

colloque
2017



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



Pêches et changements globaux

28-30 JUIN 2017
Ifremer Nantes

Photo: A. L. - The Associated Press / Getty Images; P. - The Associated Press / Getty Images; S. - The Associated Press / Getty Images; T. - The Associated Press / Getty Images; U. - The Associated Press / Getty Images; V. - The Associated Press / Getty Images; W. - The Associated Press / Getty Images; X. - The Associated Press / Getty Images; Y. - The Associated Press / Getty Images; Z. - The Associated Press / Getty Images



Avec le soutien de :



COMMUNICATIONS

SAUZEAU Thierry , Stérilité des pêches et "dizettes" de poissons aux XVIIIe et XIXe siècles	1
BLANCHARD Fabian et al. , Modélisation de la dynamique bio-économique de la pêche crevettière guyanaise et changements globaux	2
GUILLOTREAU Patrice et al. , Analyse des réponses sociétales aux changements globaux impactant les socioécosystèmes marins : résultats préliminaires basés sur 20 cas d'étude dans le monde	3
PARDO Sophie et al. , Emergence de thématiques de recherche transdisciplinaire – la prospective de COSELMAR pour répondre à des enjeux du changement global	4
LE FLOC'H Pascal et al. , Pour une approche pluridisciplinaire des échelles adaptées à la gestion écosystémique des pêches : deux cas d'étude (Parc Naturel Marin d'Iroise et Golfe de Gascogne)	5
SELLES Jules et al. , Influence de seuil de basculement socio-économique et de l'incertitude de l'avis scientifique dans la réussite de la gestion des pêcheries de grands migrateurs : une approche expérimentale.	7
TISSIERE Laurie et al. , Expérimentation de géoprospective sur les pêches maritimes du golfe de Gascogne	8
CHEVILLOT Xavier et al. , Modélisation de la bioaccumulation des contaminants organiques dans les nourriceries côtières. Le cas des PCB dans le réseau trophique de l'estuaire de la Gironde	9
HALOUANI Ghassen et al. , Un modèle End-to-End pour évaluer les effets de la pêche sur l'écosystème : Quel(s) indicateur(s) pour le golfe de Gabès ?	10
HUSSON Bérengère et al. , Comprendre le fonctionnement des écosystèmes hydrothermaux : une approche modélisatrice	11
LEMAIRE Marine et al. , Evaluer l'impact d'une pêcherie de petits pélagiques zooplanctivores sur un réseau trophique lacustre	12
LOBRY Jérémy et CHEVILLOT Xavier , Variabilités saisonnières vs interannuelles du fonctionnement des écosystèmes estuariens. Une première approche par modélisations trophiques	13
RAULT Jonathan et al. , Des contenus stomacaux aux modèles multi-spécifiques pour la gestion des pêches en Mer Celtique	14
ALEMANY Juliette et al. , Une plateforme de modélisation flexible structurée en âge pour estimer le statut d'un stock à données limitées : le lieu jaune (<i>Pollachius pollachius</i>) de la mer Celtique	15
MAHEVAS Stéphanie et al. , Suivez le guide ! Optimiser un modèle complexe suppose une bonne démarche et de bons outils	16
RUFINO Marta et al. , Etude sur les limites des indicateurs spatiaux dans le cadre de la Directive Cadre sur le Milieu Marin	17
VERMARD Youen et al. , Random Forests as a tool to identify métiers?	18
LE TREUT Hervé , Après la COP21, quels scénarios pour le changement climatique futur ?	19
ROBIN Jean-Paul et al. , Les défis de l'intégration des Céphalopodes de Manche dans une approche écosystémique des pêches	20
SAULNIER Erwan et al. , Estimation de la capacité d'accueil trophique des nourriceries côtières	21
TRAVERS-TROLET Morgane et al. , Effects of trophic and technical interactions on the definition of MSY reference points in a mixed-fisheries ecosystem	22
BEN RAIS LASRAM Frida et al. , Projet GAMBAS : une approche multi-modèles d'un écosystème exploité sud-méditerranéen, le Golfe de Gabès (Tunisie)	23
LEHUTA Sigrid et al. , Obligation à débarquer en Manche-Est : Approche participative et simulation avec ISIS-Fish	24
BOURDAUD Pierre et al. , Comportement des pêcheurs soumis à une réduction des rejets et conséquences sur l'écosystème dans un cas de pêcheries mixtes	25
POINTIN Fabien et ROCHET Marie-Joëlle , Cartographie des débarquements et des rejets issus de la pêche française à partir des données collectées à bord des navires de pêche	26
ROBERT Marianne et al. , Amélioration de la sélectivité des chalutiers hauturiers en Mer Celtique	27
HURET Martin et al. , Les traits biologiques de l'anchois européen au travers d'un gradient latitudinal expliqués par l'environnement et sa saisonnalité : une approche de modélisation bioénergétique	28
RIVOT Etienne et al. , Relever le challenge de la structuration spatiale des populations. Une approche de modélisation intégrée appliquée au cas de la Sole en Manche Est	29
VIGIER Audric et al. , Un modèle d'évaluation de stock spatialisé pour le stock nord de merlu européen : perception de la pêcherie et de la dynamique du stock	30
MAURY Olivier , Modélisation intégrée des écosystèmes marins et scénarios de réponse aux changements globaux	31
MAUREAUD Aurore et al. , Global change in the trophic functioning of marine food webs	32

DU PONTAVICE Hubert et al. , Impact de la pêche et du changement climatique sur le fonctionnement trophique de l'océan mondial	33
GENU Mathieu et TRAVERS-TROLET Morgane , Evaluation des contributions relatives de différents processus impliqués dans les effets simulés du changement climatique sur les communautés de poissons	34
MOULLEC Fabien et al. , Changements globaux en Méditerranée : la modélisation end-to-end en appui à la gestion écosystémique des ressources	35
LE LUHERNE Emilie et al. , Réponses contrastées des juvéniles de poissons face aux marées vertes en secteur côtier	36
HERNVANN Pierre-Yves et GASCUEL Didier , 65 years of catch and biomass in the Celtic Sea: fishing impact... and first recovery?	37
TERRATS Louis et al. , Variabilité à long terme de la disponibilité énergétique de la ressource pour les prédateurs supérieurs dans le golfe de Gascogne	38
BEZ Nicolas et al. , Le diable se cache aussi dans les détails les modèles à espace d'états	39
AHMED BABOU Dedah et BEZ Nicolas. , Interprétation des VMS et estimations d'abondance	40
HEERAH Karine et al. , Coupling spectral analysis and Hidden Markov Models for the segmentation of behavioural patterns: European sea bass as a study case	41
JOO Rocio et al. , Identification of dyad movement patterns from fisher trajectory data around the world	42
LAMONICA Dominique et al. , Trajectory of fish in the Rhône river: modelling link between environment and movements through behavior using telemetry data	43
WOILLEZ Mathieu et al. , Quantification du processus de territorialisation de la pêche sur DCP ancrés par modélisation du mouvement.	44
ERNANDE Bruno , Effets du changement global sur les traits d'histoire de vie des ressources halieutiques : exploitation versus environnement et évolution versus plasticité phénotypique	45
BUORO Mathieu et al. , Investigating the demogenetic responses of exploited Atlantic salmon populations to climate change	46
DROUINEAU Hilaire et al. , Endangered eels: a symbol of the effects of global change	47
GOULON Chloé et al. , Restauration de la population de corégones du lac du Bourget : analyse historique	48
OLMOS Maxime et al. , Une réponse commune des populations de saumon Atlantique (<i>Salmo salar</i>) aux changements globaux : une approche de modélisation hiérarchique bayésienne du cycle de vie	49
PAUMIER Alexis et al. , Effects of climatic change demonstrated on an endangered diadromous fish population in Garonne-Dordogne watershed	50
MARANDEL Florianne et al. , Connectivités démographique et génétique pour la gestion des raies : quels apports ?	51
MATEO Maria et al. , Assessing the impact of anthropogenic pressures on temperate eels using Genetics & Evolutionary ecology-based model for eels (GenEveel)	52
RANDON Marine et al. , Utilisation de la microchimie des otolithes dans un modèle Bayésien de réassignation pour explorer le fonctionnement de la métapopulation de grande alose (<i>Alosa alosa</i>)	53
ISSAC Pierre et al. , Modélisation de la dynamique du système pélagique du Golfe de Gascogne en réponse au changement climatique	54
SIMON-BOT François et al. , Les espèces marines de Mer Celtique et du Golfe de Gascogne face aux changements climatiques	55
SHIN Yunne-Jai et al. , Scénarios et modèles écosystémiques en support à l'approche écosystémique des pêches	56

SESSION POSTERS

BAALI Ayoub et al. , Biology of <i>Sardinella</i> sp. (<i>Sardinella aurita</i> and <i>Sardinella maderensis</i>) and the impact of climate variables in the South of Morocco	58
BEHIVOKÉ Faustinato et LÉOPOLD Marc , Cartographie d'une pêcherie récifale à partir d'un suivi GPS à haute fréquence des déplacements des embarcations	59
BLANLUET Arthur et al. , Description par approche directe de la composition biologique des couches diffusantes du Nord du golfe de Gascogne (GdG)	60
BOURASSI Hajar et al. , Seasonal monitoring of population dynamic of cirriped crustacean <i>Pollicipes pollicipes</i> , in the Moroccan Atlantic Coast: Site of Mansouria	61
CAILLIAU Caroline et al. , Structure et dynamique du compartiment planctonique en Mer d'Iroise caractérisée par un système frontal saisonnier	62
DEBASLY Marion et al. , Evaluation des impacts biotiques de la pêche française : quels indicateurs choisir et comment les appliquer dans le cadre de l'Analyse de Cycle de Vie ?	63
DAMIR Naoual et HEMIDA Farid , Contribution à l'étude du régime alimentaire de <i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linne, 1758) de la région occidentale du littoral algérien	64
DAY Louise et al. , Ecologie trophique de 5 espèces de gadiformes : état de référence en mer Celtique	65
EL MOUTTAQUI Sara , Etude Bio-écologique des Gigartinacées et son impact sur leurs croissances	66
HADDI Imane et al. , Monitoring of Taxonomy, Biology, and Mapping of Exploitable Coastal Resource of <i>Echinoderms Holothuria</i> sp (Moroccan Atlantic Coast)	67
HARCHOUCHE Kamel , Inventaire et structure des peuplements des espèces associées à deux poissons cibles (<i>Spicara maena</i> et <i>Pagellus acarne</i>) dans les mises à terre algériennes.	68
HEMIDA Farid et al. , Exploitation de <i>Scyliorhinus canicula</i> (Sélacien, Scyliorhinidae) dans la région ouest du bassin algérien	69
KANE Elimane Abou , TAC et Quotas de pêche expérimentale à la langouste rose, une nouvelle opportunité de développement économique en Afrique de l'Ouest : Quelles valeurs ajoutées à l'économie Mauritanienne ?	70
LABONNE Maylis et al. , Connectivité entre habitats adultes et juvéniles chez le Merlu Austral (<i>Merluccius australis</i>) de Patagonie chilienne	71
LEBIGRE Christophe et al. , Variation de condition corporelle des petits pélagiques : importance de l'âge et des facteurs environnementaux	72
MAUREAUD Aurore et LINDEGREN Martin , Understanding the biodiversity-ecosystem functioning relationship in marine food webs through large-scale observations and modelling	73
MELLAK Lilia et al. , Importance des peuplements planctoniques de copépodes au sein du régime alimentaire de deux espèces clupéides, (<i>Sardina pilchardus</i> et <i>Sardnella Aurita</i>) issues de la côte centre algérienne (2° E et 3° E)	74
MERABTI Wassila et al. , Vers une possibilité d'exploitation de la crevette de roche (<i>Sclerocrangon boreas</i>) : Identification des habitats potentiels sur la Côte-Nord québécoise	75
MERILLET Laurène et al. , Vulnérabilité au chalutage des assemblages benthiques de la Grande Vasière	76
NDIAYE Mamadou et al. , Nonparametric spatial model using size and point transect for monitoring density population of demersal fish in coastal Senegalese sea water	77
NDOUR Ismaïla , Comprendre l'évolution des profils de captures démersales dans le segment de la pêche artisanale au Sénégal, Un outil d'appui à l'aménagement des pêcheries artisanales	78
PARDO Sophie et al. Les éclaircisseurs : recette de vulgarisation scientifique sans gros mots	79
ROCHETTE Sébastien et al. , Un modèle intégré pour prédire les distributions de différentes espèces de laminaires à partir de sources d'observation variées	80
THIAW Modou et al. Efficiency of marine protected areas (MPA) in West Africa: the cases of Bamboung and Joal-Fadiouth MPAs	81
VERON Matthieu et al. , Evolution spatio-temporelle de la condition et de la structure en taille et en âge du stock de sardine Atlantique.	82

STERILITE DES PECHEES ET "DIZETTES" DE POISSONS AUX XVIII^E ET XIX^E SIECLES

Thierry Sauzeau

Professeur d'histoire moderne/UFR-SHA Université de Poitiers (UP.)
Centre de Recherches Interdisciplinaires en Histoire, Arts et Musicologie (CRiHAM EA 4270)
Président du Conseil Scientifique du GIS "Histoire & Sciences de la mer"
Président-Co fondateur, Université Populaire du Littoral de la Charente-Maritime

A partir de trois produits, la morue "de Terre Neuve", le poisson frais et les huîtres (plates) du Centre-ouest français, il sera question d'examiner le thème de la raréfaction de ces ressources halieutiques dans l'espace atlantique. Trois angles seront retenus. Il sera d'abord question d'évoquer la raréfaction telle qu'elle apparaît dans la documentation historique, que ce soit sur le plan qualitatif ou, quand c'est possible, de manière quantitative. On se propose ensuite de mobiliser les explications et les analyses fournies par les auteurs qui font le constat de la raréfaction. Administrateurs, négociants, naturalistes chacun possède son discours sur le sujet et met la figure du pêcheur ou bien la communauté des pêcheurs sous les feux de la critique. C'est pourquoi dans un troisième temps, il sera question d'évoquer les pistes de réflexion pluridisciplinaires pour rechercher des causes complémentaires par exemple du côté des changements environnementaux (climatique, anthropiques) ou bien en direction des cycles guerre / paix qui ont entraîné des ruptures de trajectoire dans les activités halieutiques (avec des conséquences directes sur le niveau des captures) et plus largement des inflexions environnementales dans certains contextes régionaux.

MODELISATION DE LA DYNAMIQUE BIO-ECONOMIQUE DE LA PECHE CREVETTIERE GUYANAISE ET CHANGEMENTS GLOBAUX

Fabian Blanchard, Christian Chaboud, Olivier Thébaud et Loïc Baulier

Plusieurs facteurs liés aux changements globaux auraient un rôle dans le déclin de la pêche crevette guyanaise: d'un point de vue économique, la mondialisation des marchés induit des changements dans les prix de vente (parallèlement au développement de l'aquaculture en Asie) et le prix du carburant augmente. D'un point de vue écologique, le recrutement de la crevette diminue parallèlement aux changements environnementaux (réchauffement, vents...).

En 2008, un modèle bio-économique de la pêche basé sur des données allant des années 90 à 2006 a été développé. Des simulations ont été réalisées sur la base de scénarios de changements: baisse des prix de vente pour les petites catégories de taille, stables pour catégories moyennes et légère augmentation pour les grandes, augmentation du prix du carburant, baisse des subventions européennes à la production et un recrutement bas mais stable. Les simulations réalisées montraient pour 2015 une forte diminution du nombre de navires induisant une augmentation du stock.

Les résultats de simulation et scénarios envisagés en 2006 ont été confrontés à la situation réelle observée en 2015. Le nombre de navire a effectivement baissé, mais le stock reste à bas niveau. En effet, le recrutement a continué à décroître, le prix du carburant a augmenté moins vite que prévu en raison d'une grève généralisée, les subventions ont augmenté suite à des actions politiques et le prix des crevettes a augmenté en raison d'une conjonction de facteurs écologiques (catastrophes et maladies impactant l'aquaculture) et économiques liées à la sortie de crise.

La pêche ne se reconstitue donc pas malgré des facteurs économiques plus favorables, en raison d'une forte baisse du recrutement et du stock. Quelques conclusions sont données quant à l'importance des incertitudes sur les facteurs forçants (changement global) pour la simulation de scénarios d'évolution.

ANALYSE DES REPONSES SOCIETALES AUX CHANGEMENTS GLOBAUX IMPACTANT LES SOCIOECOSYSTEMES MARINS : RESULTATS PRELIMINAIRES BASES SUR 20 CAS D'ETUDE DANS LE MONDE

Patrice Guillotreau¹, Alida Bundy², R. Ian Perry³

1 - LEMNA, Université de Nantes, France

2 - Fisheries & Oceans Canada, PO Box 1006, Dartmouth, NS B2Y 4A2, Canada

3 - Fisheries & Oceans Canada, 3190 Hammond Bay Road, Nanaimo, B.C. V9T 6N7, Canada;

(+ autres contributeurs du groupe Dimensions Humaines, projet IMBER : Edward Allison, Annette Breckwoldt, Ratana Chuenpagdee, Sarah Cooley, Omar Defeo, Bernhard Glaeser, Moenieba Isaacs, Mitsutaku Makino, Prateep Nayak, Yinji Li, Henrik Österblom, Ingrid van Putten).

Les socioécosystèmes marins, dans le monde, sont de plus en plus souvent confrontés à des facteurs de stress multiples d'origine naturelle ou anthropique liés aux changements globaux, ce qui affecte leur fonctionnement et leur capacité à fournir des biens et des services à l'humanité. Les changements induits pour les ressources marines peuvent nuire aux populations locales qui en dépendent pour leur alimentation, leur mode de vie et leur bien-être. Savoir répondre de manière appropriée et rapidement aux effets locaux des changements globaux intéresse de plus en plus les chercheurs, les décideurs et les gestionnaires de ressources dans le monde entier. Les infrastructures et la capacité d'adaptation font habituellement partie du programme d'intervention qui est élaboré. Cependant, il manque un outil qui offre la capacité d'apprendre d'autres expériences, permettant aux décideurs de puiser dans un éventail de réponses possibles une réponse immédiate et éclairée aux changements planétaires.

Afin de combler cette lacune, le Groupe Dimensions humaines du projet IMBeR (Integrated Marine Biosphere Research) a élaboré un outil d'aide à la décision nommé I-ADApT (pour IMBER - Assessment based on Description and responses and Appraisal for a Typology). I-ADApT a été appliqué à 20 études de cas présentés dans un livre à paraître, couvrant un large éventail de socioécosystèmes (SES) marins à travers le monde ayant été confrontés à une crise liée au changement global. Une typologie est proposée afin de mettre en évidence les similitudes et les distinctions entre les réponses efficaces et celles moins efficaces et identifier ainsi les solutions potentielles aux crises impactant les SES marins. Cette communication présente le contexte ayant présidé à l'élaboration de cette approche, les études de cas auxquelles elle a été appliquée et les premiers résultats obtenus grâce à une typologie des 20 études de cas.

Mot clés : Cadre d'analyse I-ADApT, socioécosystèmes marins, crises, réponses sociétales

EMERGENCE DE THEMATIQUES DE RECHERCHE TRANSDISCIPLINAIRE - LA PROSPECTIVE DE COSELMAR POUR REpondre A DES ENJEUX DU CHANGEMENT GLOBAL

**Sophie Pardo¹, Stéphanie Mahévas², Charlotte Michel³, Régis Baron⁴, Brice Trouillet⁴,
Gilles Lazuech⁴, Philipp Hess⁴, Patrice Guillaudeau⁴, Véronique Martin-Jézéquel⁴,
Justine Dumay⁴, Emilio Bastidas-Artega⁴, Pierre Petitgas⁴, Patrick Bourseau⁴,
Jérôme Fihey⁵, Frédéric Le Blay⁵, Martine Acerra⁵**

1 - Université de Nantes, LEMNA

2 - IFREMER Nantes

3 - Usages et Territoires

4 - Partenaires du projet Coselmar

5 - Extérieurs au projet Coselmar

COSELMAR est un projet de recherche transdisciplinaire (depuis les sciences humaines aux sciences de l'ingénieur) de la région Pays de la Loire. Impliquant onze équipes de recherche et des partenaires nationaux et internationaux, le projet vise à comprendre le socio-écosystème marin et côtier du golfe de Gascogne pour anticiper et gérer les risques. Pour finaliser le travail de recherche du projet et construire de nouvelles perspectives de recherche transdisciplinaires, une prospective a été réalisée avec les responsables d'actions de Coselmar et deux historiens extérieurs au projet pour ouvrir les débats.

A partir de scénarios de géoprospective sur la gouvernance des pêches dans le golfe de Gascogne, de grandes interrogations ont été identifiées puis modifiées progressivement au regard de nos discussions sur les changements et les incertitudes perçus pour l'avenir de la recherche. Fruit de ces discussions, une série d'enjeux a été identifiée portant d'une part sur la recherche (méthode, éthique, financement...), et d'autre part sur les effets du changement global sur le socio-écosystème marin et littoral : changements géopolitiques (répartition des richesses, migration, sécurité...), opportunités/alternatives aux filières actuelles, conséquences du changement climatique sur les espèces marines et les habitats. Cet exercice de prospective qui finalise quatre années de réflexion pluridisciplinaire, a permis de conforter des problématiques déjà engagées et de préciser certaines questions s'y rapportant et également de faire émerger des pistes plus innovantes issues d'un questionnement réellement transdisciplinaire.

POUR UNE APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE DES ECHELLES ADAPTEES A LA GESTION ECOSYSTEMIQUE DES PECHEES : DEUX CAS D'ETUDE (PARC NATUREL MARIN D'IROISE ET GOLFE DE GASCOGNE)

**Pascal Le Floc'h¹, Michel Bertignac², Olivier Curtil¹, Claire Macher³, Emilie Mariat-Roy⁴,
Yves-Marie Paulet⁵**

1 - Université de Brest, IUEM-AMURE, France

2 - IFREMER, France

3 - IFREMER, AMURE, France

4 - CETMA, MNHN, ApoliMer, France

5 - Université de Brest, IUEM-LEMAR, France

L'approche écosystémique des pêches (AEP) est recommandée pour la gestion des stocks exploités par les flottilles européennes depuis la réforme de 2013. Une gestion écosystémique est conçue comme une approche intégrée tenant compte de toutes les activités humaines exerçant une pression sur les ressources marines vivantes dans un espace géographique limité, ce, dans toutes leurs dimensions et implications. L'intégration de l'ensemble des activités dans le processus décisionnel accroît le degré de complexité auquel font face les gestionnaires du bassin de ressources surtout à une échelle spatiale large. Dans cette présentation, nous présenterons dans un premier temps quatre niveaux de complexité à prendre en compte dans un objectif de mise en application de l'AEP. Les aspects juridiques forment un premier niveau de complexité compte tenu des multiples strates de réglementations à l'échelle de l'Union et de chaque Etat-Membre. Les principaux règlements communautaires relèvent de la Politique commune de la pêche (PCP), de la Directive cadre pour la stratégie du milieu marin (DCSMM) et de la Politique maritime intégrée (PMI). Les facteurs sociaux forment ensuite une seconde source de difficulté à appréhender dans un objectif d'une AEP. Dès l'adoption du premier règlement de la PCP en 1983, les besoins particuliers des populations côtières dépendantes de la pêche ont été inscrits comme une priorité. Cet aspect social a d'abord été défendu par le principe de la stabilité relative, négocié en 1976 par les six pays fondateurs du Traité de Rome et rejoints par le Royaume-Uni, l'Irlande et le Danemark. Les facteurs juridiques et sociaux accompagnent un troisième aspect, celui des performances économiques attendues des activités halieutiques. Les flottes européennes et françaises en particulier ont rarement démontré leurs capacités à dégager suffisamment de richesses pour couvrir les coûts d'exploitation sans un soutien public. La question des aides et de leurs effets sur les entreprises de pêche est un sujet sensible appelant une réflexion sur les politiques publiques encourageant une gestion écosystémique des pêcheries. Le quatrième élément de cette complexité est l'état biologique des stocks de poisson et des autres ressources marines vivantes considérés dans leurs propres écosystèmes. Ce dernier facteur essentiel nous ramène à l'objectif inscrit dans la dernière réforme de la PCP : « La PCP met en oeuvre l'approche écosystémique de la gestion des pêches afin de faire en sorte que les incidences négatives des activités de pêche sur l'écosystème marin soient réduites au minimum et vise à faire en sorte que les activités

d'aquaculture et de pêche permettent d'éviter la dégradation du milieu marin (CFP, 2013). ». Cette présentation proposera dans un second temps un examen des échelles spatiales et organisationnelles pertinentes dès lors qu'une approche écosystémique est imposée par la réglementation. L'apport original se situe dans une approche pluridisciplinaire de la question des échelles adaptées sur la base des facteurs cités (juridique, social, économique et biologique). Nous aborderons cette question à partir d'une synthèse d'analyses issues de deux bassins de ressources qui forment deux cas d'étude. Le premier fait intervenir des acteurs d'un seul Etat-membre sur des pêcheries exclusivement côtières, à l'intérieur des 12 milles nautiques. Dans ce premier cas, les mesures de gestion sont confiées par délégation de la Commission européenne à l'Etat-Membre. Les pêcheries situées à l'intérieur du Parc National Marin d'Iroise répondent au premier cas (bande côtière avec un seul Etat-membre). Le second porte sur un bassin mettant en rapport des acteurs de plusieurs Etats-Membres au-delà des eaux côtières. Dans ce deuxième cas, la gestion des pêches reste une compétence exclusive de la Commission sans délégation aux Etats-Membres. Les pêcheries mixtes du golfe de Gascogne apportent d'autres éléments puisqu'elles font intervenir des acteurs de plusieurs Etats-Membres (France, Espagne, Royaume-Uni, Belgique, entre autres) au-delà de la bande des 12 milles nautiques. Des remarques et propositions émergent de ces deux études de cas offrant une nouvelle lecture dans l'identification des échelles spatiales et organisationnelles les plus appropriées à une gestion écosystémique des pêches, appelant notamment à une forme de régionalisation des mesures de gestion.

INFLUENCE DE SEUIL DE BASCULEMENT SOCIO-ECONOMIQUE ET DE L'INCERTITUDE DE L'AVIS SCIENTIFIQUE DANS LA REUSSITE DE LA GESTION DES PECHERIES DE GRANDS MIGRATEURS: UNE APPROCHE EXPERIMENTALE

Jules Selles^{1,3}, Sylvain Bonhomeau², Patrice Guillotreau³

1 - IFREMER, UMR MARBEC, Avenue Jean Monnet, BP171, 34203 Sète Cedex France.

2 – IFREMER, Délégation de l'Océan Indien, Rue Jean Bertho, BP60, 97822 Le Port CEDEX France.

3 - LEMNA, Université de Nantes, IEMN-IAE, Chemin de la Censive-du-Tertre, BP 52231, 44322 Nantes Cedex France.

La pêche Atlantique et méditerranéenne de thon rouge a été considérée comme l'archétype d'une ressource surexploitée et mal gérée. La crise de gestion traversée par cette ressource a démontré le rôle de la sensibilisation du public et l'importance des interactions entre la science et la gestion sur les incertitudes scientifiques.

Ce travail vise à étudier le processus d'élaboration des politiques associés à une organisation régionale de gestion des pêches. Nous proposons une approche expérimentale contextualisée, afin d'explorer les effets des facteurs clés sur le processus de coopération dans un contexte complexe de gestion d'un stock de grands migrants. A savoir, nous analysons les effets de l'introduction d'un point de basculement socioéconomique et l'incertitude entourant l'estimation du niveau de ressources.

Notre approche repose sur un modèle bio-économique de Gordon-Schaefer qui représente explicitement le processus décisionnel. Chaque participant joue le rôle d'un intervenant de l'ICCAT et représente une coalition de nations de pêche impliquées dans la pêche et décide unilatéralement d'une politique d'exploitation pour l'année à venir. Le contexte de l'expérience induit des incitations à l'exploitation et à la collaboration pour parvenir à des plans d'exploitation durables et communs à l'échelle du stock de thon rouge Atlantique. Notre cadre rigoureux permet de tester comment les intervenants qui planifient l'exploitation d'un stock (une ressource commune) répondent à deux sortes d'effets: i) l'inclusion d'un changement drastique des contraintes de gestion (au-delà d'un point de basculement socio-économique) et ii) l'incertitude croissante dans l'estimation scientifique du niveau des ressources.

Mots clés : Economie expérimental, Théorie des jeux, Gestion des pêches, Élaboration de politiques, Thon rouge de l'Atlantique.

EXPERIMENTATION DE GEOPROSPECTIVE SUR LES PECHES MARITIMES DU GOLFE DE GASCOGNE

Laurie Tissière^{1,2}, Charlotte Michel³, Brice Trouillet¹ et Stéphanie Mahévas²

1 - LETG Géolittomer (UMR 6554 – Université de Nantes, CNRS)

2 - Écologie et Modèles pour l'Halieutique (IFREMER)

3 - Usages et Territoires

La prospective vise à susciter du débat autour de devenirs possibles. Son intérêt pour la recherche-action a été démontré dans les sciences de l'environnement et dans les sciences sociales. Ses principes méthodologiques sont également clairement identifiés. En revanche, la question des possibilités et des modalités de spatialisation de la prospective avec les acteurs reste, malgré les récents développements, une question ouverte. En effet, l'état de l'art sur les démarches spatialisées de scénarisation révèle une tendance à l'utilisation d'outils complexes tels que les modèles. Ils interrogent la compatibilité entre les méthodes quantitatives et les méthodes participatives, notamment lorsqu'il s'agit de traduire le récit narratif en valeur numérique pour la simulation.

Trois éléments ont motivé l'exploration de solutions à cette question dans le cas des pêches maritimes. Premièrement, la connaissance de leurs dimensions spatio-temporelles est aussi difficile que stratégique. Deuxièmement, cette connaissance est principalement mise en évidence par des outils statistiques. Troisièmement, le secteur est marqué par la remise en question de son système de gestion.

Une série de cycles d'entretiens individuels et d'ateliers collectifs ont été menés respectant les différentes étapes de la prospective (i.e. diagnostic, hypothèses sur l'avenir, discussion des futurs possibles). Aussi, des temps de spatialisation ont été proposés aux acteurs au cours desquels des outils d'expression participatifs, tels que des cartes mentales ou des représentations graphiques, ont été mobilisés. Par ailleurs, le discours et les débats d'acteurs ont été analysés à l'aide de grilles mettant en évidence les contenus spatio-temporels du récit. Enfin, les scénarios ont fait l'objet de simulations dans un modèle halieutique caractérisé par la flexibilité des hypothèses, des mailles spatiales et du pas de temps. Cette proposition de communication portera sur la présentation du protocole méthodologique cité ci-dessus ainsi que sur les principaux résultats qui y sont associés.

MODELISATION DE LA BIOACCUMULATION DES CONTAMINANTS ORGANIQUES DANS LES NOURRICERIES COTIERES. LE CAS DES PCB DANS LE RESEAU TROPHIQUE DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

Chevillot Xavier¹, Chaalali Aurélie, Pierre Maud¹, Ballutaud Marine¹, Lassalle Géraldine¹, Labadie Pierre², Budzinski Hélène², Lobry Jérémy¹

1 - Irstea, UR EABX, Cestas, France

2 - UMR CNRS 5805 EPOC – OASU, Equipe LPTC, France

Les zones estuariennes et deltaïques sont des milieux très productifs qui participent fortement à l'importance économique des milieux marins côtiers. De nombreuses espèces de poissons passent au cours de leur période juvénile par des habitats restreints et instables que sont les nourriceries estuariennes. Ces écosystèmes sont essentiels à la croissance des jeunes poissons qui y restent concentrés durant leurs premières années de vie. Par la nature des interactions, biotiques et abiotiques, avec leur milieu, cette phase de leur cycle de vie a des répercussions à long terme, notamment sur le niveau de performance écologique des individus à l'âge adulte. Parmi les facteurs du changement global, la dégradation de la qualité chimique des habitats côtiers et estuariens (contaminations métalliques et organiques) est l'une des principales causes de dysfonctionnement des nourriceries côtières avec des effets sur la croissance, la survie et la fécondité et donc la taille des stocks halieutiques.

Plusieurs travaux ont déjà permis de mettre en évidence des phénomènes de bioaccumulation /bioamplification de contaminants le long des chaînes trophiques estuariennes. Néanmoins, l'écodynamique de ces micropolluants dans les réseaux trophiques aquatiques reste difficile à prévoir a priori, sur la seule base des propriétés physico-chimiques de ces derniers. Une bonne compréhension de ces processus et de leurs facteurs de contrôle s'avère donc nécessaire. Nous proposons donc par la construction d'un modèle LIM-OMEGA, couplant un modèle de réseau trophique et un modèle de bioaccumulation, d'évaluer les taux de transfert de PCB vers les espèces d'intérêt halieutique de l'estuaire de la Gironde et notamment la sole et de reconstruire les niveaux de contamination en PCB mesurés.

La gamme des prédictions obtenues montre que la structure et le fonctionnement du réseau trophique ainsi que les propriétés écophysologiques des espèces peuvent induire des variations importantes de la contamination des espèces halieutiques. Il est ainsi nécessaire de bien comprendre les voies de transferts possibles pour bien comprendre les valeurs de contamination observées et potentielles et ainsi mieux appréhender les risques environnementaux et sanitaires associés à la présence de ces xénobiotiques dans les écosystèmes côtiers.

UN MODELE END-TO-END POUR EVALUER LES EFFETS DE LA PECHE SUR L'ECOSYSTEME : QUEL(S) INDICATEUR(S) POUR LE GOLFE DE GABES ?

Ghassen Halouani^{1,2,3}, Frida Ben Rais Lasram⁴, Laure Velez⁵, Yunne-Jai Shin⁵, Philippe Verley⁵, Oliveros-Ramos⁶, Tarek Hattab⁷, Frédéric ménard⁸, Frédéric Diaz⁸, Mohamed Salah Romdhane¹, François Le Loc'h²

- 1 - UR 03AGRO1 Ecosystèmes et Ressources Aquatiques, Institut National Agronomique de Tunisie, 43 Avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie
- 2 - UMR 6539 Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (CNRS/UBO/IRD/IFREMER), Institut Universitaire Européen de la Mer, Technopôle Brest-Iroise, Rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, France
- 3 - Normandie Université UNICAEN, UMR BOREA (MNHN, UPMC, UCN, CNRS-7208, IRD-207) CS 14032, 14000 Caen, France
- 4 - Université du Littoral Côte d'Opale, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, UMR 8187 LOG CNRS, 32 avenue Foch, 62930 Wimereux, France
- 5 - UMR 212 MARBEC (IRD/Ifremer/UM/CNRS), Bat. 24 – CC 093 Place Eugène Bataillon 34095 Montpellier cedex 5, France
- 6 - Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Gamarra y General Valle s/n Chucuito, Callao, Pérou
- 7 - Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (LOG), UMR 8187 LOG, Université des Sciences et Technologies de Lille, 1 BP 80, 62930 Wimereux, France
- 8 - Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) UM 110, (Aix Marseille Université, CNRS/INSU, Université de Toulon, IRD), Campus de Luminy Case 901 13288 Marseille Cedex 09, France

A travers une démarche de modélisation écosystémique, l'objectif de ce travail est d'améliorer la compréhension du fonctionnement trophique d'un écosystème méditerranéen exploité. Situé au sud de la Tunisie, le golfe de Gabès est sujet à une forte pression de pêche. Un modèle end-to-end a été appliqué pour analyser les effets de l'exploitation des ressources marines sur plusieurs niveaux d'organisation biologique, de l'individu à la population, et de tenir compte de la complexité des interactions trophiques et des dynamiques spatiales et temporelles. Ce modèle a permis d'étudier l'écosystème dans son ensemble et d'explicitier la dynamique des principales espèces exploitées depuis le forçage climatique jusqu'à la pêche en intégrant des processus physiques, biogéochimiques et biologiques. Cette approche de modélisation consiste à forcer le modèle trophique individu-centré « OSMOSE » basé sur l'hypothèse de la prédation opportuniste, ciblant les hauts niveaux trophiques par un modèle biogéochimique « Eco3M-Med » représentant la dynamique du plancton. Après validation, le modèle end-to-end a été utilisé pour étudier la sensibilité d'un ensemble d'indicateurs écologiques à la pression de pêche. Suite à la simulation de différents niveaux d'effort sous plusieurs stratégies de pêche, les indicateurs de taille se sont révélés les plus pertinents pour réaliser le suivi de l'impact de la pêche dans le golfe de Gabès.

COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES HYDROTHERMAUX : UNE APPROCHE MODELISATRICE

Bérengère Husson, Jozee Sarrazin, Dick van Oevelen, Pierre-Marie Sarradin, Karline Soetart et Alain Menesguen

Les changements globaux pourraient avoir un impact sur de nombreux écosystèmes, même les plus reculés. En bientôt quarante ans de recherche, de nombreuses connaissances ont été acquises sur la géologie des champs hydrothermaux, la chimie des fluides qui en réchappent et l'écologie des communautés qui les habitent. Celles-ci s'organisent en assemblages denses, distribués le long de la zone de dilution du fluide hydrothermal dans l'eau de mer, et dominés visuellement par une poignée d'espèces. La forte variabilité spatio-temporelle du fluide hydrothermal a une forte influence sur la distribution des communautés. Cependant, les mécanismes à l'origine de la réponse de la faune à cette variabilité sont peu compris. Pour cela, une approche modélisatrice est présentée. Les données collectées pendant plus de 20 ans sur l'édifice Tour Eiffel, sur le champ hydrothermal Lucky Strike (ride médio-Atlantique) ont été intégrées afin d'en extraire les composantes principales. L'étude intégrative des biomasses sur l'édifice montre que celles-ci sont largement dominées par la modiole *Bathymodiolus azoricus*. Ce bivalve est susceptible d'avoir une influence importante sur le fonctionnement de l'écosystème, et fait donc l'objet d'un premier modèle. La recherche de données pour le contraindre ont mené à mesurer des taux métaboliques in situ. Une fois le modèle paramétré, le modèle a fourni des estimations de flux encore inconnu. La simulation d'interruption du flux hydrothermal a fourni des indices sur la réponse de la modiole à la variabilité de son environnement.

EVALUER L'IMPACT D'UNE PECHERIE DE PETITS PELAGIQUES ZOOPLANCTIVORES SUR UN RESEAU TROPHIQUE LACUSTRE

Lemaire Marine¹, Guillard Jean¹, Anneville Orlane¹, Lobry Jérémy²

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

2 - IRSTEA, UR EABX Aquatic Ecosystem and Global Changes, F-33612 Cestas, France

Les juvéniles des poissons occupent souvent une place centrale dans les réseaux trophiques aquatiques. Ils peuvent être sujets à de fortes fluctuations d'abondance interannuelles susceptibles d'impacter l'ensemble du réseau trophique par propagation. Sur le lac d'Annecy, le recrutement des perches est extrêmement variable d'une année sur l'autre. Contrairement à ce qu'il se passe dans d'autres lacs, dans le lac d'Annecy, cette fraction de population n'est aujourd'hui quasiment pas exploitée par la pêche, professionnelle ou récréative. La question de la possibilité d'une exploitation ciblée de la perchette sur Annecy et de ses conséquences sur le fonctionnement du système est aujourd'hui posée. Au-delà de l'impact sur la dynamique de la population, cette hypothèse interroge sur les effets écosystémiques potentiels. Différents modèles trophiques ont été implémentés pour explorer cette question. Ils décrivent des années de faible et de forte abondance de perchettes. Il apparaît que la structure et le fonctionnement du réseau trophique sont similaires entre les deux situations. Pourtant, les perchettes ont un rôle clé dans le réseau trophique, facilitant les transferts entre les bas et les hauts niveaux trophiques. D'après les modèles, les années de forte abondance des perchettes, celles-ci sont peu prédatées (efficacité écotrophique -EE- faible) et une pêche les ciblant serait concevable. En revanche, les années de faible abondance, les perchettes sont fortement « exploitées » par le système (EE forte) et une pêche visant ce groupe serait peu envisageable et pourrait impacter l'ensemble du réseau trophique. Modéliser la mise en place d'une pêche des perchettes par un modèle EcoTroph permet de décrire et caractériser l'impact d'une telle activité sur l'ensemble du réseau trophique dans les cas de forte et de faible abondance de ce groupe.

VARIABILITES SAISONNIERES VS INTERANNUELLES DU FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES ESTUARIENS. UNE PREMIERE APPROCHE PAR MODELISATIONS TROPHIQUES

Jérémy Lobry, Xavier Chevillot

Irstea, UR EABX, Cestas, France

Les changements globaux menacent la pérennité des écosystèmes estuariens et côtiers, impactant à la fois la structure des communautés écologiques, les propriétés fondamentales et le fonctionnement global des écosystèmes. Or, ces milieux littoraux constituent des habitats essentiels pour de nombreuses populations d'intérêt halieutique. En particulier, les fonctions de nourricerie et d'alimentation qui leur sont associées reposent largement sur le fonctionnement des réseaux trophiques.

L'une des particularités majeures des communautés estuariennes est leur extrême adaptation aux contraintes naturelles de l'environnement à différentes échelles temporelles. Les fluctuations saisonnières des contraintes hydrodynamiques conduisent notamment à des dynamiques saisonnières marquées des communautés écologiques. Dans le même temps, les changements globaux ont significativement modifié les patrons de biodiversité et la structure des habitats estuariens ces dernières décennies. Déconvoluer les fluctuations naturelles des effets long-terme des changements globaux est un enjeu majeur. Cela nécessite notamment de mieux appréhender les deux échelles temporelles, saisonnières et interannuelles, de variation du fonctionnement écologique estuarien.

L'estuaire de la Gironde est un cas d'étude particulièrement pertinent. D'importantes modifications de la structure des communautés y ont, en effet, été mises en évidence sous l'effet des changements globaux à différentes niveaux trophiques.

Des modèles trophiques de type Ecopath ou LIM ont été implémentés à l'échelle annuelle pour 3 périodes caractéristiques de la trajectoire écologique de cet écosystème. Pour la période récente, un modèle « hivernal » et un modèle « printanier » ont été calibrés. Les modèles annuels montrent des changements significatifs des propriétés fonctionnelles du réseau trophique en 30 ans. Les modèles saisonniers, quant à eux, décrivent une distribution différentielle des flux trophiques dans la colonne d'eau en fonction des saisons ainsi qu'une différence significative de certaines propriétés fonctionnelles. La comparaison des résultats montre que, malgré un stress hydrodynamique particulièrement contraignant, l'écosystème renvoie une image de stabilité dynamique, d'optimisation des ressources disponibles et de haute adaptation aux contraintes du milieu.

DES CONTENUS STOMACAUX AUX MODELES MULTI-SPECIFIQUES POUR LA GESTION DES PECHEES EN MER CELTIQUE

Jonathan Rault, Lionel Pawlowski, Dorothée Kopp, Marianne Robert

Dans la perspective d'une approche écosystémique et durable des pêches, il convient d'intégrer aux modèles d'évaluation des stocks les interactions entre espèces, et en particulier la prédation. Cette prédation induit un taux de mortalité sur les proies ; et inversement le taux de croissance des prédateurs dépend de la disponibilité des ressources. Dès lors, la pêche, même ciblée, impacte non seulement les espèces visées mais modifie potentiellement l'écosystème dans son ensemble et les points de références (tel le FMSY) peuvent s'en trouver modifiés.

Afin d'appréhender les préférences alimentaires des principaux poissons exploités en Mer Celtique, plusieurs centaines d'estomacs ont été prélevés et analysés entre 2014 et 2016, dans le cadre du projet EATME. Ces données, couplées aux séries historiques des captures aux âges, ont permis l'estimation des paramètres d'un modèle multi-espèces / multi-flottes de complexité intermédiaire. Ce modèle intègre actuellement quatre espèces, deux prédateurs (morue et merlan) et deux proies (merlan bleu et chinchard). La croissance des individus n'étant pas modélisée, la prédation engendre uniquement un contrôle « top-down » des prédateurs sur les proies, qui sont ici en compétition apparente (indirecte) : une pression de pêche importante sur l'une de ces proies accroît le taux de mortalité par prédation sur la seconde. Dans le cadre de ces interactions multi-spécifiques, nous considérons ensuite l'impact des futures stratégies de pêche sur le devenir des stocks, en nous intéressant plus particulièrement au rendement équilibré maximal (FMSY multi-spécifique) : les stratégies de pêche envisagées intègrent à la fois les efforts futurs et les seuils de sélectivité des engins.

UNE PLATEFORME DE MODELISATION FLEXIBLE STRUCTUREE EN AGE POUR ESTIMER LE STATUT D'UN STOCK A DONNEES LIMITEES : LE LIEU JAUNE (*POLLACHIUS POLLACHIUS*) DE LA MER CELTIQUE

**Juliette Alemany¹⁻⁴, Jason Cope², Eric Foucher¹, Joël Vigneau¹, Etienne Rivot³,
Jean-Paul Robin⁴**

1 - Unité de recherche HMMN, Division ressources halieutiques, Ifremer, Port-en-Bessin, France

2 - Division de l'évaluation et de la surveillance des ressources halieutiques, Northwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA 98112, United States

3 - UMR 985 ESE Ecologie et santé des écosystèmes, Agrocampus Ouest, INRA, 35042 Rennes, France

4 - Normandie Univ, UNICAEN, UMR-BOREA, Sorbonne Universités MNHN, UPMC, UA, CNRS, IRD, 14032 Caen, France

Malgré les progrès dans les modèles d'évaluation des stocks de poissons dits « riches en données », la majorité des stocks de poissons restent peu ou pas évalués du fait de manque de données et sont qualifiés de stocks à « données limitées ». De nombreuses méthodes ont récemment été développées et testées afin d'estimer des niveaux de prélèvement permettant une exploitation durable des stocks dans les situations de données limitées. Le stock de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) de la mer Celtique est classifié comme un stock à données limitées par le Conseil International pour l'Exploration de la Mer. Néanmoins, plusieurs sources de données existent et méritent d'être mieux exploitées pour l'évaluation du stock. Le statut du stock est actuellement inconnu, et une forte incertitude persiste quant au niveau de captures permettant une exploitation durable. Nous utilisons la plateforme de modélisation flexible Stock Synthesis afin d'inclure toutes les données disponibles dans différentes configurations d'un modèle de base pour estimer le statut du stock. Différents scénarios de captures sont spécifiés et plusieurs analyses de sensibilité sont menées afin de quantifier l'incertitude autour des spécifications du modèle. Nous identifions un ensemble de modèles dont les hypothèses sont considérées comme plausibles et appliquons une approche de « modélisation d'ensemble » pour décrire le statut du stock en prenant en compte à la fois l'incertitude interne au modèle et l'incertitude entre les modèles. Nous comparons également les résultats obtenus avec la méthode LB-SPR qui calcule le ratio de géniteurs potentiels à partir de la composition en tailles des captures et des données d'histoire de vie. L'estimation du statut du stock sur les dernières années s'avère peu sensible aux hypothèses faites sur l'historique des captures commerciales, mais est très sensible aux hypothèses sur les captures récréatives et sur la mortalité naturelle.

SUIVEZ LE GUIDE ! OPTIMISER UN MODELE COMPLEXE SUPPOSE UNE BONNE DEMARCHE ET DE BONS OUTILS

Stéphanie Mahévas¹, Victor Picheny², Patrick Lambert³, Nicolas Dumoulin⁴, Lauriane Rouan⁵, Jean-Christophe Soulié⁵, Hilaire Drouineau³

1 - Ifremer, EMH, Nantes.

2 - Inra, MIA, Toulouse.

3 - Irstea UR EABX, Bordeaux.

4 - Irstea UR LISC, Clermont-Ferrand.

5 - Cirad UR PRRR, Montpellier.

Face aux enjeux de compréhension des écosystèmes marins et de gestion des usages marins, les modèles complexes se révèlent des outils pertinents pour tester les modifications induites par le changement global, anticiper des évolutions des socio-écosystèmes marins et aider à la sélection de stratégies de gestion. Construire un modèle numérique et faire des simulations est une chose, mesurer la confiance des sorties du modèle en est une autre. Une étape indispensable dans l'usage des modèles numériques est la confrontation des sorties du modèle aux observations du système modélisé pour caler le modèle. La sélection de stratégies de gestion et la calibration sont deux finalités de l'optimisation.

Les problèmes d'optimisation en modélisation halieutique sont le plus souvent complexes avec des caractéristiques mathématiques diverses. La fonction à optimiser peut être déterministe ou stochastique, avec ou sans contraintes, à une ou plusieurs dimensions. Le nombre de paramètres à optimiser peut varier de l'unité à plusieurs centaines et le coût informatique peut induire de fortes restrictions sur le nombre de simulations réalisables avec le modèle, d'une centaine à quelques milliers pour les moins coûteux.

Aucun guide pratique n'est disponible dans la littérature pour mettre en œuvre une optimisation rigoureuse avec un modèle complexe. Nous proposons ici une démarche d'optimisation articulée en 3 étapes (prétraitement, choix de l'algorithme et post-traitement), basée des outils et méthodes existants et dont la réalisation peut être non linéaire. Ce guide inspiré d'une analyse des expériences d'un groupe de modélisateurs ouvre des pistes de recherche pour pallier aux difficultés, aux autocensures et frustrations des modélisateurs.

ETUDE SUR LES LIMITES DES INDICATEURS SPATIAUX DANS LE CADRE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR LE MILIEU MARIN

Marta Rufino¹, Nicolas Bez² et Anik Brind'Amour¹

1 - Ifremer, Nantes

2 - IRD, UMR MARBEC, Sète

Spatial indicators are widely used to quantify the impact of climate change and anthropogenic global changes on species spatial distribution. These metrics are thus, determinant to the stakeholder's decisions on the conservation measures to be implemented. Therefore if the pre-processing techniques employed prior to estimate any spatial indicator, alters the results provided by that indicator, this can potentially have a dramatic effect on species conservation and fisheries management. In the current work we tested the sensitivity of fifteen spatial indicators to two types of pre-processing techniques (gridding and interpolation). We briefly review the spatial indicators of occupancy, aggregation and the spatially explicit ones (include geographic location). These indicators were then applied to time series of 31 species of fish (benthic and pelagic), captured with two different sampling schemes (demersal and acoustic survey). First, the redundancy between indicators was accessed and five uncorrelated metrics were selected for further analysis: % of non-empty samples, index of aggregation, center of gravity, inertia and isotropy. Secondly, the effect two pre-processing methods on the results provided by the indicators was studied, namely: 1) after samples were averaged over blocks of several cell sizes (gridding); 2) interpolating the data using 10 different methods. The biasness due to pre-processing techniques was quantified, both according to the indicator's results and in terms of change of its temporal tendency. Both pre-processing techniques had an effect with a similar order of magnitude on the results of the indicators, although this effect varied with block size, interpolation method and sampling scheme. Thus, we conclude that the methodologies associated with the calculation of the indicators should be well defined *a priori*, in particular if they are used to determine management strategies. Otherwise, such pre-processing techniques can have a dramatic spurious effect on the results shown and therefore, on conservation measures implemented and legislation produced, namely in the application of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD).

RANDOM FORESTS AS A TOOL TO IDENTIFY MÉTIERS?

Youen Vermard, Sigrid Lehuta, Laurent Dubroca, Zhor Ait Yassine

In fisheries, métiers refer to the activity practiced by a fisherman during a fishing operation. It is often characterized by the use of a gear and mesh size and the intention to target a given set of species. Métiers are of importance in fishery science as they constitute the strata for sampling and elevation of fishing activity, and a relevant scale to model fleet dynamics in fisheries models.

However, métiers are not documented in logbooks and fisher's intention is often estimated a posteriori based on declared gear and mesh size and observed landing composition at the scale of the fishing trip. Depending on fishers' ability to target given species, the randomness associated with fish availability and catchability, the possible mixed nature of the fishery, the potential discards, and the variety of fishing operations during the trip, the content of the landings does not necessarily reflect fisher's intention. Moreover gear and particularly mesh size are often unreliable in declarative data. On the other hand, métiers as announced by the captain are documented in data collected by onboard observers at fishing operation scale, together with information on gear and mesh size, landings and discards.

In this study, the objective is twofold: First, we aim at improving our understanding of the factors fishers adjust when they decide to practice a given métier; second, we look for an improved manner of allocating métiers to fishing operations in the logbook databases, possibly free from uncertain gear and mesh size information. We applied random forests to the Ifremer onboard observer database (OBSMER) in the Eastern English Channel in order to identify the variables that truly characterize métiers and to investigate the bias induced by the altered and/or incomplete information and scales in logbooks. Métier allocation to the logbook entries as made by Ifremer current algorithm (based on declared gear, mesh size and species assemblage of the landings) is then compared to the predictions obtained through random forests and differences discussed.

Keywords: métiers identification, onboard observation, declarative data, random forests

APRES LA COP21, QUELS SCENARIOS POUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE FUTUR ?

Hervé Le Treut

La notion de « changement climatique d'origine anthropique » s'applique à un problème dont on ne mesure pas toujours à quel point il est rapidement évolutif. D'un milliard de tonnes de carbone par an dans les années 50, les émissions de CO₂ sont désormais devenues 10 milliards et elles s'accumulent dans l'atmosphère. Dans ces conditions, rester sous un réchauffement de 2°C, l'hypothèse la moins pressante retenue par l'Accord de Paris, correspond à un véritable changement de civilisation : en finir avant la fin du siècle avec les émissions de gaz à effet de serre. Cette perspective implique dès maintenant de faire des choix entre politiques de diminution des émissions de gaz à effet de serre, politiques d'adaptation, prise en compte des contraintes socio-économiques, de la nécessité de sauvegarder un patrimoine tel que la biodiversité. Eclairer ces choix constitue une responsabilité nouvelle pour la communauté scientifique

LES DEFIS DE L'INTEGRATION DES CEPHALOPODES DE MANCHE DANS UNE APPROCHE ECOSYSTEMIQUE DES PECHEES

**Jean-Paul Robin¹, Aurore Raoux¹, Georges Safi¹, Zoé Porcher¹, Franck Malhomme¹,
Juliette Alemany^{1,2}, Eric Foucher², Nathalie Niquil¹**

1 - Normandie Univ, UNICAEN, UMR-BOREA, Sorbonne Universités MNHN, UPMC, UA, CNRS, IRD, 14032
Caen, France

2 - Unité de recherche HMMN, Division ressources halieutiques, Ifremer, Port-en-Bessin, France;

Au niveau mondial, il semble que les populations de Céphalopodes ne se soient jamais aussi bien portées : par l'accélération d'un métabolisme déjà très rapide elles pourraient bénéficier du réchauffement climatique et de la place laissée par des populations de poissons surexploitées (Doubleday et al, 2016). La Manche est un écosystème qui abrite les stocks de seiches et de calmars les plus importants de l'Atlantique européen et la gestion de ces ressources comme leur prise en compte dans l'évaluation intégrée de l'écosystème se heurte encore à plusieurs difficultés. Espèces à courte durée de vie (un an pour les deux espèces de calmars *Loligo forbesii* et *L. vulgaris*, deux ans pour la seiche *Sepia officinalis* en Manche) et espèces sensibles aux fluctuations environnementales leur abondance est marquée par de fortes variations inter-annuelles. Pour les calmars, des prédictions du recrutement ont été mises au point à partir de variables hydro-climatiques tandis que l'on essaie d'intégrer aux modèles de dynamique de la biomasse un effet environnemental sur la croissance et la capacité biotique. Pour les seiches, le modèle de biomasse à deux stades amélioré estime un taux intrinsèque d'accroissement de la biomasse variable d'année en année. Le rôle de ces populations dans l'écosystème dépend aussi de leur niveau trophique. L'analyse des contenus stomacaux rappelle le caractère piscivore des calmars. Malgré une proportion élevée de poissons indéterminés parmi les proies, l'intégration de ces résultats à un exercice Ecopath local utilisant des biomasses moyennes suggère un niveau trophique supérieur à 4 ce que confirment les signatures isotopiques. Cette revue des spécificités de ces ressources et des difficultés de leur évaluation plaide davantage pour le développement d'outils adaptables (dans le temps et dans l'espace) que pour l'utilisation de points de référence moyens à long terme.

ESTIMATION DE LA CAPACITE D'ACCUEIL TROPHIQUE DES NOURRICERIES COTIERES

Saulnier Erwan¹⁻², Tableau Adien¹⁻², Brind'Amour Anik¹, Le Bris Hervé²

1 - IFREMER, UR EMH, rue de l'île d'Yeu, BP 21105, 44311 Nantes Cedex 03, France

2 - AGROCAMPUS-OUEST, UMR ESE, 65, rue de St Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes Cedex, France

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. Ils jouent notamment le rôle de nourricerie en maximisant la croissance et la survie des juvéniles de nombreuses espèces d'intérêt commercial.

Les nourriceries sont définies par leur capacité d'accueil, qui détermine la production maximale de juvéniles et donc le recrutement à travers des mécanismes de mortalité densité-dépendants. Si l'existence d'une mortalité densité-dépendante est aujourd'hui bien établie, les mécanismes sous-jacents restent encore largement incompris. L'hypothèse d'un manque de nourriture disponible comme facteur de mortalité est en particulier controversée. Une meilleure compréhension des processus écologiques impliqués dans le maintien de la capacité d'accueil paraît indispensable à l'heure où cette dernière se voit durablement impactée par les activités humaines.

Les zones côtières concentrent en effet la majeure partie des activités humaines et sont ainsi les premières touchées par le changement global. L'estuaire de la Seine n'échappe pas à ce constat. Fortement anthropisé, il a subi depuis le milieu du XIX^{ème} siècle d'importantes modifications morphologiques, induisant une perte de production estimée à plus de 40% pour les juvéniles de sole.

L'objectif de cette étude est d'estimer la capacité d'accueil trophique de l'estuaire de la Seine à l'aide d'une approche tropho-énergétique. L'application de cette approche à la baie de Vilaine a montré que la capacité trophique de cette nourricerie semblait atteinte en 2008. Son application à l'estuaire de la Seine sur 3 années contrastées en termes de débit fluvial (2008-2010) devrait permettre de statuer sur l'éventuelle récurrence du phénomène de limitation trophique sur un secteur fortement anthropisé.

L'exposé s'attachera à présenter le cadre méthodologique développé pour estimer la capacité trophique des nourriceries, et présentera l'estuaire de la Seine comme cas d'étude, l'une des principales nourriceries de la Manche-Est.

EFFECTS OF TROPHIC AND TECHNICAL INTERACTIONS ON THE DEFINITION OF MSY REFERENCE POINTS IN A MIXED-FISHERIES ECOSYSTEM

Morgane Travers-Trolet¹, Pierre Bourdaud¹, Youen Vermard²

1 - IFREMER, Centre Manche-Mer du Nord, RH, 150 Quai Gambetta, 62200 Boulogne-sur-Mer, France

2 - IFREMER, Centre de Nantes, EMH, Rue de l'Île d'Yeu, BP 21105, 44311 NANTES CEDEX 03

While reference points such as maximum sustainable yield (MSY) have been estimated for decades in a single stock framework, this methodology can be questionable when trying to reach these sustainable levels for all stocks simultaneously. On the one hand, technical interactions can prevent attaining FMSY for several stocks caught together in a mixed fisheries context. On the other hand, predation interactions can dampen or exacerbate stock dynamics, and thus modify the fishing mortality level allowing MSY. Here we investigate the effects of both interaction types using the multi-species trophic model OSMOSE applied to the eastern English Channel, an ecosystem characterized by mixed fisheries. First, we estimated the classical FMSY for several species, by varying the fishing mortality of each species independently in order to maximize their yield. Current stock status compared to the resulting reference points are discussed and put in parallel with outputs from classic stock assessment when available. Second, we explored how variation of fleets' effort, i.e. varying the partial fishing mortality of a set of species together, would affect the MSY levels obtained previously. Results show that single stock MSY cannot be reached for all species together, but more importantly that these reference points vary according to the ecosystem state, due to technical and predation interactions. The ecosystem model applied here shows the potential of complex models for helping refining the methodology underlying reference points such as MSY, in order to be suitable for use in a multi-species management context.

Keywords: FMSY; mixed fisheries; trophic interactions; ecosystem model; reference points

PROJET GAMBAS : UNE APPROCHE MULTI-MODELES D'UN ECOSYSTEME EXPLOITE SUD-MEDITERRANEEN, LE GOLFE DE GABES (TUNISIE)

Frida Ben Rais Lasram¹, Ghassen Halouani^{2,3,4}, Tarek Hattab¹, François Guilhaumon⁵, François Le Loc'h⁶

- 1 - Université du Littoral Côte d'Opale, Université de Lille, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, France
- 2 - Université de Caen Normandie, UMR BOREA (MNHN, UPMC, UCBN, CNRS-7208, IRD-207), 14000 Caen, France
- 3 - UMR 6539, LEMAR (CNRS/UBO/IRD/Ifremer), Institut Universitaire Européen de la Mer, 29280 Plouzané, France
- 4 - Institut National Agronomique de Tunisie, UR03AGRO1 Ecosystèmes et Ressources Aquatiques, Tunis, Tunisie
- 5 - Institut de Recherche pour le Développement, UMR 9190, MARBEC (CNRS/UM/IRD/Ifremer), Université de Montpellier, 34000, France
- 6 - Institut de Recherche pour le Développement, UMR 6539, LEMAR (CNRS/UBO/IRD/Ifremer), Institut Universitaire Européen de la Mer, 29280 Plouzané, France

Au sud de la Méditerranée, l'exceptionnelle biodiversité du Golfe de Gabès (Tunisie) soutient le processus de développement tout en subissant de fortes pressions anthropiques. Il s'agit d'un écosystème archétypal où un ensemble de perturbations recensées à l'échelle régionale (pêche, pollution, invasions biologiques, changements climatiques) opère des changements profonds dans la structure et la composition des assemblages de macro-organismes.

Le Golfe de Gabès a longtemps été étudié et les travaux relatifs à l'évaluation des stocks, à la dynamique des populations, à la biologie et l'écologie des organismes sont nombreux. Néanmoins, il manque une approche écosystémique permettant à la fois de valoriser les données existantes et de scénariser les évolutions futures de cet écosystème.

Le projet GAMBAS constitue le premier projet permettant une approche de modélisation end-to-end du Golfe de Gabès. Il est centré sur une approche multi-modèles (modèles trophiques, modèles de niches écologiques) fédérant différentes compétences afin de proposer des outils opérationnels d'une gestion permettant la conservation et l'exploitation durable des ressources halieutiques locales.

Dans ce projet, des modèles de niches prédisant les futurs assemblages de poissons ainsi que plusieurs modèles trophiques (Ecopath, Ecosim, Ecospace, Ecotroph, Osmose) traduisant le fonctionnement de l'écosystème et son évolution sous différentes contraintes ont été développés.

OBLIGATION A DEBARQUER EN MANCHE-EST : APPROCHE PARTICIPATIVE ET SIMULATION AVEC ISIS-FISH

Sigrid Lehuta, Youen Vermard, Marie Savina-Rolland

Le projet européen DiscardLess a pour objectif de proposer des stratégies de réduction des captures indésirées en réponse à l'implémentation de l'obligation à débarquer. Une approche participative est mise en œuvre pour associer les professionnels à la recherche de ces stratégies. En Manche-est, les professionnels des pêcheries démersales sont particulièrement inquiets des conséquences de l'obligation à débarquer. Les espèces cibles historiques, la sole et le cabillaud, sont fortement règlementées (quotas et plan cabillaud) et capturées conjointement avec d'autres espèces de moindre valeur ajoutée (i.e. plie et merlan) dont les taux de rejet atteignent 40%. Le contexte règlementaire de Manche-est, très complexe, laisse peu de flexibilité aux professionnels pour adapter leur activité.

Afin d'évaluer les conséquences possibles de l'obligation à débarquer et de mesures de mitigation sur la pêche démersale de Manche-est, un modèle ISIS-Fish a été proposé. Il permet d'évaluer les conséquences biologiques et économiques de mesures d'amélioration de sélectivité et d'évitement des zones à fort taux de rejet sur les flottilles et leurs principales espèces cibles. Le modèle a d'abord été présenté aux professionnels et ses caractéristiques et paramètres ont été discutés et révisés sur la base de ces échanges. Le modèle a ensuite été utilisé pour simuler quatre scénarios d'évolution de la pêche qui serviront de référence pour l'évaluation de stratégies de réduction des rejets. Les scénarios projettent la dynamique de la pêche avec et sans obligation de débarquement et sous deux hypothèses de comportement de rejet.

On présentera dans un premier temps l'approche adoptée pour présenter le modèle aux professionnels et échanger sur sa paramétrisation et ses résultats. Puis les résultats des scénarios de référence seront exposés et discutés.

Mot clés : Obligation de débarquement, ISIS-Fish, pêche mixte démersale, Manche-est

COMPORTEMENT DES PECHEURS SOUMIS A UNE REDUCTION DES REJETS ET CONSEQUENCES SUR L'ECOSYSTEME DANS UN CAS DE PECHERIES MIXTES

Pierre Bourdaud¹, Morgane Travers-Trolet¹, Jan Jaap Poos², Youen Vermard³, Paul Marchal¹

1 - Ifremer, Unité de recherche Manche Mer du Nord, 150 Quai Gambetta, BP 699, 62321 Boulogne-sur-Mer, France

2 - Wageningen IMARES, PO Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands

3 - Ifremer, Unité de recherche Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, Rue de l'Île d'Yeu, BP 21105, 44311 Nantes Cedex 03, France

Une obligation de débarquement (OD) est progressivement mise en place au sein de l'Union Européenne depuis 2015, afin d'inciter à l'amélioration de la sélectivité des pêcheries et la réduction des captures non désirées. Pour pallier à l'incertitude sur les conséquences à court et long terme de l'OD, des modèles peuvent être utilisés afin d'explorer l'évolution probable du comportement des pêcheurs et ses répercussions sur la structure des écosystèmes, sous différents scénarios de mise en place de l'OD. En Manche Est, où de nombreux stocks sont capturés par des pêcheries mixtes, il est prévisible que l'OD aura notamment de forts impacts sur la distribution de l'effort de pêche. En effet, la faible disponibilité de quota de certaines 'choke species' pourrait fortement contraindre les habitudes des pêcheurs. En intégrant le modèle de dynamique des flottilles DSVM ('Dynamic State Variable Model') au sein du modèle trophique multi-spécifique OSMOSE, un modèle end-to-end a été développé et calibré afin d'explorer les effets de l'OD sur l'écosystème de Manche Est. Ce modèle se focalise sur les chalutiers démersaux français capturant entre autres deux espèces sous quota, le cabillaud et le merlan. Des scénarios combinant différentes valeurs de quota, d'amende pour rejet d'espèces sous quota et dépassement de quota sont testés. Les effets de l'OD sur la distribution spatiale de l'effort de pêche et sur les niveaux de biomasse de l'ensemble des espèces sont particulièrement étudiés. Ces analyses cherchent à observer si l'effet bénéfique de la politique d'OD est dépendant de l'efficacité de sa mise en application, de la stratégie de fixation des quotas, et de leur interaction. L'OD entraîne une réallocation adaptative de l'effort de pêche, affectant aussi les captures d'espèces non soumises à quota, et une partie importante de l'écosystème.

Mot clés: pêcheries mixtes ; obligation de débarquement ; Dynamic State Variable Model ; interactions trophiques ; modèle end-to-end

CARTOGRAPHIE DES DEBARQUEMENTS ET DES REJETS ISSUS DE LA PECHE FRANÇAISE A PARTIR DES DONNEES COLLECTEES A BORD DES NAVIRES DE PECHE

Fabien Pointin, Marie-Joëlle Rochet

Ifremer, Laboratoire EMH, IFREMER, Rue de l'Île d'Yeu, B.P. 21105, 44311 Nantes Cedex 03

Une méthode de cartographie basée sur des grilles à mailles variables a été développée. Les cartes produites permettent d'identifier des stratégies de redéploiement de l'effort de pêche en réponse à diverses contraintes : changements globaux, nouvelles réglementations, etc. Ce travail consiste à étudier la distribution spatiale et/ou temporelle des débarquements et des rejets de la pêche française à partir des données d'observations à bord des navires de pêche. Étant regroupée spatialement au niveau des zones de pêche, la densité des observations varie fortement d'une zone à l'autre ce qui complexifie les analyses cartographiques. Pour résoudre ce problème, des grilles dites à mailles variables ont été utilisées, où la taille des cellules est fonction du nombre d'observations : les cellules de grande taille sont caractérisées par un faible nombre d'observations, et inversement.

En exemple, l'article 15 de la Politique Commune de la Pêche impose progressivement à tous les pêcheurs professionnels une obligation à débarquer toutes les captures des espèces sous quota. L'application de cette loi oblige les pêcheurs à s'adapter aux nouvelles contraintes réglementaires. Pour limiter les impacts sur l'activité de pêche, des stratégies d'adaptation consistent à redéployer l'activité de pêche d'un navire afin de réduire la part d'individus indésirables capturés tout en conservant la part d'espèces commercialisables ; ce qui implique l'évitement de zones et/ou de périodes de pêche associées à des forts rejets. Appliquée aux chaluts de fond en mer Celtique et Manche Ouest, l'analyse cartographique de débarquements et rejets met en lumière plusieurs stratégies de redéploiement de l'activité de pêche qui réduiraient significativement les rejets. Cette méthode étant facilement applicable avec peu de calculs, il est possible d'y incorporer d'autres informations comme la distribution des stocks, les stratégies de pêche, etc.

AMELIORATION DE LA SELECTIVITE DES CHALUTIERS HAUTURIERS EN MER CELTIQUE

Projet Celselect : IFREMER, Lorient et Les Pêcheurs de Bretagne

Robert Marianne, Morandea Fabien, Larnaud Pascal, Fiche Marion

Dans le contexte de la nouvelle politique commune des pêches, un des leviers souvent mentionné est l'amélioration de la sélectivité des flottilles avec ce slogan bien connu « Trier sur le fond et non sur le pont ». En réponse un certain nombre de projet ont été financé au niveau national et international. Le projet Celselect, en collaboration en scientifiques et pêcheurs, s'inscrit dans cette logique et vise à travailler spécifiquement sur les flottilles de chalutiers hauturiers en Mer Celtique ciblant les poissons démersaux et la baudroie. En utilisant une approche participative, plusieurs dispositifs ont été sélectionnés et testés en condition commerciale sur des bateaux volontaires durant plusieurs marées. Cette présentation vise à promouvoir les résultats de ce projet qui pour certains d'entre eux sont très encourageant. Notamment le dispositif sélectif composé d'un filet tourné à 90 degrés dans la rallonge et le cul de chalut permet de réduire drastiquement les rejets de gadidés sous taille ainsi que d'autres espèces souvent rejetées tels que les grondins et le sanglier et ceux sans fortes pertes commerciales, du moins sur les marées observées. La forte implication des professionnels dans ce projet a permis de promouvoir ces solutions sur les quais et ce dispositif a été adopté volontairement par d'autres pêcheurs. L'analyse de ces données est encore en cours afin de quantifier l'impact bio-économique de ces améliorations de sélectivité sur les dynamiques de stocks et la viabilité de ces flottilles dans un contexte de pêche mixte.

LES TRAITS BIOLOGIQUES DE L'ANCHOIS EUROPEEN AU TRAVERS D'UN GRADIENT LATITUDINAL EXPLIQUES PAR L'ENVIRONNEMENT ET SA SAISONNALITE : UNE APPROCHE DE MODELISATION BIOENERGETIQUE

M. Huret¹, K. Tsiaras², U. Daewel³, M. Skogen⁴, P. Gatti¹, P. Petitgas⁵, S. Somarakis⁶

1 - STH/LBH, IFREMER, Best, France

2 - HCMR, Oceanography Dpt., Athens, Greece

3 - NERSC, Bergen, Norway

4 - IMR, Bergen, Norway

5 - EMH, IFREMER, Nantes, France

6 - HCMR, Marine Biological Resources, Crete, Greece

L'anchois est distribué en Europe de la Méditerranée jusqu'en Mer du Nord et Baltique. Les observations disponibles révèlent des différences importantes sur les traits physiologiques et d'histoire de vie entre les populations au travers de ce gradient sud-nord, notamment entre la Mer Égée et le golfe de Gascogne. Ces différences sont marquées sur les taux de croissance, les tailles maximales, ainsi que sur le timing de la reproduction. Les objectifs de cette étude étaient de tester la capacité d'un modèle bioénergétique à simuler ces différences de patterns régionaux, et dans un second temps de mieux appréhender les mécanismes bioénergétiques sous-jacents. Nous avons utilisé le modèle Dynamic Energy Budget (DEB), forcé par un environnement en température et en zooplancton climatologique, fourni par des modèles couplés physique-biogéochimie spécifiques à chacune des zones. Calibré sur la population du golfe de Gascogne, le modèle est capable de reproduire les patterns de croissances observés dans les autres régions, suite à la modification d'un seul paramètre, le coefficient de demi-saturation pour la nourriture. Le modèle suggère un gradient allant de conditions limitantes en nourriture en Mer Égée jusqu'à des conditions limitantes en température en Mer du Nord, se traduisant par une croissance plus lente mais des tailles maximales bien plus élevées au nord. Les différences de saisonnalité dans les conditions environnementales (amplitude thermique et en biomasse zooplanctonique, durée de période productive) conditionne en grande partie les stratégies de reproduction régionales. En effet, que ce soit en fonction d'une simple limitation de la ponte par la température, de la disponibilité énergétique, ou encore de l'accumulation suffisante de nourriture pour passer le premier hiver au stade juvénile, la fenêtre de ponte réalisée, c'est à dire amenant au succès de la reproduction et au recrutement potentiel, est de plus en plus restreinte quand on se déplace vers le nord.

RELEVER LE CHALLENGE DE LA STRUCTURATION SPATIALE DES POPULATIONS. UNE APPROCHE DE MODELISATION INTEGREE APPLIQUEE AU CAS DE LA SOLE EN MANCHE EST

**Etienne Rivot¹, Benoit Archambault¹, Sigrid Lehuta², Olivier Le Pape¹,
Marine Randon¹, Elodie Réveillac¹, Sébastien Rochette³, Marie Savina-Rolland⁴,
Youen Vermard², Matthieu Véron⁵**

1 - Agrocampus Ouest, UMR 0985 ESE INRA, Agrocampus Ouest, Rennes, France

2 - Ifremer, Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, Nantes, France

3 - Ifremer, Dynamiques des Ecosystèmes Côtiers, Plouzané, France

4 - Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, Boulogne sur Mer, France

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

La structure spatiale des (méta-) populations conditionne la dynamique des populations, la résilience à différents facteurs de stress (exploitation, changements globaux ...) et la pertinence d'une gestion spatialisée. A partir du cas d'étude de la population de Sole en Manche Est, nous proposons une synthèse d'un ensemble de travaux de modélisation visant à quantifier la connectivité à différents stade du cycle de vie, et à analyser son influence sur la dynamique de la population, l'évaluation de stocks et la gestion de son exploitation (projet SMAC ; <https://wwz.ifremer.fr/smac/>). Nous développons un modèle Bayésien intégré dont la principale originalité est de combiner la connectivité à plusieurs stades du cycle de vie : (1) la connectivité associée à la dérive des œufs et des larves entre les zones de ponte et les nourriceries côtières, intégrée par le couplage avec un modèle mécaniste de dérive larvaire ; (2) la connectivité liée au déplacement des individus matures, estimée grâce à l'intégration de données de marquage-recapture (MR; marques passives dont la recapture se fait par la pêche). Ces données sont issues d'une base de données de plus de 40000 poissons marqués par le CEFAS en Manche - Mer du Nord entre 1955 et 2007, complétées par celles en cours d'acquisition dans le projet SMAC (premiers marquages en 2016).

Le modèle de dérive larvaire montre une forte association spatiale entre zones de ponte et nourriceries, et suggère l'existence de trois sous-populations au sein de la Manche Est. Les données de MR indiquent des déplacements limités des individus en Manche - Mer du Nord. Une étude sur données simulées montre que l'analyse intégrée des données MR dans le modèle de cycle permet de réaliser des inférences précises et non biaisées sur la connectivité, sous réserve d'un nombre de marques relâchées et d'un taux de déclaration des recaptures suffisants. Ainsi, l'intégration des données de MR historiques et en cours d'acquisition dans le projet SMAC devrait permettre de préciser la structure spatiale de la population dans la Manche Est et ses conséquences en terme d'évaluation des stocks. Les perspectives d'intégration d'autres marqueurs de structure spatiale (otolithométrie, croissance ...) sont discutées.

UN MODELE D'EVALUATION DE STOCK SPATIALISE POUR LE STOCK NORD DE MERLU EUROPEEN : PERCEPTION DE LA PECHERIE ET DE LA DYNAMIQUE DU STOCK

Vigier Audric^{1,2}, Mahévas Stéphanie¹, Bertignac Michel²

1 - IFREMER, Écologie et Modèles pour l'Halieutique, Nantes, France

2 - IFREMER, Laboratoire de Biologie Halieutique, Plouzané, France

Le merlu européen (*Merluccius merluccius*) est au cœur d'enjeux de gestion des pêches dans plusieurs pêcheries mixtes de l'Atlantique Nord-Est dans le cadre de plans régionaux de gestion spatialisés. La large distribution spatiale du merlu et la méconnaissance de certains processus de sa dynamique spatiale rendent complexe son évaluation et sa gestion.

Pour produire des connaissances nécessaires pour relever ces défis, nous avons développé une version spatialisée du modèle d'évaluation Stock Synthesis du merlu nord (Nord du 43,5°N), intégrant l'ensemble des données disponibles sur cette population et les pêcheries l'exploitant. Sur la série temporelle 1978-2012, le modèle distingue le golfe de Gascogne, la mer Celtique et une zone nord regroupant l'ouest Écosse et la mer du nord. Le modèle considère une population structurée en taille pour chaque classe d'âge et zone, des mouvements saisonniers entre zones, un recrutement global distribué par zone et des flottilles pêchant par zone. Les paramètres de dynamique spatio-temporelle du stock et de l'exploitation sont estimés par maximisation de vraisemblance à l'échelle trimestrielle et des trois zones.

L'ajustement du modèle est globalement bon et la dynamique spatio-temporelle du stock est bien capturée. Les mortalités par pêche, biomasses fécondes et recrutements sont différents des estimations du modèle d'évaluation actuel en fin de série temporelle, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la gestion. En moyenne sur la série temporelle, la mortalité par pêche est estimée plus forte en golfe de Gascogne (1,02) qu'ailleurs (mer Celtique 0,78; zone nord 0,46), la biomasse féconde est estimée plus forte en mer Celtique (30800 t) qu'ailleurs (golfe de Gascogne 8600 t ; zone nord 14900 t), le recrutement est alloué principalement à la mer Celtique (52%). Enfin, le modèle estime des migrations principalement de la zone nord vers la mer Celtique, et de la mer Celtique vers golfe de Gascogne.

MODELISATION INTEGREE DES ECOSYSTEMES MARINS ET SCENARIOS DE REPONSE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

Olivier Maury

IRD - UMR 248 MARBEC, Av Jean Monnet CS 30171 34203 SETE cedex, France

L'importance des ressources marines pour la sécurité alimentaire mondiale devrait s'accroître dans le futur, avec une population humaine qui atteindra 9.7 milliards de personnes en 2050. La pression sur les ressources marines devrait s'accroître, alors même que les écosystèmes marins sont déjà fragilisés par la pêche et que, poussés par les changements du climat vers des états inédits, ils connaissent des pertes de biodiversité sans précédent.

Dans ce contexte inquiétant, élaborer des scénarios s'appuyant sur des modélisations intégratives des systèmes socio-écologiques marins est crucial. Il s'agit d'abord d'anticiper les menaces et les opportunités engendrées par les changements à venir, et de quantifier les vulnérabilités futures. Il s'agit ensuite d'élaborer les stratégies d'adaptation et de gouvernance qui permettraient d'atteindre les objectifs de conservation et d'exploitation durable des océans formulés dans l'ODD 14.

Je présenterais le modèle écosystémique APECOSM et sa philosophie mécaniste. APECOSM représente la biodiversité, des individus aux populations, aux communautés et aux écosystèmes. A travers quelques exemples, je montrerais comment le modèle a été utilisé pour développer et étudier des scénarios d'évolution des écosystèmes soumis au changement climatique et à la pêche, dans le cadre de différentes stratégies de gouvernance, aux échelles globale et régionales, dans la perspective des efforts internationaux de l'IPCC et de l'IPBES.

GLOBAL CHANGE IN THE TROPHIC FUNCTIONING OF MARINE FOOD WEBS

**Maureaud Aurore^{1,2}, Didier Gascuel¹, Mathieu Colléter², Deng Palomares²,
Hubert du Pontavice¹, William Cheung²**

1 - AGROCAMPUS OUEST, UMR 985 ESE Ecologie et Santé des Ecosystèmes, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 RENNES Cedex, France

2 - Institut for the Oceans and Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, Canada

The development of fisheries in the oceans, and other human drivers such as climate change, have led to changes in species abundance, assemblages, trophic interactions, and ultimately in the functioning of marine food webs. Here, using a trophodynamic approach and global databases of catches and life history traits of marine species, we tested the hypothesis that human-induced ecological impacts might have led to changes in the global parameters defining the transfers of biomass within the food web. First, we built two indicators to assess such changes: the Time Cumulated Indicator (TCI) measuring the residence time of biomass within the food web, and the Efficiency Cumulated Indicator (ECI) quantifying the proportion of secondary production reaching the top of the food web. Then, we assessed the worldwide change of these two indicators over the 1950-2010 time-periods, computing each indicator at the large marine ecosystem scale. Using cluster analyses, we analyzed how changes can be related to human-induced impacts such as climate change and fishing pressure. Results showed that the most common pattern over the study period is a global decrease in TCI while the ECI indicator tends to increase. Thus, changes in species assemblages would induce faster and apparently more efficient biomass transfers in marine food webs. Results also suggest that the main driver of change over that period has been the large increase of the fishing pressure. Largest changes especially occurred in LMEs where a 'fishing down the marine food web' process was identified. Even if it may be interpreted as an adaptation to human impacts, such an evolution is likely to reflect a worldwide degradation in the functioning of marine food webs. This meta-analysis emphasizes the need to further consider changes in the global functioning of food webs in retrospective analysis of the ecosystem effects of fishing, as well as all projections of the effects of climate change.

IMPACT DE LA PECHE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE FONCTIONNEMENT TROPHIQUE DE L'OCEAN MONDIAL

Hubert Du Pontavice¹, Didier Gascuel¹, Aurore Maureaud¹ et William Cheung²

1 - AGROCAMPUS OUEST, Centre de Rennes, UMR ESE,

2 - Institut for the Oceans and Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, Canada

Le développement des pêcheries a conduit à des modifications non seulement de l'abondance des espèces exploitées, mais aussi des assemblages faunistiques et du fonctionnement des réseaux trophiques. In fine, ces perturbations peuvent affecter les caractéristiques de productivité, de stabilité et de résilience des écosystèmes marins. En outre, de nombreux travaux scientifiques montrent que le changement climatique a déjà eu des effets très significatifs et qu'il devrait jouer un rôle clé à l'avenir, avec des impacts importants sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Dans la présente étude, on utilise la base de données des captures mondiales SeaAroundUs et une approche trophodynamique, pour explorer ces changements de structure et de fonctionnement des écosystèmes marins mondiaux sur la période 1950-2010. Prolongeant le travail de Maureaud et al. (ce colloque et soumis), deux indicateurs sont utilisés pour quantifier le flux de biomasse transféré dans les réseaux trophiques : un indicateur de temps cumulé (Time Cumulated Index, TCI qui mesure le temps de transfert de la biomasse) et un indicateur d'efficacité de transfert (Efficiency Cumulated Index, ECI qui quantifie la proportion de production disponible pour les top-prédateurs). Les indicateurs sont ici calculés à l'échelle des 40 000 cellules de 1° x 1° de l'Océan mondial. L'utilisation de fonctions empiriques orthogonales (EOF) permet de séparer les effets spatiaux et les effets temporels. On dresse ainsi une cartographie mondiale des caractéristiques de fonctionnement des réseaux trophiques et on identifie les principales zones et périodes d'anomalies. Des modèles type GAM (Generalized additive model) sont ensuite utilisés pour mettre en évidence les facteurs naturels ou anthropiques qui déterminent le fonctionnement trophique et qui expliquent les changements observés. On montre notamment qu'une pression de pêche croissante conduit à des transferts trophiques plus rapides et on identifie les zones les plus affectées par ces changements. Dans la période récente, le changement climatique semble également avoir un effet significatif dans les zones où il est le plus rapide.

EVALUATION DES CONTRIBUTIONS RELATIVES DE DIFFERENTS PROCESSUS IMPLIQUES DANS LES EFFETS SIMULES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES COMMUNAUTES DE POISSONS

Mathieu Genu et Morgane Travers-Trolet

IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 quai Gambetta, BP 699, 62200 Boulogne-sur-mer

Le réchauffement climatique risque d'affecter les écosystèmes marins à différentes échelles d'organisation. En effet, les variations climatiques entraînent des changements individuels qui se répercutent au niveau de l'espèce, et au niveau de l'écosystème. Les communautés de poissons peuvent être affectées directement par les conditions abiotiques (changement de distribution spatiale, évolution des traits d'histoire de vie) ou bien de façon indirecte (asynchronie entre espèces ou « mismatch », changement de production primaire). Pour comprendre comment le changement climatique impacte l'écosystème via ces différentes voies d'action, le modèle OSMOSE appliqué à la Manche Est est utilisé. Ce modèle individu-centré simule le cycle de vie des principales espèces de poisson, commerciales ou non, en se basant sur l'hypothèse d'une prédation opportuniste liée à la co-occurrence spatio-temporelle ainsi qu'à l'adéquation de la taille entre la proie et le prédateur. Les communautés planctoniques sont également considérées par le forçage d'OSMOSE avec des sorties issues du modèle biogéochimique ECOMARS3D. Pour tester les effets du changement climatique, deux scénarios du GIEC sont utilisés, l'un optimiste l'autre pessimiste, et fournissent les projections des paramètres abiotiques (température, salinité) et des productions primaire et secondaire pour chaque configuration. Les effets du climat sur les traits d'histoire de vie des poissons (croissance, taux de mortalité, âge à maturité) sont tirés des relations provenant de la littérature appliquées à l'augmentation de température simulée. Des modèles d'habitats sont utilisés pour prédire les changements de distribution spatiale. Les différents effets du changement climatique sont alors simulés de façon indépendante, et de façon simultanée pour évaluer leurs contributions relatives et potentiellement mettre en évidence des effets synergiques. Ces effets sont quantifiés via différentes métriques, comme la biomasse des espèces, le niveau de captures, et des indices de communauté (équitabilité, pente du spectre de taille, niveau trophique moyen...).

CHANGEMENTS GLOBAUX EN MEDITERRANEE : LA MODELISATION END-TO-END EN APPUI A LA GESTION ECOSYSTEMIQUE DES RESSOURCES

Moullec F.¹, Velez L.¹, Verley P.², Péron C.¹, Guilhaumon F.¹, Ulses C.³ et Shin1 Y.-J.³

1 - UMR MARBEC (IRD, IFREMER, CNRS, UM), Université de Montpellier, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5, France

2 - IRD, CIRAD, UMR AMAP, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier Cedex 5, France

3 - Laboratoire d'Aérodologie, 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 la pression combinée de la surexploitation des ressources marines et du réchauffement 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, 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.

Pour la première fois cette étude envisage de projeter des modifications des assemblages d'espèces à l'échelle du bassin méditerranéen avec une modélisation explicite intégrée (à la fois multi spécifique, spatiale, trophique, basée sur les traits de vie, représentant le cycle de vie entier des espèces) des dynamiques de la richesse spécifique. Dans cet objectif, un modèle end-to-end, s'appuyant sur le couplage d'un modèle de hauts niveaux trophiques OSMOSE à des modèles de physique et de biogéochimie NEMOMED 12 et ECO3M-S, a été développé. Il s'agit du premier modèle trophique de ce type intégrant une aussi grande richesse spécifique et sur une échelle spatiale aussi vaste.

L'exposé s'attachera à montrer comment le modèle OSMOSE peut être utilisé pour (i) étudier la structure et le fonctionnement trophique de la mer Méditerranée, (ii) analyser les effets combinés du changement climatique et de la pression de pêche sur le réseau trophique méditerranéen, (iii) tester des scénarios de gestion écosystémique des pêches dans un contexte de changement climatique. L'aspect méthodologique du développement de ce modèle sera particulièrement détaillé.

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

REPONSES CONTRASTEES DES JUVENILES DE POISSONS FACE AUX MAREES VERTES EN SECTEUR COTIER

**Le Luherne Emilie¹, Le Pape Olivier², Murillo Laurence³, Randon Marine²,
Lebot Clément², Réveillac Elodie²**

1 - Réserves Naturelles de France, Observatoire Patrimoine Naturel Littoral (RNF-AFB), 50400 Granville, France

2 - AGROCAMPUS OUEST, UMR985 ESE Ecologie et santé des écosystèmes, 35042 Rennes, France

3 - Littoral ENVironnement et Sociétés (LIENSs), UMR 7266 CNRS-Université de La Rochelle, Institut du Littoral et de l'Environnement, -17000 La Rochelle, France

Les écosystèmes côtiers sont extrêmement riches d'un point de vue biologique et écologique et abritent des habitats essentiels au maintien et au renouvellement des ressources marines d'intérêt halieutique. Parmi les altérations subies par ces écosystèmes, les proliférations de macroalgues opportunistes sont l'un des signes les plus visibles de l'eutrophisation dans plusieurs régions du monde, tout particulièrement dans le nord-ouest de la France. Les processus à l'origine de ces proliférations sont relativement bien identifiés tandis que leurs conséquences écologiques - notamment sur l'ichtyofaune - restent mal connues et peu étudiées. Des analyses préalables ont permis de démontrer l'impact des marées vertes sur la richesse spécifique et les densités au sein de l'ichtyofaune intertidale. A travers une approche à l'échelle de l'individu, cette analyse se penche sur les processus par lesquels cette perturbation affecte l'ichtyofaune. Dans une nourricerie côtière de type estran sableux, les réponses de poissons au stade juvénile ont été examinées dans un site contrôle et un site impacté. Les réponses de trois espèces de poisson appartenant à des guildes de distribution verticale différentes ont été considérées : le sprat (pélagique), le bar (démersal) et la plie (benthique). Le positionnement différent de ces espèces dans la colonne d'eau a permis de tester un effet de l'utilisation de l'habitat sur leurs réponses face aux marées vertes.

Pour apprécier une réponse globale des effets des marées vertes à l'échelle individuelle, une étude multi-indice a été réalisée, considérant plusieurs niveaux d'intégration de la perturbation. La sélection de l'habitat pour chacune des espèces a été examinée par l'analyse combinée de leurs densités et de leurs signatures isotopiques spécifiques à chacun des habitats. Ensuite, les ajustements physiologiques des individus ont été considérés à travers l'analyse de réponses instantanées (capacité de défense antioxidante), ou mises en place à court terme (réserves lipidiques, taux de croissance journalière) et à moyen terme (indice morphométrique). Les résultats mettent en évidence les réponses contrastées des espèces face aux marées vertes, liées à leur positionnement dans la colonne d'eau.

Mots clés : marées vertes, nourricerie, qualité de l'habitat, échelle individuelle, analyse multi-indice

65 YEARS OF CATCH AND BIOMASS IN THE CELTIC SEA: FISHING IMPACT... AND FIRST RECOVERY?

Hervann Pierre-Yves^{1,2}, Gascuel Didier²

1 - IFREMER, Department of Biological Resources and Environment, Fisheries Science and Technology Research Unit, Laboratory for Fisheries Technologies and Fish Biology (RBE/STH/LTBH), 8 rue François Toullec, CS 60012, 56325 LORIENT Cedex, France.

2 - Agrocampus Ouest, UMR 985 ESE Ecologie et Santé des Ecosystèmes, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 RENNES Cedex, France.

Intensely exploited since post-WWII industrial fisheries development in Europe, the Celtic Sea is presently the major fishing area for French fleets and accounts for more than 1/3 of its catches in Atlantic waters. To better understand the impact of fishing on marine communities in this ecosystem during the 1950-2014 period, we: (i) reconstituted catches in the Celtic Sea combining both official information from ICES and unreported catches estimates from the “Sea Around Us” project (ii) reconstructed fishing effort time-series from French fishing fleet statistics and ICES stock assessments (iii) estimated biomass of main target species in the ecosystem through surplus production models integrating continuous change in stocks productivity and fishing efficiency. Changes in catch composition appeared driven by some exceptional recruitments (e.g. small pelagic fishes) or reflected diversification towards originally less exploited species (i.e. modification of fishing strategies) illustrating a potential “fishing through the food-web” phenomenon. However, biomass trends estimated through the production models point out a dramatic decrease of most species abundance, thus illustrating the “fishing down the food-web”. This drop of most stocks biomass is particularly strong between 1950 and 1980 and is correlated with a tremendous increase in fishing effort. Moreover, changes in stocks productivity suggest that, while some species such as sole were deeply impacted by fishing, others such as whiting may have benefitted from better environmental conditions and reduction of their competitors abundance. Finally, the recent recovery of demersal stocks biomass that occurred during the last decade is to be linked with reduction of fishing pressure led by the European CFP.

Keywords: fishing impact, Celtic Sea, catch reconstruction, surplus production model, trends in fish communities

VARIABILITE A LONG TERME DE LA DISPONIBILITE ENERGETIQUE DE LA RESSOURCE POUR LES PREDATEURS SUPERIEURS DANS LE GOLFE DE GASCOGNE

Terrats Louis, Brind'Amour Anik, Spitz Jérôme

Les altérations actuelles de la biodiversité induisent des perturbations de la dynamique des espèces fourrages. La conséquence pour les prédateurs supérieurs est une modification de la disponibilité de la ressource, d'un point de vue quantitatif (e.g. biomasse), mais également qualitatif (e.g. densité énergétique). La modification de la densité énergétique des proies disponibles pourrait expliquer des variations de la population de certains prédateurs supérieurs.

Dans ce contexte, la composition du champ de proies des prédateurs supérieurs est étudiée dans le but de caractériser les variations spatio-temporelles du contenu énergétique disponible.

La zone considérée est le golfe de Gascogne ce qui nous permet d'étudier, à une échelle géographique assez large, la variabilité spatiale sur une trentaine d'années grâce aux campagnes scientifiques. Les données des campagnes sont couplées à des mesures énergétiques d'espèces fourrages pélagiques et démersales, présentant ainsi des informations sur deux écosystèmes potentiellement différents.

La distribution des valeurs énergétiques par espèce des communautés démersales et pélagiques ne montre pas différence entre elles. Cependant la prédominance des individus pélagiques témoigne de la supériorité de leur importance énergétique dans le Golfe.

Les résultats préliminaires, portant sur l'évolution temporelle de la densité énergétique des espèces démersales, montrent une importante augmentation de la densité énergétique depuis les années 2000 dans le nord du Golfe sur des profondeurs se situant entre 80 et 160 m. Cette augmentation, indépendante des variations de biomasse et d'abondance, suggère la présence de changements de communautés affectant le contenu énergétique disponible.

Ces observations sur les espèces démersales, concernant l'hétérogénéité spatio-temporelle ainsi que l'hypothèse de changements de communautés, encouragent la poursuite des analyses sur les espèces pélagiques. Par la suite, des analyses sur les causes potentielles de ces modifications seront conduites. Ceci permettra à termes d'émettre des hypothèses sur l'impact de la pêche et des changements globaux sur ces maillons trophiques intermédiaires.

LE DIABLE SE CACHE AUSSI DANS LES DETAILS LES MODELES A ESPACE D'ETATS

Nicolas Bez¹, Marie-Pierre Etienne¹, Pierre Gloaguen², Stéphanie Mahévas³ et réseau PathTIS⁴

1 - IRD, UMR MARBEC, Sète

2 - AgroParistech, INRA UMR 518 MIA, Paris

3 - Ifremer, Nantes

4 - <https://sites.google.com/site/statistiqueetrajectoires/>

Les modèles Markoviens à états cachés (HMM) se sont imposés comme une méthode de référence permettant d'estimer les activités des navires à partir de données VMS. Des bibliothèques R ont permis de rendre accessibles et opérationnelles ces approches, et donc d'en augmenter la diffusion dans la communauté scientifique.

Cependant, les conditions d'applications de ces modèles sont rarement étudiées. Le réseau PathTIS (Path tool and analysis) a entrepris une analyse critique de ces modèles sur la base de données GPS à haute résolution temporelle combinées à des observations in situ des comportements permettant d'étudier les performances des prédictions en fonction des hypothèses sélectionnées dans les modèles et de la résolution temporelle.

Il ressort que les caractéristiques des données s'écartent sensiblement des hypothèses sous-jacentes aux modèles et que, contrairement aux attentes, la procédure d'estimation par EM (Expectation-Maximisation) est robuste aux valeurs d'initialisation utilisées. Les fluctuations d'estimation ne viennent pas de la procédure d'estimation mais du nombre insuffisant de données eu égard à la complexité des modèles. L'exigence en nombre d'observations augmente avec la complexité du modèle quand on passe par exemple des modèles HMM sans mémoire (AR0) aux modèles semi-markoviens avec mémoire (HSMMxAR1).

Les améliorations suggérées pour s'approcher au mieux des données détériorent les performances du modèle e.g. prise en compte d'une mémoire dans les vitesses (processus R1), relâchement de l'hypothèse de Markov ou encore recours à l'algorithme de Viterbi pour choisir la séquence d'états la plus probable plutôt que la série des états les plus probables pas de temps par pas de temps.

INTERPRETATION DES VMS ET ESTIMATIONS D'ABONDANCE

Dedah Ahmed Babou¹, Nicolas Bez²

1 - Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP)

2 - Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

Les campagnes scientifiques sont dans certains cas impossibles ou trop onéreux. Quand elles sont réalisées, elles ne fournissent qu'une estimation de biomasse (voire deux) par an. Ainsi, le développement d'approches basées sur l'interprétation des comportements des navires pour inférer l'abondance de leurs proies offre une alternative pour tenter de fournir, en temps quasi réel, des indices d'abondance et mieux décrire l'activité et cerner l'effort auquel sont assujettis les stocks.

Ce travail a pour objectif de présenter les résultats obtenus par un modèle hiérarchique semi-markoviens à espace d'états appliqué aux données VMS (Vessel Monitoring System) des thoniers senneurs français opérant dans les océans atlantiques et indien pour la période 2006-2015. Ces modèles permettent de positionner finement les activités pratiquées par les navires durant leurs marées et de valider ces estimations par des données d'observateurs.

Le modèle à 5 états (pêche, recherche route de jour, arrêt de nuit et route de nuit), développé ici, permet de prendre en compte les données de nuit ignorées jusque-là par d'autres modèles. Ainsi, l'effort total est analysé.

Le choix semi-markoviens est dictée par la technique de pêche mise en œuvre et par le fait que la durée d'un coup de senne ne peut être inférieure à 1H15. Ainsi, cette hypothèse permet d'assouplir l'hypothèse de distribution exponentielle qui prévaut en approche Markovienne pour décrire les temps de séjours dans chaque activité. Par ailleurs, le choix de lois de séjours non paramétriques offre une plus grande flexibilité pour décrire les temps de séjour dans les différents modes d'activité. L'estimation des paramètres du modèle est obtenue grâce à des algorithmes EM (Expectation-Maximisation).

COUPLING SPECTRAL ANALYSIS AND HIDDEN MARKOV MODELS FOR THE SEGMENTATION OF BEHAVIOURAL PATTERNS: EUROPEAN SEA BASS AS A STUDY CASE

Karine Heerah¹, Mathieu Woillez¹, Ronan Fablet², François Garren¹, Stéphane Martin¹, Hélène De Pontual¹

1 - Ifremer, Sciences et Technologies Halieutiques, CS 10070, 29280 Plouzané, France

2 - Institut Telecom/Telecom Bretagne, UMR 6285 LabSTICC, CS 83818, 29238 Brest CEDEX 3, France

Movement pattern variations are reflective of behavioural switches, and are likely associated with different life history traits in response to the animals' abiotic and biotic environment. Detecting these behavioural switches and periodicities can provide rich information on the underlying processes driving these movement patterns. However, extracting these signals from movement time-series requires tools that objectively describe and quantify these behaviours. The inference of behavioural modes from movement patterns has been mainly addressed through Hidden Markov Models. However, until now, the metrics implemented in these models did not allow characterization of cyclic patterns. To address these challenges, we developed a robust but flexible approach to i) extract new metrics of cyclic behaviours and activity levels from a time-frequency analysis of movement time series, ii) implement spectral signatures into a HMM framework to identify and classify latent behavioural states. Applying our method to 40 high-resolution European sea bass depth time series, we demonstrated that the fishes occupied different parts of the water column and had different activity levels according to environmental cycles and thermal experience. The presence of different behaviours were well defined and appeared at similar times throughout the annual cycle amongst individuals, suggesting these behaviours are likely related to seasonal functional behaviours (e.g. feeding, migrating and spawning). The innovative aspects of our method lie within the combined use of powerful, but generic, mathematical tools (spectral analysis and Hidden Markov Models) to identify and classify behavioural states. It relies on objective criterion, is fully automated making it suitable for analyzing large datasets and offers the flexibility to include any variables in the segmentation process. Thus, our method could be widely applied and contribute to prime issues in fisheries ecology (e.g. habitat requirements and selection, interactions with fisheries, site fidelity and dispersal) that are crucial to inform mitigation, management and conservation strategies.

IDENTIFICATION OF DYAD MOVEMENT PATTERNS FROM FISHER TRAJECTORY DATA AROUND THE WORLD

Rocio Joo, Nicolas Bez, Marie-Pierre Etienne, Stephanie Mahevas

Understanding fisher spatial behavior and dynamics are key for both modeling and management purposes. The availability of georeferenced data, particularly vessel monitoring system data, for scientific purposes has enabled a large and increasing amount of works on that subject. However, the study of collective spatial behavior by means of trajectory data has been neglected up to now. Fisher movement models, built under lagrangian (e.g. hidden Markov models) or Eulerian frameworks (e.g. potential field stochastic models), have been built without taking into account their interactions. Evaluating how fishers interact with each other would be a first step in order to introduce realistic collective components into movement models, to improve our understanding on the fishers' space utilization and the assessment of effective fishing effort.

As a first approach to characterizing collective behavior, here we focused on dyad (pairwise) joint-movement behavior, for which we selected and adapted several indices taken from the literature (ecology, psychology, sports, medicine and computer science, among others) assessing proximity and coordination. We computed them for six different fleets: 1) pelagic pair trawls, 2) large bottom otter trawls, 3) small bottom otter trawls, 4) midwater otter trawls, all operating in the Northeast Atlantic Ocean, 5) anchovy purse-seiners in the Southeast Pacific Ocean, and 6) tuna purse-seiners in the Western Indian Ocean. For each of those datasets, we performed clustering analyses over the dyads of vessels to assess if different patterns in joint movement were characterized by specific indices associated with a particular range of values. We then compared the patterns found among the different fisheries. We finally discussed the adequacy and limitations of the indices to assess dyadic interaction of fishing vessels.

TRAJECTOMETRY OF FISH IN THE RHÔNE RIVER: MODELLING LINK BETWEEN ENVIRONMENT AND MOVEMENTS THROUGH BEHAVIOR USING TELEMETRY DATA

Dominique Lamonica¹, Hervé Capra¹, Hilaire Drouineau²⁻³, Hervé Pella¹, and Anthony Maire⁴

1 - Irstea, UR MALY, 5 Rue de la Doua, BP 32108, 69616 Villeurbanne Cedex, France

2 - Irstea, UR EABX, Centre de Bordeaux, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas Cedex, France

3 - Association Française d'Haliéutique (AFH)

4 - EDF R&D, LNHE (Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement), 6 quai Watier, 78401 Chatou, France.

Movement ecology aims to study the interplay between individuals and environments in their movement through the analysis of observed trajectories (e.g. velocity, orientation, direction changes) of individuals (Joo et al., 2013; McClintock et al., 2012; Nams, 2014). In their movement ecology paradigm, Nathan et al. (2008) assume that an individual movement is the result of four components: its internal state (why it is moving), its navigation capacity (when and where it is moving), its motion capacity (how it is moving) and the influence of environments. States-based models can analyze this interplay (Joo et al., 2013; Jonsen et al., 2013), and permitting relationships among environment/ behavior/ trajectory (e.g. avoidance behavior probability increases when discharge increases) to be modelled.

To investigate trajectometry of three species of freshwater fish in the Rhône river, we developed a model describing fish movements based on telemetry data at a very small temporal scale (3 secs). We linked movement variables and environmental factors (flow speed, water depth, temperature, ...) via fish behavior in state-space model based on Markov process, which allowed us to describe the response of several species to environmental variations (including anthropic impact). The first step of our work focused on data treatment. Then we estimated within the Bayesian framework the parameters of the state-space models that describes the trajectory of each individual. Finally, we integrated a hierarchical structure at the individual level to evaluate the intra-species variability of the response to environmental variations.

QUANTIFICATION DU PROCESSUS DE TERRITORIALISATION DE LA PÊCHE SUR DCP ANCRES PAR MODELISATION DU MOUVEMENT.

Mathieu Woillez, Pierre Gloaguen, Loïc Quemener, Emilie Leblond, Patrick Berthou et Olivier Guyader

Les dispositifs de concentration de poissons (DCP) ancrés sont des éléments structurants de la pêche aux Antilles. Leur développement a été fortement encouragé et des phénomènes de territorialisation - quasi privatisation - des zones de pêche ont pu être observés. Ces phénomènes sont cependant mal quantifiés. Afin d'obtenir une meilleure compréhension de l'organisation sociale de l'exploitation sur DCP ancrés, un partenariat scientifiques-pêcheurs incluant la géolocalisation de leur activité de pêche a été mise en place à partir de 2015 en Guadeloupe par l'Ifremer. Ce partenariat a consisté à instrumenter des navires de petite pêche et à acquérir de manière pérenne des données de géolocalisation à haute fréquence (1 minute). Un modèle mécaniste de mouvement a été développé prenant en compte les spécificités de la pêche sur DCP ancrés. Ce modèle paramétrique permet de reproduire les trajectoires à l'échelle individuelle. A partir des trajectoires d'un pêcheur donné, grâce à une procédure Bayésienne, on peut estimer à la fois la position des DCP visités et les efforts de pêche qui leurs sont associés ou pas. En considérant des pêcheurs opérant dans une même zone (i.e. choix de voisins), les sorties de ce modèle permettent d'appréhender la dynamique spatio-temporelle des territoires de pêche et les comportements sociaux associés (incursion ou non-incursion). Ces résultats devraient donc contribuer à améliorer la gestion de la pêche sur DCP ancrés dans l'espace côtier antillais.

Mots clés : géolocalisation, petite pêche, DCP, territoires.

EFFETS DU CHANGEMENT GLOBAL SUR LES TRAITS D'HISTOIRE DE VIE DES RESSOURCES HALIEUTIQUES : EXPLOITATION VERSUS ENVIRONNEMENT ET EVOLUTION VERSUS PLASTICITE PHENOTYPIQUE

Bruno Ernande

Unité Halieutique Manche Mer du nord, Ifremer, Boulogne-sur-mer, France

Les traits d'histoire de vie (THV) sont les caractères qui affectent directement la survie et la reproduction des individus. L'âge et la taille à la métamorphose ou à la maturation, le nombre et la taille des descendants, la durée de vie et la sénescence en sont des exemples importants. Par définition, les THV influencent la démographie des populations et donc la productivité des activités humaines associées dans le cas de populations exploitées comme les ressources halieutiques. Les modifications des THV sous l'influence du changement global affectent donc la dynamique des pêcheries, de leurs ressources et des écosystèmes auxquels elles appartiennent. Dans un objectif de gestion des pêches et de remédiation des conséquences du changement global sur la dynamique des stocks halieutiques, deux questions se posent lorsque des tendances temporelles des THV sont observées : (i) quels sont les aspects du changement global responsables de ces tendances et (ii) quels sont les processus biologiques qui les soutiennent ? Une caractéristique du changement global (ou des changements globaux) est en effet la multiplicité de ses dimensions (ex. changement climatique, eutrophisation, pollution, exploitation) et des pressions associées pouvant affecter les ressources halieutiques et notamment leur THV. Une des principales difficultés est donc d'identifier les facteurs causaux des tendances temporelles des THV observées afin de pouvoir potentiellement agir sur ceux-ci dans un but de remédiation. La seconde difficulté réside dans le fait que les tendances observées le sont au niveau phénotypique. Elles peuvent donc découler soit de la plasticité phénotypique soit de l'évolution, i.e. d'un changement de la composition génétique de la population, en réponse aux pressions de sélections engendrées par le changement global soit des deux à la fois. L'identification de la nature exacte des processus adaptatifs, plasticité ou/et évolution, mis en jeu est importante car les moyens et les échelles temporelles de remédiation associés diffèrent. J'illustrerai comment (i) les facteurs causaux et (ii) les processus adaptatifs responsables des modifications des THV peuvent être (en partie) dissociés et quantifiés au travers de quelques exemples portant sur les tendances temporelles de l'âge et la taille à la maturation et de la phénologie de la migration génésique en réponse à l'exploitation et au changement climatique.

INVESTIGATING THE DEMOGENETIC RESPONSES OF EXPLOITED ATLANTIC SALMON POPULATIONS TO CLIMATE CHANGE

Mathieu Buoro, Julien Papaix, Cyril Piou and Etienne Prévost

A key aim of current ecological research is to predict whether and how populations will be able to respond to environmental change. However, our predictive ability is still limited by the complexity of environments, organisms life cycle and especially by the challenges of teasing apart evolutionary change from more 'plastic' responses to environmental perturbation. Simulation studies provide a powerful tool for disentangling eco-evolutionary processes and investigating interactive, synergistic effects among multiple factors in order to fully understand the resilience of populations in the face of various scenarios of climate change. Using, an Individual-based model, we investigate the demogenetic consequences of environmental change scenarios on an exploited population of Atlantic salmon *Salmo salar*. Our results show that increasing flow amplitude and water temperature in freshwater, and poor oceanic growth conditions resulting from environmental change drove mainly demographic consequences and phenotypic responses, such as a shift towards a multiple-sea-winter life history accompanied by a decline in population size. Effects of environmental change were also contrasted with fisheries strategies impacts to investigate whether fisheries induced evolution and how selective fisheries can promote adaptation to climate change.

We show that increased selective fishing against multiple-sea-winter fish mainly induced an evolutionary effect in the form of a lower maturation threshold in females, increasing the proportion of one sea-winter fish. The maturation threshold of males was not modified by selective fishing due to their earlier reproduction and return after a single winter at sea, thereby avoiding most of the selective effects of fishing.

ENDANGERED EELS: A SYMBOL OF THE EFFECTS OF GLOBAL CHANGE

Hilaire Drouineau¹, Maria Mateo¹, Martin Castonguay², Caroline Durif³,
Eric Rochard¹, Guy Verreault⁴, Kazuki Youkouchi⁵, Patrick Lambert¹

1 - Irstea, UR EABX, centre de Bordeaux, 50 avenue de Verdun, F-33612 Cestas cedex, France.

2 - Ministère des Pêches et des Océans, Institut Maurice-Lamontagne, C.P. 1000, 850, route de la Mer, Mont-Joli, QC G5H 3Z4, Canada

3 - Institute of Marine Research, Storebø 5392, Norway

4 - Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs – Direction Régionale du Bas Saint-Laurent, 186 rue Fraser, Rivière-du-Loup, QC G5R 1C8, Canada

5 - National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan

Temperate eels are three catadromous fish species undergoing dramatic declines since the 1970s/1980s despite amazing adaptation capacity. Because of their specific life cycles, shared between distant oceanic spawning grounds and continental growth stage, eels were affected by all the five components of the global change. (i) Climate change affects larval survival and drift. (ii) *Anguillicola crassus* is an alien nematode that impairs spawning success. (iii) Fragmentation and habitat loss has dramatically reduced available habitats and induced spawners mortality. (iv) Because of their high trophic level and high lipid storage, eels are especially sensitive to contaminants which reduce spawning success. (v) Eels are targeted by commercial and recreational fisheries, and amazingly high exploitation rates are observed on glass-eels. Moreover, most of these anthropogenic pressures affect specific types of habitats and individuals. In this context, the rapid increase of pressures during the “Great Acceleration” have surpassed and altered the adaptation capacity of eels. This illustrate how the rate of changes due to global change, when all its components have synergistic effects, can lead to the collapse of species, even species that have proved to have amazingly high adaptation capacity and were sometimes considered as nuisance species till the 80s.

Keywords: global change, temperate eels, *Anguilla* sp., adaptation

RESTAURATION DE LA POPULATION DE COREGONES DU LAC DU BOURGET : ANALYSE HISTORIQUE

Chloé Goulon¹, Emilien Lasne¹, Orlane Anneville¹, Sébastien Cachera², Alexis Champigneulle¹, Jean Guillard¹

1 - INRA – Université de Savoie Mont Blanc, UMR CARTELE, 75 avenue de Corzent, 74203 Thonon-les-Bains, France

2 - CISALB (Comité Intersyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget), 4 Rue du Pré Demaison, 73000 Chambéry, France

A l'échelle mondiale, l'eutrophisation des écosystèmes lacustres est responsable de la régression ou de la disparition de nombreuses populations de corégones. Le climat et les pratiques de gestion, en particulier le repeuplement, impactent également leur dynamique par des mécanismes parfois antagonistes.

Au lac du Bourget, le corégone (*Coregonus lavaretus*), un poisson autochtone et en limite sud de son aire de répartition, a souffert de l'eutrophisation. Les captures sont passées de près de 90 tonnes par an dans les années 1950 à moins de 1 tonne dans les années 1970. Des travaux de restauration ont été réalisés pour réduire les apports en phosphore au lac et un important programme d'alevinage a été mis en place afin de soutenir la population. Aujourd'hui le lac du Bourget est en cours de réoligotrophisation et a retrouvé un stock de corégones équivalent à la période pré-eutrophisation, mais il connaît une hausse significative des températures moyennes annuelles de l'air depuis quelques décennies. L'objectif de cette étude est d'analyser la dynamique de population du corégone et d'identifier les principaux facteurs environnementaux en jeu dans les patrons observés.

Des données de paléolimnologie ont été combinées avec des observations actuelles pour décrire l'évolution inter-annuelle de l'abondance de cette espèce. La contribution des facteurs de forçage (changement climatique, réoligotrophisation et alevinage) pour l'explication des changements d'abondance du corégone a été explorée à l'aide d'un Modèle Additif Généralisé (GAM). D'après nos résultats, le phosphore a été, jusqu'à présent, le principal paramètre influençant la dynamique du corégone. L'effort d'alevinage en début de réoligotrophisation a également contribué à la restauration de la population. Cependant, plus récemment, la hausse des températures aurait eu un impact négatif, ce qui pose la question de l'avenir de la population face à cette nouvelle pression.

Mots clés : modèle additif, eutrophisation, changement climatique, corégone

UNE REPONSE COMMUNE DES POPULATIONS DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR*) AUX CHANGEMENTS GLOBAUX : UNE APPROCHE DE MODELISATION HIERARCHIQUE BAYESIENNE DU CYCLE DE VIE

Maxime Olmos¹, Félix Massiot-Granier¹⁻³⁻⁴, Gérald Chaput², Etienne Prévost³⁻⁴, Marie Nevoux⁵, Etienne Rivot¹

1 - Agrocampus Ouest, UMR 985 ESE Ecologie et Santé des Ecosystèmes, Rennes, France

2 - Pêches et Océans Canada, Moncton, Canada

3 - INRA, UMR 1224 Ecobiop, Aquapôle, St Pée sur Nivelle, France

4 - Université de Pau & Pays Adour, UMR 1224 Ecobiop, UFR Sciences et Techniques Côte Basque, Anglet, France

5 - INRA, UMR 985 ESE Ecologie et santé des écosystèmes, Rennes, France

Plusieurs études ont mis en évidence une baisse de la productivité populations de poissons à l'échelle des écosystèmes au cours des dernières décennies. Les espèces amphihalines n'échappent pas à ce constat. Le saumon Atlantique, a subi un fort déclin au cours des 50 dernières années à l'échelle de son aire de répartition. De récents travaux proposent l'hypothèse d'une réponse commune des populations de saumons à des changements dans l'écosystème marin, susceptibles d'impacter simultanément l'ensemble des populations pendant leur migration marine. Cependant, ces études ont été menées à des échelles temporelles et spatiales hétérogènes, allant de petites populations locales à des unités de stocks régionales, et utilisent des données et approches variées, allant de la modélisation démographique des cycles de vie à la simple analyse de séries chronologiques de captures ou d'abondances. Cette hétérogénéité d'approches ne permet pas d'explorer les mécanismes écologiques et démographiques responsables des variations observées. Nous avons développé un modèle de cycle de vie dans un cadre hiérarchique bayésien qui permet de mettre en cohérence l'ensemble des données disponibles pour représenter la dynamique de 13 unités de stocks (7 Européennes et 6 Nord-Américaines). Cette approche permet de mettre en évidence l'emprunte des changements de l'écosystème sur les populations de saumons à l'échelle de son aire de répartition.

Les premiers résultats montrent une diminution par 4 de la survie marine, commune à toutes les unités de stocks, et marquée par une baisse brutale au début des années 1990. Cette chute de survie s'accompagne d'une augmentation par 2 de la proportion de poissons mûrissant dès la première année de vie marine jusqu'aux années 1990, puis d'une stagnation de la tendance. Nos résultats supportent l'hypothèse d'une réponse commune des populations de saumons aux changements de l'écosystème de l'Atlantique Nord. Les variations jointes de la survie marine et de l'âge moyen de maturation sont discutées au regard de différentes hypothèses de mécanismes démographiques et/ou écologiques.

EFFECTS OF CLIMATIC CHANGE DEMONSTRATED ON AN ENDANGERED DIADROMOUS FISH POPULATION IN GARONNE-DORDOGNE WATERSHED

Alexis Paumier, Hilaire Drouineau, Laurent Carry et Patrick Lambert

Irstea, UR EABX, centre de Bordeaux, 50 avenue de Verdun, F-33612 Cestas cedex, France.

Many fish species have developed adaptive reproductive strategies aiming at optimizing offspring survival by spawning in suitable environmental conditions and especially temperature. However, global warming raises the question of whether these adaptations remain adaptation or not. The objective of this study is to assess the impact of global warming on allis shad (*Alosa alosa*) population in Garonne-Dordogne watershed, a population in decline since the 2000's. Our assumption is that the reproductive strategy which had been selected in the past leads or will to a mismatch between spawning and suitable thermal condition for offspring survival. We applied an original statistical model to detect limiting factors in the reproductive behavior of this anadromous clupeid. Quantile regression model were carried out on both Garonne and Dordogne sub-populations to identify reproductive behavioral rules within spawning seasons, using daily reproductive acts observed between 2003 and 2013. Relationships between reproductive behavior and environmental factor - temperature, discharge, and lunar brightness - were analyzed. Comparison between the two sub-populations was performed in order to test the scale of adaptations performed by individuals, i.e. river or watershed scale. Preliminary results indicate that while Garonne sub-population display a homogeneous reproductive pattern throughout seasons, Dordogne sub-population present high fluctuations of spawning acts between seasons according to temperature and discharge. These preliminary results demonstrate the complexity of environmental controls, and will be discussed in our presentation with attention to the potential reasons for these fluctuations – e.g. reproductive rules or fluctuating environmental conditions. Due to this complexity, behavioral rules will be analyzed by season with a special concern on combined effect of temperature and discharge for Dordogne populations.

CONNECTIVITES DEMOGRAPHIQUE ET GENETIQUE POUR LA GESTION DES RAIES : QUELS APPORTS ?

**Marandel Florianne¹, Lorance Pascal¹, Andrello Marco², Charrier Gregory³,
Le Cam Sabrina³⁻⁴, Trenkel Verena¹.**

1 - IFREMER, Nantes, France

2 - CEFE, Montpellier, France

3 - LEMAR, IUEM Technopôle Brest-Iroise, Plouzané, France

4 - IFREMER, La Tremblade, France

Au cours du 20^{ème} siècle, de nombreuses espèces de raies et requins ont déclinées en Atlantique Nord-Est à cause de la pêche. La définition d'unités de gestion est fondamentale pour éviter le déclin voire la disparition de ces populations. La gestion séparée de ces unités dépend en grande partie de leur degré de connectivité. Dans ce travail, une étude simulatoire des connectivités démographique et génétique est réalisée afin d'évaluer leur apport pour la gestion des raies. L'étude se concentre sur 11 populations putatives de raie bouclée des eaux européennes (Atlantique Nord-Est, Açores et Méditerranée). Les simulations génétiques corroborent les résultats empiriques disponibles et mettent en avant 3 grandes unités peu génétiquement différenciées (Atlantique Nord-Est, Açores et Méditerranée). L'étude démographique met en avant plus de différenciation au sein de l'unité Atlantique Nord-Est et suggère une gestion combinée pour plusieurs paires de populations putatives notamment en Manche Est et dans le Sud de la mer du Nord. Ces résultats sont sensibles aux hypothèses de taux de dispersion et d'hétérogénéité spatiale. Néanmoins, la connectivité démographique apparaît comme fondamentale pour une gestion efficace, lorsque la connectivité génétique donne une perspective sur la conservation à long terme.

ASSESSING THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC PRESSURES ON TEMPERATE EELS USING GENETICS & EVOLUTIONARY ECOLOGY-BASED MODEL FOR EELS (GENEVEEL)

Maria Mateo¹, Patrick Lambert¹, Stéphane Tétard² and Hilaire Drouineau¹

1 - Irstea, Research Unit Aquatic Ecosystems and Global Change (EABX), HYNES Irstea-EDF R&D, France

2 - EDF R&D, HYNES Irstea-EDF R&D, France

Spatial patterns of life-history traits in temperate eels are correlated with environmental gradients at both river catchment and distribution area scales. GenEveel, an individual-based optimization model was able to mimic observed spatial patterns in length-at-silvering, sex-ratio and distribution of ecotypes, by assuming genetic-dependent habitat selection and phenotypic plasticity as adaptive responses to environmental heterogeneity. Depending on these mechanisms, the heterogeneity of anthropogenic pressures can have a wide range of effects in terms of life-history traits and demographic rates. In this context, different anthropogenic pressures (glass eel fishery, obstacle to upstream migration, turbine mortality and silver eel fishery) were included in the model to explore their impacts on the number of escapees, but also on other indicators accounting for sex-ratio in escapees, repartition between genotypes, mean length-at-silvering, and overall egg production. Our results demonstrate that phenotypic plasticity can act as a compensatory mechanism that mitigates the effect of some pressures (glass eel fishery and obstacle to upstream migration) and therefore be a source of resilience for the population. Moreover, it shows that the pressure inducing the highest direct mortality has not necessarily the greatest influence on the spawning biomass and does not necessarily exert the strongest selective pressure on ecotypes.

UTILISATION DE LA MICROCHIMIE DES OTOLITHES DANS UN MODELE BAYESIEN DE REASSIGNATION POUR EXPLORER LE FONCTIONNEMENT DE LA METAPOPOPULATION DE GRANDE ALOSE (*ALOSA ALOSA*)

Marine Randon^{1,2}, Françoise Daverat², Gilles Bareille³, Philippe Jatteau², Jean Martin⁴, Christophe Pécheyran³, Hilaire Drouineau²

1 - Agrocampus Ouest, UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex, France

2 - Irstea, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas Cedex, France

3 - LCABIE, UMR5254, Technopôle Hélioparc Pau Pyrénées, 2 avenue du Président Angot, 64053 Pau Cedex, France

4 - Fédération des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de la Gironde, 10 ZA du Lapin, 33750 Beychac et Caillau, France

Soumis à ICES journal of marine sciences : 14/11/16.

La grande alose (*Alosa alosa*) est une espèce de Clupéidé anadrome qui, comme de nombreuses autres espèces de poissons diadromes, a subi depuis le début des années 2000 un déclin généralisé et pour le moins dramatique des abondances sur toute son aire de répartition. La connaissance de la dynamique des populations et métapopulations est une question centrale dans la gestion des espèces migratrices, en particulier dans le contexte actuel de changement global pouvant potentiellement affecter à la fois la distribution et l'écologie des espèces. Tandis que la philopatrie (le retour des individus matures sur leur cours d'eau d'origine pour la reproduction) est le comportement dominant chez la grande alose, l'errance (la migration des individus matures vers d'autres cours d'eau que celui de naissance pour la reproduction) favorise les échanges entre les populations du même bassin versant ou de bassins versants différents. Actuellement la gestion de la grande alose s'effectue de manière non concertée à l'échelle des populations locales, sans prendre en compte une éventuelle structure de métapopulation. Notre étude propose une méthode d'estimation des flux d'échanges entre cours d'eau ainsi qu'une caractérisation des cours d'eau « sources » et « puits » afin de discuter les priorisations de gestion envisageables. Nous avons introduit des données de microchimie des otolithes dans un modèle de réassignation Bayésien, couplé à des estimations d'indices d'abondances de reproducteurs par bassin versant. Les résultats montrent une dynamique de métapopulation, mettant en évidence l'existence de certains cours d'eau « sources » et « puits ». Cependant, le manque de précision et l'homogénéité des estimations d'indices d'abondances induisent des intervalles de crédibilités larges, suggérant la nécessité d'une meilleure standardisation dans l'acquisition des données d'indices d'abondances. La variabilité des taux de philopatrie entre les cours d'eau et leurs implications écologiques sont discutées.

MODELISATION DE LA DYNAMIQUE DU SYSTEME PELAGIQUE DU GOLFE DE GASCOGNE EN REPONSE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Issac Pierre², Vermard Youen¹, Lehuta Sigrid¹, Petitgas Pierre¹

1 - Ifremer, Unité Ecologie et modèles pour l'Halieutique, Nantes

2 : Agrocampus Ouest, Rennes

L'impact du changement climatique sur l'écosystème et l'ichtyofaune est de plus en plus étudié et quantifié. Cependant, les conséquences de ces perturbations sur la dynamique des flottilles et le comportement des pêcheurs restent relativement moins développées. Si les changements climatiques impactent de manière directe les populations (changements physiologiques, migrations, aire de répartition), ils impactent indirectement les flottilles qui les ciblent et qui pourront, ou non, s'adapter entraînant une modification des zones de pêche, de la composition spécifique des captures ou du diagramme d'exploitation, donc de la pression de pêche. Evaluer la durabilité d'une pêcherie sous l'effet du changement climatique nécessite donc de prendre en compte les interactions entre effets environnementaux et halieutiques.

La pêcherie de petits pélagiques du Golfe de Gascogne (en particulier anchois et sardine) est une bonne illustration de la nécessité de prendre en compte cette complexité. En effet, elle implique une complexité au niveau de l'activité de pêche avec différents pays (France et Espagne), ports de pêche engins (chalut et senne) et taille de navires ce qui représentent des stratégies et potentiellement une adaptabilité au changement multiples. Par ailleurs, de récentes études ont montré que les populations de sardine et d'anchois étaient très dépendantes de la variabilité environnementale et probablement de forçage de type « bottom-up ». On peut donc penser que les effets environnementaux sur ces espèces cibles pourront se propager indirectement sur la dynamique des flottilles.

On cherche alors à savoir si la connaissance disponible permet d'anticiper l'effet du changement climatique sur les populations et les flottilles pélagiques du Golfe de Gascogne ? Ce système complexe environnement-espèces cibles-flottilles a été décrit via le modèle spatialement explicite ISIS-Fish qui intègre de l'information sur la dynamique de population, les stratégies des différentes flottilles et les mesures de gestion qui les accompagnent.

Les effets environnementaux attendus sur la dynamique de population sont recensés et sélectionnés d'après les études antérieures puis sont modélisés explicitement dans ISIS-Fish. De même, une étude de la dynamique passée de la pêcherie a permis de mettre en évidence les limites adaptatives des flottilles impliquées et d'intégrer ces comportements dans le modèle. Cette étude permet donc de définir différents scénarii de réponse des flottilles à des changements sur l'accessibilité et la répartition des espèces et de quantifier leur impact via le modèle préalablement calibré.

Mots clés : Changement globaux, ISIS-Fish, Golfe de Gascogne, dynamique de Flottille, anchois, sardine

LES ESPECES MARINES DE MER CELTIQUE ET DU GOLFE DE GASCOGNE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

François Simont-Bot, Marianne Robert, Lionel Pawlowski

Ifremer, Unité de Sciences et Technologies halieutiques, Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique, 8 rue François Toullec, 56325 Lorient Cedex, France.

De nombreux travaux scientifiques démontrent l'existence du changement climatique et soulignent les conséquences potentielles sur les écosystèmes marins et les pêcheries qui les exploitent 1,2. Les projections du GIEC et d'autres travaux explicitent le fait que les conséquences seront différentes selon les propriétés des écosystèmes et de leurs localités. Ce travail participe à l'étude des effets du changement climatique sur les espèces marines de Mer Celtique et du Golfe de Gascogne. La campagne scientifique EVHOE (EValuation des ressources Halieutique de l'Ouest de l'Europe) réalisée depuis une trentaine d'années et durant laquelle les captures sont identifiées, pesées, mesurées et pour certaines sexées et otolithées; constitue une source intéressante de données pour étudier ces phénomènes. En effet, elle permet de produire une série temporelle basée sur un protocole standardisé et indépendante de l'activité de pêche. Des mesures de températures et de salinités, en surface et au fond, sont également réalisées aux stations d'échantillonnage. Les évolutions spatio-temporelles de la distribution des espèces ont été analysées afin d'identifier d'éventuelles dérives Nord et Sud au travers du suivi des latitudes, longitudes minimales et maximales observées ainsi que des barycentres des indices d'abondances. Pour les espèces présentant des changements spatiaux au cours du temps, des analyses plus fines ont été menées afin de mieux comprendre les effets des conditions environnementales abiotiques (anomalie de température de surface température de fond locales et à plus grande échelles), biotiques (abondance des espèces) et de l'intensité de la pêche sur les dynamiques observées 3. Il est cependant difficile de passer de l'identification de corrélations à la mise en lumière des mécanismes sous-jacents afin de proposer des scénarios prospectifs. En effet, étudier l'influence du changement climatique sur les organismes vivants nécessite une compréhension globale de l'ensemble des systèmes biologiques et climatiques.

Keywords: Bay of Biscay, Celtic sea, Climate change, Species destitution, Temperature anomaly.

1. Barange, M., et al., 2014. Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. *Nature Climate Change* 4, 211–216.

2. Cheung, W.W.L., et al., 2013. Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* 497, 365–368.

3. Daan, N., 2006. Spatial and temporal trends in species richness and abundance for southerly and northerly components of the North Sea fish community separately, based on IBTS data 1997-2005. ICES Census of Marine Life CM/D:02.

SCENARIOS ET MODELES ECOSYSTEMIQUES EN SUPPORT A L'APPROCHE ECOSYSTEMIQUE DES PECHEES

Yunne-Jai Shin

IRD, UMR MARBEC 248 / LMI ICEMASA

@Université Montpellier, Place E. Bataillon, Bât 24, CC 093 34095 Montpellier cedex 5

@CRH Sète, avenue Jean Monnet, CS 30171, 34203 Sète cedex

In this presentation, we provide a few examples where scenarios and ecosystem models can provide useful support to ecosystem-based fisheries management. In particular, we explore the risks associated to the synergistic ecosystem impacts of fishing and environmental change across a suite of marine ecosystems using four state-of-the-art ecosystem models (EwE, OSMOSE, Atlantis, Multispecies Size Spectrum). Owing to the structural differences between the models, simulating changes in multiple drivers can potentially produce a wide array of ecosystem responses to changes. However, using standardized simulation experiments, similar responses obtained across this variety of ecosystem and models can help identify plausible scenarios of ecosystem change. Using an additive effects model in a meta-analytic context, we compared relative risks of detrimental combined effects between fishing and primary production scenarios. We found that the risk of negative synergism was generally higher for low trophic level (LTL) taxa, implying that following an increase of fishing pressure on a given LTL stock, the subsequent decrease of biomass under low primary production would be higher than expected. By contrast, the risk of positive dampened effects was generally higher for high trophic level (HTL) taxa, implying that given a management strategy aimed at reducing the impact of fishing on HTL stocks, the subsequent rebuilding of these stocks would be slower than expected under an assessment taking into account the fishing driver only. These findings could help provide general guidance in fisheries management in an ecosystem context.

SESSION POSTERS

BIOLOGY OF SARDINELLA SP. (*SARDINELLA AURITA* AND *SARDINELLA MADERENSIS*) AND THE IMPACT OF CLIMATE VARIABLES IN THE SOUTH OF MOROCCO

A. Baali, K. Manchih, K. Amenzoui, and A. Yahyaoui

The reproductive biology of round sardinella, *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847), and flat sardinella, *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) was studied for the first time in the south of Moroccan Sea. *Sardinella* sp. has gained much attention lately because of its biomass decrease, which might be the result of climatic changes occurring across the Atlantic Sea. The study of stock dynamics of these exploited species was rarely initiated. The lack of study is rather surprising given the considerable catches of sardinella and the strong contributions in the total catch in last years in particular in the southern Moroccan Atlantic. Our study shows the overall female to male ratio was not statistically different for both species ($\chi^2 = 0.68$ for *Sardinella aurita* and $\chi^2 = 1.04$ for *Sardinella maderensis*), although it varied seasonally and according to the length of the fish. The monthly changes in the gonadosomatic index and the macroscopic characteristics of gonads showed that round sardinella in the south of Morocco have spawning peak on April. For the flat sardinella a spawning peak is on July. Females round sardinella reach first sexual maturity at a smaller size than males (26.17 and 26.78 cm respectively). Concerning the flat sardinella, it was the opposite. Males reaching sexual maturity are smaller than females (20.75 and 21.76 cm respectively). The sardinella moves in benches and make seasonal migrations related to the Sea Surface Temperature (SST) and the richness in plankton. Regarding the SST and biomass of sardinella period between 2002-2016 we observed the decrease in biomass of sardinella in 2010 because of the high level of SST in the studied area.

Keywords: *Sardinella* sp., reproduction biology, South of Morocco, Sea Surface Temperature (SST), climatic changes

CARTOGRAPHIE D'UNE PECHERIE RECIFALE A PARTIR D'UN SUIVI GPS A HAUTE FREQUENCE DES DEPLACEMENTS DES EMBARCATIONS

Faustinato BEHIVOKÉ¹, Marc LEOPOLD²

1 - Institut Halieutique et des Sciences Marines, Toliara, Madagascar

2 - Institut de Recherche pour le Développement, UMR ENTROPIE, Toliara, Madagascar

L'utilisation de traceurs GPS à bord des embarcations de petite pêche côtière permet depuis peu de quantifier et de spatialiser précisément l'effort de pêche et les captures de ce secteur. Nous avons testé cette technologie dans le cas particulièrement complexe d'une flottille multi-engins à Madagascar. Celle-ci était caractérisée par la petite échelle des opérations de pêche (~1-10 km), la diversité des habitats récifaux exploités, et le grand nombre d'embarcations opérant à la voile (n=350). Quatorze pirogues (0.4 %) représentant les trois engins de pêche dominants ont été équipées d'un GPS enregistrant leur position toutes les 30 secondes pendant 45 jours en janvier-février 2017. Les captures totales par sortie de chaque pirogue étaient mesurées en parallèle dans le cadre d'un suivi participatif. L'analyse des trajectoires des pirogues a permis d'identifier, de localiser et de quantifier précisément l'effort de pêche par sortie pour chaque engin étudié. Les captures correspondantes ont ensuite été ventilées entre les coups de pêche proportionnellement à leur effort de pêche respectif. Ces données ont permis de cartographier à fine échelle spatio-temporelle l'activité de la flottille. Les intérêts et faiblesses de cette méthode sont discutés, ainsi que la possibilité d'étendre le dispositif de suivi à des pêcheries récifo-lagonaires de plus grande étendue et sur le plus long terme.

DESCRIPTION PAR APPROCHE DIRECTE DE LA COMPOSITION BIOLOGIQUE DES COUCHES DIFFUSANTES DU NORD DU GOLFE DE GASCOGNE (GDG)

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

Le compartiment intermédiaire de l'écosystème pélagique (du mesozooplancton au micronecton) fait le lien entre la production primaire et de nombreuses espèces commerciales (anchois, sardine...). C'est l'une des parts les moins étudiées de cet écosystème, alors qu'un bouleversement dans la composition de celui-ci peut entraîner des effets importants en cascade le long du réseau trophique jusqu'aux pêcheries (Benguela, Golfe du Lion...).

Au printemps dans le GdG, on observe régulièrement des couches diffusantes denses d'aspect planctonique sur de vastes surfaces, qui attestent l'importance du compartiment zooplanctonique et micronectonique alors que leur composition biologique reste peu connue

Pendant la campagne PELGAS 2016, nous avons organisé une étude à fine échelle des couches diffusantes (Sound Scattering Layers, SSLs). Ces couches sont communes et particulièrement denses dans le golfe de Gascogne au printemps. Elles sont supposément constituées d'espèces de plancton/micronecton incorporant une vessie gazeuse. L'objectif de cette étude est de décrire la réponse acoustique de ces organismes par « approche directe ». Cette méthode consiste à comparer la réponse acoustique théorique modélisée des organismes échantillonnés avec la réponse acoustique mesurée.

Pour obtenir un spectre fréquentiel précis des SSLs échantillonnées, nous étions équipés de 4 sondeurs large bande (couvrant une bande de 45 à 450kHz) ainsi que 2 sondeurs bande étroite (18 et 38kHz). La composition biologique des couches a été obtenue par l'utilisation d'une grande variété de filets, afin d'échantillonner sur une large gamme de taille d'organismes (avec des filets allant du WP2 au chalut pélagique). Les résultats suggèrent que la réponse acoustique des différentes SSLs est causée par une grande variété d'organismes (ptéropodes, juvéniles de poissons, siphonophores), mais qu'elle est généralement dominée par les organismes à inclusions gazeuses, particulièrement dans les basses fréquences.

SEASONAL MONITORING OF POPULATION DYNAMIC OF CIRRIPED CRUSTACEAN *POLLICIPES POLLICIPES*, IN THE MOROCCAN ATLANTIC COAST: SITE OF MANSOURIA

Hajar BOURASSI^{1,2}, Hakima ZIDANE², Ayoub BAALY^{1,2}, Mohamed I MALOULI², Imane HADDI³⁻², Ahmed YAHYAOU¹

1 - Zoology and general biology laboratory, Sciences Faculty of Rabat, Morocco

2 - Department of Fisheries Resources, National Institute of fishery Research (INRH), Casablanca, Morocco

3 - Earth sciences department, Faculty of Sciences Ain Chock, University Hassan II, Casablanca, Morocco.

The fisheries environment has been subject of increasing pressure of the industrial and human activities, whose effects were quickly felt in many species that are considered as biological indicators of value and information such as some cirripeds crustaceans: *Pollicipes pollicipes* (Goose barnacle). Those represent important coastal resources for population livelihoods and coastal ecosystems. Yet, they are informally exploited despite several ministerial decrees that regulate their exploitation. Which involves various scientific studies to support the implementation of a development plan.

Goose barnacles live on wave-beaten rocky substrates in the intertidal and low-shore zones on the coasts. Those zones are more susceptible to be affected by phenomenon such as temperature increase and the raise of sea level caused by the climate change.

Accordingly, considering the current concern for the conservation of the coastal resources, we carried out a monthly monitoring program, within our larger scale study on the population dynamic of *P. pollicipes*, among both periods: harvesting season (Summer) and biological recovery period (Autumn), at two exploitable areas: Mansouria and Souiria Kdima.

This present work is about the study of population size structure, density and biomass of the different populations. The results obtained show that goose barnacle's abundance and biomass differs between the seasons and from one site to another due to the biotope features: the density of Mansouria's population is over 50% higher than Souiria Kdima's. The results show also that the mean RC size is about 16.78 mm in Mansouria while it's 15.32 mm in Souiria Kdima.

Keywords: *Pollicipes pollicipes*; density, biomass, intertidal biodiversity; population dynamic.

STRUCTURE ET DYNAMIQUE DU COMPARTIMENT PLANCTONIQUE EN MER D'IROISE CARACTERISEE PAR UN SYSTEME FRONTAL SAISONNIER

Caroline CAILLIAU, Laetitia JALABER, Patrick POULINE, Claire LASPOUGEAS

Parc Naturel Marin d'Iroise, Agence Française pour la Biodiversité, Pointe des Renards 29217 Le Conquet

Dans un contexte de changement climatique global et de pression anthropique croissante sur les zones littorales, une des thématiques générales du Parc Naturel Marin d'Iroise est de décrire et suivre l'évolution de la biodiversité au sein de l'écosystème marin en Mer d'Iroise afin d'assurer une gestion durable et intégrée de ce patrimoine naturel.

Ainsi dans le cadre du programme « PNMIR » mené par le Parc Naturel Marin d'Iroise depuis 2010, les variations spatio-temporelles de l'abondance et de la composition du compartiment planctonique ont été étudiées au sein de la mer d'Iroise. Les résultats ont notamment mis en évidence l'influence des variations spatiales et temporelles des processus d'installation, du maintien et de déstructuration du Front d'Ouessant et du Front Interne d'Iroise, sur la structure et la dynamique des populations planctoniques. En particulier les résultats des campagnes « PNMIR » 2011 et 2013 ont montré l'existence en automne, dans une zone soumise de façon saisonnière à l'influence des fronts, d'une relation positive entre la dominance des organismes planctoniques de petite taille (nanophytoplancton et petits copépodes, de taille inférieure à 900 µm) et la biodiversité marine des réseaux trophiques supérieurs. Notamment, en 2011 et 2013, la production de sardine pêchée s'est révélée être plus importante en automne - comparativement au printemps et à l'été- et était associée à une forte abondance de copépodes, dominés par des organismes de petite taille.

De par le rôle majeur des organismes planctoniques dans la chaîne alimentaire et leur forte sensibilité vis-à-vis des fluctuations des conditions environnementales, le suivi planctonique ainsi mené en mer d'Iroise constitue un moyen important pour étudier et anticiper les modifications d'un écosystème côtier marqué par une dynamique hydrologique complexe et caractérisé une forte productivité saisonnière, face au changement climatique global.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE DE *DIPTURUS OXYRINCHUS* (LINNE, 1758) DE LA REGION OCCIDENTALE DU LITTORAL ALGERIEN

Damir Naoual et Hemida Farid

École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL), B.P. 19
Bois des Cars, Dély-Ibrahim, Alger, Algérie

Dipturus oxyrinchus (Linné, 1758) est une espèce atlanto-méditerranéenne quasi-menacée en Méditerranée. Le régime alimentaire du pocheteau noir a été étudié à partir de contenus stomacaux de 91 individus capturés dans la zone maritime occidentale algérienne. Les prélèvements ont été réalisés par saison, de mars 2012 à avril 2013. En tenant compte de ses variations saisonnières et des fluctuations en fonction de la taille, deux méthodes ont été utilisées, l'analyse qualitative qui nous a permis de dresser une liste aussi complète que possible des différentes proies consommées par le pocheteau noir et une analyse numérique. Le traitement des contenus stomacaux a permis d'identifier 15 familles et 11 espèces consommées par le pocheteau noir. Parmi les 91 estomacs de *Dipturus oxyrinchus* examinés, 24 étaient vides, soit un coefficient de vacuité de 26.37%. Numériquement, des variations dans le régime alimentaire du pocheteau noir ont été observées et sont liées à la taille des individus. Les petits ne se nourrissent quasiment que de Crustacés en particulier, les Décapodes et les Brachyours, les adultes se nourrissent en plus des Crustacés des poissons benthiques tel que les Gadidae, les Scorpenidae, les Lophiidae et les Merlucciidae. Une légère variation saisonnière dans le régime alimentaire du pocheteau noir a été observée. Le bol alimentaire montre que le pocheteau noir a un large spectre alimentaire et un comportement de prédation aussi bien benthique que pélagique.

Mots clés : Elasmobranches, Régime alimentaire, *Dipturus oxyrinchus*, Littoral algérien.

ÉCOLOGIE TROPHIQUE DE 5 ESPÈCES DE GADIFORMES : ÉTAT DE RÉFÉRENCE EN MER CELTIQUE

Louise Day^{1,2}, Dorothee Kopp¹, Marianne Robert¹ et Hervé Le Bris²

1 - Ifremer, Unité de Sciences et Technologies halieutiques, Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique, 8 rue François Toullec, 56325 Lorient Cedex, France

2 - UMR ESE, Ecologie and Santé des Ecosystèmes, Agrocampus Ouest, INRA, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes, France

Les gadiformes constituent une part importante des espèces à fort intérêt halieutique pour les pêcheries françaises de la façade atlantique, tant d'un point de vue des tonnages débarqués que par leur forte valeur commerciale. Les stocks de morue (*Gadus morhua*), merlan (*Merlangius merlangus*), églefin (*Melanogrammus aeglefinus*), merlan bleu (*Micromesistius poutassou*) et merlu (*Merluccius merluccius*) en Mer Celtique sont aujourd'hui évalués séparément par les instances de gestions. Or, ces espèces sont souvent capturées simultanément. De nouveaux modèles prenant en compte ces interactions techniques sont désormais développés et permettent de rendre des avis plus cohérents sur ces pêcheries mixtes. Néanmoins, les interactions biologiques, notamment de compétition et prédation, qui influencent les dynamiques de populations sont encore peu étudiées.

L'étude de l'écologie trophique de ces espèces de gadiformes permet, dans un contexte de changements globaux, de dresser un état de référence pour la mer Celtique. Le point clé de cette analyse est l'utilisation en parallèle de données de contenus stomacaux et de données isotopiques dans le but de caractériser les régimes alimentaires et interactions trophiques entre ces espèces. Les ressemblances et dissemblances des traits trophiques sont explorées en tenant compte des potentiels changements ontogéniques et des impacts de la profondeur du milieu de vie en considérant deux classes de taille et deux zones.

Les premiers résultats montrent une forte ségrégation spatiale des niches isotopiques pour les 5 espèces. Il semblerait également que les niches trophiques soient plus larges en zone moins profonde. Il existe également un shift ontogénique dans l'alimentation de certains de ces prédateurs comme pour *M. merluccius* qui passe d'un régime omnivore à un régime piscivore. De manière générale, il semble également que les niches trophiques soient plus larges et diversifiées pour la classe de taille inférieure.

EVALUATION DES IMPACTS BIOTIQUES DE LA PECHE FRANÇAISE : QUELS INDICATEURS CHOISIR ET COMMENT LES APPLIQUER DANS LE CADRE DE L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE ?

Marion Debasly¹, Thomas Cloâtre², François Le Loc'h³, Khaled Abdou^{4,3}, Delphine Ciolek², Joël Aubin¹

1 - UMR 1069, Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, INRA, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes Cedex, France

2 - Comité National des Pêches et des Elevages Marins, 134 avenue de Malakoff, 75116 Paris, France

3 - UMR 6539 Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, IUEM, Technopôle Brest-Iroise, Rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, France

4 - UR 03AGRO1 Ecosystèmes et Ressources Aquatiques, INAT, Université de Carthage, 43 Avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisia

Le besoin de connaître les impacts environnementaux des systèmes de production augmente, justifiant l'utilisation grandissante de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV). En France, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est à l'origine du programme AGRIBALYSE lancé en 2009. Il permettra, grâce à la méthode ACV, de renseigner une base de données homogène et transparente d'Inventaires de Cycle de Vie de nombreux produits agricoles, aquacoles ou issus de la pêche française. Le projet ICV Pêche s'inscrit dans ce cadre et a pour premier objectif l'amélioration des connaissances et des méthodologies de l'évaluation des performances environnementales des produits de la pêche française afin d'alimenter la base de données AGRIBALYSE. Ce projet porte sur l'étude de 17 triplets décrivant une espèce cible, un engin de pêche et une zone géographique. La pêche possède de nombreux aspects spécifiques en comparaison aux systèmes agricoles et aquacoles. Plusieurs auteurs sont d'accord pour affirmer que l'ACV appliquée aux produits de la pêche doit prendre en compte des impacts propres à ce système. Des indicateurs dits non-conventionnels, ajoutés aux indicateurs classiques aux ACV, permettent de prendre en compte les impacts sur trois niveaux écologiques : les espèces, les habitats et les écosystèmes. Différentes méthodes existent dans la littérature mais ces impacts sont pour le moment peu pris en considération car il est difficile d'obtenir des données de qualité et de définir une méthodologie consensuelle. Notre étude s'appuie sur un inventaire bibliographique approfondi des différents indicateurs existants. Un choix argumenté des indicateurs est effectué selon une méthodologie mettant en jeu des critères d'adéquation avec le cadre ACV et de disponibilité des données, de qualité des indicateurs (portabilité, robustesse, sensibilité) et de pertinence environnementale (base scientifique solide). Ces critères de sélection sont eux-mêmes choisis selon une étude bibliographique. Les indicateurs étudiés sont classés dans différentes catégories selon le niveau de l'écosystème impacté. En effet, la pêche affecte aussi bien la colonne d'eau que le fond marin et les effets associés peuvent être directs ou indirects. Les effets directs se traduisent par le prélèvement de biomasse de l'écosystème et la destruction du fond. Les effets indirects concernent l'écosystème dans sa globalité et sont liés à la perturbation du réseau trophique initial. Les catégories retenues sont donc : espèces cibles et accessoires, rejets, habitat et réseau trophique. L'application des indicateurs sélectionnés sera ensuite testée sur un triplet du projet ICV Pêche permettant d'évaluer les différents impacts environnementaux de ces pêcheries et de vérifier leur pertinence et leur caractère opérationnel.

ETUDE BIO-ÉCOLOGIQUE DE LA CARRAGHENOPHYTE *GIGARTINA ACICULARIS* DE LA CÔTE ATLANTIQUE MAROCAINE. (ZONE DE SIDI RAHAL A SOUIRIA KDIMA)

Sara EL MOUTTAQUI^{1,2}, Nor-eddine REZZOUM² et Mohammed BEKKALI¹

1 - Laboratoire santé et environnement, département de biologie, Faculté des Sciences Ain Chock, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

2 - Département des pêches, Institut National de Recherche Halieutiques, 2, Bd Sidi Abderrahmane, Ain Diab. 20100, Casablanca, Maroc

Les algues représentent une ressource renouvelable très importante dans les écosystèmes marins, elles jouent un rôle prépondérant dans l'atténuation des effets néfastes des changements climatiques par le biais de la photosynthèse.

Au Maroc, la biodiversité algale est très importante, cependant, très peu d'espèces sont exploitées à l'échelle industrielle en dehors des agarophytes *Gelidium* et *Gracilaria*. D'autres algues appartenant au genre *Gigartina* sont exportés à l'état brut.

Afin d'assurer la pérennité de ces ressources renouvelables, une gestion rationnelle s'impose. En effet, dans ce cadre, une étude de la bio-écologie de l'espèce *Gigartina acicularis* a été entamée au niveau de trois sites sur la côte Atlantique marocaine (Sidi Rahal, El Jadida et Souiria Lkdima) qui diffèrent selon le degré d'exploitation de cette algue. L'objectif de cette étude est de fournir des indicateurs de suivi de cette espèce afin d'en instaurer une gestion rationnelle. Par ailleurs, une étude des paramètres physico-chimiques du milieu sera réalisée afin de mettre en exergue l'effet des paramètres environnementaux sur la croissance et la distribution de ces algues marines d'importance sur le plan économique et écologique.

Mots clés : *Gigartina acicularis*, Atlantique marocain, bio-écologie, dynamique des populations ; gestion des stocks.

MONITORING OF TAXONOMY, BIOLOGY, AND MAPPING OF EXPLOITABLE COASTAL RESOURCE OF ECHINODERMS HOLOTHURIA SP (MOROCCAN ATLANTIC COAST)

Imane HADDI¹⁻², Fatiha BENZHA¹, Mehdi MAANAN¹, Hassan RHINANE¹, Hajar BOURASSI^{3,2}, Hakima ZIDANE²

1 - Earth Sciences Department, Faculty of Sciences Ain Chock, University Hassan II, Casablanca, Morocco.

2 - Department of Fisheries Resources, National Institute of Fisheries Research (INRH), Casablanca, Morocco

3 - Biology Department, Sciences Faculty of Rabat, Avenue Ibn Batouta, Rabat, Morocco

Sea cucumbers are important marine resources that provide important ecosystem services for human well-being and for marine habitats at different trophic levels. Sixty species are collected at least in several countries; most of them are processed and exported to Asian markets. The high demand of this product lies in its many virtues. In Morocco, *Holothuria* sp (sea cucumbers) had not attracted the attention of public authorities and investors because of the lack of necessary data on the nature, location and the size of their deposits. This study focuses on the impact of the marine environment and climate change on the exploitation of the coastal resource case (sea cucumber). To characterise the impact, the physico-chemical characteristics of the water and sediment of the habitat and gut sediment, are being realized. For the establishment of a sustainable management strategy to exploit the resource and support the development plan, a spatial and statistical analysis of the distribution and abundance of sea cucumbers are necessary to estimate the exploitable potential. The sampling network consists of 50 transects oriented perpendicular to the coast covering five sites: Essaouira, Agadir and El Jadida areas for evaluation, Skhirat and Souiria Kdima areas for biological monitoring. The preliminary results recorded during the first evaluation campaign in Essaouira after delimitation and mapping of the deposits is the presence of two species of sea cucumber: *Holothuria tubulosa*, and *Holothuria forskali*. A very important abundance of *H. forskali* is observed compared to *H. tubulosa*. The biological monitoring campaign is conducted from December 2016 to January 2018. The histology treatment and bio-ecological cycle are under realization (reproductive cycle; conversion rates...etc).

Keywords: Climate change, taxonomy, *Holothuria* sp, Biomass, mapping, GIS, sustainable management.

INVENTAIRE ET STRUCTURE DES PEUPELEMENTS DES ESPECES ASSOCIEES A DEUX POISSONS CIBLES (*SPICARA MAENA* ET *PAGELLUS ACARNE*) DANS LES MISES A TERRE ALGERIENNES

Kamel HARCHOUCHE

Laboratoire Halieutique, USTHB-FSB, N° 32 El-Alia Bab Ezzouar 16111, Alger, Algérie

La faune associée nectobenthique et la structure démographique des peuplements caractéristiques sont étudiées à partir de la liste des espèces accompagnatrices. Les modèles de distribution d'abondance sont utilisés. Dans la première étape nous nous intéressons à l'ensemble du littoral algérien, tandis que les deux autres phases sont traitées par secteur à partir des espèces associées retenues en fonction de leur biomasse. Sur 114 espèces recensées, 97 sont des poissons (85 %), 11 des Mollusques (9.7 %) et 6 des Crustacés (5.3 %). Les interrelations qui existent entre les différentes espèces sont décrites par plusieurs indices en fonction du secteur (richesse spécifique, diversité spécifique et régularité).

La faune associée à la fois à *S. maena* et *P. acarne* apparaît très diversifiée mais essentiellement ichtyologique. Les espèces les plus caractéristiques, dominées par la famille des Sparidés, sont *Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus*, *Trachurus trachurus*, *Boops boops*, *Merluccius merluccius* et *Pagellus bogaraveo* dans un ordre d'importance différent selon le critère considéré. Le coefficient de Fager et Mac Gowan paraît, avec la biomasse, l'indice le plus approprié pour décrire les communautés. Si les trois modèles théoriques de distribution d'abondance utilisés s'adaptent bien aux données observées, celui de Preston apparaît comme le meilleur, en particulier pour les représentations en poids. Les constantes de milieu relatives aux deux premiers modèles (Preston et Motomura) donnent une idée conforme à celle obtenue pour la régularité ; les valeurs caractérisent des peuplements relativement diversifiés à l'Est et à l'Ouest et à tendance diversifiée et équilibrée au Centre.

Mots clés : Poissons, Mollusques, Crustacés, peuplement, Indices, Modèles d'abondances, Algérie

EXPLOITATION DE *SCYLIORHINUS CANICULA* (SELACIEN, SCYLIORHINIDAE) DANS LA REGION OUEST DU BASSIN ALGERIEN

Hemida Farid¹, Benabdallah Benarmas Rafik S.¹, Capapé Christian²

1 - Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL)

2 - Laboratoire d'Ichtyologie Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc

La petite roussette, *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758), est un requin benthique, appartenant à l'ordre des Galeiformes et à la famille des Scyliorhinidae. La roussette est capturée, entre autres par les chaluts. Près de 1500 individus (689 femelles et 707 mâles) provenant de la région Ouest ont été mesurés et pesés à la grande poissonnerie d'Alger, de 1996 à 2009. Les paramètres de croissance (mâles et femelles) ont été calculés par analyse des structures de taille, à l'aide du sous-programme ELEFAN I du progiciel FISAT (Gayanilo et al., 2002). Les paramètres d'exploitation ont été également déterminés, à l'aide du programme FISAT.

Le niveau d'exploitation du stock de la région ouest de *S. canicula*, a été estimé par des techniques de simulation utilisées pour la première fois dans cette zone d'étude : l'effet d'un changement de maillage (augmentation du côté actuellement de 1.4 cm à 3 cm) combiné à une analyse de production type approche mixte (mâles et femelles séparés mais traités simultanément).

Ces techniques ont montré qu'une augmentation de la taille de première capture permettrait un accroissement de l'effort de pêche, sans incidence notable sur l'état du stock mais avec un risque de plafonnement de la production. Les mâles atteignent leur maturité sexuelle à une taille de 39 cm, les femelles entre 34-45 cm (Fisher et al., 1987) alors que le L50% correspond à des tailles de 22cm (mâles) et 23cm (femelles), pour la région et la période données. Le modèle recommande donc une diminution de l'effort de pêche et une augmentation de la taille de la maille en se basant sur les valeurs des FMSY et FMSE. Il est cependant plus prudent de maintenir l'effort actuel en développant une approche écosystémique de la pêche et œuvrer dans le sens d'une gestion durable des ressources halieutiques.

Mots clés : Exploitation - Approche mixte - *Scyliorhinus canicula* - Bassin algérien

TAC ET QUOTAS DE PECHE EXPERIMENTALE A LA LANGOUSTE ROSE, UNE NOUVELLE OPPORTUNITE DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST : QUELLES VALEURS AJOUTEES A L'ECONOMIE MAURITANIENNE ?

Elimane Abou KANE

Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches, BP22, Nouadhibou, Mauritanie

Au cours des trente dernières années, l'état dramatique de certains stocks halieutiques dans l'Écosystème Marin du Courant des Canaries, a progressivement mis en évidence les limites de la gestion de pêche en Afrique de l'Ouest. L'Approche Ecosystémique, préconisée en Mauritanie, appelle à modifier la perception de l'aménagement des pêcheries afin d'y intégrer des considérations de gestion participative des TAC et Quotas de pêche. L'expérimentation, dans un programme de recherche, d'un Total Admissible de Capture de 800 tonnes de langouste rose « *Palinurus mauritanicus* » est au cœur de cette approche.

Cette communication présente les outils méthodologiques d'analyse/évaluation des performances économiques de la pêche exploratoire langouste.

Les résultats montrent qu'au cours de la période février 2015 à janvier 2016, la production a généré un chiffre d'Affaires de 4,26 milliards MRO. Globalement, la filière expérimentale langouste constitue une activité d'importance macro-économique. Le CA représente pour environ 5% du CA des exportations de la SMCP en 2015 (268 millions de \$ US) et pour 13% du PIB pêche en 2014 (33,47 milliards MRO, BCM 2015). Plus des deux tiers de ce montant (3,62 Milliards MRO) est générée par la Valeur Ajoutée soit 85% du CA. La VA créée par les opérateurs mauritaniens est de 10% de plus que la VA créée par les opérateurs européens. L'Excédent Brut d'Exploitation représente 1,3 milliards MRO soit 32,31% du CA. Plus de la moitié (896,6 millions MRO) de l'EBE est générée par les mauritaniens.

Cette évaluation des performances socioéconomiques de la pêche exploratoire langouste en Mauritanie est une première étape vers une connaissance plus approfondie de sa structure des coûts et de sa dynamique, nécessaire pour la gestion des TAC et des quotas de pêche.

Mots clés : Langouste rose «*Palinurus mauritanicus*», TAC, Quotas, Mauritanie, performance économique, Union européenne, CA, VA, EBE, Afrique de l'ouest.

CONNECTIVITE ENTRE HABITATS ADULTES ET JUVENILES CHEZ LE MERLU AUSTRAL (*MERLUCCIUS AUSTRALIS*) DE PATAGONIE CHILIENNE

Maylis Labonne¹, Audrey Darnaude¹, Raphaël Voué¹, Edwin Niklitschek²

1 - UMR CNRS-IRD-UM-Ifremer Marbec, Université Montpellier, 34095 Montpellier, France

2 - Universidad de Los Lagos, Centro I~mar, Puerto Montt 5480000, Chile

En Patagonie chilienne, le merlu austral *Merluccius australis* est depuis longtemps l'une des cibles principales des pêcheries locales. La population de cette espèce à maturité sexuelle tardive (neuf ans) ayant diminuée fortement depuis 1990, les quotas de pêche ont été réduits de près de 60% en 2014 pour tenter d'enrayer l'effondrement des captures.

Cependant, la conservation de cette espèce à forte valeur économique et patrimoniale nécessite également la protection des habitats fréquentés par ses juvéniles en lien avec leur contribution présente et passée aux stocks adultes exploités. Des études récentes ayant suggéré la présence de deux stocks distincts en Patagonie chilienne, l'un océanique et l'autre résident dans les eaux intérieures de la zone, ceci implique d'identifier les habitats respectifs de leurs individus au stade juvénile et d'estimer le degré de connectivité entre les eaux océaniques et intérieures à chaque stade de vie.

Pour cela, nous avons déterminé les signatures chimiques (11B, 23Na, 24Mg, 31P, 55Mn, 86Sr, 138Ba) enregistrées dans les otolithes de merlus au cours des premiers mois suivant leur installation benthique pour 4 zones abritant des juvéniles (2 océaniques et 2 dans les eaux intérieures). La connectivité entre ces habitats et les deux stocks d'adultes (océanique et intérieur) a ensuite été étudiée par comparaison de ces signatures avec de celles enregistrées au même moment de la vie dans les otolithes de trois cohortes de merlus adultes espacées dans le temps (1996, 1999 et 2004). Au cours du temps, la zone de nurserie principale a également évolué.

VARIATION DE CONDITION CORPORELLE DES PETITS PELAGIQUES : IMPORTANCE DE L'ÂGE ET DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

C. Lebigre¹, M. Véron², M. Doray³, E. Duhamel², L. Pawlowski², P. Petitgas³, M. Huret¹

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

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

3 - Ifremer, Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, Nantes, France

Les variations de condition corporelle (c'est-à-dire l'ensemble des caractéristiques reflétant la vitalité des individus) expliquent en partie l'effet des variations environnementales sur le taux de recrutement des populations. En effet, chaque individu a une quantité d'énergie limitée qu'il peut allouer aux fonctions de survie, de croissance et de reproduction et ces allocations peuvent varier fortement en fonction de l'âge (amélioration dans les premières années puis diminution en vieillissant). Ainsi tout changement environnemental modifiant la quantité d'énergie disponible dans le milieu et/ou son allocation aux différents traits d'histoire de vie peut se répercuter à l'échelle populationnelle.

Nous avons utilisé les données collectées sur l'anchois et la sardine dans le cadre de la campagne PELGAS (2000-2016) afin de mesurer l'importance relative des effets de l'âge et de l'environnement sur la condition corporelle des individus. Les quatre mesures morphométriques (calculées à partir des données de taille et de poids) que nous avons utilisées sont globalement bien corrélées et capturent assez bien les différences bioénergétiques entre poissons puisque ceux ayant une meilleure condition corporelle ont les niveaux d'énergie densité les plus élevés. Ces indices morphométriques varient fortement en fonction de l'âge des individus avec une augmentation puis un déclin progressif chez la sardine et un déclin chez l'anchois. Ces effets de l'âge varient d'une année à l'autre et nous montrons comment la quantité de ressource et la température de surface depuis l'hiver, ainsi que la densité-dépendance influencent cet effet de l'âge sur la condition corporelle des individus.

Ces analyses confirment donc l'importance de l'environnement sur la condition corporelle des poissons ; il est important de déterminer si ces effets entraînent des modifications de croissance et de reproduction, ce qui pourrait avoir des impacts à long-terme sur les fluctuations de ces populations exploitées.

UNDERSTANDING THE BIODIVERSITY-ECOSYSTEM FUNCTIONING RELATIONSHIP IN MARINE FOOD WEBS THROUGH LARGE-SCALE OBSERVATIONS AND MODELLING

Aurore Maureaud, Martin Lindegren

Centre for Ocean Life, DTU Aqua, Denmark

The relationship between biodiversity and ecosystem functioning (BEF), particularly the complexity and stability of ecosystems, has been a topic of considerable scientific debate for decades. Although broad consensus has been reached regarding the positive effect of biodiversity on ecosystem functioning, our current understanding of the BEF relationship relies heavily on small-scale experimental studies, typically conducted in microbial communities or terrestrial grasslands. In this study, the effect of biodiversity on the functioning will be assessed in oceans at a large spatial scale. The structure of food webs ranging from primary producers to top-predators is of great importance to reconstitute the distribution of biodiversity and functions. For that purpose, trophic levels will be used to structure food webs. Both effects of natural environment and anthropogenic stress will be integrated to create a global picture of marine ecosystem functioning, as well as the potential change in the BEF relationship under climate change scenarios. This project will use a comprehensive set of spatio-temporal data on marine species distributions, abundances and traits sampled across trophic levels and along pronounced natural gradient in biodiversity, as well as a range of novel statistical and mechanistic model approaches in order to answer the following research questions: (i) How biodiversity affects the functioning of marine ecosystem across multiple trophic levels? (ii) How environmental and/or human-induced pressures affect the marine biodiversity-ecosystem functioning relationship? (iii) What projections of biodiversity and ecosystem functioning are to be expected in the future under various scenarios of climate change and exploitation? The established relationships can reveal the shape and nature of the BEF relationship and shed light on key ecological processes in marine food webs, such as trophic cascades, functional complementarity and ecosystem resilience.

IMPORTANCE DES PEUPELEMENTS PLANCTONIQUES DE COPEPODES AU SEIN DU REGIME ALIMENTAIRE DE DEUX ESPECES CLUPEIDES (*SARDINA PILCHARDUS* ET *SARDINELLA AURITA*) ISSUES DE LE COTE CENTRE ALGERIENNE (2° E ET 3° E)

MELLAK L, HAMRI F, 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

Les peuplements zooplanctoniques de copépodes jouent un rôle déterminant dans le transport du carbone des proies vers les prédateurs. Dans cette étude, on se propose d'analyser et de comparer les régimes alimentaires de deux espèces de petits pélagiques à grand intérêt commercial (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*). Cette approche consiste en l'observation directe des contenus stomacaux. Elle fournit des informations qualitatives et quantitatives sur les proies ingérées. Dans cette présente contribution on se propose d'étudier la composition qualitative et quantitative des proies ingérées par deux espèces ichthyologiques : *Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*. Cette étude a été réalisée, durant l'année 2015, sur les peuplements issus de la côte centre algérienne (2° E et 3° E).

Les différentes espèces ingérées par les clupéidés (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) ont été classées par groupes zoologiques. L'importance quantitative des différentes populations de proies a été analysée en fonction de la taille des poissons, du sexe, de la profondeur de capture et de la saison.

Chez *Sardina pilchardus*, 134 proies ont été ingérées. Un individu de cette espèce a consommé en moyenne 4.47 proies. Pour la seconde espèce (*S. aurita*) le nombre total des proies consommées est de 224. Un individu y consomme en moyenne 7.47 proies. Le groupe des Copépodes planctoniques constitue la nourriture préférentielle des deux populations ichthyiques. Les consommations moyennes des espèces de copépodes par un individu de *S. pilchardus* et de *S. aurita* est, respectivement, de 3.47 et de 6.63. Les crustacés Copépodes sont les peuplements les plus fréquemment consommés par *S. pilchardus* (80 %) et *S. aurita* (91.66 %). Les autres groupes zoologiques (Bivalves, Polychètes, Mollusques) sont reléguées aux derniers rangs d'importance.

Mots clés : Côtes algériennes, clupéidés, régime alimentaire, copépodes, proies

VERS UNE POSSIBILITE D'EXPLOITATION DE LA CREVETTE DE ROCHE (*SCLEROCRANGON BOREAS*) : IDENTIFICATION DES HABITATS POTENTIELS SUR LA COTE-NORD QUEBECOISE

Wassila Merabti¹, Bernard Sainte-Marie², Jean-Claude Brêthes¹

1 - Université du Québec à Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski, (UQAR/ISMER) 310 Allée des Ursulines, Rimouski (Québec) G5L 2Z9

2 - Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans Canada, (IML/MPO) 850, route de la Mer, Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

Une pêcherie à la crevette de roche (*Sclerocrangon boreas*) est envisagée sur la côte-nord du golfe du Saint-Laurent (Québec). Dans le cadre d'une étude de faisabilité, une étude sur la répartition spatiale et les habitats potentiels de cette espèce a été entreprise.

Une approche en deux étapes a été adoptée. La première consiste à identifier les zones de répartition des crevettes à partir de données observées par des pêcheurs. La seconde étape consiste à caractériser les zones observées au moyen de grilles environnementales couvrant l'ensemble de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Les caractéristiques des différentes zones observées ont été déterminées par des méthodes d'analyses multivariées. Des individus de *S.boreas* ont également été prélevés dans deux régions du golfe du Saint-Laurent pour compléter les niveaux de connaissance sur les aspects biologiques de cette espèce et pour déterminer des abondances relatives dans deux habitats différents.

Les observations de 34 pêcheurs ont permis d'identifier 58 zones de pêche pour la crevette de roche dont 37 ont pu servir aux analyses. Les résultats indiquent que *S.boreas* est une espèce côtière et ubiquiste dans le Saint-Laurent. De façon générale, cette espèce nécessite un substrat avec une forte composante sableuse. Trois types d'habitats potentiels ont été identifiés : (1) des fonds grossiers dominés par des courants horizontaux forts et des températures froides (2) des fonds de sable turbides et (3) des fonds à forte pente où le sable vaseux prédomine. Par ailleurs, les relevés biologiques de la population ont permis de confirmer ces résultats et montrent que les crevettes présentent des tailles plus importantes et une répartition spatiale plus étendue sur les fonds grossiers.

Ces aspects de l'écologie chez la crevette de roche offrent des perspectives prometteuses pour définir les engins les mieux adaptés à sa capture et pour amorcer une pêcherie potentielle dans le golfe du Saint-Laurent.

VULNERABILITE AU CHALUTAGE DES ASSEMBLAGES BENTHIQUES DE LA GRANDE VASIERE

Laurène MÉRILLET^{1,2}, Maud MOUCHET¹, Marianne ROBERT², Michèle SALAÜN², Sandrine VAZ³, Dorothée KOPP²

1 - UMR 7204 MNHN-UPMC-CNRS Centre d'Ecologie et de Sciences de la Conservation, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France

2 - Ifremer, Unité de Sciences et Technologies halieutiques, Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique, 8 rue François Toullec, F-56325 Lorient Cedex, France

3 - Ifremer, Laboratoire Halieutique Méditerranée, UMR MARBEC, Avenue Jean Monnet, CS 30171, F-34203 Sète Cedex, France

La Grande Vasière est une des principales zones de pêche française et le chalut de fond à crustacé est le métier majoritaire sur cette zone. Les activités de chalutage sont une cause de perturbation des fonds reconnue mondialement, tant au niveau physique que de la composition des communautés. Néanmoins, l'importance relative des variations environnementales et de l'effort de chalutage dans la distribution des patrons de biodiversité peut être questionnée. Dans cette étude, 152 stations ont été échantillonnées par vidéo sous-marine (campagne Langolf-TV 2014). Les taxons recensés ont été répartis en 4 groupes en fonction de leur vulnérabilité au chalutage. La vulnérabilité a été évaluée selon l'indice développé par de Juan & Demestre (2012), basé sur l'utilisation de traits fonctionnels : mobilité, position par rapport au substrat, taille, mode d'alimentation et fragilité. Le lien entre la distribution des abondances des différents groupes de sensibilité et les variables environnementales et d'effort de chalutage a été étudié à l'aide de modèles linéaires généralisés. Nous avons mis en évidence un effet structurant de la profondeur, du type de substrat et de l'effort de chalutage sur la distribution des communautés. La distribution de l'abondance du groupe le moins sensible au chalutage dépend seulement de la profondeur, selon une relation négative. Pour le second groupe le moins sensible, une relation négative avec l'effort de pêche a été montrée. Avec l'augmentation de la sensibilité, le nombre de variables dont dépendent les distributions des groupes augmente. Ainsi, pour les deux groupes les plus sensibles, une relation positive avec la profondeur et négative avec l'effort de pêche a été observée. Enfin le groupe le plus sensible dépend aussi du substrat. Les patrons de biodiversité dans la Grande Vasière semblent donc dépendre de différents gradients environnementaux et de la pression de chalutage, répartis de manière complexe sur la zone.

NONPARAMETRIC SPATIAL MODEL USING SIZE AND POINT TRANSECT FOR MONITORING DENSITY POPULATION OF DEMERSAL FISH IN COASTAL SENEGALESE SEA WATER

Mamadou NDIAYE^{1,3}, Sophie DABO-NIANG², Massal FALL³, Papa NGOM¹

1 - Department of Mathematics and Computer Science, Cheikh Anta Diop University

2 - Lille Economie Management, University of Lille III

3 -Oceanographic Research Center of Dakar-Thiaroye, Senegalese Institute for Agricultural Research

In marine biology, monitoring fisheries always needs knowledge on abundance, distribution or size structure of a particular stock. The environment or ecology parameters can affect the variability of biomass of one specie or a group of species. In the scope of geostatistics, number of methods has been developed to study the abundance of a particular stock. Many of these are based on kriging models. In this work, we adopt a new nonparametric spatial model derived on Line and Point transect sampling technique to evaluate the density population of demersal fish in coastal senegalese sea water. We extend this method to nonparametric prediction for monitoring the effect of environment on abundance. Numerical studies were carried out in order to illustrate the behavior of the proposed methodology both for biological dataset.

Keywords: Density population, Distance sampling, biomass prediction.

Introduction

Line and point transect sampling techniques are used to estimate the population density of objects in a given area. These objects are typically animals or groups of animals, or they may be trees or plants. In this work objects are typically fishes. In line transect sampling, the observer moves along a straight path objects while in point transect sampling objects are recorded from a number of fixed stations. Several authors have proposed methods for population density estimation using distance sampling technique (see Mack et al[3], Buckland et al[1]), Jang et al[2]). We propose here to generalize the point transect sampling model of Mack 1998 by including the spatial structure between point transects. Unlike the point transect method which not include the spatial structure. The proposed estimator depends on the number of visited points transect t and include two kernels one that controls the distance between observations and the other controls the geographic proximity of locations of points transect. This methodology will be used to evaluate the density population of demersal fish in Senegalese sea water.

References

[1] Stephen T Buckland. Advanced distance sampling. Oxford University Press, 2004.

[2] Woncheol Jang and Ji Meng Loh. Density estimation for grouped data with application to line transect sampling. The Annals of Applied Statistics, pages 893–915, 2010.

[3] YP Mack and Pham X Quang. Kernel methods in line and point transect sampling. Biometrics, pages 606–619, 1998.

COMPRENDRE L'EVOLUTION DES PROFILS DE CAPTURES DEMERSALES DANS LE SEGMENT DE LA PECHE ARTISANALE AU SENEGAL, UN OUTIL D'APPUI A L'AMENAGEMENT DES PECHERIES ARTISANALES

Ismaila NDOUR

ISRA-Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye (CRODT), Pôle de Recherches de Hann, BP 2241 Dakar Sénégal

La pêche artisanale constitue un élément important du dispositif de lutte contre la pauvreté au Sénégal par les atouts économiques et sociaux qu'elle procure. Cependant, cette pêcherie est aujourd'hui caractérisée par une forte diminution des rendements, une faible diversité des captures, une forte concurrence avec d'autres pêcheries etc. Face à cette situation, les pêcheurs artisans développent diverses stratégies d'adaptation pouvant aller de la mixité et/ou modification des engins de pêche à la fréquentation de zones beaucoup plus éloignées, au report de l'effort de pêche sur d'autres espèces. Cette situation n'est pas sans conséquences sur les profils de capture qui, ne sont que des résultats des stratégies de pêche mises en œuvre. Le segment de la pêcherie artisanale démersale côtière reste le plus exposé, considérant l'état de la plupart des stocks qui le compose. C'est à cet effet que, les changements des profils de capture d'espèces démersales dans la pêche artisanale a été analysés sur la décennie 2004-2013 sur la Petite côte du Sénégal. A travers la présente étude les profils de capture sont discutés à la lumière des modèles d'aménagement existant dans la sous-région et de comment ces résultats peuvent-elles contribuer à l'amélioration de l'aménagement des pêcheries sénégalaises et / ou ouest africaines.

Mots clés : Profile de pêche, Mutations, Aménagement des pêcheries, Pêche artisanale

LES ECLAIREURS : RECETTE DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE SANS GROS MOTS

Sophie Pardo¹, Vona Méléder², Stéphanie Mahévas³, Justine Dumay², Axel Creach⁴, Anik Brind'Amour³, Patrice Guillotreau¹, Thierry Jauffrais⁵, Gilles Lazuech⁶, Philipp Hess⁷, Hélène Desfontaines⁶, Brice Trouillet⁸, Laurie Tissière⁸, Franck Schoefs⁹, Emilio Bastidas-Arteaga⁹

1 - LEMNA, Université de Nantes

2 - Département sciences de la vie Université de Nantes

3 - Ecologie et Modèles pour l'Halieutique Ifremer Nantes

4 - Centre François Viète, MSH Nantes

5 - LPG-BIAF Université d'Angers

6 - UFR Sociologie Université de Nantes

7 - Laboratoire phycotoxines Ifremer Nantes

8 - Littoral Environnement Géomatique et Télédétection Université de Nantes

9 - Département de Physique Université de Nantes

Connaissance et protection de la biodiversité, économie de la pêche, risques de submersion, invasion et valorisation des algues, etc., autant de sujets soulevés/décortiqués/analysés par l'Ifremer et l'Université de Nantes, après 4 ans de recherches au sein du projet COSELMAR, financé par la Région Pays de la Loire. Les Éclaireurs Coselmar est un programme qui se veut à la fois prospectif et accessible à tous. Il a pour ambition d'éclairer le public sur des questions qui impactent leur quotidien et de favoriser une prise de conscience des conséquences de l'activité humaine et des changements climatiques sur nos territoires. C'est grâce à leurs explorations sur le terrain et aux analyses transversales en laboratoire que les équipes du projet COSELMAR sont aujourd'hui en mesure de proposer des préconisations, autant de scénarios avec lesquels le public peut interagir. Depuis le 27 avril 2017, c'est donc au tour du grand public de prendre part à l'aventure au sein d'une web série en 5 épisodes, 5 défis autour de la mer et du littoral, 4 vidéos parodiques et un débat mouvant pour co-écrire des futurs possibles de la mer et du littoral (accessibles sur le web <http://leseclaireurs.coselmar.fr/>). Cette communication fait un zoom plus particulier sur l'épisode « Dilemme dans nos assiettes » où les deux acteurs principaux sont dans un restaurant de la côte... Quels poissons aurons-nous à la carte demain ? En fonction de leurs choix politiques et économiques, l'approvisionnement et le coût de la carte varient. Nous discutons de la démarche proposée et de la pertinence d'un tel exercice de valorisation des résultats d'un projet de recherche au travers de l'atteinte des objectifs et des apports au-delà du projet initial.

UN MODELE INTEGRE POUR PREDIRE LES DISTRIBUTIONS DE DIFFERENTES ESPECES DE LAMINAIRES A PARTIR DE SOURCES D'OBSERVATION VARIEES

Sébastien Rochette¹, Sandrine Charles², Étienne Rivot³

1 - StatnMap, Formation et consultance

2 - UMR CNRS 5558, Université Claude Bernard Lyon-1, 43 Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France

3 - Université Européenne de Bretagne, UMR 985 Agrocampus OUEST, INRA « Ecologie et Santé des Ecosystèmes », Ecologie halieutique, Agrocampus OUEST, 65 rue de St Briec, CS 84215, 35042 Rennes, France

Le Parc marin d'Iroise est la zone la plus importante de production d'algues laminaires en France. L'espèce la plus récoltée, *Laminaria digitata*, partage l'espace avec quatre autres espèces de laminaires. *Laminaria hyperborea*, la seconde espèce en présence, est de plus en plus ciblée dans la zone. Afin d'évaluer le stock de ces différentes espèces en vue d'une gestion adéquate de l'exploitation, une campagne d'échantillonnage a été conduite, combinant des observations directes à marée basse, des plongées et des vidéos. Les observations vidéo apportent des données sur une large échelle spatiale et pour des zones plus profondes. Cependant, elles sont peu informatives sur la composition spécifique des peuplements. En effet, il est quasiment impossible d'identifier les espèces présentes notamment parce que la longueur des thalles masque la majeure partie des individus. Afin de réaliser des inférences sur la répartition des espèces et produire une cartographie sur une large échelle spatiale, il est nécessaire de développer un modèle permettant d'intégrer ces différentes sources d'information pour maximiser l'utilisation des forces de chacune des sources de données.

Nous avons développé un modèle intégré dans le cadre bayésien pour modéliser simultanément les probabilités de présence des cinq espèces de laminaires en fonction de la profondeur, en intégrant l'ensemble des observations disponibles. Le modèle prend aussi en compte l'autocorrélation spatiale, intensifiée par un plan d'échantillonnage dense lors des prises de vues issues des vidéos.

Les résultats sur données simulées, proches du cas d'étude, montrent que l'intégration de la donnée vidéo améliore l'estimation de l'effet de la profondeur sur la probabilité de présence, en particulier pour les espèces qui vivent sur les zones les plus profondes. Ce modèle intégré offre donc la possibilité d'utiliser des sources de données avec une information partielle, pour améliorer la modélisation des distributions d'espèces. Les premiers résultats sur les données réelles montrent par ailleurs que l'estimation du stock de la seconde espèce cible, *Laminaria hyperborea*, doit se faire en intégrant les données vidéos de façon à améliorer la détection de la limite basse de distribution et donc l'évaluation du stock.

EFFICIENCY OF MARINE PROTECTED AREAS (MPA) IN WEST AFRICA: THE CASES OF BAMBOUNG AND JOAL-FADIOUTH MPAS

Modou Thiaw¹, Didier Gascuel⁴, Oumar Sadio², Hamet Diaw Diadhiou¹, Justin Kantoussan³, Patrice Brehmer²

1 - ISRA/Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, BP 2241, Dakar, Senegal;

2 - IRD UMR195, ISRA-CRODT, BP 1386, Hann, Dakar Sénégal;

3 - Université Gaston Berger de Saint-Louis (UGB), UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires (S2ATA), BP 234, Saint-Louis, Sénégal ;

4 - Université Européenne de Bretagne, Agrocampus Ouest, UMR985 Ecologie et santé des écosystèmes, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France

In North-West Africa, Marine Protected Areas (MPAs) have been suggested as a tool to achieve some of the goals of an Ecosystem Approach to Fisheries (EAF), e.g. prevention of overexploitation, biodiversity conservation, and recovery of overexploited stocks. However their efficiency and effects on the whole trophic network are little known. Based on trophodynamic models, this study aims to assess the impact of the Bamboung and Joal-fadiouth MPAs (Senegal), after one decade of fishing closure, on the ecosystem trophic network. For the Bamboung bolong, scientific surveys were carried out since 2003, one year before the closure of the fishery. From the resulting dataset, we calculated time series of abundance indices and built an Ecopath mass-balanced model over the 2015-2016 period (unfished). To analyze the impact of the fishing ban, we compared the trophic network structure with those obtained in 2003 (before closure) and also with the results of the Ecopath model constructed over the 2015-2016 period for the Sankago site, another bolong 7 km far from the MPA, but fished. Using EcoTroph, an ecosystem trophic-level based model, we simulated a closure of the fishery starting from 2003 to assess the effect of the MPA. Lastly, an Ecopath model was built for the Joal-Fadiouth MPA over the 2015-2016 period, and the results could serve as a reference for future studies. Results showed that the total biomass increased in the Bamboung MPA compared to 2003. In particular, the biomass of predators was multiplied by 1.5. Apart the sardinella whose biomass doubled after the fishing closure, the biomass of the prey fish remaining in the area decreased. We also noted that the Bamboung system is dynamic. The biomasses of the main functional groups vary from year to another. We concluded that the fishing closure increase the total MPA biomass over the medium or long time, but the trophic network can also be modified by the high natural variability in yearly recruitments of some stocks.

Keywords: Marine protected area, Ecopath, EcoTroph, trophic network, West Africa

EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DE LA CONDITION ET DE LA STRUCTURE EN TAILLE ET EN AGE DU STOCK DE SARDINE ATLANTIQUE

M. Véron¹, C. Lebigre², M. Bertignac², M. Doray³, E. Duhamel¹, M. Huret², L. Pawlowski¹

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

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

3 - Ifremer, Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, Nantes, France

Peu de modèles d'évaluation de stock intègrent une description fine des processus biologiques régissant les populations exploitées par la pêche au sein des écosystèmes. Ce manque est particulièrement regrettable dans le cas des petits pélagiques dont la dynamique est fortement influencée par les conditions environnementales. En effet, la pêche et les fluctuations environnementales et climatiques impactent fortement la dynamique de population de la sardine du golfe de Gascogne. Pour comprendre la dynamique de cette population au sein de l'écosystème et les effets des pêcheries, il est donc nécessaire d'identifier et de caractériser cet ensemble de pressions.

Afin d'améliorer la gestion et le suivi de la dynamique de ce stock, le développement d'un modèle d'évaluation écosystémique a été initié. Sa formalisation nécessite notamment la prise en compte de facteurs endogènes et exogènes structurant la croissance et la condition de cette espèce. Les indices de condition, notamment l'indice de condition relative de Le Cren, permettent notamment de comparer l'état physiologique individuel des poissons et donc par extrapolation de caractériser l'état de la population.

Les études précédentes chez les sardines (mais également chez d'autres espèces de poissons) montrent qu'il existe d'importantes variations spatiotemporelles dans la condition, la croissance et la structure en taille et en âge. En nous basant sur les données récoltées lors de la campagne PELGAS, nous mesurons dans un premier temps les variations de ces paramètres clés dans le temps et dans l'espace (gradient latitudinal) afin d'identifier les facteurs environnementaux régissant l'expression de ces caractères morphologiques qui sont liés à la croissance et la reproduction des individus.

Dans un second temps, pour aborder ces mécanismes d'un point de vue quantitatif, une approche bioénergétique individuelle à l'aide du DEB (Dynamic Energy Budget) sera développée pour analyser les processus bottom-up. Son utilisation en IBM (Individual-based model) permettra d'explorer également les processus de densité-dépendance.