Ecological-niche model, Ecosystem modelling, Climate change, Fishing impact, Ecopath with Ecosim, Ecospace

# Scénarios de biodiversité en Méditerranée : Projetons-nous en 2100 !

Moullec F.<sup>1</sup>, Barrier N.<sup>2</sup>, Guilhaumon F.<sup>1</sup>, Somot S.<sup>3</sup>, Ulses C.<sup>4</sup>, Velez L.<sup>1</sup> & Shin Y.-J.<sup>1</sup>

1- MARBEC, IRD, Ifremer, CNRS, Univ. Montpellier, Montpellier, France

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

3- Météo France/CNRM, Toulouse, France

4- Laboratoire d'Aérodynamique, Université de Toulouse, CNRS, UPS, Toulouse, France

La Méditerranée représente l'un des plus grands réservoirs de biodiversité à l'échelle mondiale. Plus qu'un point chaud de biodiversité, celle-ci se transforme progressivement en un point chaud du changement global sous les effets combinés de la surexploitation des ressources marines et du changement climatique. Pour être en mesure d'émettre des avis scientifiques sur la stratégie à adopter pour une gestion écosystémique des ressources à l'échelle du bassin méditerranéen et anticiper les futurs possibles de la biodiversité marine, il existe un véritable défi scientifique à développer nos capacités de représentation explicite des dynamiques spatiales multi spécifiques sous l'influence combinée de la variabilité climatique et de la pression de pêche.

Un modèle End-to-End, OSMOSE-MED, s'appuyant sur le couplage d'un modèle de hauts niveaux trophiques OSMOSE à des modèles de physique et de biogéochimie NEMOMED12 et ECO3M-S, a été développé puis utilisé pour projeter les conséquences du changement climatique (RCP8.5) sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème méditerranéen. Les projections mettent en évidence une augmentation globale de la biomasse et des captures, respectivement de 22 et 7% d'ici la fin du siècle. Néanmoins ces augmentations ne sont pas homogènes spatialement et des différences inter-espèces marquées apparaissent. Les espèces gagnantes seraient principalement les espèces pélagiques, thermophiles et/ou exotiques, de plus petite taille et de plus bas niveaux trophiques tandis que les espèces perdantes pourraient pâtir d'un décalage spatial avec des proies potentielles à la suite d'une contraction ou d'un déplacement de leur aire de répartition géographique. L'ensemble des changements projetés tend à suggérer une réorganisation de la structure et du fonctionnement écosystémique de la Méditerranée, rendant les ressources halieutiques et les écosystèmes d'avantage soumis au processus "bottom-up".

Dans ce contexte, des scénarios de pêche impliquant des changements de mortalité par pêche et de sélectivité ont été implémentés. Un ensemble d'indicateurs trophiques et d'indicateurs basés sur la taille est utilisé pour évaluer les effets écosystémiques de mesures de gestion dans un contexte de changement climatique. Seules une plus grande sélectivité et une réduction significative de la mortalité par pêche pourraient compenser les impacts trophiques induits par l'évolution du climat.

**Mots clés :** Pêche, changement climatique, mer Méditerranée, modèle end-to-end, Osmose

# Climate change in the Bay of Biscay: southern invasions could have more impacts on biodiversity spatial pattern than local extinctions

Le Marchand M.<sup>1 2</sup>, Hattab T.<sup>3</sup>, Niquil N.<sup>4</sup>, Le Loc'h F.<sup>2</sup> and Ben Rais Lasram F.<sup>5</sup>

1- France Energies Marines, 525 avenue Alexis de Rochon, 29280 Plouzané, FRANCE

2- UMR LEMAR, UBO, CNRS, IRD, Ifremer rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, FRANCE

3- MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD Sète, avenue Jean Monet, Sète, FRANCE

4- Université de Caen, UMR BOREA, CS 14032, 14000 Caen, FRANCE

5- Université Littoral Côte d'Opale, Université Lille, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, France

Species suitable habitats are shifting under climate. A flourishing literature has highlighted the tropicalisation of marine communities as a consequence of the arrival of southern thermophilic species in different ecosystems throughout the world. Future assemblages will be driven by both the movements of local species and poleward invasions. In order to evaluate the impacts of climate change on fish and cephalopod communities in the Bay of Biscay, we used a new methodological framework combining the hierarchical filters approach (global scale Bioclimatic Envelop Model and local scale Habitat Model), generation of pseudo absences and consideration of the third dimension of depth. We considered two IPCC scenarios (RCP2.6 and RCP8.5) and two periods (2041-2050 and 2091-2100). Results consist in future potential suitable habitats for the 163 considered species as well as in future arrivals of southern species. We aggregated these results to map changes in species richness. Results revealed that coastal areas would undergo the highest species richness loss and project a variable extinction rate of Bay of Biscay species, depending on their habitat (benthic, demersal, benthopelagic or pelagic). In addition, a high rate of southern species invasions is expected. Assessment of the species spatial turnover and based on Baselga equation showed that changes in assemblage composition are driven by both replacement and nestedness. This could lead to a major reorganization of trophic networks and may alter socio-economic components.

**Keywords:** global warming, ecological niche model, habitat model, hierarchical filters, species turnover, species distribution

# Modifications de la distribution des petits pélagiques induites par le changement global

Alexandre Schickele, Patrice Francour et Virginie Raybaud

La prédiction de potentiels changements de distribution d'espèce dans le cadre du dérèglement climatique est devenue un enjeu majeur pour l'exploitation durable des ressources marines. Notre étude s'intéresse plus particulièrement aux conséquences du changement climatique sur la distribution des petits pélagiques (PP), qui sont les espèces les plus exploitées en Europe. Les modèles de distribution d'espèces ont été développés et activement utilisés pour ce type de prédictions durant les deux dernières décennies.

Cependant, aucun cadre de modélisation standardisé traitant de la calibration et de l'évaluation de ces modèles n'existe actuellement. Pour cela, nous avons développé une procédure complète et compréhensible, basée sur plusieurs avancées récentes concernant ces modèles, permettant une meilleure considération des biais d'échantillonnages et améliorant la qualité des modèles. Nos résultats ont montré l'importance de la température de surface (moyenne annuelle et variabilité) comme facteur majeur expliquant la distribution observée et future des PPs. Indépendamment du scénario d'émission futur, les modèles convergent vers une diminution de la probabilité de présence des PPs en Méditerranée. Enfin, dans le cas d'un scénario pessimiste comme RCP8.5, l'Adriatique et le Golfe du Lion seraient les dernières régions présentant un environnement favorable pour ces espèces en Méditerranée.

# Calibration de modèles ISIS-Fish pour la pêcherie de sole de Manche Est par la mise en oeuvre d'un algorithme d'optimisation

Sophie Leforestier, Stéphanie Mahévas, Sigrid Lehuta

Ifremer, Centre de Nantes

La sole commune (*Solea solea*) fait partie des espèces commerciales majeures de la Manche Est. Un des axes du projet FFP SMAC est dédié à l'étude de la structure spatiale de ce stock, jusque-là considéré comme une population unique et homogène dans l'évaluation de stock faite par le CIEM. Pourtant, de précédentes études suggèrent l'existence de trois sous-populations faiblement connectées constituant ce stock. L'amélioration des connaissances sur la structuration spatiale du stock de sole en Manche Est représente un enjeu majeur pour sa gestion.

Dans ce contexte, le modèle ISIS-Fish a été paramétré de manière à représenter trois hypothèses alternatives de structure du stock, allant de l'hypothèse d'une unique population présentant des échanges plus ou moins importants entre zones, à celle de trois populations indépendantes. L'objectif de cette étude est de calibrer ces modèles alternatifs afin d'identifier laquelle de ces trois hypothèses de structure est la plus à même de reproduire les données observées, et ainsi possiblement la plus crédible.

Les modèles sont calibrés sur les données annuelles de capture par âge. La calibration est réalisée en utilisant un algorithme génétique évolutionnaire (AHR-ES) *via* la librairie R Calibrar (Oliveros-Ramos, 2016). Cette méthode d'optimisation itérative s'inspire des processus de l'évolution biologique (sélection, recombinaison et mutation) pour minimiser une fonction objectif afin de déterminer la meilleure combinaison de valeurs des paramètres du modèle ISIS-Fish. Cette fonction d'objectif est un critère mesurant les écarts entre les captures observées et simulées par le modèle.

La première étape de ce travail a consisté à coupler la librairie avec le modèle ISIS-Fish. Une phase d'exploration a ensuite été menée pour identifier une fonction d'objectif pertinente pour réaliser la calibration des trois modèles alternatifs. La qualité des calibrations est évaluée au travers de différents indicateurs de mesure de performance des modèles et une fois validés, les résultats de calibration sont utilisés pour répondre à la question écologique concernant la structuration spatiale du stock en classant les différentes hypothèses pour retenir la plus vraisemblable.

# Étude par acoustique large bande de la composition et de la distribution spatiale de couches diffusantes denses du golfe de Gascogne

Blanluet Arthur, Doray Mathieu, Romagnan Jean-Baptiste, Berger Laurent, Petitgas Pierre

Les compartiments intermédiaires de l'écosystème pélagique (du mésozooplancton au micronecton) transfèrent l'énergie et la matière organique entre les producteurs primaires et un certain nombre d'espèces commerciales (anchois, sardines...). Certains de ces organismes produiraient des « couches diffusantes » (Sound Scattering Layers, SSLs) observées sur une large gamme d'échelles spatio-temporelles et de zones géographiques. Néanmoins, la composition taxonomique des SSLs reste encore en grande partie inconnue. Dans nos travaux, nous avons tenté de décrire la composition et la répartition de SSLs denses observées dans le golfe de Gascogne (GdG) au printemps à plusieurs échelles spatiales, en utilisant l'acoustique large bande, des filets et des outils vidéo. Nous avons pu, dans un premier temps, caractériser la composition de certaines SSLs observées au printemps 2016 dans une petite zone du GdG, en comparant la réponse acoustique large bande mesurée *in situ* aux prédictions de modèles de réflecteurs acoustiques paramétrées à l'aide des données d'échantillonnages biologiques. Dans un deuxième temps, nous avons appliqué des méthodes de classification non supervisée et une analyse discriminante supervisée pour estimer l'extension spatiale des couches d'intérêt détecté à petite échelle. Nous avons déterminé que les réflecteurs dominant la réponse acoustique aux basses fréquences (18-150 kHz) étaient notamment composés de siphonophores porteurs d'inclusions gazeuses, et que ces organismes étaient distribués sur une large aire géographique dans le nord du golfe de Gascogne au printemps 2016. Ces résultats suggèrent que les siphonophores pourraient être plus abondants et donc présenter une fonction écologique plus importante dans les écosystèmes eutrophes que ce qui avait été suspecté jusqu'ici.

# Low connectivity in a nursery-dependent fish metapopulation revealed by modeling mark-recapture data may hide seasonal variability of movements.

J.-B. Lecomte<sup>a</sup>, H. Baillif<sup>a</sup>, Y. Vermard<sup>b</sup>, E. Hunter<sup>c</sup>, M. Nevoux<sup>a</sup>, E. Réveillac<sup>a</sup>, O. Le Pape<sup>a</sup>, E. Rivot<sup>a</sup>

a- Research Unit Ecology and Ecosystem Health, UMR 0985 ESE INRA, Agrocampus Ouest, Rennes, France.

b- Unit of Fisheries Ecology and Modelling, French Research Institute for Exploitation of the Sea, Nantes, France.

c- Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Pakefield Road, Lowestoft, United Kingdom.

Quantifying connectivity within fish metapopulations is critical to understand population dynamics and to provide an evidence base for assessment and management. Connectivity determines the colonization of new habitats, population resiliency to harvest, and consequently should influence the design of spatial management strategies.

The common sole (*Solea solea* L.) in the Eastern Channel (EC) is an ideal case study to assess metapopulation connectivity. The life cycle typology determines the spatial structure of the metapopulation. Adults spawn offshore in spring. Eggs and larvae drift passively for several weeks before settling in coastal nursery grounds, where the juveniles spend their first two years. When approaching maturity, juveniles migrate offshore to deeper waters where they recruit to the exploited adult population. Based on results from neutral genetic markers, EC sole is currently considered as a single, spatially homogeneous population. However, larval drift models and limited in situ movement of larvae and juveniles within nurseries suggest very low connectivity between EC sub-populations. However, connectivity induced by adult movements remains effectively unknown. To fill this knowledge gap, extensive tagging experiments have been carried out since 1955, covering a large area from the Celtic Sea in the west to the North Sea in the east, including the EC. We developed a state-space mark-recapture model, designed to estimate seasonal movements of fish between pre-defined sub-areas, and considering three seasons corresponding to three biological states. Our results suggest that few movements occur at the adult stage, supporting the hypothesis of segregated population subunits within the EC. Our results did, however, reveal high variability of seasonal movements, with cyclic migration patterns that may conceal intra-annual seasonal migration related to the inshore-offshore life cycle strategy.

Keywords: Connectivity, mark-recapture, metapopulation, *Solea solea*

# Caractérisation des co-occurrences d'espèces dans les captures et estimation des rejets à une échelle spatio-temporelle fine

S. Mahévas, A.-S. Cornou, M.-P. Etienne, E. Louvel, R. Egea, T. Julien, Y. Vermard

Dans les pêcheries mixtes l'Obligation de Débarquement se heurte à la problématique des espèces dites bloquantes (« choke species »), espèces pour lesquelles le TAC est atteint mais qui continuent à être capturées conjointement à d'autres espèces cibles dont le TAC n'est pas atteint, et qui seraient rejetées sans cette nouvelle réglementation. Pour les espèces qui ne sont pas soumises à TAC, les pêcheries mixtes génèrent une grande variété de rejets qui ne laissent pas de trace dans les suivis de débarquements mais dont l'estimation est néanmoins nécessaire pour évaluer l'impact réel de la pêche sur l'écosystème.

Cette étude propose d'identifier les groupes d'espèces capturées conjointement et de caractériser des corrélations entre les quantités débarquées et les quantités rejetées au sein de ces groupes à partir de données d'observateurs embarqués (Base de données Obsmer). On utilise pour cela des modèles par bloc stochastiques pour construire une statistique d'estimation des rejets par espèce et par groupe d'espèces à partir des quantités débarquées. La qualité de cette nouvelle façon d'estimer les rejets dans une pêcherie mixte où l'estimation des rejets est réputée délicate est appréciée grâce aux données observateurs dans lesquelles les rejets sont connus. Une estimation des rejets est ensuite réalisée à l'échelle de la séquence de pêche (groupement d'opérations de pêche) à partir de l'ensemble des données de débarquements (base de données Sacrois). Une analyse de la variabilité spatio-temporelle des groupes d'espèces capturées est enfin réalisée sur la base de ces estimations pour la pêcherie mixte démersale du golfe de Gascogne.

# Identification de la nature du ciblage des espèces capturées pour la mise en place des plans de gestions à l'échelle des éco-régions

Y. Vermard, A.-S. Cornou, L. Dubroca, T. Julien, S. Mahévas

L'introduction de l'Obligation de Débarquement et des plans de gestion multi-spécifique dans la gestion européenne a induit une plus grande prise de conscience de l'importance des interactions techniques et de la mixité des pêcheries. En effet l'OD, conjuguée à la gestion par TAC mono-spécifique peut conduire à l'apparition d'espèces bloquantes (espèce dont le TAC est atteint et qui sont capturées avec d'autres espèces cibles) dans les pêcheries mixtes.

Afin de réduire l'impact de ces « chocke species », des exemptions ont été accordées pour un certain nombre de pêcheries mais un processus d'abandon de TAC a aussi vu le jour pour les espèces dites « accessoires » et « non ciblées » pour lesquelles le TAC ne permettait pas de réguler les captures. Ainsi, la limande de Mer du Nord, qui était rejetée à presque 90 % a vu son TAC être abandonné en 2017. Les plans de gestion multi-spécifiques, dans leur format actuel, se concentrent sur les espèces dites « cibles ».

Mais quels sont les critères pour définir une espèce « cible », « accessoire » ?

Cet exposé vise à présenter une méthode développée afin de définir de manière objective le statut des espèces en fonction des pêcheries étudiées. Quatre catégories d'espèces sont envisagées : ciblée, accessoire valorisable, accessoire non valorisée, accessoire mixte.

Des méthodes d'analyses multivariées et de classifications ont été appliquées à un ensemble de pêcheries et un outil de visualisation et de synthèse des résultats et permettant de caractériser les espèces en fonction de leur statut et des pêcheries a été développé.

Ces outils ont pour but d'être une aide à la politique des pêches et à l'établissement des plans de gestion multispécifiques pluriannuels à l'échelle des grandes éco-régions pour atteindre les objectifs de durabilité des écosystèmes.

# La description des profils de pêcheurs récréatifs : un atout pour l'adaptation des stratégies de gestion et l'analyse des impacts sur les stocks exploités. Cas d'étude dans le Parc naturel marin du golfe du Lion

**Cambra Eléonore, Kayal Mohsen, Mercader Mano<sup>1</sup>, Soulat Nelly, Clairica Marjorie, Lenfant Philipp<sup>1</sup>, Saragoni Gille<sup>1</sup>, Crec'hriou Romain et Verdoit-Jarraya Marion**

Universté de Perpignan Via Domitia, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens (CEFREM), UMR5110, F-66860, Perpignan, France

Avec 2.5 millions de pratiquants en France, la pêche de loisir est une activité en pleine expansion. Génératrice d'emplois et de richesses, elle connaît également un intérêt croissant de la part de la communauté scientifique qui cherche à évaluer son impact sur les écosystèmes au même titre que la pêche professionnelle. Cette activité s'inscrit également dans la liste des préoccupations majeures pour la gestion des Aires Marines Protégées et représente un enjeu de réflexion entre viabilité de l'activité et équilibre écologique. A l'approche spécifique s'est aujourd'hui additionnée une approche écosystémique des pêches mais le manque de données globales, particulièrement sur les motivations et les comportements des pêcheurs, entrave la gestion pérenne des activités. Cette constatation semble d'autant plus vraie dans le cas de la pêche de loisir où l'activité est principalement guidée par le plaisir que retire le pêcheur à sa pratique tandis que sa connaissance du milieu et de la réglementation, le budget qu'il y alloue, son origine géographique ou encore sa polyvalence, influent directement sur son rendement et doivent donc être pris en compte dans la réflexion des indicateurs. Ainsi, entre octobre 2017 et novembre 2018, 433 pêcheurs récréatifs ont été interrogés via des entretiens semi-directifs par méthode de roving-roving le long de la côte sableuse du Parc naturel marin du golfe du Lion, en Méditerranée occidentale française. L'objectif était de caractériser les profils des pêcheurs via une typologie impliquant une analyse multivariée suivie d'une classification hiérarchique, à l'instar des travaux réalisés le long de la côte rocheuse où quatre profils distincts de pêcheurs ressortaient. La mise en évidence de ces profils apporte un nouvel éclairage quant à la réceptivité des pêcheurs aux mesures de gestion ainsi qu'à l'interprétation des résultats des analyses de Capture Par Unité d'Effort (CPUE) et sont étudiés comme base de modèles bio-socio-économiques.

# Les espèces sans quota ont-elles tendance à être surexploitées ? Diagnostic préliminaire des stocks de céphalopodes de l'Atlantique Nord-Est à l'aide du modèle global généralisé

Angela Larivain<sup>1</sup>, Anne Iriondo<sup>2</sup>, Leire Ibaibarriaga<sup>2</sup>, Marina Santurtún<sup>2</sup>, Anne Marie Power<sup>3</sup>, Ana Moreno<sup>4</sup>, Graham Pierce<sup>5</sup>, Ignacio Sobrino<sup>6</sup>, Christopher Barret<sup>7</sup>, Jean-Paul Robin<sup>1</sup>

1- UNICAEN, Université de Normandie, Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques BOREA (MNHN, UPMC, UCBN, CNRS-7208, IRD-207) CS 14032, 14032 Caen, France.

2- AZTI, Sustainable fisheries management, Txatxarramendi Ugarteia z/g. E-48395 Sukarrieta - Bizkaia, Spain.

3- NUI, National University of Ireland Galway, Ryan Institute, School of Natural Sciences, Galway, Ireland.

4- IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Divisão de Modelação e Gestão dos Recursos da Pesca, Departamento do Mar e dos Recursos Marinhos, Rua Alfredo Magalhães Ramalho nº 6, 1495-006 Lisboa, Portugal.

5- IIM-CISC, Instituto de Investigaciones Marinas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Departamento de Ecología y Recursos Marinos, Eduardo Cabello 6, 36208 Vigo, Vigo, Spain & CESAM & Departamento de Biología, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

6- IEO, Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Cadiz, Muelle Pesquero s/n, 11006 Cadiz, Spain

7- CEFAS, Group of Fisheries and Ecosystems Management Advice, Fisheries Division, Pakefield Rd. Lowestoft, Suffolk, NR33 0HT, U.K.

L'absence de gestion rend les ressources halieutiques vulnérables à l'augmentation de la pression de pêche. Cette dernière n'est parfois prise en compte et réduite que lorsque le stock s'effondre. Malgré leur importance économique, la plupart des stocks de céphalopodes de l'Atlantique Nord-Est sont des espèces non gérées, sans attribution de quota, et seules quelques règles concernant la capture sont appliquées à l'échelle locale - au niveau côtier. L'évaluation des stocks de céphalopodes se voit souvent entravée du fait de leurs caractéristiques biologiques et de la dynamique des populations. Le suivi des espèces à courte durée de vie et à croissance rapide exige la collecte suffisante de données et les plus importantes pêcheries ne sont pas toujours incluses dans les programmes d'acquisition de données. Au cours des vingt dernières années, plusieurs évaluations des stocks de céphalopodes des eaux européennes ont été réalisées, mais la variété des modèles testés pour traiter les caractéristiques particulières de ces espèces rend la comparaison des résultats difficile.

Les modèles globaux font partie des plus anciens outils adaptés aux situations à données limitées. Les points de référence qu'ils fournissent (rendement maxima durablel RMD,  $F_{RMD}$ ,  $B_{RMD}$ ) correspondent à une valeur moyenne pour le long terme, qui peut ne pas être très bien adaptée aux céphalopodes.

Dans cette étude, des modèles globaux généralisés sont ajustés à une série de stocks de calmars et de seiches de l'Atlantique Nord-Est, allant des eaux écossaises aux zones de pêche espagnoles et portugaises. Tous les modèles sont ajustés *via* le logiciel R, grâce au package SPiCT (Surplus Production in Continuous Time). L'évaluation selon une méthode homogène permet des comparaisons et facilite les discussions autour de la manière opportuniste dont les flottilles de pêche exploitent ces ressources.

**Mots-clés :** *modèle généralisé, SPiCT, points de référence biologique, dynamique des populations de céphalopodes, évaluation des stocks.*

# Résumés des posters

# Is the Target Reference Point ( $F_{0.1}$ ) vulnerable to changes of natural mortality (M)? Case of ROUND *Sardinella* in the central region of Algeria

Ahmed BOUAZIZ

Département S.N.V – Faculté des Sciences – Université Alger 1  
OBEM Laboratory - F.S.B. - USTHB - BP 32 El Alia, Bab Ezzouar Algiers, 16111, Algeria.

To highlight a possible impact of changes in natural mortality (M) on the yield level of *S. aurita*, it was deemed beneficial to use the equations of natural mortality (M) Pauly (1980) and Djabali et al. (1994). Taking into account the recommendations of Froese and Proelss (2012), results generate two opposing scenarios. First, namely a state of not overfishing and not overfished with  $M = 0.79 \text{ yr}^{-1}$  (Pauly 1980) [ $B = 14.09 \text{ g}$ ;  $B_{MSY} = 9.73 \text{ g}$ ;  $F = 0.63 \text{ yr}^{-1}$ ;  $1.1 \times F_{MSY} = 1.05 \text{ yr}^{-1}$ ] and secondly an overfishing and overfished condition for  $M = 0.39 \text{ yr}^{-1}$  (Djabali et al, 1994) [ $B = 19.181 \text{ g}$ ;  $B_{MSY} = 34.72 \text{ g}$ ;  $F = 1.03 \text{ yr}^{-1}$ ;  $1.1 \times F_{MSY} = 0.53 \text{ yr}^{-1}$ ].

Objectively, we will retain between these two opposite results the second case justified by the geographical origin of biological material used for the development of the empirical equation of (M) by Djabali et al. (1994). Indeed, the authors compiled data from 56 stocks of Mediterranean teleosts while Pauly's model (1980), based on 175 stocks, from polar to tropical areas, include only five Mediterranean data sets.

Finally, we recommend to adjust the catch effort factor  $F_C = 1$  to  $F_{0.1} = 0.24$  for  $M = 0.39 \text{ yr}^{-1}$ . This precautionary approach would have as consequences the revaluation of the exploitable biomass from 16534 to 46860 tons. So, the application of this measure would allow long-term renewal of the stock of *S. aurita* in the central region of Algeria.

**Keywords:** *Sardinella aurita*, Algeria,  $F_{0.1}$ , Overfishing, Overfished.

# Small scale shrimp fishery in northeast Brazil: An overview

Alex Souza LIRA, Thierry FRÉDOU, François LE LOC'H, Flávia LUCENA-FRÉDOU

Doctorant en écologie marine  
Ecole doctorale des sciences de la mer et du littoral - L'UBO  
Laboratório de Imp. Antróp. na Biod. Marinha e Estuarina - BIOIMPACT  
Laboratoire des Sciences de L'environnement Marin – LEMAR

Small-scale fishery provides an important source of income, employment and food, being considered one of the main economic activities in coastal communities worldwide. In Brazil, shrimps are exploited in a multispecies fishery along the entire coastline, mainly in shallow areas with bottom trawl nets, being the Penaeidae the main target. We propose an overview of the small-scale shrimp fisheries in Sirinhaém-PE, as a case study for Northeast of the Brazil. Three fishery systems, which differ in size, technology and volume, are observed in the Brazilian coast: The industrial fleet; a semi-industrial fleet; and artisanal fleet specially in Northeast. Sirinhaém (case of study) has the largest and most productive motorized fishing fleet among the coastal cities of Pernambuco, exploring mainly the species *Penaeus subtilis*, *P. brasiliensis*, *Litopenaeus schmitti*, and *Xiphopenaeus kroyeri*. The artisanal trawl fishery is carried out mainly at depth varying from 10 to 20 m, associated to mud and sand zones, with carbonate concentration ranging from 25 to 75%. According to the fishers, were identified five fishing areas, being "Meio mud" to more used explored. The proportion of shrimp and bycatch is 1:0.39 kg, including 123 species mainly of the families Scianidae, Pristigasteridae, Engraulidae and Haemulidae. It was observed a strong relation between the capture and the precipitation cycle for the bycatch and target species (shrimps). Most of the shrimp species caught shares the same feeding ground, season and area of reproduction that fish bycatch, mainly during the dry months and lower catches (October to May). The bycatch is often used by the local community as additional source of food and income, therefore the evaluation of the impact of the activity on the ecosystems must be balanced by the beneficial role of the bycatch for the local community.

# Etude empirique de la variabilité spatiale et temporelle des réseaux trophiques des juvéniles de poissons de la Baie de Seine

Alexandra Engler<sup>1</sup>, Louise Day<sup>2</sup>, Bastien Chouquet<sup>3</sup>, Camille Vogel<sup>4</sup>, Anik Brind'Amour<sup>2</sup>, Pierre Cresson<sup>1</sup>

1- Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques Manche Mer du Nord, F- 62 200 Boulogne sur Mer

2- Ifremer Laboratoire Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, F- 44 000 Nantes

3- Cellule de suivi du Littoral Normand, F- 56 000 Le Havre

4- Ifremer Laboratoire Ressources Halieutiques Manche Mer du Nord F- 14 520 Port-en-Bessin- Huppain

L'estuaire de la Seine est l'un des plus grands estuaires de la Manche mais aussi un de ceux subissant le plus de pressions anthropiques. En tant qu'estuaire, il est composé d'une mosaïque d'habitats et de communautés benthiques qui soutiennent certaines fonctions vitales pour de nombreuses espèces de poissons à fort intérêt économique. Il joue ainsi le rôle de nourricerie pour la sole, la plie, le bar ou le merlan, offrant des zones peu profondes et les ressources alimentaires nécessaires pour la croissance et la survie des juvéniles. La présente étude s'intéresse à la variabilité des réseaux trophiques, des stratégies d'alimentation et des niches trophiques de ces juvéniles selon différents habitats et saisons.

L'analyse des contenus stomacaux donne une première information sur les proies de chaque animal et les liens entre leur alimentation et leur environnement. L'analyse des isotopes stables apporte des informations plus globales sur le réseau trophique des poissons, comme le niveau trophique des individus ou la source qui le soutient. En couplant ces deux approches, le réseau trophique peut être reconstruit et les habitudes alimentaires des différents poissons peuvent être comparées. Il est aussi possible d'évaluer les niveaux de compétition interspécifique par une comparaison du chevauchement des niches et la mobilité des individus en comparant les communautés benthiques avec les proies observées dans les contenus stomacaux par exemple.

Les résultats de cette étude permettent une meilleure compréhension de l'usage des différents habitats de la baie de Seine par les juvéniles et de sa variabilité saisonnière. Une meilleure connaissance de l'utilisation de l'espace et de ses ressources pourra venir appuyer des stratégies de conservation des nourriceries de Baie de Seine.

# Etat des trottoirs à vermetes édiflés par *Dendropoma lebeche* sur les côtes algériennes et biodiversité associée

Amina KARALI et Chafika REBZANI

USTHB (Université des sciences et de la technologie Houari-Boumédiène), Alger

L'étude portant sur les biocénoses marines, en particulier les bioformations remarquables, a permis d'identifier et de caractériser les plateformes à vermetes de la côte algérienne. Ces bioconcrétions sont connues sous le nom de «trottoirs vermetes». Ces derniers méritent une attention particulière car ce sont de véritables lieux de richesse en biodiversité; ce sont des lieux de ponte et de nurseries pour de nombreux invertébrés. Leur localisation sur les étagements marins médiolittoraux leur confère une protection naturelle contre l'érosion et sont d'excellents indicateurs des variations écologiques et de la qualité de l'eau.

La présente étude vise à localiser et caractériser les bioformations observées ainsi que d'établir un état de référence. L'intérêt est actuellement la signalisation de l'espèce *Dendropoma lebeche* sur la côte algérienne. Cette biocénose remarquable n'a jamais été rapportée dans des études antérieures sur presque toute la côte, notamment sur la côte est de l'Algérie). Les longueurs des trottoirs à vermetes et les densités de *Dendropoma lebeche* ont été estimées. Les cortèges faunistiques et floristiques qui leur sont associés semblent montrer une plus importante biodiversité par rapport aux sites exempts de vermetidés.

Tenant compte de la rareté de ces structures biogéniques et la dégradation accrue due aux impacts anthropiques à l'échelle Méditerranéenne, les trottoirs à vermetes sont classés en biocénoses vulnérables.

Cette biocénose remarquable est très sensible à la pollution, les bioconstructions de vermetes sont exposées aux activités humaines du fait de leur localisation sur la frange médiolittorale. Il est, donc, nécessaire d'élaborer un programme de suivi pour évaluer leur évolution et établir un plan de protection.

Dans la présente étude, les prélèvements ont été réalisés sur l'ensemble de la côte algérienne entre El Kala (frontière algéro-tunisienne) et Tlemcen (extrême ouest de l'Algérie frontière marocaine). Cent quarante (140) échantillons ont été prélevés le long de la côte.

L'analyse qualitative de la faune et de la flore associées a montré un total de 234 espèces aux concrétionnements de vermetes. 124 espèces animales dominées par des espèces affectionnant les anfractuosités et 110 espèces algales dominées par les Rhodophytes. L'analyse quantitative de la faune a permis de dénombrer 19647 individus. L'analyse statistique a démontré que la biodiversité associée aux trottoirs à vermetes est nettement plus significative que celle relevée au niveau des sites exempts de vermetidés.

**Mots clés :** Bioconstructions, biodiversité, *Dendropoma lebeche*, récifs de vermetes, côte algérienne.

# Condition physique des juvéniles de sole (*Solea solea*) et de plie (*Pleuronectes platessa*) dans la Baie de Seine orientale, effet de densité dépendance ?

Andréa Lemoine<sup>1,2</sup>, Louise Day<sup>2</sup>, Camille Vogel<sup>1</sup>, Anik Brind'Amour<sup>2</sup>

1- Ifremer Laboratoire Ressources Halieutiques Manche Mer du Nord F - 14 520 Port-en-Bessin-Huppain

2- Ifremer Laboratoire Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, F - 44 000 Nantes

Les habitats côtiers et estuariens font partie des zones les plus productives de la planète et assurent des fonctions écologiques essentielles au renouvellement des ressources halieutiques. Ainsi, l'estuaire et la baie de Seine orientale constituent un espace favorable à la croissance et la survie des juvéniles de nombreuses espèces commerciales de l'espace Manche. Ils occupent un rôle important dans le renouvellement des stocks de sole (*Solea solea*) et de plie (*Pleuronectes platessa*). L'efficacité de la fonction de nourricerie est définie, entre autres, par la qualité et la quantité de nourriture disponible pour les juvéniles. Des phénomènes de densité-dépendance affectant la condition des juvéniles ont été démontrés sur d'autres sites de nourriceries connus, en lien avec la compétition alimentaire. Cette étude propose de tester les mécanismes de densité-dépendance sur la baie de Seine orientale au cours du premier été de croissance chez les juvéniles de plie et de sole.

L'analyse de la variabilité spatiale et mensuelle de la distribution des juvéniles permet d'identifier les zones de concentration des juvéniles au moment de leur arrivée sur la nourricerie, et au cours de la phase de plus forte croissance de mai à octobre. Des indices de condition (indices morphométriques, nutritionnels et rapports isotopiques) évaluent l'état de santé des juvéniles de sole et de plie pour ces différentes zones. En couplant l'ensemble de ces informations, il est possible de caractériser les liens entre la condition des juvéniles et la densité des individus de la nourricerie. Cette étude nous permettra une meilleure connaissance des mécanismes de régulation des populations en lien avec la densité à une échelle spatiale fine.

Les résultats obtenus apporteront de nouveaux éléments pour comprendre les mécanismes qui régulent le recrutement de la sole et de la plie sur cette nourricerie, et sur des zones contrastées de la baie (zone anthropisée, zone estuarienne, large), en lien avec les processus écologiques qui interviennent dans la fonction de nourricerie.

# Accommodating quota utilization and discarding in a landing obligation context: a simulation analysis of the mixed demersal Bay of Biscay hake-sole-*Nephrops* fishery

Audric Vigier<sup>1,2\*</sup>, Michel Bertignac<sup>3</sup>, Stéphanie Mahévas<sup>2</sup>

1- Queen's University Belfast, School of Biological Sciences, Chlorine Gardens, BT9 5DJ, Belfast, United Kingdom

2- IFREMER, Écologie et Modèles pour l'Halieutique, 4 rue de l'Île d'Yeu, 44000 Nantes, France

3- IFREMER, Sciences et Technologies Halieutiques, ZI Pointe du Diable, 29280 Plouzané, France

Mixed demersal Bay of Biscay hake (*Merluccius merluccius*) - sole (*Solea solea*) - *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) fishery concentrates several management challenges. Current management is monostock, with catch limitations aiming exploitation at Maximum Sustainable Yield, ignoring interactions specific to this mixed fisheries. In a landing obligation context, choke species effect may arise in this highly discarding fishery.

To understand and anticipate current management effects on discarding and quota utilization, we developed an ISIS-Fish fisheries simulation model. The mixed demersal Bay of Biscay fisheries dynamics is simulated monthly on 2010-2020. The 3 stocks dynamics are spatially explicit in the Bay of Biscay. The spatial distribution of hake stock spreading from the Bay of Biscay to the North Sea, we added two other zones: the Celtic Sea and the grouping of the West of Scotland and the North Sea with a simplified exploitation dynamics. In the Bay of Biscay, exploitation dynamics is modelled for numerous *métiers* through fishing effort and calibrated on inter-*métiers*, -quarter and -year catch variations. Dynamics of Spanish longliners and gillnetters and *métiers* outside the Bay of Biscay is modelled through catch. Minimum Landing Sizes, Total Allowable Catch are modelled, as well as landing obligation from 2016 and induces a dynamic inter-*métiers* effort re-allocation.

Sensitivity and uncertainty analyses on main biologic and exploitation processes are conducted to elicit key fishery's mechanisms. We expect to identify scenarii for which current management objectives are reached, and to quantify quota utilization and discarding, accounting for uncertainty.

# Qualité de données locales (benthiques et halieutiques) dans la mise en place de modèle de réseau trophique Ecopath : exemple d'écosystèmes côtiers du bassin Oriental de la Manche

**Aurore Raoux, Jean-Philippe Pezy, Noémie Baux, Jean-Claude Dauvin**

Normandie Univ., UNICAEN, Morphodynamique Continentale et Côtière, CNRS UMR 6143 M2C, 24 rue des Tilleuls, F-14000 Caen, France

La Manche, mer épicontinentale à forte marée, est le lieu de nombreuses activités humaines : transport maritime, navigation de plaisance, pêche professionnelle et récréative, extractions de granulats, dépôts de dragages, installations d'éoliennes et d'hydroliennes. Ces pressions anthropiques, intervenant dans un contexte de changement global, entraînent une dégradation de la qualité du milieu marin notamment en baie de Seine où de très nombreuses activités se superposent. Les effets sur le fonctionnement des écosystèmes côtiers de plusieurs de ces pressions, telles que la construction de parcs éoliens (Courseulles-sur-mer et Dieppe-Le Tréport) ou les dépôts de sédiments de dragages (partie orientale de la baie de Seine) ont été analysées à l'aide d'outils complémentaire de modélisation des réseaux trophiques. L'analyse de ces différents modèles a mis en évidence une forte résilience des communautés benthiques dans le bassin oriental de la Manche. Ces modèles constituent un effort important pour intégrer des données biologiques disponibles sur les compartiments benthiques et halieutiques de chaque zone dans un format cohérent. Ils pourraient être utilisés comme base à partir desquelles de nouvelles données devraient être incluses pour améliorer leurs efficacités dans la gestion des ressources halieutiques basée sur une approche globale. En effet, nos résultats soulignent l'importance de l'intégration d'une approche écosystémique et de considérations environnementales dans la gestion des pressions anthropiques dont la pêche. L'approche Ecopath with Ecosim, associée aux indices ENA, est un outil utilisé dans le monde entier et adapté à ce type d'approche holistique. Enfin, cette approche complémentaire aux études d'impact devrait être couplée avec une approche BACI (Before After Control Impact) de façon à bien identifier les effets réels d'une activité humaine par rapport à l'évolution climatique des écosystèmes.

# Variabilité de la matière organique liée à la faune de copépodes le long des côtes algériennes en 2°E et 7°E

HAFFERSSAS A. et MELLAK L

Equipe Ecosystème Pélagique - Laboratoire d'Océanographie Biologique et Environnement Marin. Faculté des Sciences Biologiques. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène - Alger, Algérie

La répartition des standings stocks des peuplements de Copépodes, exprimés en matières sèches et libres de cendres, des régions Centre (2°E-4°E) et Est (4°E-7°E) des côtes algériennes ont été analysés durant la période estivale de l'année 2014. Les valeurs quantitatives sont issues de quatre classes de tailles: grands organismes (> 500  $\mu\text{m}$ ) ;petits organismes (50-200  $\mu\text{m}$ ); et tailles intermédiaires (200-300  $\mu\text{m}$ , 300-500  $\mu\text{m}$ ).

Les grands organismes sont des contributeurs majoritaires (50.02%, 37.66% et 36.35%), respectivement, au niveau des stocks de la faune pélagique des régions de Jijel, Tizi Ouzou et Bou Ismail. La classe de taille 200-300  $\mu\text{m}$  représente la fraction minoritaire (moins de 15% du total).

La matière organique issue des écosystèmes épipélagiques ne montre pas de différences significatives. Les contributions des différentes classes de tailles aux Poids Secs Libres de Cendres montrent une relative homogénéité (1.80  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  - 2.41  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

**Mots clés :** Côte algérienne, Zooplancton, Ecosystème pélagique, Biomasse sèche, Matière organique.

# Etude comparative de la contamination de *Sardina pilchardus* par le plomb dans les deux baies Alger et Bouismail

Bachari Nour El islam et Zagh Khatib Naima

Faculté des Sciences Biologiques Université Houari Boumediene

La sardine, *Sardina pilchardus*, poisson très apprécié et très consommé dans l'algérois, est exposée aux métaux toxiques tels que le plomb. Peu de travaux ont concerné les métaux dans ce poisson. De ce fait, une étude sur le plomb a été entreprise.

Les baies d'Alger et de Bouismail, frange du littoral algérois et sélectionnées pour cette étude comparative, subissent l'impact des rejets anthropiques, la croissance démographique, les émissions atmosphériques urbaines dont une partie est causée par le trafic routier. Ceux-ci, varient d'une baie à l'autre, disséminent dans le milieu marin le plomb dont l'action sur les organismes est reconnue. Les sardines, échantillonnées dans chacune des baies, ont été regroupées par classes de taille au niveau desquelles les branchies et le muscle ont été récupérés. Le muscle a, de plus, servi à évaluer le risque toxicologique sur le consommateur. L'échantillonnage a été réalisé entre avril 2014 et septembre 2015, au printemps, en automne et en hiver. Les résultats ont été explorés à l'aide de l'analyse en composantes principales.

Les concentrations en plomb dans les branchies et le muscle sont extrêmement élevées chez la sardine de la baie de Bouismail comparées à celles de la baie d'Alger. Les émissions de plomb provenant des pots d'échappement des véhicules, utilisant de l'essence avec plomb, sont plus importantes dans la baie d'Alger. Celle-ci connaît un trafic automobile plus intense que celui dans la baie de Bouismail. Le transport éolien peut jouer un rôle dans le transfert des polluants émis vers la baie de Bouismail. Toutefois, les rejets de plomb semblent plus probablement provenir du lessivage côtier et des rejets industriels non traités de la région industrielle de Bouismail. Les teneurs rencontrées dans les branchies des sardines de la baie d'Alger montrent que l'eau de mer est moins contaminée que celle de la baie de Bouismail. Les concentrations dans le muscle de la sardine sont en deçà des normes admises par le journal officiel algérien et par le codex alimentarius. Celles concernant la baie de Bouismail, frôlent les normes admises du codex alimentarius. Les teneurs en plomb diminuent considérablement en automne dans les deux régions. Ce résultat permet de proposer une période "privilégiée" de consommation de la sardine dans un but préventif. Elle correspond à la fin de l'été. La fermeture de la pêche de la sardine après la ponte, fin printemps-début d'été, est recommandée pour dynamiser le stock. Elle coïncide aussi avec la période de décontamination qui survient en postponte et qui précède la fin de l'été.

**Mots clés :** Plomb, *Sardina pilchardus*, contamination, branchies, muscle, Baie d'Alger, Baie de Bouismail, Algérie.

# Maturité objective par l'histologie quantitative de la plie en Manche Est

C. Sauger<sup>1</sup>, J. Quinquis<sup>1</sup>, M. Lepoittevin<sup>2</sup>, C. Heude Berthelin<sup>2</sup>, K. Kellner<sup>2</sup>, N. Elie<sup>3</sup>, L Dubroca<sup>1</sup>

1- IFREMER, laboratoire Ressources Halieutiques de Port-en-Bessin

2- FRE 2030 BOREA, université de Caen Normandie

3- SF 4206 ICORE, CMABIO3, université de Caen Normandie

Les objectifs de développement durable de la vie aquatique imposent la mise en place de plans de gestion fondés sur des données scientifiques (cible 14.4) et l'approfondissement de ces connaissances (cible 14.a). Actuellement, la maturité sexuelle des poissons, paramètre essentiel à la compréhension des dynamiques des populations exploitées et à l'élaboration des plans de gestion, fait appel à une lecture des paramètres macroscopiques des gonades, dont les résultats présentent une grande incertitude (de 30% à 50% d'incertitude suivant le stade de maturité). Afin de lever cette incertitude, le projet MATO (MATurité Objective des poissons par l'histologique quantitative, financement IFREMER 2018-2019) a permis d'élaborer un lexique de l'histologie de la plie, *Pleuronectes platessa*, en Manche Est à différents stades de la gamétogenèse à partir de prélèvements gonadiques effectués en 2018 et 2019. En se basant sur ce lexique, la quantification des structures cellulaires de plus de 400 coupes de gonades a été effectuée. Des analyses statistiques (arbres de régression multiples) de ces données ont permis la classification des individus en fonction des structures gonadiques présentes, les classant par stades de maturité. De cela, une grille de lecture macroscopique objective reflétant la maturité réelle des individus a pu être réalisée afin de pouvoir compléter les fiches histologiques de *Pleuronectes platessa* dans les bases de données européennes. En plus du fait que cette méthode peut mener à l'automatisation de l'analyse quantitative pour des espèces autre que la plie, elle diminue drastiquement les pourcentages d'incertitudes. Ainsi, cette amélioration pour l'estimation de la population reproductrice pourra mener à une meilleure précision des modèles utilisés dans l'évaluation des stocks, permettant la réalisation de plans de gestions plus fiables.

# Composition et structure du peuplement ichthyologique du centre algérois

REBZANI-ZAHAF C. et BACHETARZI R.

Faculté des Sciences Biologiques (FSB). Laboratoire d'Océanographie Biologique et de l'Environnement Marin (LOBEM).  
Université des Sciences et de la Technologie HOUARI BOUMEDIENE (USTHB)

La côte algérienne se caractérise par une importante biodiversité ichthyologique en raison de la complexité de ses habitats marins. Afin de mettre en exergue cette diversité en poisson et quantifier le potentiel du stock halieutique, une étude du peuplement ichthyologique en observation *in situ* en plongée scaphandre, suivant les méthodes standardisées « distance sampling » a été réalisée durant la période automne-hiver entre 2015 et 2016. Deux sites d'études ont été choisis pour leur importance écologique et socio-économique : l'île Agueli et les îlots de Sandja, tous deux localisés à l'Est du centre algérois (Wilaya d'Alger). Au total, 42 espèces et 34 espèces ont été recensées respectivement au niveau des deux sites d'échantillonnage, dont trois (3) sont endémiques à la Méditerranée (*Diplodus sargus*, *Parablennius rouxi*, *Tripterygion melanurus*) et une (1) classée vulnérable par l'UICN (*Labrus viridis*). Par ailleurs, seules les espèces d'intérêt économique et/ou écologiques ont été retenues pour l'étude quantitative. L'île Agueli présente une abondance et une biomasse plus élevée que celle des îlots de Sandja avec respectivement 960 individus (soit 0.14 ind./m<sup>2</sup>) pour 11.6 g/m<sup>2</sup> et 405 individus (soit 0.08 ind./m<sup>2</sup>) pour 4.9 g/m<sup>2</sup>. La structure de la communauté varie selon les sites. La famille des Sparidae domine dans les deux sites et est représentée majoritairement par des bancs d'Oblade (*Oblada melanura*) au niveau des îlots de Sandja et par le sar à tête noir (*Diplodus vulgaris*) au niveau de l'île Agueli. L'indice de biodiversité de Shannon Weaver (H') et l'indice d'équitabilité de Pielou (E) sont plus élevés dans les îlots de Sandja (H'=2.25 ; E=0.71) que l'île Agueli (H'=1.96 ; E=0.52) témoignant d'un équilibre instable de la communauté ichthyologique dans le centre algérois.

**Mots clés :** biodiversité ichthyologique, observation *in situ*, région centre algéroise.

# Effectiveness of fisheries governance in the West African marine écoregion : case of Senegal

Diene Ndiaye<sup>1</sup>, Dyhia Belhabib<sup>2</sup> and <sup>3</sup>Malick DIOUF

1- Doctorant en Sciences halieutiques, ED-SEV/UCAD, Dakar, Senegal

2- Ecotrust Canada, Vancouver BC Canada

3- Institut Universitaire des pêches et de l'aquaculture (UCAD/Dakar).

In the Sub-Regional Fisheries Commission's (SRFC) zone comprising Mauritania, Senegal, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Cape Verde, and Sierra Leone, fishing activities have a significant social and economic impact, and contributing between 3.2% of the Gross Domestic Product (in Senegal) to nearly 20% (in Mauritania). However, recent studies point at weaknesses regarding the completeness and poor quality of fisheries data, and issues of governance, or lack of it therein.. Indeed, reported artisanal and industrial fisheries catch statistics represent only 30 to 40% of the total catch. The same applies for recreational and subsistence fisheries which are overall not reported in official statistics.

The SRFC countries adopted more severe regulations to combat Illegal Unreported and Unregulated fishing, and implemented new participative fisheries management initiatives. While food security, job creation and value added activities from sustainable fishing is the principal goal regarding these countries development strategies, fisheries governance levels remain characterized by its weakness. In the context of Senegal, the fisheries act adopted in 2015 focused on increased IUU sanctions, territorial fishing rights, and the creation of management plans at the national and local levels, while focusing on enhanced small-scale fisher participation through the creation of the Artisanal Fisheries Local Councils (CLPAs). The new fisheries Act in Senegal came to promote conservation, co-management, and food-security, complementing the 1998 Fisheries Act adopted after the release of the 1995 FAO Code of conduct for sustainable fisheries, focusing on ecosystem approaches to management, introducing Marine Protected Areas, biological rest, and co-management. These regulations and initiatives, came in contrast with those adopted between 1970 and 1987 whose main objective was to increase fisheries production and promote fisheries development, after which motorized pirogues were introduced. The objective of this paper is to perform a review of the historical evolution of Senegalese fisheries policies in the context of regional management efforts

# La migration comme capacité de résilience des pêcheurs artisans dans un contexte de crise des pêcheries sénégalaises

El hadj Bara DEME<sup>1</sup>, Pierre FAILLER<sup>1</sup>, Moustapha DEME<sup>2</sup>

1- Université de Portsmouth, Richmond Building, Portland Street Portsmouth, PO1 3DE, United Kingdom

2- Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (ISRA/CRODT), Dakar, Sénégal

Au Sénégal, la recherche halieutique a fait état d'un basculement dans la précarité et la paupérisation en milieu pêche engendrée par la crise écologique. Une crise rendue visible par la réduction des prises par unité d'effort de pêche et par ricochet la diminution de la rentabilité économique de certaines activités de pêche. Autant d'indicateurs révélateurs du niveau de crise des pêcheries artisanales symptomatique de l'acuité des contraintes écologiques et économiques auxquelles sont de plus en plus confrontés les pêcheurs artisans. Au regard de la situation, des solutions individuelles et collectives se déploient à l'image de la migration le long du littoral sénégalais et dans la sous-région Ouest-africaine, stratégie démontrant une réelle capacité de résilience des artisans sénégalais (Dème, 2018). Sous ce rapport, la migration est alors perçue comme une stratégie d'adaptation aux variations d'abondance des ressources halieutiques mais également une alternative au dénuement économique de l'activité (Failler et al., 2010 ; Dème et al., 2012).

De par son ampleur et son caractère masqué, la pêche migrante rend difficile toute tentative nationale et sous-régionale de formulation de plans de gestion des pêcheries. Pour cerner cette contrainte majeure, la communication insistera sur l'historicité de la migration, puis l'itinéraire des pêcheurs migrants et leurs formes (saisonniers ou circulaires) en sus de leurs enjeux politiques (accords bilatéraux, conflits...) pour en venir à leurs potentialités (socioéconomiques et environnementales).

La disponibilité de telles connaissances scientifiques permettrait alors d'intégrer harmonieusement la pêche migrante dans les politiques de pêche, les plans de gestion des pêcheries et les programmes de contrôle et surveillance.

**Mots clefs :** Migration- pêche artisanale- Sénégal

# Partage de l'espace maritime et spatialisation des pêcheries au sein du Parc naturel marin du golfe du Lion. Identification de conflits potentiels en appui à la gestion

**Cambra Eléonore, Dametto Sarah, Kayal Mohsen, Mercader Manon, Soulat Nelly, Clairica Marjorie, Lenfant Philippe, Saragoni Gilles, Crec'hriou Romain, Verdoit-Jarraya Marion**

Université de Perpignan Via Domitia, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens (CEFREM), UMR5110, F-66860, Perpignan, France.

Pour gérer de façon durable une Aire Marine Protégée, il est nécessaire de décrire et comprendre les dynamiques de chacune des activités exercées en son sein afin de caractériser les impacts potentiels sur l'environnement et les besoins des usagers. Dans le cas de la pêche, deux activités, les pêches professionnelle et récréative, exploitent de façon conjointe un stock commun ce qui pose deux principaux challenges : la description et la comparaison des prélèvements des stocks issus des deux activités et la mise en évidence de points de friction potentiels si les zones et stocks exploités sont les mêmes. Cette étude présente une première comparaison spatiale des activités de pêche de loisir et professionnelle pratiquées au sein du Parc naturel marin du golfe du Lion à partir de données acquises depuis 2010, entre la côte et 60m de fond, à travers des suivis au débarquement pour la pêche professionnelle (données déclaratives des positions des opérations de pêche aux petits métiers) et des relevés de fréquentation pour la pêche de loisir (pêche du bord et embarquée). Ces données ont été cartographiées au moyen du logiciel open source de Système d'Information Géographique QGIS sous forme de cartes de fréquentation et de captures afin de mettre en évidence les zones de concentration des pressions et de fort rendement (Captures Par Unité d'Effort). Dans un second temps, les rapports entre pêcheurs professionnels et de loisir ont été explorés via des entretiens semi-directifs afin d'identifier la présence de conflits potentiels et la composition des captures propres à chaque activité a été catégorisée. Les conflits semblent se cristalliser au niveau des zones rocheuses (roches du large) pour les pêcheurs embarqués et les infrastructures côtières pour les pêcheurs du bord et dénotent également une certaine méconnaissance des usages et un manque de dialogue entre les activités.

# Mortalités, capturabilités, rendement relative par recrue, VPA and MSY de *Sepia officinalis* dans la region d'Alger

Hanane KENNOUCHE<sup>1</sup> et Ahmed NOUAR<sup>2</sup>

1- Institut des sciences, Université de Tipaza, Morsli Abdellah, Oued Merzoug, Tipaza, Algérie

2- Laboratoire d'halieutique, Faculté des sciences biologique, USTHB, Alger, Algérie.

1172 individus de *Sepia officinalis* provenant des débarquements de la pêche commerciale ont été échantillonné durant l'année 2017 sur lesquels des mensurations en poids total et en taille (longueur dorsale du manteau LDM) ont été réalisé afin de dresser des distributions de fréquences de taille. Ces résultats ont permis la connaissance des mortalités naturelle (M) par la méthode de Djabali, la mortalité totale (Z) à partir de la courbe des captures linéarisée (FISAT II) et la mortalité par pêche (F). Ces mortalités donnent un taux d'exploitation E de 0.46 an. Les probabilités de captures  $L_{25}$ ,  $L_{50}$  et  $L_{75}$  ont aussi été obtenus par le logiciel FISAT II. Il semble que la première taille de capture actuelle, réalisée par le chalut demersale (5,41cm de LDM) donne le meilleur rendement relatif par recrue. La taille moyenne du stock est de 10,42 cm correspondant à 8 mois. Leur poids maximum virtuel est d'environ 1,52 individus avec 642,72 g. l'âge et la taille moyenne du stock actuel seraient de 8 mois et de 10.42cm. L'analyse de la biomasse totale équilibrée donne des informations importantes sur l'exploitation actuelle de la seiche commune dans la région d'Alger. Le rendement par recrue actuel (Y/R) est de 89,24 pour un F de 0,59 an-1 donnant une biomasse moyenne annuelle des survivants (B/R) de 198,103. Cette situation est inférieure à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de 99,268. De point de vue pratique et vu l'exploitation actuelle du stock, il est impératif de ne pas augmenter l'effort de pêche.

**Mots clefs :** *Sepia officinalis*, mortalités, exploitation, Alger.

# Sudoang (Interreg Sudo): vers une gestion durable et concertée de l'anguille dans le sud-ouest de l'Europe

**Drouineau H.<sup>1</sup>, Diaz E.<sup>2</sup>, Antunes C.<sup>3</sup>, Amilhat E.<sup>4</sup>, Bardonnnet A.<sup>5</sup>, Beaulaton L.<sup>6</sup>, Briand C.<sup>7</sup>, Costa J.L.<sup>8</sup>, Daverat F.<sup>1</sup>, Domingos I.<sup>8</sup>, Faliex E.<sup>4</sup>, Fernandez Delgado C.<sup>9</sup>, Garcia-Allut<sup>10</sup> A., Kort, M.<sup>2</sup>, Lambert P.<sup>1</sup>, Mate, M.<sup>2</sup>, Montero M.<sup>10</sup>, Pazos C.<sup>10</sup>, Prevost E.<sup>5</sup>, Sagnes P.<sup>11</sup>, Simon G.<sup>4</sup>, Zamora L.<sup>12</sup>**

1- Irstea Bordeaux, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas Cedex

2- AZTI, Marine Research Division, Txatxarramendi ugartea z/g – 48395 Sukarrieta, Bizkaia (Spain)

3- CIMAR/CIIMAR University of Porto, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Av. General Norton de Matos, 4450 – 208 Matosinhos (Portugal).

4- UMR 5110 CNRS – UPVD, laboratoire CEFREM, Université de Perpignan Via Domitia (France).

5- UMR 1224, Ecobiop, Aquapôle, Pôle Gest'Aqua, INRA/Univ Pau & Pays Adour – 64310 St Pée sur Nivelle (France)

6- AFB Pôle Gest'Aqua AFB-INRA, 65 rue de Saint Brieuc – 35042 Rennes Cedex (France).

7- EPTB Vilaine, Boulevard de Bretagne - BP 11, 56130 La Roche Bernard (France).

8- Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal, and Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa (Portugal).

9- Universidad de Córdoba Departamento de Zoología, Edificio Charles Darwin 3a pta. Campus Universitario de Rabanales Cordoba (Spain).

10- Fundación Lonxanet para la pesca sostenible, Fernando Gonzalez 4, 4 – 15004 A Coruña (Spain)

11- AFB Pôle écohydraulique AFB-IMFT, Allée du Pr. Camille Soula – 31400 Toulouse (France)

12- Instituto de Ecología Acuática – GRECO Universidad de Girona, Facultad de Ciencias, Av. Maria Aurèlia Capmany, 69 17003 Girona (Spain)

L'anguille européenne est une espèce catadrome se reproduisant en mer des Sargasses et passant sa phase de croissance dans les eaux continentales, de la Norvège jusqu'au Maroc. L'espèce est panmictique et constitue donc une unique population, ce qui promeut une gestion à l'échelle de l'aire de répartition. Toutefois, malgré le déclin rapide et prononcé de l'anguille, la gestion reste encore bien souvent réalisée à l'échelle locale des bassins versants et souffre de grosses disparités de connaissance et de méthodes de suivis, ainsi que d'un manque de coordination à travers l'Europe.

Dans ce cadre, le projet SUDOANG (programme Interreg SUDO) vise à pallier à ces lacunes dans le sud-ouest de l'Europe, zone où l'anguille est historiquement abondante et revêt une valeur sociale, culturelle et économique très importante. Pour cela, le projet propose de développer et d'appliquer des méthodes standardisées à l'ensemble de la zone pour évaluer le recrutement (modèle GEREM), l'échappement (modèle EDA) et les mortalités liées aux turbines. Il vise à collecter l'ensemble des données disponibles sur l'anguille et son habitat, et a mis en place un réseau de suivi coordonné dans 10 bassins versants pilotes français, portugais et espagnols. L'ensemble des données et des résultats seront mis à disposition au travers d'un site web facile d'accès pour que les gestionnaires bénéficient facilement des dernières connaissances et qu'ils puissent tester des scénarios de gestion. En outre, pour améliorer la concertation entre acteurs locaux, régionaux et nationaux, des ateliers de communication sont mis en place et une plateforme de gouvernance pérenne sera proposée.

# L'objectif de mettre fin à la surpêche en 2020, inscrit dans l'ODD 14, peut-il être atteint ? Tentative de réponse par l'analyse des négociations des limites de pêche dans le cadre de la Politique européenne de la pêche

**Jean-Christophe Vandevelde**

The Pew Charitable Trusts

Docteur en géographie. Chargé de mission « mettre fin à la surpêche en Europe du Nord-Ouest »

Dans l'Union européenne (UE), l'un des objectifs majeurs de la politique commune de la pêche (PCP) est d'appliquer l'approche de précaution afin que l'exploitation de la ressource rétablisse et maintienne les populations d'espèces au-dessus de niveaux permettant d'atteindre le rendement maximal durable (RMD). Pour y arriver, l'UE s'est donnée pour objectif et échéance de pêcher tous les stocks exploités à des niveaux durables d'ici à 2020 (Article 2.2 de la PCP).

Selon la PCP, les décideurs (les ministres de la pêche) doivent prendre des décisions en se basant sur les "meilleurs avis scientifiques disponibles". En la matière ce sont les avis produits par le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) qui font actuellement référence.

Notre ONG a développé une recherche portant sur le processus décisionnel concernant les limites de pêche. Nous avons analysé le degré d'adhésion aux avis scientifiques lors de la fixation des totaux autorisés de capture (TAC) en Atlantique du Nord-Est. Nous observons qu'entre 2013 et 2017, la majorité des TAC ont été fixés en dépassant les avis scientifiques, même s'il y a eu une augmentation du nombre de TAC ne dépassant pas les avis scientifiques depuis 2014.

Ces résultats suggèrent que des informations scientifiques pourtant bien établies sont utilisées partiellement ou ignorées par les preneurs de décisions. Pourquoi ?

Nous discuterons des phases du cycle de la prise de décision durant lesquelles les avis scientifiques sont utilisés et montrerons les moments clés où les décisions divergent des avis scientifiques. Nous montrerons quelles justifications sont données lorsque ces avis ne sont pas suivis et mettrons l'accent sur les problèmes de transparence qui rendent difficile l'évaluation des décisions.

Enfin, nous proposerons à la discussion des solutions susceptibles de contribuer à une meilleure intégration des acquis scientifiques dans la décision publique.

# Les Céphalopodes et la communauté nectonique échantillonnée lors des campagnes CGFS. La prise en compte des associations ou des antagonismes permet-elle d'améliorer la prédiction du recrutement des calmars ?

Jean-Paul Robin<sup>1</sup>, Manel Amira Khobzi<sup>1</sup>, Clara Menu<sup>1</sup>, Angela Larivain<sup>1</sup>, Nathalie Niquil<sup>1</sup>, Franck Coppin<sup>2</sup>, Raphaël Girardin<sup>2</sup>, Morgane Travers-Trolet<sup>3</sup>

1-Université de Caen Normandie, Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques BOREA (MNHN, UPMC, UCBN, CNRS-7208, IRD-207) CS 14032, 14032 Caen, France.

2-IFREMER Centre Manche-Mer du Nord, Unité Halieutique Manche-Mer du Nord, 150, Quai Gambetta BP 699, 62321 Boulogne-sur-Mer, France

3-IFREMER, Centre de Nantes, Laboratoire Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, Rue de l'Île d'Yeu 44300 Nantes, France

Les céphalopodes font partie des importantes ressources halieutiques de la Manche, mais leur rôle dans l'écosystème n'est pas encore complètement connu. Ces espèces sont prises en compte dans les modèles d'écosystèmes dans des sous-zones définies de la Manche et leur niveau trophique a été confirmé par des signatures isotopiques. Cependant, leurs interactions avec d'autres composantes de la communauté nectonique sont rarement détaillées. La grande variabilité de l'abondance des céphalopodes est généralement considérée comme le résultat de variations environnementales qui, jusqu'à présent, n'étaient prises en compte que par des variables hydro-climatiques moyennes pour tout le secteur.

Depuis 30 ans la communauté démersale de Manche Est est échantillonnée en octobre par la campagne CGFS (Channel Ground Fish Survey) et depuis 1993 les céphalopodes y sont été identifiés et comptés. Malgré les biais dus à la sélectivité du chalut, l'analyse de la communauté semble montrer que l'abondance des céphalopodes peut être influencée (positivement ou négativement) par d'autres espèces démersales. Des analyses multivariées sont réalisées au niveau des traits (qui correspondent à la variation temporelle et spatiale) et au niveau des campagnes (comparant des tendances interannuelles de l'abondance en octobre). Parmi les deux espèces de calamars Loliginidés pêchées en Manche (*Loligo forbesii* et *Loligo vulgaris*), la période de fraie de *L. forbesii* a lieu en automne, ce qui justifie l'intégration des espèces démersales dans la prévision du renouvellement des ressources. Les indices d'abondance des espèces montrant une relation significative avec les calmars ont été ajoutés au modèle empirique élaboré pour prédire la force de la prochaine cohorte de calmars. La sélection de variables est appliquée avec le package VSURF du logiciel R (Variable Selection Using Random Forests) afin de définir une combinaison optimale de variables biotiques et abiotiques.

**Mots-clés** : campagnes de chalutage, espèces démersales, analyses multivariées, sélection de variables, évaluation précoce, interactions interspécifiques.

# Dynamique spatio-temporelle des assemblages et de la diversité des communautés de poissons et de macro-crustacés sur la zone intertidale dans le Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale

**DENIS Jeremy, RABHI Khalef, LEPRÊTRE Marie Anaïs, AMARA Rachid**

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

La dynamique spatio-temporelle des peuplements de poissons et de macrocrustacés de la zone intertidale située dans le Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale a été étudiée sur deux années (de mars 2017 à février 2019). Un suivi mensuel/bimensuel a été réalisé sur 8 stations allant d'Audresselles à Cayeux-sur-Mer. Un total de 35 espèces a été capturé parmi lesquelles 9 poissons (sprat, plie, turbot, bar, sole commune, barbue, merlan, anchois et hareng) et 3 macrocrustacés (crevette grise, étrille élégante et bouquet commun) sont des espèces d'intérêt commercial. Le peuplement a été dominé par quelques espèces de poissons (sprat, plie, gobie tacheté et lançon équille) et de macrocrustacés (crevette grise et crabe vert) qui représentaient plus de 90% des captures totales. La majorité des individus capturés étaient âgés de moins d'un an et indiquent l'importance de la zone intertidale pour les juvéniles de poissons et de macrocrustacés. Bien que la composition des peuplements variait peu entre les stations et les années, la structure de la communauté montrait une dominance du sprat et de la crevette grise qui arrivaient sur la zone intertidale avec de fortes densités au printemps et en été. Ces dominances sont suivies par d'importante chute des densités, suggérant une migration des individus vers les eaux du large à la fin de l'été. Des analyses multivariées ont permis de définir les facteurs biotiques et abiotiques structurant la communauté. Les paramètres environnementaux (température, salinité, pH, turbidité) et morphologique (largueur et pente de l'estran, distance aux estuaires, substrat) sont apparus comme les facteurs conditionnant la variabilité saisonnière et interannuelle de la communauté. La présence de juvéniles d'espèces d'intérêts commerciales souligne le rôle de l'écosystème intertidal pour assurer le bon déroulement de leur cycle de vie et, par conséquent, le maintien et le renouvellement des ressources halieutiques.

# Exploitation du phosphate et dégradation des pêcheries du littoral togolais

**Koku-Azonko FIAGAN**

Maitre-Assistant en Géographie au LARDYMES / Université de Lomé

Le phosphate constitue la première ressource économique du Togo. Depuis son exploitation en 1959, il est source de pollutions tant pour les écosystèmes terrestres que marins. La Société Nouvelle des Phosphates du Togo (SNPT) exploite les gisements de Hahotoé et de Kpogamé dont les eaux de traitement riches en métaux lourds (Cd, Pb, etc.) sont déversées dans la mer à Kpémé et à Gumukopé sans aucune forme d'épuration. La conséquence immédiate est la coloration jaunâtre des eaux côtières togolaises, béninoises et nigérianes et la contamination des organismes marins. Cet article vise à analyser les effets du déversement des eaux phosphatées dans la mer sur la pratique de la pêche et les écosystèmes marins. Il se fonde sur une documentation et une enquête de terrain. L'étude relève que les diverses analyses effectuées sur les produits halieutiques, attestent de leur degré de contamination en métaux lourds dont la concentration dépasse le seuil défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). De par la composition chimique du phosphate, les eaux côtières devenant très acides, n'offrent pas de meilleures conditions de frayères aux poissons. Les boues phosphatées freinent le halage des sennes de plage et participe à la baisse des prises, ce qui met en mal la santé des pêcheurs et des consommateurs, et leurs moyens d'existence.

**Mots-clés :** Littoral togolais, pêche artisanale, métaux lourds, phosphate, SNPT

# Une pêche plus responsable pour un développement durable des pêcheries du littoral togolais

**Koku-Azonko FIAGAN<sup>1</sup> et Kodjo Numuléo M. AGBEMELE<sup>2</sup>**

1- Maître-Assistant en Géographie au LARDYMES / Université de Lomé

2- Docteur en Géographie / Université de Lomé

Au Togo, la pêche représente 4% au PIB du secteur primaire et emploie environ 150 000 personnes. La production halieutique nationale n'arrive pas à couvrir les besoins de la population sans cesse croissants d'où une importation plus accrue des produits halieutiques et un effort de pêche plus accentué sur la ressource. Cette pression s'exerce à travers l'utilisation des engins de pêche destructeurs de l'écosystème marin. Ceci constitue une menace pour l'activité de la pêche sur le littoral togolais. Les effets induits sont la réduction des prises et donc des revenus des pêcheurs, ce qui compromet les moyens d'existence des populations qui dépendent directement ou indirectement des produits de pêche. Dès lors, l'adoption de pratiques de pêche respectueuses de l'écosystème marin se présente comme un gage de restauration du stock halieutique, avec pour conséquence l'augmentation des prises et l'amélioration des conditions de vie des communautés de pêcheurs sur le littoral togolais. La présente étude qui met en lumière l'impact des pratiques destructrices sur les ressources halieutiques, se présente comme une plaidoirie pour l'adoption d'une pêche durable au Togo. La démarche méthodologique adoptée à cette fin repose sur l'observation, la recherche documentaire et une enquête de terrain. L'étude révèle que la majorité des pêcheries sur le littoral togolais sont menacées de dégradation. L'adoption de nouvelles pratiques et l'application du code de conduite pour une pêche responsable pourraient permettre un développement durable de la pêche au Togo.

**Mots-clés :** Engins non conventionnels, stock halieutique, pêche durable, littoral togolais

# Spatio-temporal co-variation of assemblages and environmental and fishing drivers in the Celtic Sea – 2000 to 2016.

Laurène Mérillet, Sandrine Pavoine, Marianne Robert, Maud Mouchet, Dorothée Kopp

UMR 7204 MNHN-UPMC-CNRS Centre d'Ecologie et de Sciences de la COnservation, Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France

Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique, Unité de Sciences et Technologies halieutiques, Ifremer, 8 rue François Touleec, 56100 Lorient, France

The Celtic Sea is one of the major European fishing zone in terms of landings (in 2010-2012, 60 000-80 000t landed). This area faces various modifications of its environment, with an increase of bottom temperature as well as modification of the main fishing efforts in link with the implementation of the new European Common Fishery Policy. An integrated assessment of the stability of this ecosystem facing these changes has to be conducted. We focused on the macro benthic-demersal communities that are composed of more than one hundred species.

Based on the yearly ground fish survey EVHOE, we carried out a spatio-temporal analysis of the dynamics of species assemblages in the Celtic Sea in link with environment (chlorophyll a and temperature) and fishing effort (bottom trawl, pelagic trawl) variables. Sediment and depth were also used to define species distribution. An integrative statistical analysis (STATICO) detected the stable structure of the assemblages. Species were grouped in six assemblages.

It appeared that this area has been relatively stable from 2000 to 2016. However, some variability is detectable and the time series can be fractioned in three periods. The period from 2000 to 2002 is characterized by a strong influence of bottom trawl in driving the dynamics of assemblages. From 2003 to 2007, pelagic trawl took over the driving role. Then from 2008 to 2016, we showed an increased importance of chlorophyll a and temperature. Overall, chlorophyll a, temperature and depth are the more important structuring variables.

This analysis provided an overview of the dynamics of the assemblages in the Celtic Sea, allowing characterizing the main trend of this ecosystem stability but also environmental variations affecting some assemblages that have to be monitored carefully.

Keywords: spatial and temporal dynamics, multivariate analysis, high quality environmental data, fishing effort, benthic-demersal, stability

# Composition de la biodiversité des Copépodes de la côte algérienne (2°E - 7°E)

MELLAK L et HAFFERSSAS A.

Equipe Ecosystème Pélagique - Laboratoire d'Océanographie Biologique et Environnement Marin. Faculté des Sciences Biologiques. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène - Alger, Algérie

La biodiversité taxonomique des peuplements de Copépodes a été dénombrée sur différentes régions de la côte algérienne:

Centre entre 2°E - 4°E (baie de Bou Ismail et côtes de Tizi Ouzou);

Est entre 4°E - 6°E (baies de Jijel et de Skikda).

La faune est composée par 50 espèces. Ces dernières se répartissent sur 31 genres et 19 familles. La biodiversité renferme des populations fréquentes (9), communes (13) et rares (34).

Les régions étudiées sont le siège du passage du courant Atlantique. Une dizaine de populations inféodées à cette circulation ont été identifiées (*Mecynocera clausi*, *Calocalanus pavo*, *C. styliremis*, *C. plumulosus*, *Centropages hamatus*, *C. violaceus*, *Pleuromamma abdominalis*, *P. xiphias*, *Subeucalanus crassus*, *Mesocalanus tenuicornis*).

La topographie néritique de la zone est relié à la présence des populations telles que *Oithona nana*, *Paracalanus parvus*, *Temora stylifera*, *Nannocalanus minor* et *Clausocalanus arcuicornis*.

Les stocks quantitatifs sont inférieurs à 100 individus.m<sup>-3</sup>. Certaines espèces sont dominantes et sont plus contributives (100% - 25%) aux stocks des abondances. Il s'agit surtout des Copépodes telles que *Temora stylifera*, *Oithona plumifera*, *Eucalanus elongatus* et *Neocalanus gracilis*.

**Mots clés :** Côtes algériennes, Copépodes, Biodiversité, Répartitions quantitatives

# Origines, types et impacts des polluants chimiques sur l'écosystème d'herbier marin de l'Aire Marine Protégée de Joal-Fadiouth (Sénégal)

Mamadou NDIAYE<sup>1</sup>, Sérigne Modou SARR<sup>2</sup>, Malick DIOUF<sup>3</sup>, Sylvie Djabou DEUGOUEL<sup>4</sup>

1- Direction des Aires Marines Communautaires Protégées. Ecole doctorale "Sciences de la Vie, de la Santé et de l'Environnement de l'Université Cheikh Anta Diop of Dakar.

2- Institut Supérieur de Formations Agricole et Rurale, Université de Thiès, Sénégal.

3- Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture / Université Cheikh Anta Diop of Dakar, Sénégal.

4- Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.

Dans le souci de prévenir et réduire les effets de la pollution marine sur les écosystèmes d'herbiers marins de l'aire marine protégée de Joal-Fadiouth (AMPJF), les sources de pollution et les différents polluants ont été étudiés. A cet effet, des enquêtes ont été menées auprès de 250 personnes et des analyses des paramètres physico-chimiques, biologiques et bactériologiques menées aux laboratoires d'analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Les prélèvements d'échantillons ont été effectués au niveau de deux zones, l'une dans les écosystèmes d'herbiers marins près de la côte et l'autre plus à l'intérieur de l'océan.

En plus des échouages des sargasses, les activités socio-économiques liées à la pêche, le conditionnement et la transformation par les usines de pêche sont d'importantes sources de pollution. Près de 67% des personnes enquêtées déversent directement leurs eaux usées au bord de la plage et 24,1% déversent directement dans l'eau. Les résultats des analyses révèlent une pollution de l'AMPJF en ammoniac, cuivre, zinc, fer et sulfates. Les plus importantes concentrations ont été notées au niveau des herbiers marins avec respectivement (0,4mg/l ; 9µg/l ; 0,76mg/l ; 1,261mg/l et 1600mg/l). Le phosphore et l'oxygène dissout sont presque indécélables dans les eaux. L'analyse physique révèle une température moyenne de 23,7°C, un pH de 7,78 et une conductivité électrique moyenne de 33,3 ms/cm.

Le quasi absence d'oxygène dissout, comparée aux demandes chimiques et biochimiques en oxygène (930 mg/l et 17 mg/l), témoigne de l'altération de la qualité de l'eau et de l'intégrité écologique des écosystèmes d'herbiers marins.

Ces résultats serviront aux politiques publiques sur la problématique liée à la conservation de la biodiversité marine et côtière.

**Mot clés :** AMP, écosystème, pollution, herbier marin, physico-chimique, impact.

## Better knowledge on food web structure and functioning can help improving stocks and ecosystems management

Dorothee Kopp, Marianne Robert, Hervé le Bris, Jonathan Rault, Pierre Issac, Margaux Denamiel, Louise Day, Lionel Pawlowski

This presentation will synthesize the main results and perspectives of the EATME project which aimed at better understanding the food web structure and functioning to inform stock and ecosystems management in the Celtic sea. Over the three years of the project, more than 1000 stomachs of the then most important commercial species and 1200 muscle samples (from top predators to primary consumers) for stable isotope analysis were collected in November on board the EVOHE scientific survey in the Celtic sea. This important sampling effort has allowed characterizing the spatial structure of the food web from shallow area to the slope of the continental shelf. Trophic ecology of the main commercial fish species were compared using both stomach content analysis and stable isotope as complementary tools. We identified the main competitions for food resources between top predators and better understand co-occurrences conditions between the two species of anglerfish. This data were also used to better inform diet matrix of ecosystem models such as Ecopath with Ecosim using a new methodology to integrate information coming from various sources (stomach content, stable isotope and literature). Finally, a more management oriented model of SMS type (Stochastic Multi Species) is still under development. In the future, such model could help in understanding how management objective and rules might be affected by taking into account species interaction in mixed fisheries (Multi species FMSY ec ...).

# L'incertitude dans les méthodes d'inférences isotopiques en écologie trophique : une erreur à ne pas sous-estimer

Marine Ballutaud<sup>1</sup>, Sébastien Lefebvre<sup>1</sup>, Morgane Travers-Trolet<sup>2</sup>, Paul Marchal<sup>3</sup>

1- UMR 8187 U-Lille/CNRS/ULCO, 28 av. Foch, 62930 Wimereux, France.

2- IFREMER unité EMH, rue de l'île d'Yeu, 44311 Nantes, France.

3- IFREMER unité HMMN, 150 quai Gambetta, 62321 Boulogne-sur-Mer, France.

En écologie trophique, et particulièrement pour les écosystèmes marins, les analyses des isotopes stables du carbone et de l'azote sont très utilisées. Ces méthodes isotopiques permettent de qualifier la structure d'un réseau trophique, de quantifier les interactions entre les organismes, tout en intégrant les variabilités spatiales et temporelles. En effet, il est souvent admis que les signatures isotopiques sont la résultante des processus de prédation, à partir desquelles sont calculées des métriques trophiques à différentes échelles d'organisation (ex.  $\delta^{15}\text{N}$  est utilisé comme proxy du niveau trophique à l'échelle de l'individu. Hors, les inférences sur ces valeurs isotopiques requièrent des informations *a priori*, comme le facteur de discrimination (ou enrichissement trophique) et le taux de renouvellement isotopique (associé au temps de demi-vie et au métabolisme).

Ces facteurs isotopiques sont généralement connus et considérés constants, d'après les hypothèses des modèles empiriques basés sur les inférences issues des propriétés isotopiques. En utilisant une approche dynamique et mécanistique faisant intervenir ces facteurs comme paramètres, une expérience *in silico* a été réalisée. La méthode de modélisation repose sur les mécanismes intrinsèques de l'enrichissement isotopique chez un individu (ex. le gobbie) permettant de simuler une signature isotopique individuelle.

L'objectif est d'évaluer l'erreur commise lors de l'utilisation des modèles d'inférence isotopique, et de qualifier cette incertitude : systématique et quantifiable ou variable et aléatoire. L'étude de cette incertitude permet soit d'améliorer ces modèles dits d'inférence (en intégrant des paramètres dynamiques), soit de proposer un modèle sur les mécanismes issus des propriétés isotopiques. Une fois ces mécanismes modélisés, ils pourraient être implémentés dans des modèles écosystémiques (tel que OSMOSE), pour *in fine* ajouter de l'information isotopique aux relations de prédation. Les mécanismes liés aux processus isotopiques implémentés dans un modèle trophique complexe s'intègrent dans une approche écosystémique des pêches, nécessaire à l'échelle du globe pour la conservation et l'exploitation durable des océans.

**Mots-clés :** écologie trophique, isotopes stables, écosystèmes marins, modélisation, processus isotopique, incertitude.

# Vers un développement durable de la pêche française ? Perspectives offertes par le scénario d'agriculture durable Afterres2050

Mathieu Doray, Martin Huret et al.

L'objectif des Nations Unies pour le développement durable de l'Océan (ODD14) peut-il se décliner dans le secteur de la pêche en France ? Et si oui comment ?

La principale fonction de la pêche (et de l'aquaculture) françaises étant la fourniture de produits de la mer à des fins alimentaires, nous replaçons la pêche (et de l'aquaculture) françaises dans le contexte plus large de l'approvisionnement alimentaire du pays.

Nous présentons le scénario prospectif Afterres2050, qui propose une trajectoire vers un approvisionnement alimentaire durable pour la France (et quelques voisins) en 2050. Afterres2050 est un scénario technique qui vise à satisfaire nos besoins, en alimentation, en énergie, et en matériaux à l'horizon 2050, dans le respect des écosystèmes, des contraintes territoriales et des objectifs de santé publique. La philosophie du scénario et ses principaux résultats sont présentés, avant de détailler la place des produits de la mer dans cette vision prospective. La trajectoire proposée est discutée au regard de la structuration actuelle de la filière et des enjeux alimentaires futurs liés aux produits de la mer et des pistes d'amélioration du volet aquatique du scénario Afterres2050 sont proposées. Le concept de développement durable de la pêche française est enfin discuté sous l'éclairage du scénario et dans le contexte de l'accélération du changement global.

# Temporal Trends in age and size at maturation of sardine *sardina pilchardus* in the Bay of Biscay over the last decade

M. Véron<sup>a</sup>, E. Duhamel<sup>a</sup>, M. Huret<sup>b</sup>

a- Ifremer, Laboratoire de Technologie et de Biologie Halieutique, Lorient, France

b- Ifremer, Laboratoire de Biologie Halieutique, Brest, France

Age and size at maturation appear as key elements in determining the viability of a population as they affect growth rate, fecundity and survival. Even though that fishing is known to cause life-history traits evolution by decreasing population size, changing demographic composition or increasing mortality, environmental variability may also influence those changes through phenotypic plasticity.

The variability in growth trajectories experienced by individuals of the same population implies that maturation occurs at different ages and sizes. Due to this variability and potential changes in growth trajectories over time, maturity ogives may be affected and therefore vary across time. Consequently, as growth rate substantially decreases after maturation, early maturation at age and size may be harmful to population dynamics, fishing yields and finally sardine market dynamics. Furthermore, it has been established that fish body condition is positively correlated with maturation tendency and can therefore influence trends in maturity ogives.

In the Bay of Biscay, the decreasing trend in sardine body condition, together with the observed reduced size at age and the increase of fishing pressure may therefore have strong consequences on population dynamics. In order to improve understanding of phenotypic plasticity and life-history changes within variable environmental conditions and help at calibrating a sardine population assessment model, samples collected from French commercial fleets and scientific surveys were used to investigate temporal trends in age and size at maturation of sardine in the Bay of Biscay. The contribution of each mechanism (demography, phenotypic plasticity and evolution) to the observed decreasing trend of the proportion of mature individuals was analyzed using the probabilistic maturation reaction norm (PMRN). By means of this approach, this study aims at improving the understanding of the underlying processes which influence sardine maturity changes and discusses the implications for stock structure and management.

# Pratiques et rendements de la pêche récréative dans le Parc naturel marin du golfe du Lion

Kayal M., Cigala M., Cambra E., Soulat N., Mercader M., Lebras A., Ivanoff P., Sébés L., Lassus-Debat A., Hartmann V., Bradtke M., Lenfant P., Jabouin C., Dubreuil J., Joguet M., Le Mellionec S., Brichet M., Binche J.L., Payrot J., Pelletier D., Saragoni G., Crechriou R., Clairicia, M., Verdoit-Jarraya M.

La pêche récréative est une activité emblématique, populaire et en croissance sur les côtes de la Méditerranée française. Malgré son importance économique (magasins de pêche, tourisme, plaisance, etc.) et sociale (activité ludique et familiale), et ses conséquences potentielles sur les ressources halieutiques et les habitats marins côtiers, cette activité reste relativement peu étudiée. Depuis plusieurs années, diverses études destinées à mieux comprendre les usages et impacts de la pêche récréative ont été menées via des enquêtes *in situ* auprès des usagers aux abords de la réserve historique de Cerbère-Banyuls, située au coeur du nouveau Parc naturel marin du golfe du Lion (Pyrénées Orientales). Cette présentation aborde la variabilité spatio-temporelle des pratiques de la pêche récréative en lien avec différents facteurs socio-environnementaux (préférences des usagers), ainsi qu'une évaluation de l'évolution des rendements de ces activités (captures par unité d'effort) à l'échelle d'une décennie. Nous avons notamment testé si l'efficacité de la pêche en termes d'abondance, de composition et de poids des captures différait entre la réserve et les zones environnantes, pour les pêcheurs pratiquant la pêche du bord *versus* embarquée, et entre différentes familles de poissons. Ces résultats permettent de mieux comprendre les usages et impacts de la pêche récréative, et d'identifier des bénéfices et limitations dans la stratégie de gestion en application dans la zone étudiée. Les conséquences de ces résultats en matière de gestion des ressources halieutiques et de maintien des pratiques de la pêche récréative seront également abordées.

# Vers une approche socio-écosystémique des EMR : combiner les modèles pour caractériser les impacts du changement climatique, de la pêche et du futur parc éolien en Baie de Seine

**Nathalie Niquil<sup>a</sup>, Emma Araignous<sup>a,b,c</sup>, Frida Ben Rais Lasram<sup>c</sup>, Pierre Bourdaud<sup>c,d</sup>, Juliette Champagnat<sup>b</sup>, Karine Grangeré<sup>a</sup>, Ghassen Halouani<sup>a,f,g</sup>, Matilda Haraldsson<sup>a,h</sup>, Tarek Hattab<sup>b,i</sup>, François Le Loc'h<sup>j</sup>, Boris Leroy<sup>h</sup>, Quentin Noguès<sup>a</sup>, Aurore Raoux<sup>a,k</sup>, Jean-Paul Robin<sup>a</sup>, Georges Safi<sup>a,b</sup>, Ching-Maria Villanueva<sup>f</sup>, Jean-Claude Dauvin<sup>k</sup>.**

a- Normandie Univ, UNICAEN, Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques BOREA (MNHN, UPMC, UCBN, CNRS-7208, IRD-207) CS 14032, 14000 Caen, France.

b- France Energies Marines ITE-EMR, 525 avenue Alexis de Rochon, 29280 Plouzané, France.

c- Univ. Littoral Côte d'Opale, Univ. Lille, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, France.

d- Department of Biological Sciences, University of Cape Town, South Africa.

e- IFREMER, Unité Halieutique Manche Mer-du-Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques de Port-en-Bessin, France.

f- IFREMER, Laboratoire Biologies Halieutiques, STH, Z.I. Pointe du Diable BP 70, Plouzané, France.

g- Marine and Freshwater Research Centre (MFRC), Galway-Mayo Institute of Technology (GMIT), Dublin Road, Galway, Ireland.

h- Unité Biologie des Organismes et Écosystèmes Aquatiques (UMR 7208 BOREA), Sorbonne Universités, Muséum National d'Histoire Naturelle, Université de Caen Normandie, Université des Antilles, CNRS, IRD, 43 Rue Cuvier, CP26, 75005 Paris, France.

i- MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Avenue Jean Monnet CS 30171, Sète 34203, France.

j- Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR), UMR 6539 CNRS, UBO, IRD, IFREMER, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), rue Dumont d'Urville, BP 70, 29280 Plouzané, France.

k- Normandie Univ, UNICAEN, UMR M2C (UCBN, UR, CNRS-6143), 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen Cedex, France.

Les études environnementales réalisées en amont des projets éoliens offshore permettent de mettre en évidence leurs impacts potentiels, en s'attachant à considérer la sensibilité aux perturbations de chacun des compartiments écologiques, de façon séparée. Le projet TROPHIK propose une nouvelle approche intégrée des effets du futur parc éolien au large de Courseulles-sur-mer, cumulés avec ceux des changements climatiques et de la pêche. Avec ce projet nous avons développé dès 2014 une vue d'ensemble, intégrée, par la mise en place de modèles, complémentaires aux approches sectorielles habituellement utilisées lors des études d'impact. Nous avons considéré le réseau trophique et le socio-écosystème dans leur ensemble, en combinant différents modèles fondés sur différents scénarios de cohabitation des usages. La modélisation de niches écologiques a permis de simuler le déplacement potentiel vers le nord des espèces de la Manche selon les scénarios du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. L'analyse inverse linéaire en Monte Carlo Markov Chain a permis une modélisation en OD du site du parc. Les scénarios ont combiné les effets du changement climatique et les effets récif et réserve associés à la construction du parc, tout en appliquant les indices ENA (analyse des réseaux écologiques) avec quantification de leur incertitude. Les modèles Ecosim-Ecospace ont permis de modéliser le réseau trophique, en 2D et dans le temps, sur la baie de Seine étendue jusqu'à la limite franco-britannique des eaux territoriales en Manche orientale. Les différents scénarios ont permis de réaliser des cartes d'indices ENA. Enfin, la modélisation qualitative des socio-écosystèmes, en digraphes orientés, a permis de faire un pas vers une intégration équilibrée des réseaux d'interactions entre écosystème et acteurs humains. Cette combinaison d'approches constitue un socle, transférable à toute situation similaire de gestion globale et durable du socio-écosystème marin, qui sera présenté avec différentes recommandations tirées du projet.

# Mesures automatiques de la longueur des poissons dans les petites pêches en utilisant des analyses d'images

**ANDRIALOVANIRINA Nicolas<sup>1</sup>, LÉOPOLD Marc<sup>2</sup>, PONTON Dominique<sup>2,3</sup>, BEHIVOKÉ Faustinato<sup>1</sup>, MAHAFINA Jamal Angelot<sup>1</sup>**

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

2- Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR Entropie, c/o IH.SM, BP 141, 601-Toliara, Madagascar

3- Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR Entropie, Université de Perpignan Via Domitia 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan, France

La longueur des poissons est un indicateur très utilisé pour estimer la structure de la taille des captures et explorer les effets de la pêche sur les ressources. Cependant, la mesure manuelle de centaines de petits individus nécessite de longues manipulations, ce qui est difficilement opérationnel dans le cadre de la pêche artisanale tropicale. Pour surmonter cette limitation, nous avons développé une méthode permettant de mesurer automatiquement la longueur totale des poissons à l'aide d'images numériques, analysées selon des procédures du logiciel ImageJ. Pour tester ces procédures, 180 poissons récifaux (<50 cm) appartenant à 19 familles et comprenant deux motifs de couleur et deux types de nageoire caudale ont été collectés auprès de pêcheurs artisanaux dans le sud-ouest de Madagascar en 2018. Nous avons réalisé des photos standardisées des poissons à l'aide d'un dispositif équipé d'un appareil photo. La précision de la taille des poissons et le temps de mesure ont été comparés entre la procédure automatique avec ImageJ, la mesure manuelle avec ImageJ (à l'écran) et la mesure à l'ichtyomètre classique, ce dernier fournissant les longueurs de poissons de référence. La procédure de mesure automatique avec ImageJ a atteint une précision de 98,4% et le temps de mesure a été réduit de 57% et 40% par rapport aux mesures de l'ichtyomètre et manuelles avec ImageJ, respectivement. Cette procédure de mesure automatique a ensuite été testée pour le suivi des captures multi-spécifiques de poissons de récif dans une pêcherie à engins multiples dans la zone d'étude. Ce test nous a permis de proposer des recommandations pour réduire les erreurs de mesure et certaines des limites de cette méthode. Nous concluons que la procédure de mesure automatique apporte des résultats très efficaces sur les poissons <50 cm. Elle devrait être mise en œuvre par des organisations non gouvernementales et de recherche afin de caractériser les captures artisanales de poissons de taille petite à moyenne, et étudier plus précisément les impacts de la pêche et des mesures de gestion.

# Dispositif anti-déprédation pour les pêcheries palangrières pélagiques : le projet PARADEP

Njaratiana Rabearisoa<sup>1</sup>, Christophe Guinet<sup>2</sup>, Philippe Guérin<sup>3</sup>, Pascal Bach<sup>4</sup>

1- Institut de Recherche pour le Développement (Sète)

2- Centre d'Études Biologiques de Chizé - UMR 7372 (Chizé)

3- ENEZ DU – REUNIMER (La Réunion)

4- Institut de Recherche pour le Développement (Seychelles)

Dans l'environnement marin, la déprédation est définie comme les dommages ou le prélèvement du poisson ou de l'appât sur l'engin de pêche par des prédateurs. A long terme, l'objectif du projet PARADEP est de réduire la déprédation par les odontocètes impactant les pêcheries palangrières pélagiques (PPP). Outre les objectifs de diffusion de connaissances, cet objectif général se décompose en deux composants incluant recherche scientifique et étude économique.

L'objectif scientifique de PARADEP inclut deux sous-objectifs :

1) développer un dispositif physique anti-déprédation pour les PPP ciblant le thon et l'espadon. Ce dispositif innovant sera doté de trois effets de protection : physique, visuelle et acoustique.

2) contrôler acoustiquement le processus de déprédation au moyen d'hydrophones et d'accéléromètres afin de détecter la présence de cétacés à proximité de la palangre, d'identifier les espèces impliquées et d'analyser leur comportement en interaction ou non avec les dispositifs.

L'objectif économique de PARADEP est d'estimer les pertes due à la déprédation dans le cadre de la PPP réunionnaise, afin d'évaluer la place du dispositif sur le marché de l'équipement de pêche, en se basant sur son prix estimé.

PARADEP est financé par les Fonds Européens pour les Affaires Maritimes et la Pêche, et durera 30 mois (Juillet 2018 – Décembre 2020). Il implique trois partenaires : deux laboratoires de recherche (IRD MARBEC et CEBC CNRS) et un armement de pêche palangrière (ENEZ DU, basé à La Réunion).

# Charte et guide pour une pêche responsable : document pratique pour les usagers de la wilaya de Tipaza (Algérie centre).

**Nouar Ahmed**

Laboratoire Halieutique, FSB-USTHB, BP. N°32, ElAlia, 16111, Alger

Le projet de charte et guide ambitionne de servir de base éthique aux comportements professionnels et sociaux de tous les gens de mer, usagers et publics intéressés ou concernés par les activités organisées dans toute la zone marine de la wilaya de Tipaza. La charte de la pêche durable s'inspire dans sa démarche des leçons tirées des expériences universelles tentées dans la recherche du développement durable. Le guide des bonnes pratiques destiné à tous les usagers prend sa source dans la charte conçue avec le concours actif des professionnels et des autorités habilitées. Ce document dans sa conception comme dans sa destination s'adresse à tous les publics et parmi eux, en premier lieu, aux professionnels qui tirent leurs revenus de l'exploitation des ressources halieutiques ; il tente de ce fait de rester concis, précis et d'un accès aisé à tous afin qu'il puisse inspirer les actions et imprégner chacun des gestes exécutés dans le cadre des activités quotidiennes. Ainsi la charte de la pêche durable se résume en 5 articles représentés par les 5 doigts de la main (droite) où chaque doigt (selon son appellation et sa position) correspond à un article (facile à retenir). Le pouce (en premier) indique la nature et le respect de l'environnement et de l'écosystème, l'index (ordre : il faut) désigne la loi et l'application de la réglementation, le majeur (principal) caractérise la profession, la sécurité et les bonnes pratiques, l'annulaire (alliance) correspond aux échanges entre professionnels, scientifiques et décideurs et enfin l'auriculaire (petit) caractérise les jeunes soit les générations futures. Il en est de même pour le guide de bonnes pratiques avec 5 articles résumés par les 5 doigts de la main gauche.

**Mots clés :** Charte - Guide - Pêche responsable - Bonnes pratiques - Tipaza (Algérie).

# Les réseaux graphiques : un outil pour décrire le comportement collectif des bateaux de pêche ?

Omar Belkasseh, Nicolas Bez, Marie-Pierre Etienne, Stéphanie Mahévas

Comprendre le comportement des pêcheurs et la dynamique spatio-temporelle des flottilles de pêche est un élément clef de la définition de stratégies efficaces de gestion de la pêche. Depuis une dizaine d'années, les mouvements des navires de pêche sont suivis par GPS dans un cadre réglementaire européen ouvrant la voie au développement de plusieurs approches de modélisation des mouvements individuels (modèles à espace d'états, segmentation statistique). Cependant, toutes ces approches font l'hypothèse que les trajectoires sont indépendantes. Pourtant les pêcheurs exploitent les informations des autres bateaux (position, captures, etc.) dans un contexte de collaboration ou de compétition. Dès lors, pour passer de la compréhension individuelle d'un navire à une compréhension collective de la dynamique des flottilles à partir des trajectoires des bateaux, il est indispensable de s'intéresser aux comportements collectifs des pêcheurs.

Le comportement collectif a fait l'objet de nombreuses études en écologie. Par exemple l'analyse des comportements collectifs permet de s'intéresser aux stratégies de recherche de nourriture. Ainsi, pour les oiseaux marins qui partagent avec les pêcheurs l'ambition de trouver de façon optimale des proies en mer, il a été montré que le partage de l'information était globalement bénéfique, i.e. que le gain de nourriture procuré par le transfert d'information concernant la position des proies était compensé par le déficit occasionné par ce même partage d'information pour le partage de nourriture associé. Des réseaux de prédateurs se mettent donc en place afin d'optimiser collectivement le repérage des proies. L'existence de réseaux sociaux dynamiques dans le règne animal donne une excellente base de réflexion concernant des stratégies équivalentes en halieutique où l'analyse des déplacements collectifs a été récemment initiée en caractérisant les propriétés de couples de navires par le biais d'indicateurs de proximité et de coordination.

Sur la base de ces indicateurs, nous avons quantifié les liens entre les bateaux de plusieurs flottilles de chalutiers français pêchant en Manche et avons abouti à des représentations de réseaux pour chacune de ces flottilles. Nous avons ensuite réalisé une analyse de ces graphes avec des modèles par blocs stochastiques. Cette approche a permis d'identifier des groupes homogènes de bateaux ayant des comportements collectifs similaires au sein des flottilles (fidélité, stabilité, mesures de d'homogénéité, etc.) et de décrire les flottilles en fonction du nombre et des caractéristiques de leurs sous-flottilles homogènes.

# Cartographie de la valeur de la pêche artisanale au sein de l'aire marine protégée du Parc National du Banc d'Arguin

Ousmane SARR, Yeslim EL VALY, Oumar Hamet WAGNE

Chargé de recherches Institut mauritanien de recherches Océanographique et des pêches BP 22 Nouadhibou/Mauritanie

La connaissance des facteurs régissant la distribution des poissons est essentielle du point de vue écologique et présente une valeur importante pour le Banc d'Arguin. L'étude s'est focalisée sur les captures d'échantillonnages en les croisant aux données environnementales. L'analyse exploratoire des données a permis de dégager à partir de l'analyse factorielle de correspondance les espèces majoritairement exploitées dans le Banc d'Arguin, associées à leurs lieux de pêches. Il a été montré que ces espèces sont ciblées par trois principaux engins de pêches débarquant plus de 90% des produits de la pêche. Afin d'identifier les paramètres responsables des variations des CPUE des espèces, une analyse de variance (ANOVA à plusieurs facteurs) a été réalisée, affichant un effet significatif de la variable profondeur et de l'interaction entre la zone et l'engin. Le croisement des CPUE avec les températures a mis en évidence un changement de concentration des espèces au cours des quatre saisons hydrologiques. L'étude de l'effort de pêche a également permis d'identifier les lieux de chalandise. La valeur annuelle de l'ensemble des zones de pêches est passée de 30 millions MRU en 2014 à plus de 52 millions de MRU en 2017. Certaines de ces zones sont plus structurantes, c'est le cas de *Nord-Ouest Tafarit* (site d'Arkeïss) dont la valeur est passée d'environ 2 millions (MRU) en 2014 à 4 millions (MRU) en 2017 ; *El Hajra* d'Agadir (129 000 MRU en 2014 à 871 000 en 2017) ; *Eghewkert* (196 000 en 2014 à 406 000 en 2017 avec un pic en 2015 et 2016 d'environ 2 millions MRU) ; et *Chekcher* (164 000 MRU en 2014 à 576 000 en 2017 avec un pic en 2016 d'un million MRU). Une quinzaine d'espèce contribuent à hauteur de 91% pour une valeur de 46 621 549 MRU en 2017. L'étude de l'effort a également permis de constater que les espèces de sélaciens sont en l'occurrence plus structurante dans les données de débarquement.

## Modélisation des pêcheries pélagiques du Benguela

Pierre Bourdaud, Lynne J. Shannon, Emma Araignous, Mathieu Genu, Emma M. Lockerbie, Yunne-Jai Shin, Morgane Travers-Trolet, Astrid Jarre

Les pêcheries pélagiques du Sud du Benguela ont subi de multiples shifts au cours de leur histoire, provoqués par les impacts conjoints de l'environnement et de la pêche. A la fin des années 1990 / début 2000, un shift vers l'Est a été observé chez plusieurs espèces, particulièrement la sardine, ayant des répercussions pour les industries de la pêche, principalement sur la côte Ouest. De récentes recherches ont conclu que les activités humaines et l'environnement étaient tous deux responsables, et les progrès sur la connaissance du stock de sardine ont conduit à déterminer qu'il ne devrait pas être géré comme un stock unique, mais plutôt comme deux sous-stocks interagissant.

Dans un écosystème régi par une forte variabilité environnementale, avec des pêcheries pélagiques gérées par différents quotas pour espèces cibles et prises accessoires, la mise en œuvre et l'efficacité de la nouvelle procédure de gestion OMP-18, qui inclut les deux composantes du stock de sardine, représente un réel défi. Ceci ayant été partiellement prouvé par le récent échec de la tentative de gestion spatialisée du stock de sardine. Dans cette situation, une représentation plus complexe des pêcheurs dans les modèles écosystémiques est souhaitée afin d'être capable de prédire les futurs shifts potentiels dans les comportements ainsi que les situations écologiques critiques.

En utilisant le couplage d'un modèle trophique multi-spécifique OSMOSE préexistant avec un modèle individu-centré de dynamiques des flottilles DSVM, différentes questions peuvent être abordées. Celles-ci incluent l'impact de facteurs environnementaux, tels que différents régimes d'upwelling, pour les pêcheurs et la communauté de poissons, de même que certains aspects de l'efficacité de gestion de la nouvelle OMP-18 sur des critères écologiques et économiques à court- and moyen-termes.

Un tel couplage de modèles repose sur un certain nombre d'hypothèses sur le comportement des pêcheurs en tant qu'individu mais aussi dans leurs interactions au sein d'un réseau d'acteurs. Par conséquent, une analyse d'incertitude de la perception des pêcheurs ou l'évolution de différentes typologies psychologiques des pêcheurs doivent être explorées afin de connaître les limites actuelles de tels modèles complexes sur leur capacité de prédiction, mais aussi tracer les contours de futurs axes de recherche en modélisation des flottilles de pêche.

# Identification des groupes fonctionnels clefs de la nurricerie de Baie de Seine par analyses empiriques spatio-temporelles

Thibault Cariou<sup>1</sup>, Laurent Dubroca<sup>1</sup>, Camille Vogel<sup>1</sup>, Nicolas Bez<sup>2</sup>

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 ces rives. Cet habitat estuarien-côtier, comptant parmi les habitats les plus productifs du milieu marin, 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 dans les campagnes depuis 30 ans, les suivis des communautés de juvéniles et les observations biotiques (communautés benthiques), abiotiques (hydrodynamisme, biogéochimie ...) et anthropiques (pression de pêche, polluants) associées sont aujourd'hui assez longs pour permettre une approche statistique spatio-temporelle des nurriceries de baie de Seine.

L'étude a pour objectif de détecter et comprendre les liens entre les descripteurs de la nurricerie et les populations exploitées en Manche. Pour répondre à cette problématique, le jeu de donnée, rassemblant 13 années d'observations et 131 taxons, est exploré au travers d'analyses géostatistiques et multivariées. L'exposé ici présenté s'attachera aux premières analyses, dont l'objectif est de réduire la dimension du problème avec notamment une phase descriptive portant sur les indices spatiaux (centre de gravité, aires équivalentes...) et la méthode des Min/max Autocorrelation Factors (MAFs) qui permet de créer des regroupements d'espèces cohérents du point de vue de leurs structures spatiales et temporelles. Les résultats de ces analyses permettront une meilleure compréhension dans la fonctionnalité et le suivi de la nurricerie en Baie de Seine.