

Table des matières

RESSOURCES BIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENT.....	3
Relation entre mésozooplancton et petits poissons pélagiques, dans le Golfe de Gascogne, dans un contexte de changements environnementaux.....	4
Modélisation spatio-temporelle des zones fonctionnelles halieutiques par combinaison des données de captures à échelle fine des navires de pêche et des navires de recherche halieutique.....	5
Big-défensines d'huître : diversité fonctionnelle et potentiel thérapeutique	6
Influence des apports terrigènes sur la diversité du compartiment planctonique microbien dans le lagon de la Nouvelle-Calédonie.....	7
Modèles de comportements collectifs des bateaux de pêche et dynamique des flottilles au service de la gestion des pêches	8
Impacts combinés de la structuration spatiale de la population de merlu, de l'environnement et de la pêche sur la pêcherie de merlu du Golfe du Lion : une approche par inférence statistique et simulation pour l'évaluation du plan de gestion Méditerranée....	9
Effet de la baisse en Oméga 3 dans les océans sur les poissons : approche écophysiological	10
Impacts chroniques des microplastiques et des microorganismes associés sur l'état de santé d'organismes récifaux et le recrutement larvaire : approche multi espèces en mésocosme.....	11
Rôle des glycanes dans la sélection et de la persistance des virus entériques humains dans les huîtres et le milieu littoral	12
Diversité et évolution du virus OsHV-1	13
Sélection génomique pour l'amélioration de la qualité de l'huître creuse, <i>Crassostrea gigas</i>	14
OCEANOGRAPHIE ET DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES.....	15
Interactions entre la dynamique méso-échelle et la glace de mer en Arctique	16
Dynamique de bord ouest et circulation méridienne verticale dans le Gyre Subpolaire de l'Atlantique Nord.....	17
Modélisation et conceptualisation de la dynamique sédimentaire INTER-ESTuaires [INTEREST]	18
Estimation des diversités fonctionnelle et phylogénétique en fonction de l'état de santé des écosystèmes structurés par les espèces ingénieurs : cas des herbiers à <i>Zostera marina</i> et <i>Z. noltii</i> et des récifs à <i>Sabellaria alveolata</i>	19
COMAlex : CartOgraphie génétique des phénotypes moléculaires par une approche Multi-omique chez le dinoflagellé toxique <i>Alexandrium minutum</i>	20
RESSOURCES PHYSIQUES ET ECOSYSTEMES DE FOND DE MER	21

Glissements sous-marins dans l'estuaire du Saint-Laurent, Québec, Canada	22
Bioturbation impact of a chemosymbiotic bivalve on mangrove geochemistry.....	23
Acquisition des partenaires symbiotiques : modalités et conséquences sur l'établissement, la distribution et l'écologie d'espèces hydrothermales.....	24
Conception de composés amphiphiles bio-inspirés et étude de leurs propriétés antifouling	25
Caractérisation expérimentale des effets de sillage et d'interaction entre membranes ondulantes.....	26
Durabilité des mousses syntactiques en grande profondeur.....	27
Développement de polymères à empreintes ioniques pour la surveillance des métaux dans les eaux marines	28
Compréhension du comportement au choc d'hélices marines en composites.....	29
Etude physico-chimique d'hydrates de gaz sédimentaires : Influence de la matrice sur le mécanisme de formation et la capacité de stockage	30
Caractérisation <i>in situ</i> d'émissions de gaz par des mesures chimiques et acoustiques : développement méthodologique	31
Evolution Mézo-Cénozoïque de la marge australe de l'Afrique du Sud : relation entre profond, surface et géodynamique.....	32
Approches non-linéaires numériques et expérimentale pour l'étude et l'amélioration de concepts de récupération d'énergie marine.....	33
Distribution spatio-temporelle multi-échelles des communautés faunistiques de Lucky Strike	34

RESSOURCES BIOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENT

Relation entre mésozooplancton et petits poissons pélagiques, dans le Golfe de Gascogne, dans un contexte de changements environnementaux

Directeur de thèse : Pierre Petitgas (Pierre.Petitgas@ifremer.fr)

Co-directeurs de thèse : Jean-Baptiste Romagnan (Jean.Baptiste.Romagnan@ifremer.fr) et Christine Dupuy (cdupuy@univ-lr.fr)

Les dynamiques petits poissons pélagiques (PPP) reposent sur l'occupation d'habitats suffisamment productifs et adaptés pour assurer les fonctions vitales. Les habitats des PPP sont caractérisés essentiellement par l'environnement hydrologique (ex: température), la production primaire (phytoplancton), la ressource trophique (mésozooplancton), et la prédation. Les dynamiques spatio-temporelles des habitats dans un contexte de changements environnementaux, et leur capacité à subvenir aux besoins des PPP sont donc des connaissances critiques pour comprendre l'évolution des populations de poissons en termes de composition, condition corporelle, et de distribution spatiale. Dans cette thèse nous décrirons le plus finement possible la communauté mésozooplanctonique dans le Golfe de Gascogne (GdG) et en caractériserons la dynamique saisonnière et interannuelle en reconstituant les séries historiques de mésozooplancton issues des campagnes PNMI, PELGAS et EVHOE depuis 2008. Les échantillons seront analysés essentiellement par imagerie pour explorer l'hypothèse du forçage "bottom-up" des populations de PPP dans le GdG et en Mer d'Iroise dans un contexte de changements environnementaux, pour apporter des données manquantes bien que critiques à l'approche écosystémique des pêches (AEP) de PPP dans le GdG.

Mots clés : Mésozooplancton, petits poissons pélagiques, Golfe de Gascogne, approche écosystémique des pêches, imagerie.

Mesozooplankton/small pelagic fish relationships in the Bay of Biscay, in a changing environment

The small pelagic fish dynamics are based on the occupation of habitats sufficiently productive and adapted to ensure the vital functions. Small pelagic fish habitats are essentially characterized by the hydrological environment (e.g. temperature), primary production (phytoplankton), the trophic resource (zooplankton), and predation. The spatio-temporal dynamics of habitats in a changing environment, and their ability to meet the needs of small pelagic fishes are therefore critical knowledge to understand the evolution of fish populations in terms of composition, body condition, and spatial distribution. In this thesis we will establish a finest possible description of the zooplankton community in the Bay of Biscay (BoB) and characterize the seasonal and inter-annual dynamics by reconstructing the historical zooplankton series from the PNMI, PELGAS and EVHOE integrated surveys since 2008. The samples will be analyzed mainly by imagery to test the hypothesis of the "bottom-up" forcing of small pelagic fishes populations in the BoB and in the Iroise sea in changing environment, to bring missing data, although critical, to the ecosystem approach to fisheries (EAF) in the BoB.

Keywords: Zooplankton, small pelagic fish, Bay of Biscay, ecosystem approach to fisheries, imagery.

Modélisation spatio-temporelle des zones fonctionnelles halieutiques par combinaison des données de captures à échelle fine des navires de pêche et des navires de recherche halieutique

Directeur de thèse : Etienne Rivot (Etienne.Rivot@agrocampus-ouest.fr)

Co-directeurs de thèse : Youen Vermard (Youen.Vermard@ifremer.fr) et Mathieu Woillez (Mathieu.Woillez@ifremer.fr)

Une cartographie saisonnière à haute résolution permet de mettre en place une planification spatiale des usages marins et une conservation des zones essentielles (zones de reproduction, zone de recrutement...) pour le cycle de vie des poissons (Zones Fonctionnelles Halieutiques).

Les campagnes scientifiques réalisées annuellement apportent des informations précises (identification des espèces, maturité...) et le plan d'échantillonnage suivi est maîtrisé, indépendant de la ressource mais malheureusement peu dense. D'un autre côté, les systèmes de surveillance des navires de pêche (VMS) permettent aujourd'hui de quantifier l'effort à haute résolution spatiale et temporelle. Ces informations, couplées aux données d'observation à la mer et sous criées peuvent apporter une vision fine des captures par espèce et par classe de taille de débarquement. Cependant, l'activité de pêche se concentrant principalement sur les zones de forte abondance, l'échantillonnage qui en résulte est biaisé. La thèse aura pour objectif de développer un modèle spatio-temporel intégré couplant données commerciales et données scientifiques. L'évolution de la structure spatiale des populations sera ainsi mieux connue et permettra de répondre aux questions suivantes : Quelles sont les caractéristiques des zones fonctionnelles, leur variabilité temporelle et les conséquences écologiques de ces variations? Quelle est la dynamique spatio-temporelle des différents métiers interagissant avec ces ressources ?

Mots clés : Modélisation spatio-temporelle, données VMS, campagnes scientifiques, planification spatiale et conservation.

Modelling spatio-temporal fishery functional zones combining fisheries and research surveys fine scale catch data

There is an increasing need for high resolution seasonal mapping in order to move towards the spatial planning of marine uses and the conservation important biological areas (reproduction areas, nursery areas....) called fishery functional zones.

Research surveys, usually conducted yearly collect precise information on fish biology (species identification, abundance, maturity...). But sampling in space and time is quite coarse due to the large areas that need to be covered and to their annual recurrence. The recent development of Vessel Monitoring System (VMS) provides the opportunity to fill this gap. VMS data consist in fishery data of high spatial and temporal resolution. Coupling these data with landings and observer data (at sea or onshore sampling) will provide a fine description of catches per species and size classes. However, these data are biased as fishing might occur along the richest areas and the resulting sampling might be biased.

The PhD candidate will be in charge of developing a spatio-temporal model coupling the different data available (fishery dependent and fishery independent data). These developments will allow to better following the evolution of the spatial structure of fish population and thus answer the following questions: Which are the characteristics of the fisheries functional zones, their variability in time and the ecological consequences of their variations? Which is the spatio-temporal dynamic of the different métiers interacting with this fish resource?

Keywords: Spatio-temporal modeling, VMS data, research surveys, spatial planification and conservation.

Big-défensines d'huître : diversité fonctionnelle et potentiel thérapeutique

Directeur de thèse : Delphine Destoumieux-Garzon (Delphine.Destoumieux.Garzon@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Caroline Montagnani (Caroline.Montagnani@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Mai 2019 - ED GAIA.

Le projet de thèse s'intéresse à une famille de peptides antimicrobiens appelés big-défensines, ancêtres des β -défensines de vertébrés. Cette famille multigénique a été caractérisée dans l'équipe chez l'huître *Crassostrea gigas* et depuis a été retrouvée chez de très nombreuses espèces de mollusques bivalves. Toutefois, on ne sait aujourd'hui rien de la diversité fonctionnelle des big-défensines. Les résultats récents de l'équipe sur la big-défensine 1 de *C. gigas* montrent qu'elle présente une stabilité au sel tout à fait exceptionnelle et qu'elle est active sur un large spectre de bactéries pathogènes pour les espèces marines et pour l'homme, y compris des souches multirésistantes aux antibiotiques. Cette thèse vise d'une part à explorer la diversité fonctionnelle des big-défensines dans la réponse immunitaire des huîtres et d'autre part à explorer leur potentiel thérapeutique. Dans la première partie de la thèse, le/la doctorant(e) étudiera les activités antimicrobiennes des big-défensines *in vitro* et les mécanismes d'action sous-jacents. *In vivo*, il/elle étudiera le rôle des big-défensines dans le contrôle du microbiote (commensal et pathogène) associé aux huîtres. Dans une deuxième partie, il/elle caractérisera des peptides synthétiques inspirés des big-défensines pour leur stabilité au sel, stabilité en fluides biologiques, cytotoxicité, et pour leur effet sur l'apparition de résistances acquises ou adaptatives chez les bactéries. Il/elle bénéficiera pour cela d'une collaboration qui implique une équipe de synthèse peptidique, une équipe de spectrométrie de masse et une équipe hospitalo-universitaire.

Mots clés : Peptide microbien, mécanisme d'action, microbiologie, RNAI.

Investigating functional diversity and therapeutic potential of oyster big- defensins

This thesis will focus on a family of antimicrobial peptides named big-defensins, which are the ancestors of vertebrate β -defensins. This multigenic family was characterized in our laboratory in the oyster *Crassostrea gigas*, it has now been discovered in a broad series of bivalve species. However, little is still know on big-defensin functional diversity. Recent results from our lab have shown that *C. gigas* big- defensin 1 retains antimicrobial activity at very high salt concentrations and that it is active against a broad series of bacteria pathogenic for marine species and humans, including multidrug resistant strains. This thesis will explore first the functional diversity of big-defensins in the frame of oyster immune response, and second its therapeutic potential in diseases where salt-stability is needed. In the first part of the thesis, big-defensins will be characterized *in vitro* for their antimicrobial activities and underlying mechanisms of action. *In vivo* they will be studied for their role in controlling oyster-associated microbiota, both pathogens and commensals. In the second part of the thesis, synthetic peptides inspired by big-defensins will be tested for their alt-stability, stability in biological fluids and cytotoxicity. The candidate will finally test whether the synthetic AMPs produced are less prone to induce adaptive/acquired antimicrobial resistance than conventional antibiotics. He/She will benefit for that from an active collaborative network which will provide the latest tools and highly relevant material (synthetic peptides, clinical strains and mass spectrometry) needed for the project.

Keywords: Antimicrobial peptides, mechanism of action, microbiology, RNAI.

Influence des apports terrigènes sur la diversité du compartiment planctonique microbien dans le lagon de la Nouvelle-Calédonie

Directeur de thèse : Cécile Dupouy (Cecile.dupouy@ird.fr)

Co-directeur de thèse : Hugues Lemonnier (Hugues.Lemonnier@ifremer.fr)

Le lagon de la Nouvelle-Calédonie montre une richesse marine exceptionnelle qui lui a valu son inscription au patrimoine mondiale de l'UNESCO. Représentant à lui seul plus de 75% des récifs français, il représente une zone à forts enjeux environnementaux. En favorisant les apports terrestres par les rivières de façon conséquente en période cyclonique, l'industrie minière et l'urbanisation croissante de la zone côtière sont un risque pour sa biodiversité. A ce jour, peu d'études se sont concentrées sur l'influence de ces apports, variables dans le temps et dans l'espace, sur la diversité des micro-organismes de cet écosystème oligotrophe, alors qu'ils peuvent être impliqués dans les processus d'eutrophisation, de toxicité et de comportement de différents polluants. L'objectif de ce projet est d'analyser ces liens en se focalisant plus particulièrement sur les métaux et les nutriments. Deux approches seront mises en œuvres. Une approche in situ sur plusieurs estuaires appréhendera la variabilité spatiale et temporelle des communautés en fonction des conditions environnementales. Une approche expérimentale à plusieurs facteurs permettra de valider ou non les liens identifiés lors de la phase terrain. Ce travail a en outre pour objectif de définir de nouveaux indicateurs et normes spécifiques à ce Territoire pour le suivi des eaux lagunaires.

Mots clés : Nouvelle Calédonie - Biodiversité - Communautés microbiennes - Apports terrigènes - Éléments métalliques - Eutrophisation - Indicateurs - Gestion de la zone côtière.

Influence of terrestrial input on planktonic microbial community in the lagoon of New-Caledonia

The Lagoon of New Caledonia displays an exceptional marine biodiversity and is now part of the Unesco world heritage list. It represents more than 75 % of the French coral reefs and has to face strong environmental issues. The mining industry and coastal urbanization represent a threat to marine biodiversity by increasing terrestrial run-offs of organic matter and contaminants to coastal systems through riverine inputs during cyclonic periods. Today in lagoons of New Caledonia, the link between terrestrial inputs and marine microorganism diversity is not clearly defined at temporal and spatial scales; while the microbial compartment can also be involved in eutrophication process and contaminant transport. The aim of this project is to study this link, focusing on metals and nutrients. Two approaches are planned: (1) in situ studies of estuaries, more or less, affected by terrestrial inputs to link the microbial community to different metal contaminations and nutrient enrichments, and (2) an experimental approach to validate the relationship between these conditions identified during the in situ surveys and the microbial community. This work will also be used to identify specific indicators for field survey and monitoring of lagoon water quality in New Caledonia.

Keywords: New Caledonia - Biodiversity - Microbial communities - Terrigenous input - Metallic compounds - Eutrophication - Coastal zone management.

Modèles de comportements collectifs des bateaux de pêche et dynamique des flottilles au service de la gestion des pêches

Directeur de thèse : Julien Lebranchu (Julien.Lebranchu@ird.fr)

Co-directeur de thèse : Stéphanie Mahevas (Stephanie.Mahevas@ifremer.fr)

Depuis une dizaine d'années, les mouvements des navires de pêche sont suivis par GPS dans un cadre réglementaire européen ouvrant la voie au développement de suivis longitudinaux des acteurs de la pêche. Parallèlement, plusieurs approches de modélisation des mouvements individuels ont été développées (modèles à espace d'états, segmentation statistique). Cependant, toutes ces approches font l'hypothèse que les trajectoires sont indépendantes. Pourtant les pêcheurs exploitent les informations des autres bateaux dans un contexte variable de collaboration et de compétition. Passer de la compréhension individuelle par navire à une compréhension collective de la dynamique des flottilles requiert 1) de caractériser les comportements collectifs des bateaux de pêche en identifiant les échelles pertinentes d'interactions et les dynamiques de mouvements collectifs (réseaux dynamiques) à partir des trajectoires des bateaux et 2) de faire évoluer les modèles individuels vers des modèles de groupes en intégrant la dépendance statistique ou mécaniste des trajectoires. In fine, il s'agit de progresser dans la compréhension de la dynamique des flottilles pour alimenter les modèles d'aide à la décision pour la gestion des pêches notamment en anticipant le comportement adaptatif des pêcheurs dans l'évaluation des stratégies de gestion.

Mots clés : Trajectoire, dynamique de flottille, comportement collectif, théorie des graphes, modèles à champ de potentiel.

Modelling collective fishing vessels behavior and fleet dynamics to support fisheries management

Over the past ten years, the movements of fishing vessels have been monitored by GPS in a European regulatory framework paving the way for the development of longitudinal monitoring of fishermen. Meanwhile, several modeling approaches have been developed to analyze individual movements like state space models or statistical segmentation methods. However, all these approaches assume that the trajectories of the boats are independent. Yet fishermen exploit the information of other boats in a variable context of collaboration and competition. Therefore, moving from the individual understanding of a fishing vessel to a collective understanding of the fleet dynamics requires 1) to characterize collective behavior of fishing vessels by identifying relevant scales of interactions and collective dynamics of movements (by a "dynamic networks" approach) from trajectories of vessels and 2) to modify individual models into collective models by integrating statistically or mechanistically the dependence between trajectories. Ultimately, the aim is to improve the understanding of fleet dynamics to feed decision support models for fisheries management, in particular by anticipating the adaptive behavior of fishermen in the evaluation of management strategies.

Keywords: Trajectory, fleet dynamics, collective behavior, graph theory, gradient field models.

Impacts combinés de la structuration spatiale de la population de merlu, de l'environnement et de la pêche sur la pêcherie de merlu du Golfe du Lion : une approche par inférence statistique et simulation pour l'évaluation du plan de gestion Méditerranée

Directeur de thèse : Sandrine Vaz (Sandrine.Vaz@ifremer.fr)

Co-directeurs de thèse : Sigrid Lehuta (Sigrid.Lehuta@ifremer.fr) et Angélique Jadaud (Angelique.Jadaud@ifremer.fr)

Dans le Golfe du Lion, l'effondrement des stocks de petits pélagiques a entraîné à partir de 2009 un report de l'activité chalutière pélagique vers les pêcheries démersales. Cette augmentation de la pression de pêche sur les espèces démersales ne facilite pas l'amélioration de l'état de la population de merlu dont le niveau d'exploitation est actuellement 12 fois supérieur au niveau estimé comme durable. En 2018, de nouvelles mesures complémentaires ont été proposées (réduction de l'effort de pêche, fermeture de zones) afin d'assurer un retour au Rendement Maximum Durable du merlu d'ici 2020. Cependant à ce jour les conséquences de ces mesures de gestion sur la pêcherie sont difficilement prévisibles du fait de nombreuses incertitudes sur la dynamique spatio-temporelle du merlu et d'une possible dégradation de la condition physique du merlu en lien avec l'environnement. L'objectif de cette thèse est d'utiliser le modèle ISIS-Fish paramétré pour la pêcherie merlu du golfe du Lion pour 1) Intégrer et améliorer la connaissance sur la dynamique de population du merlu afin de répondre aux questions suivantes : les grands individus matures sont-ils réellement inféodés aux canyons ? Quels sont les déplacements probables des différents stades de vie adultes-larves-juvéniles entre le plateau et les canyons ? Quel est l'impact d'un changement de condition physique sur la dynamique de la population ? Et 2) Comprendre et évaluer les conséquences combinées de la structuration spatiale du merlu, de l'environnement, de la pêche et de la gestion sur le merlu et les flottilles qui le capturent.

Mots clés : Merlu du Golfe du Lion, ISIS-Fish, modélisation du cycle de vie, Inférence, plan de gestion Méditerranée.

Combined effects of spatial hake population structure, environmental and anthropic pressures on Hake fisheries in the Gulf of Lion: a statistical and simulation based approach for the evaluation of the Mediterranean management plan

Since 2009, in the Gulf of Lion, the collapse of small pelagic stocks caused the report of pelagic trawl activity toward demersal fisheries. This increased fishing pressure on demersal species is detrimental to the hake population, which exploitation level already was 12-fold the maximum sustainable yield. In 2018, complementary management measures were proposed (fishing effort reductions and area closures) to ensure a return to MSY before 2020. However to date, the consequences of these management measures are hardly predictable because of the many uncertainties regarding the spatio-temporal dynamics of hake and due to a possible decrease in hake body condition in relation with the environment. The objective of this PhD project is to use the ISIS-Fish model, set up for the hake fisherie in the gulf of Lion in order to 1) Integrate and improve the knowledge on hake population dynamics and answer the following questions: Are big, mature individuals spatially dependent on the canyons area? What are the likely movement of the different life stages between the plateau and the canyons? What could be the impact of a change in hake condition on population dynamics? And 2) Understand and evaluate the combined consequences of spatial structuration of hake, environment, fishing exploitation and management on hake population and the fleets harvesting the stock.

Keywords: Gulf of Lion Hake, ISIS-Fish model, life cycle modeling, inference, Mediterranean management plan.

Effet de la baisse en Oméga 3 dans les océans sur les poissons : approche écophysiological

Directeur de thèse : José-Luis Zambonino-Infante (Jose.Luis.Zambonino.Infante@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Karine Salin (Karine.Salin@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Printemps 2019 - EDSML.

De nombreuses études montrent que le changement climatique risque d'appauvrir de façon critique les nutriments dans la chaîne trophique des poissons marins. En particulier, à cause du réchauffement des océans, les phytoplanctons produiraient significativement moins d'Oméga 3 ($\Omega 3$) - acides gras indispensables aux poissons. Les $\Omega 3$ sont des constituants essentiels des membranes cellulaires. Un appauvrissement en $\Omega 3$ de la chaîne trophique marine peut engendrer des conséquences néfastes sur les performances des poissons. Cependant, les mécanismes qui régulent ces effets sont à ce jour totalement méconnus.

Les mitochondries pourraient jouer un rôle clé dans les réponses des poissons face aux carences en Oméga 3. Il est possible que les changements dans la composition en $\Omega 3$ des membranes mitochondriales affectent leur efficacité énergétique. Les organismes qui ont des mitochondries moins efficaces sont moins capables de maintenir leur production de molécules énergétiques – l'ATP [AdénosineTriPhosphate], une caractéristique qui est susceptible d'affecter la performance de l'animal.

Ce projet de thèse a pour but d'évaluer comment une baisse de la disponibilité alimentaire en Oméga 3 dans un contexte de changement climatique pourrait affecter la fonction mitochondriale et, par conséquent, la performance d'un poisson, le mullet (*Liza aurata*).

Mots clés : Changement climatique, Oméga 3, Efficacité mitochondriale, Nutrition du poisson.

Effects of Omega 3 depletion on marine fish: ecophysiological approach

There is increasing evidence that climate change might critically deplete nutrients in food web of marine fish. In particular, a reduction in the production of Omega 3 ($\Omega 3$) in phytoplankton as a result of ocean warming can have negative impact on fish. $\Omega 3$ are fatty acids that are essential components of cell membranes. Such depletion in $\Omega 3$ in membranes can impair fish performance, however, the underlying mechanisms remain obscure.

Mitochondria are likely to be involved in the fish response to $\Omega 3$ depletion. Changes in the composition of membrane fatty acid of mitochondria affect their efficiency. Organisms that have less efficient mitochondria are less able to maintain ATP [Adenosine TriPhosphate) production, a feature that is likely to affect the overall animal performance.

This PhD work will therefore evaluate how the reduction in dietary $\Omega 3$ affect mitochondrial function and in turn the performance of a fish, the mullet (*Liza aurata*).

Keywords: Climate change, Omega 3, Mitochondrial efficiency, Fish nutrition.

Impacts chroniques des microplastiques et des microorganismes associés sur l'état de santé d'organismes récifaux et le recrutement larvaire : approche multi espèces en mésocosme

Directeur de thèse : Denis Saulnier (Denis.Saulnier@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Chantal Compère (Chantal.Compere@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Septembre 2019 - ED du Pacifique.

La perliculture contribue à la pollution des lagons polynésiens du fait de l'utilisation intensive de plastique. Les matériaux perlicoles les plus courants sont les cordages en polyéthylène (PE) qui constituent les filières d'élevage et les supports de fixation des huitres perlières, et les ombrières qui sont utilisées comme support de recrutement des jeunes naissains. Ce projet de thèse a pour objectif d'observer et de mesurer en mésocosme les impacts des microplastiques et des microorganismes associés, sur l'état de santé d'organismes récifaux et le recrutement larvaire. Cette thèse est organisée en 3 axes pour répondre aux questions suivantes : (1) la colonisation des plastiques par diverses communautés eucaryotes et procaryotes dépend-elle de la nature des plastiques ? ; (2) En quoi les microplastiques et les microorganismes associés vont-ils modifier la compétition entre les taxons au sein des écosystèmes impactés ? Ces écosystèmes seront constitués de quatre espèces de coraux dont *Pocillopora damicornis*, de macroalgues dont *Turbinaria ornata*, d'un bivalve filtreur *Pinctada margaritifera* et du poisson *Siganus spinus* ; (3) En quoi les microplastiques vont-ils modifier la capacité de recrutement des écosystèmes en lien avec les changements de communautés de microorganismes colonisant les supports de recrutement ? Pour ce dernier axe, des larves de *P. damicornis*, *P. margaritifera* et *S. spinus* seront artificiellement relâchées dans les mésocosmes.

Mots clés : Pollution, microplastiques, écosystème corallien, physiologie, microbiome.

Chronic Impacts of microplastics and associated microorganisms on the health status of reef organisms and larval recruitment: multi-species approach in mesocosm

The pearl farming, through the intensive use of plastic contributes to the pollution of Polynesian lagoons. The most common used materials are polyethylene (PE) ropes which make up the rearing supports of pearl oysters, and the recruitment of spat. This PhD thesis project aims to observe and measure in mesocosm the impacts of microplastics and associated microorganisms, on the health status of reef organisms and larval recruitment. This project is organized in three axes to answer the following questions: (1) is the colonization of plastics by various eukaryotic and prokaryotes communities dependent on the nature of plastics? ; (2) How will microplastics change the competition among taxa within affected ecosystems? These ecosystems will consist of four coral species including *Pocillopora damicornis*, macroalgae species including *Turbinaria ornata*, a filter-feeding bivalve *Pinctada margaritifera* and a fish *Siganus spinus*; (3) How will microplastics change the recruitment capacity of ecosystems in relation to changes in communities of microorganisms that colonize recruitment media? For this latter axis, *P. damicornis*, *P. margaritifera*, and *S. spinus* larvae will be artificially released into the mesocosms.

Keywords: Pollution, microplastics, coral ecosystem, physiology, microbiome.

Rôle des glycanes dans la sélection et de la persistance des virus entériques humains dans les huîtres et le milieu littoral

Directeur de thèse : Soizick Le Guyader (Soizick.Le.Guyader@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Marion Desdouits (Marion.Desdouits@ifremer.fr)

Les norovirus (NoV) et rotavirus (RV) sont des virus entériques ré-émergents contaminant l'environnement et responsables d'épidémies alimentaires de gastroentérite. L'huître *Crassostrea gigas* est un aliment à risque car elle concentre ces virus en filtrant l'eau et exprime des glycanes similaires aux antigènes tissulaires de groupe sanguin (HBGA), les ligands des NoV et RV chez l'Homme. Les mêmes motifs sont également présents à la surface de certaines bactéries entériques excrétées avec ces virus. Chaque souche virale ne reconnaissant que certains HBGA, ces glycanes présents dans les huîtres et les bactéries pourraient aussi sélectionner des souches virales et moduler leur persistance dans l'environnement littoral. Cette thèse a 3 objectifs : 1/ caractériser les glycanes de l'huître et d'une bactérie modèle, et leurs mécanismes d'interaction avec les NoV et RV ; 2/ comprendre le rôle de ces glycanes dans la sélection des souches virales ; 3/ suivre la persistance des NoV et RV infectieux dans l'eau de mer ou en interaction avec l'huître ou des bactéries. Elle utilisera comme modèles l'huître *C. gigas* et une souche bactérienne exprimant des HBGA, et combinera des approches tissulaires (histologie, tissue array) et cellulaires (cytométrie en flux, microscopie) avec du séquençage à haut débit pour étudier la sélection des souches et la culture des virus entériques sur des cellules souches intestinales humaines (enteroïdes).

Mots clés : Norovirus, rotavirus, huître, glycanes, antigènes tissulaires de groupe sanguin, virologie environnementale, enteroïdes, persistance.

Role of glycans in the selection and persistence of human enteric viruses in oysters and the coastal environment

Norovirus (NoV) and rotavirus (RV) are re-emerging human enteric viruses polluting the environment and causing foodborne gastroenteritis outbreaks. The oyster *Crassostrea gigas* is a high-risk food since it concentrates viruses during filter-feeding and expresses glycan motifs similar to histo-blood group antigens (HBGA), which are attachment factors for NoV and RV in their human host. Similar ligands are also found at the surface of enteric bacteria that are shed in the environment together with enteric viruses. Since distinct viral strains attach to different glycan motifs, the HBGA-like glycans in oysters and bacteria could contribute to select viral strains and modulate their persistence in the environment. Using the oyster *C. gigas* and a model bacterial strain expressing HBGA, the project has 3 objectives: 1/ to characterize the nature and precise localization of the HBGA on both organisms and their interactions with NoV and RV strains; 2/ to assess the selection of viral strains through their affinity for these HBGA; and 3/ to follow the persistence of infectious NoV and RV in seawater or in interaction with *C. gigas* or bacteria. It will combine tissue (histology, tissue array) and cellular (cytometry, microscopy) approaches with NGS analysis of strain selection and the use of human intestinal stem cells (enteroids) for enteric virus culture.

Keywords: Norovirus, rotavirus, oyster, glycanes, histo-blood-group antigens, environmental virology, enteroids.

Diversité et évolution du virus OsHV-1

Directeur de thèse : Sylvie Lapègue (Sylvie.Lapegue@ifremer.fr)

Co-directeurs de thèse : Benjamin Morga (Benjamin.Morga@ifremer.fr) et Jean-Baptiste Lamy (Jean.Baptiste.Lamy@ifremer.fr)

Depuis de nombreuses années, il a été observé dans l'ensemble des bassins ostréicoles français, une mortalité massive du naissain d'huître creuse, *Crassostrea gigas*. Ces mortalités ont été associées à la détection du virus OsHV-1. L'herpèsvirus de type 1 (OsHV-1) est un virus qui infecte plusieurs espèces de bivalves (*Ostrea edulis*, *Pecten maximus*, *Ruditapes philippinarum*). En 2008, ces mortalités ont été fulgurantes, ce phénomène a été associé à la détection d'un génotype particulier du virus OsHV-1, appelé μ Var. Deux génotypes d'OsHV-1 ont ainsi été successivement rapportés de façon majoritaire en France, le type de référence et un variant appelé OsHV-1 Var. Des microvariants supplémentaires ont également été signalés depuis 2010 dans différentes régions du monde. Des travaux récents développés au LGPMM sur des échantillons historiques (2008-2017) montrent que la diversité génétique virale peut se décomposer en variation « structurale ». Plusieurs variants structuraux peuvent coexister en même temps. D'un point de vue génétique, l'évolution virale est soumise à deux forces évolutives majeures, la dérive génétique et la sélection (pression de sélection issue de l'hôte). Ce projet de doctorat a pour objectif de (1) Déterminer la diversité virale en fonction de son hôte et de ses habitats en fonction du temps (2) Décrypter l'évolution du virus en fonction de ses hôtes.

Mots clés : Diversité, génétique des populations, herpesvirus, évolution, émergence.

Diversity and evolution of OsHV1 within and cross different hosts species

For many years, a massive mortality of oyster spat, *Crassostrea gigas*, has been observed in cupped oyster in France. These mortalities were associated with the detection of OsHV-1 virus. Herpesvirus type 1 (OsHV-1) is a virus that infects several species of bivalves (*Ostrea edulis*, *Pecten maximus*, *Ruditapes philippinarum*). In 2008, these deaths were massive, this phenomenon was associated with the detection of a particular genotype of OsHV-1 virus, called μ Var. Two OsHV-1 genotypes were successively reported in a majority way in France, the reference type and a variant called OsHV-1 Var. Additional microvariants have also been reported since 2010 in different parts of the world. Recent work developed at LGPMM on historical samples (2008-2017) shows that viral genetic diversity can decompose into "structural" variation and variation. Several structural variants can coexist at the same time. From a genetic point of view, viral evolution is subject to two major evolutionary forces, genetic drift and selection (selection pressure from the host). This doctoral project aims to better understand (1) Determine the viral diversity according to its host and these habitats across the time (2) Deciphering the evolution of the virus according to its hosts.

Keywords: Diversity, population genetics, herpesvirus, evolution, emergence.

Sélection génomique pour l'amélioration de la qualité de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*

Directeur de thèse : Pierre Boudry (Pierre.Boudry@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Jean-Baptiste Lamy (Jean.Baptiste.Lamy@ifremer.fr)

Certains caractères phénotypiques de l'huître, primordiaux à sa bonne commercialisation et à son adaptation au milieu d'élevage comme l'épaisseur de la coquille d'huître, la force du muscle adducteur, le rendement en chair, la résistance aux agents pathogènes ou la composition biochimique, sont nécessairement destructifs et difficilement mesurables sur un grand nombre d'individus dans le cadre des programmes de sélection qui ont été initiés par différentes éclosiers françaises. La mesure de ces caractères phénotypiques nécessite des développements technologiques et méthodologiques. De plus, les progrès récents et la réduction des coûts des technologies de génotypage permettent l'analyse conjointe des données génétiques et phénotypiques pour explorer le déterminisme génomique de ces caractères et tester les schémas de sélection génomique. Cette thèse a pour objectif de tester et d'optimiser la mise en œuvre de méthodes de sélection génomique, en particulier pour les caractéristiques de commercialisation mentionnées ci-dessus dans l'huître du Pacifique.

Les populations fondatrices seront génotypées sur 20000 locus afin d'avoir une image initiale de leur consanguinité et de suivre son évolution. Les objectifs de la thèse sont de mettre en place des protocoles, des routines statistiques d'analyse et de démontrer la faisabilité d'un tel programme de sélection sur des caractères d'intérêt zootechniques pour la production commerciale tout en gérant, de façon explicite, la diversité génétique des populations en sélection essentielle d'un point de vue biologique et commercial pour une gestion à long terme.

Mots clés : Sélection génomique, Génétique quantitative, génomique des populations, phénotypage haut-débit, consanguinité, apparentement, traçabilité, durabilité.

Genomic selection to improve Pacific oyster quality

Some phenotypic traits of the oyster are essential for adaptation to farming environment and also have an added commercial value, such as thickness of the oyster shell, strength of the adductor muscle, meat yield, resistance to viral and/or bacterial infection and biochemical composition. The measurements of those traits are destructive and hardly adapted to a large number of individuals (> 1000 individuals) as it is routinely done in various breeding programs of French hatcheries. Such phenotyping objectives require some technological and methodological developments. In addition, the recent progress and cost reduction of genotyping technologies allows the joint analysis of genetic and phenotypic dataset on a large number of individuals to explore the genomic determinism of such traits and test the effectiveness of genomic selection breeding schemes. This thesis aims to test and optimize the implementation of genomic selection methods, particularly for commercial traits as above-mentioned in Pacific oyster.

The founder populations will be genotyped on 20000 loci in order to have an initial image of their consanguinity and to follow its evolution. The thesis aims are to setup protocols, statistical pipelines and demonstrate the feasibility of such breeding scheme for the industry with an explicit control of the broodstock genetic diversity, mandatory for the genetic sustainability of the founder populations.

Keywords: Genomic selection, quantitative genetics, population genomics, high-throughput phenotyping, consanguinity, relatedness, traceability, sustainability.

OCEANOGRAPHIE ET DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES

Interactions entre la dynamique méso-échelle et la glace de mer en Arctique

Directeur de thèse : Anne Marie Tréguier (anne-marie.treguier@univ-brest.fr)

Co-directeur de thèse : Camille Lique (camille.lique@ifremer.fr)

Le système Arctique, dans son ensemble, est en transition. Les interactions entre les tourbillons mésoéchelle et la glace de mer peuvent potentiellement être un mécanisme important par lequel l'océan contribue à la diminution de la banquise en cours et future. L'ambition de cette thèse est double: 1) grâce à une méthode innovante d'analyse de données satellites de glace de mer et à des résultats de simulations numériques réalistes à très haute résolution, nous pourrions quantifier l'activité mésoéchelle dans le bassin Arctique recouvert de glace et déterminer si elle est fondamentalement différente des autres océans et 2) en se basant sur des résultats de simulations réalistes, nous étudierons les interactions entre les tourbillons mésoéchelle et la glace de mer.

Mots clés : Dynamique mésoéchelle, Interactions océan glace de mer, Modélisation numérique, Observations satellites et in-situ.

Interplay between Mesoscale Dynamics and sea ice in the Arctic

The Arctic system, as a whole, is in transition. Interactions between mesoscale eddies and sea ice could potentially represent an important mechanism, *via* which the ocean contributes to the on-going and future sea ice retreat. The goal of this PhD is twofold: 1) thanks to an innovative method using satellite sea ice observations complemented with results from realistic simulations run at very high resolution, we will quantify the mesoscale activity in the ice-covered Arctic, and determine if it fundamentally differs from the other oceans, and 2) based on model simulation, we will investigate the interplay between eddies and sea ice.

Keywords: Mesoscale dynamics, Ocean-sea ice interactions, Numerical Modelling, Satellites and in-situ observations.

Dynamique de bord ouest et circulation méridienne verticale dans le Gyre Subpolaire de l'Atlantique Nord

Directeur de thèse : Herlé Mercier (Herle.Mercier@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Damien Desbruyères (Damien.Desbruyeres@ifremer.fr)

La circulation générale de l'océan joue un rôle majeur dans la régulation du climat terrestre en transportant et séquestrant des propriétés physico-biogéochimiques (chaleur, eau douce, carbone, oxygène) sur de longues échelles spatiales et temporelles. Une composante cruciale mais vulnérable de cette circulation globale est la plongée des eaux de surface en Atlantique Nord prenant part à la circulation méridienne de retournement. Théoriquement, cette plongée doit s'effectuer le long des pentes continentales *via* des interactions complexes entre l'atmosphère, la circulation océanique de bord ouest, et la dynamique de méso-échelle. Jusqu'à présent étudiées par le biais de modèles numériques et seulement localement validé par l'observation, ces interactions sont désormais quantifiables dans l'océan réel grâce à une quantité et une qualité de données océanographiques adéquates. L'objectif de cette thèse est donc d'étudier la dynamique océanique connectant la surface et les grandes profondeurs le long des marges du gyre subpolaire de l'Atlantique Nord. Il s'agira d'estimer le flux vertical net de volume et sa répartition spatiale dans le bassin, de détailler les équilibres dynamiques sous-jacents, et d'appréhender leurs évolutions futures dans le contexte du changement climatique actuel. L'analyse reposera principalement sur une synergie de jeux de données variés (flotteurs autonomes profileurs, hydrographie, altimétrie, réanalyses atmosphériques) mais sera complétée par l'utilisation de modèles numériques à haute résolution.

Mots clés : Atlantique Nord, circulation grande échelle, dynamique de bord ouest, plongé des eaux, transformation, analyse de données in situ, modélisation.

Western boundary dynamics and overturning circulation in the subpolar North Atlantic

The ocean general circulation plays a critical role in regulating Earth Climate by transporting and sequestering physical and biogeochemical properties (heat, freshwater, carbon, oxygen) over long spatial and temporal scales. A key yet vulnerable component of this global circulation is the downwelling of North Atlantic surface waters within the lower limb of the Meridional Overturning Circulation (MOC). Theoretically, this downwelling must occur along continental margins through complex interactions between the atmosphere, the mean ocean circulation and the turbulent mesoscale field. Those interactions have been so far mainly studied with idealized models and only locally and briefly observed, but they recently became quantifiable in the "real" ocean thanks to major efforts in sustaining global and systematic in situ observation, most especially in the Subpolar Atlantic. The proposed PhD primarily aims the study of ocean dynamics connecting upper and deep layers near and along the continental slopes of the North Atlantic subpolar gyre. We will seek precise and novel estimations of the vertical volume flux and its distribution within the basins, along with detailed description of the dynamical balances at play and their expected evolution in the current context of global change. The analysis will largely rely on various observational products (autonomous floats, hydrography sections, altimetry data, atmospheric reanalysis) but will also be completed by modelling approaches.

Keywords: North Atlantic, large-scale oceanic circulation, western boundary dynamics, downwelling, water mass transformation, data analysis, modelling.

Modélisation et conceptualisation de la dynamique sédimentaire INTER-ESTuaires [INTEREST]

Directeur de thèse : Romaric Verney (Romaric.Verney@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Florent Grasso (Florent.Grasso@ifremer.fr)

Les estuaires sont des zones dynamiques à l'interface des océans et des continents, favorables au développement d'espèces benthiques et pélagiques. De nombreux estuaires sont caractérisés par un bouchon vaseux, définissant une zone de sédiment en suspension fortement concentrée, qui influence les transferts sédimentaires et les processus biogéochimiques. L'objectif de ce projet est d'aller vers une compréhension globale de la dynamique sédimentaire dans les estuaires caractérisés par des bouchons vaseux. A partir de modèles numériques réalistes et des réseaux d'observation, la variabilité du bouchon vaseux et des flux sédimentaires face aux forçages marins, fluviaux et atmosphériques sera comparée pour les grands estuaires français. Ces travaux permettront apporter des connaissances sur la capacité des estuaires à mettre les sédiments en suspension et proposera une conceptualisation de la dynamique sédimentaire estuarienne.

Mots clés : Estuaire, flux sédimentaire, sable/vase, bouchon vaseux, modélisation numérique.

Modelling and conceptualisation of INTER-ESTuary sediment dynamics [INTEREST]

Estuaries represent dynamic areas at the interface between oceans and continents, providing privileged areas for the development of benthic and pelagic species. Many estuaries are characterized by an estuarine turbidity maximum (ETM), defining a zone of high suspended sediment concentration that exchanges sediment within the system and drives biogeochemical processes. The main goal of this project is to move toward a global understanding of sediment dynamics in estuaries characterized by turbidity maxima. Based on realistic numerical models and in-situ monitoring networks, the marine, riverine and atmospheric influences on ETM dynamics and sediment fluxes will be compared on the largest French estuaries. The project outcomes will provide insights in the estuary capacity to re-suspend sediment, associated with the main sources and forcing, and propose a global conceptualisation of estuarine sediment dynamics.

Keywords: Estuary, sediment dynamics, sand/mud, turbidity maximum, numerical modelling.

Estimation des diversités fonctionnelle et phylogénétique en fonction de l'état de santé des écosystèmes structurés par les espèces ingénieurs : cas des herbiers à *Zostera marina* et *Z. noltii* et des récifs à *Sabellaria alveolata*

Directeur de thèse : Stanislas Dubois (Stanislas.Dubois@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Flavia Nunes (Flavia.Nunes@ifremer.fr)

La biodiversité a tendance à être plus importante lorsque les écosystèmes sont en bon état écologique. Cependant, les processus écosystémiques ne sont pas directement influencés par la diversité des espèces en soi, mais plutôt par les contributions écologiques d'espèces en interaction dans l'écosystème. La gestion des écosystèmes naturels est généralement basée sur une seule mesure de la biodiversité: la richesse spécifique, mais cette mesure fait l'hypothèse implicite que toutes les espèces sont fonctionnellement importantes et présente *de facto* des limites dans sa représentation de l'ensemble des fonctions des écosystèmes. En outre, une grande partie des connaissances actuelles sur les effets de la biodiversité sur le fonctionnement résultent de travaux menés sur des communautés représentant un seul niveau trophique, généralement des plantes terrestres. Des recherches récentes ont montré que différents niveaux trophiques peuvent réagir différemment aux perturbations de l'environnement et que les patrons de biodiversité peuvent différer entre producteurs primaires et consommateurs en réponse aux perturbations.

L'objectif de ce projet de thèse est de mieux comprendre la relation entre nombre d'espèces (richesse spécifique), diversité fonctionnelle et état écologique dans deux habitats soutenus par des espèces ingénieurs représentant deux niveaux trophiques: les herbiers de zostères (genre *Zostera*) et les récifs construits par le polychète *S. alveolata*. La biodiversité sera estimée à l'aide de méthodes taxonomiques traditionnelles, ainsi que de deux méthodes différentes pour quantifier la diversité fonctionnelle: l'une basée sur les traits fonctionnels des espèces et l'autre basée sur la parenté phylogénétique des espèces. Nous évaluerons comment les perturbations environnementales peuvent affecter la perte de groupes fonctionnels dans ces communautés en examinant les changements dans la diversité fonctionnelle et leurs conséquences sur les écosystèmes le long des gradients d'impact environnemental ou humain.

Mots clés : Biodiversité, écologie des communautés benthiques, diversité fonctionnelle, diversité phylogénétique, espèces ingénieurs, espèces fondatrices, récifs.

Functional and phylogenetic diversity as related to ecological state in bio-engineered communities supported by eelgrass *Zostera marina* and *Z. noltii* and the marine polychaete *Sabellaria alveolata*

Biodiversity tends to be greater when ecosystems are in good ecological state. However, ecosystem processes are not directly influenced by species diversity, but rather by the ecological contributions of interacting species to the ecosystem. Conservation management and policies are typically based on a single measure of biodiversity: species richness, but this measure assumes every species plays the same role and has therefore limitations in representing the full range of ecosystem functions. Furthermore, much of the current knowledge on biodiversity effects on functioning has resulted from work conducted on communities representing a single trophic level, typically terrestrial plants. Recent research has shown that different trophic levels may respond differently to perturbations in the environment, and that patterns in biodiversity may differ between primary producers and consumers in response to disturbance.

The goal of this thesis project is to better understand the relationship between biodiversity (*sensu* species richness), functional diversity and ecological state in two habitats supported by bioengineering species representing two trophic levels: eelgrass beds (genus *Zostera*) and *S. alveolata* polychaete reefs. Biodiversity will be estimated using traditional taxonomic methods, as well as with two different proxies for functional diversity: one based on the functional traits of species and another based on the phylogenetic relatedness of species. We will assess how environmental perturbations may affect loss of function in these communities by examining changes in functional diversity and their ecosystem consequences along gradients of environmental or human impact.

Keywords: Biodiversity, Benthic Community Ecology, Functional Diversity, Phylogenetic Diversity, Engineering Species, Foundation Species, Reef.

COMAlex : Cartographie génétique des phénotypes moléculaires par une approche Multi-omique chez le dinoflagellé toxique *Alexandrium minutum*

Directeur de thèse : Hélène Hégarret (helene.hegaret@univ-brest.fr)

Co-directeurs de thèse : Mickael Le Gac (Mickael.Le.Gac@ifremer.fr), Damien Réveillon (Damien.Reveillon@ifremer.fr) et Sébastien Artigaud (sebastien.artigaud@univ-brest.fr)

Les dinoflagellés sont responsables d'efflorescences phytoplanctoniques ayant d'importantes répercussions écologiques, sanitaires et économiques, en particulier lorsque les espèces impliquées synthétisent des toxines. Ces organismes, phylogénétiquement distants de tous les organismes modèles, possèdent également des particularités génomiques remarquables (taille et complexité des génomes, régulation de l'expression). Dans le cadre de ce sujet de thèse il s'agira à partir d'une famille de souches clonales du dinoflagellé toxique *A. minutum*, et de ressources génomiques disponibles de tester : 1. Quelles sont les étapes clés de la régulation de l'information moléculaire entre génome, transcriptome, protéome et métabolome ? 2. Comment les phénotypes moléculaires (ARNm, protéines, métabolites) sont transmis des parents aux descendants et d'associer ces différents phénotypes moléculaires à des régions génomiques. Un intérêt particulier sera porté à la transmission des profils toxiques. Les laboratoires impliqués dans l'encadrement sont spécialistes des dinoflagellés toxiques possèdent les expertises pour l'acquisition et l'interprétation des données génomiques, transcriptomiques, protéomiques et métabolomiques.

Mots clés : Micro-algue toxique, transcriptomique, protéomique, métabolomique, génétique d'association, diversité intra-spécifique.

Genetic linkage map of molecular phenotypes in the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum*: A multi-omic approach

Dinoflagellates are responsible for harmful algal blooms that may have ecological, as well as sanitary and socio-economic impacts, especially when toxic species are involved. These organisms are phylogenetically distant from all model organisms and display genomic peculiarities (size and genome complexity, regulation of gene expression). Starting from a family of *Alexandrium minutum* (a toxic dinoflagellate) clonal strains, and available genomic resources the PhD project will focus on: 1. The specificity of the molecular information regulation in dinoflagellates from genome to transcriptome, proteome, and metabolome? 2. The inheritance from parents to offspring and genetic mapping of molecular phenotypes (mRNA, proteins, metabolites). A special attention will be given to the inheritance of toxin profiles. The three labs involved in the PhD are specialists of toxic dinoflagellates and are fully equipped and competent to generate and analyze genomic, transcriptomic, proteomic and metabolomics data.

Keywords: Harmful Algal Blooms, Transcriptomic, Proteomic, Metabolomic, Genetic association, Intra-specific diversity.

RESSOURCES PHYSIQUES ET ECOSYSTEMES DE FOND DE MER

Glissements sous-marins dans l'estuaire du Saint-Laurent, Québec, Canada

Directeur de thèse : Nabil Sultan (Nabil.sultan@ifremer.fr) et Guillaume St-Onge (guillaume_st-onge@uqar.ca)

Co-directeur de thèse : Sébastien Garziglia (Sebastien.Garziglia@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Mars 2019 - ISMER-UQAR.

Plusieurs zones sismiques sont connues au Canada dont une importante dans l'est du Canada, la zone sismique de Charlevoix-Kamouraska/Bas-Saint-Laurent - CKBSL. La compréhension de l'aléa sismique représente donc un enjeu majeur pour la réduction des risques associés (victimes, fragilisation des infrastructures, glissements sous-marins, tsunamis). La connaissance actuelle de l'aléa de la région reste cependant trop imprécise, car elle repose sur un nombre de séismes trop restreint, principalement recensés depuis 1663 seulement. Dans ce contexte, la présente thèse de doctorat vise à identifier et dater les glissements sous-marins déjà recensés de l'estuaire du Saint-Laurent et de caractériser les propriétés géotechniques du sédiment intact, non-glissé afin de déterminer l'origine, la cause et la récurrence de ces glissements. L'importante activité sismique de la zone ainsi que la présence de ces nombreux et géographiquement étendus glissements sous-marins permettent de proposer l'hypothèse qu'ils aient possiblement été induits par des séismes. Si cette hypothèse s'avérait vérifiée, les répercussions seraient considérables, car une bonne compréhension des séismes de cette région et de leur impact est essentielle pour déterminer l'aléa et pour établir la période de retour de tels événements. Les nouvelles exigences du code du bâtiment du Canada exigent, pour l'évaluation de l'aléa sismique, de considérer une période de retour de 2500 ans. Ces données n'existent tout simplement pas.

Mots clés : Glissements sous-marins, séismes, aléas, carottes sédimentaires, géophysique, géotechnique, Holocène, Québec, Canada.

Submarine landslides in the St. Lawrence Estuary, Québec, Canada

There are several known seismic zones in Canada including one of considerable size in the east of the country, known as Charlevoix-Kamouraska/Bas-Saint-Laurent – CKBSL. To reduce the risks associated with seismic hazard (loss of human life, deterioration of infrastructure, submarine landslides, tsunamis), we face the major challenge of furthering our comprehension of their behaviour. Current knowledge on the hazard in the area lacks precision as it is based on a restricted number of earthquakes, mainly only those recorded since 1663. This thesis aims at identifying and dating submarine landslides already recorded for the estuary of Saint-Laurent and characterizing the geotechnical properties of intact sediments in order to determine the origin, cause and recurrence of observed landslides. Based on the considerable seismic activity in the area and the great number of submarine landslides and their geographical scope, we put forward the possibility that they are caused by earthquakes. If we are able to verify this hypothesis, the implications would be far-reaching as it is essential we have a clear understanding of the earthquakes in this region and their impact to determine hazard events and their return period. To assess the seismic hazard in accordance with the new requirements of the building codes of Canada, we are required to consider a return period of 2500 years. However, this data is quite simply non-existent.

Keywords: Submarine landslides, earthquakes, hazards, sediment cores, geophysics, geotechnical analysis, Holocene, Québec, Canada.

Bioturbation impact of a chemosymbiotic bivalve on mangrove geochemistry

Directeur de thèse : Lucie Pastor (Lucie.Pastor@ifremer.fr)

Co-directeurs de thèse : Dr. Emma Michaud (Emma.Michaud@univ-brest.fr) et Olivier Gros (olivier.gros@univ-antilles.fr)

A PhD position is available at IFREMER (Plouzané - France) to study the impact of a chemosymbiotic bivalve (living on free sulfides) on the reduced sediments of Guadeloupe mangroves. In this PhD study, we will focus on Fe and S cycles, as H₂S is a key element in these bivalves functioning, and iron is responsible for a large part of sulfur trapping and burial in sediments (in the form of FeS and FeS₂). We chose to work on a coastal specimen of bivalve from the lucinid family living in reduced environments as mangroves. The main objective is declined in 3 specific objectives: 1) The characterization of the iron and sulfur geochemical cycles at a centimetric scale around a lucinid burrow, 2) the experimental evaluation of the effect of the density of lucinids bivalves on the iron and sulfur cycle in reconstituted sediments at laboratory (decimetric scale) and 3) the experimental evaluation of the effect of the density of lucinids bivalves on the iron and sulfur cycle within natural mangrove sediments in association with the spatial structure of the Lucinids population and the other benthic organisms living there (metric scale). The PhD student will use experiments in the lab and in the field.

Applicants must hold a master degree or equivalent in geosciences, geochemistry, oceanography, environmental sciences or related disciplines. Some knowledge/strong interest in biology/ecology would be appreciated. The applicant should be highly motivated and willing to participate in field and lab work as well as in conferences. Field trips to Guadeloupe mangroves will be planned (2 months/year).

The position involves collaboration with The Antilles University (Pr Olivier Gros), stony Brook University (USA – Pr Robert C ALLer and Pr Qingzhi Zhu) and IUEM-LEMAR (University of Brittany – Dr Emma Michaud).

Keywords: Experiments, sediment, biogeochemistry, lucinids, mangroves.

Acquisition des partenaires symbiotiques : modalités et conséquences sur l'établissement, la distribution et l'écologie d'espèces hydrothermales

Directeur de thèse : Marie-Anne Cambon (Marie.Anne.Cambon@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Florence Pradillon (Florence.Pradillon@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Mai 2019 - EDSML.

Les principaux contributeurs à la productivité des écosystèmes hydrothermaux développent des symbioses avec des microorganismes leur permettant de tirer parti de la production chimiosynthétique locale et de se protéger de la toxicité de ces milieux. L'établissement de ce partenariat est primordial au développement de ces animaux et profite à l'ensemble de la communauté dont ils sont fondateurs. Plusieurs exemples d'espèces apparentées coexistant sur les mêmes sites, mais présentant des différences dans leurs relations symbiotiques (degré d'intégration ou identité des partenaires symbiotiques) pointent le rôle de ces relations dans la micro-distribution des espèces, leur écologie (partition de niche) et le fonctionnement de la communauté. En particulier, la mise en place et la prolifération des symbiotes au sein des stades de vie précoces (pré et post- recrutement) pourrait être un point clé de la colonisation des sites et du développement des communautés hydrothermales. Cette thèse reposera sur deux modèles bien étudiés dans l'unité EEP, les crevettes *Rimicaris* (campagne BICOSE2 2018), et les gastéropodes *Alviniconcha* (campagne Futuna 2012 et Chubacarc 2019). L'étude se focalisera sur la mise en place de l'association symbiotique au cours des phases précoces du cycle de vie de ces espèces. Les deux modèles retenus seront comparés afin d'évaluer l'universalité des processus entre endosymbioses (*Alviniconcha*) et ectosymbioses (*Rimicaris*).

Mots clés : Sources hydrothermales, *Rimicaris*, *Alviniconcha*, acquisition symbiotique, recrutement, colonisation.

Acquisition of symbiotic partners: modalities and consequences on establishment, distribution and ecology of vent species.

The main contributors to hydrothermal ecosystem productivity develop symbiosis with microorganisms, by which they benefit from local chemosynthesis and get protection from vent fluid toxicity. This partnership is crucial for the development of these animals that are often foundation species for more diverse communities. Several examples of such species that are closely related to each other, and coexist on the same vent sites, but that exhibit differences in their symbiotic relationships (integration level or identity of the microorganism partners) point at the role of these relationships in host micro-distribution and ecology (niche partitioning) with consequences on the functioning of the whole community. In particular, the establishment and the proliferation of symbionts in early life-stages (before and after recruitment) may be a key point of vent communities development. This thesis will build on well-studied models in our laboratory: *Rimicaris* shrimps living on the Mid Atlantic Ridge (Bicose cruises), and *Alviniconcha* snails from south-west back-arc basins (Futuna 2010-12 and Chubacarc 2019 cruises). The study will focus on the establishment of the symbiosis during early life-stages of these species. The two models will be compared in order to evaluate the universality of processes between endosymbiosis (*Alviniconcha*) and ectosymbiosis (*Rimicaris*).

Keywords: Hydrothermal vents, *Rimicaris*, *Alviniconcha*, symbiosis acquisition, recruitment, colonization.

Conception de composés amphiphiles bio-inspirés et étude de leurs propriétés antifouling

Directeur de thèse : Mathieu Berchel (mathieu.berchel@univ-brest.fr)

Co-directeur de thèse : Catherine Dreanno (Catherine.Dreanno@ifremer.fr)

Les solutions technologiques actuellement utilisées pour ralentir et limiter le fouling des objets immergés consistent, en particulier, à utiliser des oxydes métalliques de type Cu_2O . Compte tenu de l'impact environnemental et des problèmes de relargage de ce type d'agent anti-fouling conduisant à une efficacité limitée, nous proposons de développer une nouvelle famille de composés anti-fouling. A partir de résultats préliminaires montrant que des composés amphiphiles ont une action bactériostatique (bactéries marine, nous allons procéder à une étude structure-propriété de molécules possédant une structure amphiphile. Les propriétés étudiées seront : l'action sur l'adhésion bactérienne, la formation de biofilm et le quorum sensing de bactéries marines, l'effet sur la biocolonisation (biofouling) et les conséquences en termes d'éco-toxicologie. Dans la mise en œuvre des synthèses des nouveaux composés amphiphiles, nous proposerons des synthèses courtes utilisant des précurseurs naturels. Ces synthèses courtes permettront une production à large échelle qui est un impératif pour ce type d'application antifouling. La possibilité d'accrocher de façon covalente ces composés amphiphiles sur une surface sera également étudiée.

Mots clés : Anti-fouling, amphiphiles, bactériostatiques, environnement.

Conception of bio-inspired amphiphilic compounds and evaluation as antifouling agents

The fouling of the immersed surfaces represents an economic cost and the current approaches to limit fouling such as metallic oxides (e.g. Cu_2O) presents some drawback including rapid leaching and environmental concerns. We propose in this project to develop a new family of bio-inspired amphiphilic compounds for application as antifouling agents. This application is supported by preliminary results showing the bacteriostatic (marine bacteria) effect of some of our amphiphilic compounds. We will proceed to a structure-properties study by doing a modulation of the structure of the amphiphiles and will correlate the structure to their bacteriostatic effect and antifouling properties. The potential toxicology will be examined on several aquatic organisms. In this project we will pay attention to the synthesis of bacteriostatic agents following synthesis schemes featuring short procedures and that can be extended to large production. The possibility to covalently anchor the amphiphilic compounds on a surface will be also investigated and tested.

Keywords: Anti-fouling, amphiphilic compounds, bacteriostatic compounds, environment.

Caractérisation expérimentale des effets de sillage et d'interaction entre membranes ondulantes

Directeur de thèse : Grégory Germain (Gregory.Germain@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Astrid Deporte (Astrid.Deporte@eel-energy.fr)

Le comportement des hydroliennes classiques à axe horizontal est relativement bien connu, même pour des systèmes en interaction. Il n'en est pas de même pour les systèmes à membrane ondulante pour lesquels il n'existe pas d'étude hydrodynamique spécifique, les premiers développements étant concentrés sur la caractérisation du comportement d'une machine unitaire. Les effets de sillage et d'interaction entre machines ne sont par conséquent ni connus ni quantifiés, alors qu'ils sont de première importance pour le développement et l'optimisation des performances des futurs parcs d'hydroliennes. Dans le cadre de ces travaux en étroite collaboration avec l'entreprise Eel Energy, il s'agira principalement de :

- Développer un montage expérimental permettant d'étudier les effets d'échelle et d'interaction entre membranes ondulantes,
- Analyser les effets de sillage et d'interaction entre machines à partir des bases de données expérimentales et numériques (issues du modèle numérique développé en parallèle),
- Optimiser les caractéristiques de la membrane et du système de conversion d'énergie sur une ou des membranes en interaction.

Mots clés : Membrane ondulante, interaction fluide/structure, effets de sillage.

Experimental characterization of wake and interaction effects between undulating membranes

The behaviour of conventional horizontal axis turbines is quite well known, even for devices in interaction. This is not the case for undulating flexible membranes for which there is no specific hydrodynamic study for devices in interaction, the early developments are focused on characterizing the behaviour of a single device. Wake and interaction effects between devices are therefore not known or quantified, it is of first importance for the development and the optimisation of future turbine arrays. This work will be carried out under the continuation of the ongoing work in collaboration with Eel Energy in order to:

- Develop an experimental test set-up to study the scale and interaction effects between flexible membranes,
- Characterize wake and interaction effects between devices from experimental and numerical databases (from numerical model developed in parallel),
- Optimize the membrane characteristics and the energy converter system on membrane(s).

Keywords: Undulating membrane, fluid/structure interaction, interaction effects.

Durabilité des mousses syntactiques en grande profondeur

Directeur de thèse : Daniel Priour (Daniel.Priour@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Maelenn Le Gall (Maelenn.Le.Gall@ifremer.fr)

La compréhension et la maîtrise de la flottabilité font partie des enjeux majeurs pour les applications marines autant océanographiques que pétrolières dans des conditions offshore. Les mousses syntactiques, mélange de résine polymère et de microsphères creuses généralement en verre, sont utilisées dans ce cadre. Ces matériaux présentent des limitations pour obtenir de faibles densités sous forte pression (typiquement $0.5\text{kg}/\text{m}^3$ à 4000m) et sont généralement très coûteux. Pour résoudre ces problématiques de densité et de coût, une possibilité est d'introduire des macrosphères creuses en composite. Ces macrosphères innovantes peuvent permettre d'atteindre des densités plus faibles pour les grandes profondeurs cependant leur comportement sous pression et dans le temps reste mal connu actuellement. L'objectif de cette thèse est de caractériser et comprendre les origines des pertes de flottabilité de ces mousses syntactiques innovantes puis dans un second temps de proposer des prédictions de durée de vie.

Mots clés : Flottabilité, pression hydrostatique, vieillissement, fluage, composite, mousse syntactique.

Long term behavior of syntactic foams for deep sea applications

Buoyancy materials are critical elements in many marine applications, both oceanographic and offshore oil and gas production. Syntactic foams, a mixture of polymers and hollow micro-spheres, usually glass, are widely used today. These materials have density limitations and are very expensive. One way to improve this situation is to use hollow composite macro-spheres. These represent an innovative solution as they allow lower densities to be achieved for deep sea applications (4500 meter depth). However due to their recent introduction their pressure resistance and long term behaviour are not well known. The aim of this PhD study is first to characterize and understand origins of buoyancy loss during immersion under pressure. Then, life time prediction based on modeling of degradation processes will be proposed.

Keywords: Buoyancy, hydrostatic pressure, aging, creep, composite, syntactic foam.

Développement de polymères à empreintes ioniques pour la surveillance des métaux dans les eaux marines

Directeur de thèse : Nathalie Delaunay (nathalie.delaunay@espci.fr)

Co-directeur de thèse : Kada Boukerma (Kada.boukerma@ifremer.fr)

Ce projet s'inscrit dans la problématique de surveillance des milieux marins (directive cadre sur l'eau) et également celle de l'étude des interactions entre les cycles biogéochimiques de certains métaux traces clés (Fe, Cu, Mn) et le réseau trophique. Dans ce cadre, l'objectif de ce travail de thèse est d'élaborer la partie sensible d'un capteur permettant la quantification rapide et simultanée de différents ions métalliques. La stratégie envisagée est basée sur l'utilisation de polymères à empreintes ioniques comme partie sensible et sélective du capteur optique SPRi. En effet, les polymères à empreintes ont la capacité de reconnaître sélectivement une molécule cible grâce au modèle clé-serrure comme dans le cas des anticorps-antigènes. Cette propriété provient de leur mode de synthèse, où un monomère fonctionnel judicieusement sélectionné interagit de façon spécifique avec l'espèce cible (molécule ou ion), puis la polymérisation est initiée autour des complexes cibles-monomères fonctionnels après ajout d'un agent réticulant. L'extraction de la cible libère alors les sites spécifiques de reconnaissance.

Le travail de thèse proposé se focalisera sur la synthèse de différents polymères à empreintes ioniques spécifiques de chacun des ions ciblés, la caractérisation de leurs performances, leur dépôt sous forme de spots à la surface des capteurs SPRi et, enfin, sur le développement des protocoles analytiques appropriés pour l'adsorption des ions, l'élimination des ions interférents et la désorption des ions ciblés pour une réutilisation du capteur.

Mots clés : Polymère à empreintes ioniques, Résonance plasmonique de surface par imagerie, détection d'ion.

Development of ionic imprinted polymers for the monitoring of metals in marine waters

This project deals with the monitoring of marine environment in the context of the Water Framework Directive and also the study of the interactions between the biogeochemical cycles of some trace metals (Fe, Cu, Mn) and the trophic chain. In this context, the objective of this thesis is to develop the active interface of the sensor for a rapid and simultaneous quantification of several metal ions. The strategy for the development of this sensor is based on the use of ion-imprinted polymers as the sensitive and selective part of the optical SPRi sensor. Imprinted polymers are materials that have the ability to selectively recognize a target molecule through the key-lock model, as it is the case of an antibody with its antigen. This property results from their synthesis. In a first step, an appropriate functional monomer interacts specifically with the target (molecule or ion). Then, the polymerization around the target-monomer complexes is initiated after the addition of a cross-linker. Finally, the removal of the target generates free specific recognition sites.

The proposed thesis will focus on the synthesis of different imprinted ion polymers selective to several targeted metal ions, the evaluation of their performance, their spot-based synthesis on the surface of the SPRi chip, and the development of the analytical protocol allowing a specific determination of the target metal ions even if interfering ions are present and a cleaning procedure to re-use the chip

Keywords: Ion imprinted polymer, ion detection, Imaging Surface Plasmon Resonance.

Compréhension du comportement au choc d'hélices marines en composites

Directeur de thèse : Peter Davies (Peter.Davies@ifremer.fr)

Dans le cadre d'un projet de collaboration internationale entre la DGA et la DST australien un sujet d'intérêt commun a été identifié : le comportement d'hélices marines en composites soumis à des impacts. Les questions posées sont : Quels sont les mécanismes d'endommagement d'une hélice ou d'une pale en composites après impact ? Est-ce que l'immersion en eau de mer modifie ces mécanismes ? Et est-ce qu'on peut prédire la réponse mécanique de ce type de structure après choc et vieillissement ? Deux sujets de thèse sont proposés pour répondre à ces questions, celui-ci à l'IFREMER, focalisé sur la réponse mécanique et le vieillissement, et un deuxième en Australie qui sera orienté vers la mise en œuvre et la modélisation. Une forte interaction entre les deux thèses, qui étudieront les mêmes matériaux et géométries, est prévue.

Mots clés : Composites, choc, vieillissement, eau de mer.

Understanding the impact behavior of composite marine propellers

Within an international collaboration between the French DGA and the Australian DST a subject of common interest, the behaviour of composite propeller blades after impact, was identified. The open questions are: What are the damage mechanisms of a composite blade after impact? How does seawater immersion affect these mechanisms? Can we predict the mechanical response of this type of structure after impact and aging? Two PhD subjects have been defined in order to obtain answers to these questions, one to be performed at IFREMER, focused on the mechanical behaviour and the influence of marine aging, and a second one in Australia which will be oriented towards manufacturing and numerical modelling. A strong interaction between the two theses, which will work on the same materials and geometries, is anticipated.

Keywords: Composites, impact, aging, seawater.

Etude physico-chimique d'hydrates de gaz sédimentaires : Influence de la matrice sur le mécanisme de formation et la capacité de stockage

Directeur de thèse : Arnaud Desmedt (Arnaud.desmedt@u-bordeaux.fr)

Co-directeur de thèse : Livio Ruffine (Livio.Ruffine@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Septembre 2019 - ED Sciences Chimiques – Université de Bordeaux.

Les hydrates de gaz sont des matériaux cristallins où des molécules d'eau forment des réseaux dans lesquels sont piégés des molécules de gaz. Ces hydrates ont une très grande capacité de stockage de gaz, et sont étudiés depuis de nombreuses années dans différents domaines : géosciences, astrophysique, génie des procédés, etc. Les hydrates naturels constituent de loin le plus important réservoir de méthane sur la planète, et les hydrates sédimentaires en représentent environ ~98-99%. Cependant, l'évaluation de la quantité de gaz stockée dans les hydrates sédimentaires repose sur des considérations macroscopiques, faisant l'hypothèse d'un taux de remplissage constant des cages par les molécules de gaz. Les récentes découvertes montrent que ce taux est variable et que de nombreuses cages, jusqu'à 17%, peuvent restés vides.

Cette thèse propose d'étudier les facteurs capables d'affecter le taux de remplissage des cages, et donc la capacité des hydrates à stocker le méthane. Les travaux envisagés visent d'une part, à synthétiser des hydrates de gaz en laboratoire en mimant les conditions in situ, et d'autre part, à les caractériser à l'échelle microscopique par des techniques de spectroscopie Raman, de diffraction (neutrons et rayons X) ou de tomographie des rayons X à très haute résolution pour déterminer les structures formées, le taux d'occupation des cages, la nature de la molécule hôte ainsi que l'impact de l'interface sédiment/hydrate sur ces propriétés. Ces résultats fourniront des informations quant aux capacités de stockage et aux hétérogénéités rencontrées. Une approche multi-échelle sera alors appliquée à un site naturel sélectionné (Sea of Marmara, Black Sea or Lake Baikal).

Mots clés : Hydrates de méthane, argiles, sable, mécanismes de formation, taux d'occupation des cages et capacité de stockage, expérimentations haute-pression, spectroscopie, diffraction, analyses chimiques.

Physical-chemistry investigation of hydrate-bearing sediments: Impacts of the sediment on the formation mechanism and the storage capacity

Gas hydrates are crystalline materials in which water molecules form networks trapping gaseous molecules. These hydrates have a very large gas storage capacity. In Nature, hydrates consist mainly of methane. They are found within the permafrost in polar regions and in the marine sediments of continental margins. They are by far the largest reservoir of methane on the planet, and sediment hydrates account for about 98-99%. However, the assessment of the amount of gas stored in sedimentary hydrates is based on macroscopic considerations, assuming a constant filling rate of the cages by gas molecules. Recent findings show that this rate is variable and that several cages may remain empty.

This thesis proposes to investigate the factors that can affect the filling rate of cages, and therefore the ability of hydrates to store methane. The planned work aims to (1) synthesize gas hydrates in the laboratory by mimicking their natural environment, and (2) characterize the resulting samples at the microscopic scale by Raman spectroscopy, diffraction (neutrons and X-ray) and very high resolution X-ray tomography techniques to determine the structures formed, the cage-occupancy rates, the nature of the host molecule as well as the impact of the sediment / hydrate interface on these properties. These results will provide information on the storage capacities and heterogeneities encountered. All these data will provide improved insights into the estimate of the quantities of gas stored. From a multi-scale approach, these laboratory experiments will be compared to the measurements from natural samples taken at selected geological settings (Sea of Marmara, Black Sea or Lake Baikal).

Keywords: Methane hydrates, clays, sand, formation mechanism, cage occupancy and gas storage capacity, high-pressure experiments, spectroscopy, diffraction, chemical analysis.

Caractérisation *in situ* d'émissions de gaz par des mesures chimiques et acoustiques : développement méthodologique

Directeur de thèse : Emmanuel Rinnert (Emmanuel.Rinnert@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Carla Scalabrin (Carla.Scalabrin@ifremer.fr)

Le projet européen ETN-ITN ASSURE comporte 14 sujets de thèse visant à étudier l'impact de l'industrie extractive (hydrocarbures, métaux, sables, etc.) sur les écosystèmes physiques et biologiques associés aux dépôts. L'objectif est de proposer des sujets complémentaires, alliant problématiques scientifiques et développements technologiques, dont l'ensemble permet de caractériser, quantifier les émissions et de proposer de solutions pour réduire voire les endiguer. Le présent sujet de thèse est coordonné par l'Ifremer en collaboration avec l'IOLR et Kongsberg Maritime Contros. Il vise à réaliser des études expérimentales afin de permettre une caractérisation quantitative des émissions de méthane dans la colonne d'eau. Il met en place une approche méthodologique pour fournir (1) des résultats sur l'évaluation de l'efficacité des outils de détection et (2) des protocoles pour définir une stratégie optimisée pour la mesure et la caractérisation des émissions sous-marines de méthane. L'originalité et le caractère innovant résident principalement dans une évaluation approfondie des capteurs en laboratoire dans les conditions similaires à celles rencontrées *in situ* afin d'étudier l'influence de paramètres 'clés' sur la réponse du capteur, complétés par des expériences en bassin d'essais, toujours en conditions contrôlées, pour la caractérisation acoustique et chimique d'une émission artificielle de méthane gazeux. Les résultats attendus permettront une meilleure appréciation de la robustesse et de la justesse des mesures, et une caractérisation quantitative du comportement des émissions de gaz dans la colonne d'eau. Les domaines d'application sont l'estimation du budget du méthane, grandeur utile aussi bien pour la communauté scientifique que pour l'industrie des hydrocarbures.

Mots clés : Capteurs de méthane, spectromètre de masse *in situ*, acoustique, laboratoire géochimie, bassin d'essais, émissions de gaz fond de mer.

***In situ* characterization of gas plumes by coupling acoustic and chemical measurements: a methodological development**

The European project ETN-ITN ASSURE includes 14 Ph.D. thesis topics aimed at studying the impact of the extractive industry (hydrocarbons, metals, sands, etc.) on the physical and biological ecosystems associated with deposits. The objective is to propose complementary subjects, combining scientific issues and technological developments, the whole of which makes it possible to characterize, quantify emissions and propose solutions to reduce or even stem them. This Ph.D. thesis subject is coordinated by Ifremer in collaboration with IOLR and Kongsberg Maritime Contros. It aims to carry out experimental studies to allow a quantitative characterization of the methane emissions in the water column. It puts in place a methodological approach to provide (1) results on the evaluation of the effectiveness of detection tools and (2) protocols to define an optimized strategy for the measurement and characterization of underwater emissions of methane. The originality and the innovative character reside mainly in an in-depth evaluation of the sensors in the laboratory under conditions similar to those encountered *in-situ* in order to study the influence of 'key' parameters on the sensor response, supplemented by seawater tank experiments, always under controlled conditions, for the acoustic and chemical characterization of an artificial emission of gaseous methane. The expected results will allow a better appreciation of the robustness and accuracy of the measurements and a quantitative characterization of the behavior of gas emissions in the water column. The fields of application are the estimation of the methane budget, which is useful for both the scientific community and the hydrocarbon industry.

Keywords: Methane sensors, *in situ* mass spectrometer, acoustics, laboratory experiments, sea-water tank experiments, marine seeps.

Evolution Mézo-Cénozoïque de la marge australe de l'Afrique du Sud : relation entre profond, surface et géodynamique

Directeurs de thèse : Marina Rabineau (Marina.Rabineau@univ-brest.fr) et Philippe Schnurle (Philippe.Schnurle@ifremer.fr)

Co-directeurs de thèse : Daniel Aslanian (Daniel.Aslanian@ifremer.fr) et Moctar Doucouré (Moctar.Doucoure@mandela.ac.za)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : Printemps 2019 – EDSML et Université Nelson Mandela.

Situés entre deux régions de géodynamique et d'âge différents, l'Atlantique Sud à l'ouest et l'océan Indien à l'est, la marge australe de l'Afrique est constituée de 4 hémi-grabens peu profonds connectés par le bassin profond d'Outeniqua. Ce système constitue la partie sous-marine du système de rift en pull-apart Jurassique- Crétacé qui réutilise les anciennes structures de la suture de la ceinture du CAP. Ces bassins, formés vraisemblablement pendant la période Kimméridgienne de l'ouverture de l'océan indien, semble avorter au Valanginien, période de l'ouverture de l'Atlantique sud, à l'occasion d'un saut vers l'ouest de sa cassure. Ce système, compris entre les marges coulissantes du SE de l'Afrique et les marges dites volcaniques à SDRs du SO de l'Afrique, possède la particularité de refléter différentes subsidences, avec des bassins perchés dans le petit Karoo, des bassins côtiers se prolongeant en mer et un bassin profond bordé par la Zone de Fracture d'Agulhas. Système transitoire sur bien des aspects, ces bassins issus de la phase de rift et avortés avant la phase d'exhumation qui n'a pas eu lieu dans cette zone, pas ou peu déformés, avec des subsidences et des faciès d'environnements bien différents devraient éclairer par l'étude de leurs multiples caractéristiques, à terre comme en mer, le rôle des processus profonds et de la géodynamique dans la formation des marges passives.

Mots clés : Marges passives - rift avorté, géodynamique - phase cinématique - processus profonds, subsidence et dénudation (mouvements verticaux), connexion Terre-Mer, zone cinématique intermédiaire.

Mesozoic-Cenozoic evolution of the southeastern margin of South Africa: A history of transtensional rifting, uplift and subsidence, and sea-level changes

At the boundary between the South Atlantic and the Indian Oceans, the austral African margin is composed of four hemi-graben-style rifts connected by the deeper Unteniqua Basin, fringed to the south by the Agulhas Fracture zone. This South Africa rift system (SARS) is part of Jurassic-Cretaceous Rift basins, which presents a serie of structural faults, inhereted from the East-West elongated Cape Fold Belt, and bended towards the South in their eastern extremities. The SARS seems to be connected with the Kimmeridgian phase, which produced the first oceanic crust in the Indian Ocean with the southward movement of the East Gondwana blocks. The rifts system seems to end at Valanginian time with a westwards jump, whilst the South Atlantic Ocean started to open. The SARS is therefore a buffer zone between two geodynamic settings of two kinematic phases. It is also a failed pull-apart margin between a strike-slip margin to the east and a volcanic margin to the west, in the Orange Basin. It represents a good, non-deformed example of the first phase of the passive Margin genesis, just before the exhumation phase. Last, the entire Rift system is present onshore and offshore, until the deeper Outeniqua Basin: this study will focus on the differences in subsidence, depositional environment, lateral facies variations, and on the role of deep processes and geodynamic in the Passive Margin genesis.

Keywords: Passive margin genesis - aborted rift; geodynamic, kinematic phases and deep processes, subsidence and uplift, connexion onshore-offshore, kinematic buffer zone.

Approches non - linéaires numériques et expérimentale pour l'étude et l'amélioration de concepts de récupération d'énergie marine

Directeur de thèse : Jean-Marc Cadou (jean-marc.cadou@univ-ubs.fr)

Co-directeurs de thèse : Alan Tassin (Alan.Tassin@ifremer.fr) et Yann Guével (yann.guevel@univ-ubs.fr)

Ce sujet de thèse est dédié à l'étude de problèmes d'interaction houle - structure non - linéaires par des approches numériques et expérimentales. Ce travail a pour objectif de développer un bassin numérique permettant de traiter les problèmes hydrodynamiques complexes suivants :

- Optimisation de la génération de houles non - linéaires,
- Interactions houle-structures flottantes fortement non - linéaires entraînant de fortes variations de la surface mouillée,
- Chargements hydrodynamiques extrêmes engendrés par des vagues déferlantes.

Ces applications sont motivées par le développement du secteur de la récupération d'énergie marine. Les systèmes houlomoteurs sont en effet soumis à des mouvements de fortes amplitudes en condition de production et à des chargements hydrodynamiques extrêmes en conditions de survie. L'objectif de la thèse est de mettre en œuvre un outil de simulation de type "bassin numérique" à l'aide du code de calcul de type CFD REEF3D développé par l'Université NTNU (Trondheim Norvège) et de mener des campagnes expérimentales originales en bassin d'essai pour valider la précision des simulations dans des situations complexes. La partie numérique sera encadrée par l'Université Bretagne Sud à Lorient et la partie expérimentale sera encadrée par l'IFREMER à Plouzané.

Mots clés : Hydrodynamique, Interaction Fluide - Structure, Simulation numérique, Essais en bassin.

Numerical and Experimental nonlinear approaches for the study and improvement of Marine Renewable Energy concepts

This PhD proposal is dedicated to the investigation of non - linear wave - structure interaction problems through numerical simulation and experiments. The goal of this work is to develop a "numerical wave tank" allowing to simulate accurately the following complex hydrodynamic phenomena:

- Non-linear wave generation optimization,
- Highly non - linear wave structure interaction inducing strong variations of the wetted surface of the structure,
- Extreme hydrodynamic loads induced by breaking waves on marine structures.

These applications are motivated by the development of the marine renewable energy sector. Wave Energy converters are indeed subject to high amplitude motions in production conditions and to extreme hydrodynamic loads in survival conditions. The goal of this PhD work is to implement a "numerical wave tank" using the CFD code REEF3D developed by NTNU (Trondheim, Norway) and to carry out original experimental campaigns in order to validate the accuracy of the simulations in complex situations. The numerical work will be directed by Université Bretagne Sud in Lorient and the experimental work will be supervised by IFREMER in Brest.

Keywords: Hydrodynamics, Fluid - Structure Interaction, Numerical simulation, CFD, Wave tank experiments.

Distribution spatio-temporelle multi-échelles des communautés faunistiques de Lucky Strike

Directeur de thèse : Jozée Sarrazin (Jozee.Sarrazin@ifremer.fr)

Co-directeur de thèse : Marjolaine Matabos (Marjolaine.Matabos@ifremer.fr)

Date limite de dépôt du dossier de candidature par le/la candidat.e à l'école doctorale : 23/05/2019 – EDSML
<https://theses.u-bretagne-normandie.fr/sml/theses-2019/distribution-spatio-temporelle-multi-ech/++add++Candidate>.

Alors que les récents progrès technologiques appliqués à l'imagerie et à la mesure *in situ* de composés chimiques ont permis de mieux comprendre la distribution spatiale des communautés hydrothermales à l'échelle des édifices, notre connaissance de la dynamique naturelle de ces écosystèmes est encore partielle. Ce projet est basé sur l'étude du champ hydrothermal Lucky Strike (dorsale médio-Atlantique) localisé dans une aire marine protégée et suivi grâce à l'observatoire EMSO-Açores. Depuis 2010, cette approche permet un échantillonnage des composantes biologiques et environnementales ainsi que l'acquisition d'images haute-résolution. L'objectif de cette thèse est d'intégrer au sein d'une même étude les différentes échelles d'acquisition des données au sein du champ hydrothermal Lucky Strike afin de caractériser la dynamique temporelle (1) des sorties de fluides, des mattes microbiennes et de la faune périphérique à l'échelle du champ (1km²), (2) de la distribution des assemblages de faune à l'échelle d'un édifice (450 m²) et (3) de la distribution des espèces à micro-échelles (cm²) et ce, sur une échelle temporelle de presque 10 ans (2010-2020). Les facteurs environnementaux correspondant à chaque échelle seront mis en relation avec les changements observés. Les résultats nous permettront de valider l'hypothèse d'une forte stabilité interannuelle des sites. En effet, ces écosystèmes hydrothermaux étant de plus en plus ciblés pour l'exploitation de leurs ressources minérales, il devient urgent de recueillir des connaissances fondamentales sur la dynamique des communautés et des changements temporels du milieu afin de pouvoir évaluer les impacts potentiels des activités humaines et la capacité de résilience de ces communautés.

Mots clés : Séries temporelles, observatoire des grands fonds, écosystème, distribution faunistique, cartographie des habitats, facteurs environnementaux, dorsale médio-Atlantique, multi-échelles, dynamique temporelle, imagerie sous-marine.

Multi-scale spatio-temporal distribution of faunal communities on Lucky Strike

While recent technological improvements in imagery and *in situ* chemical analyzers largely improved our knowledge on the spatial distribution of vent faunal communities, our knowledge on vent ecosystem natural dynamics remains limited. This project will focus on the well-studied Lucky Strike vent field (Mid-Atlantic Ridge) which is part of a Marine Protected Area and monitored by the EMSO-Azores autonomous observatory. This site is visited every year as part of the maintenance cruises allowing for systematic surveys and sampling. The objective of this thesis is to integrate, within a single study, the different scales of biological and environmental data gathered in Lucky Strike to characterize the temporal dynamic of (1) fluid emissions, microbial mats and peripheral fauna at the scale of the vent field (1 km²), (2) spatial distribution of faunal assemblages at the scale of edifices (450 m²) and (3) species distribution at micro-scale (cm²) and this, on a decade scale (2010-2020). Environmental factors corresponding to each scale will be linked to the observed changes. We expect to observe a strong interannual variability at each site within the region. Indeed, hydrothermal vents represent new targets for deep-sea mining and the limited information on community dynamics and temporal change in these communities makes it difficult to anticipate the impact these activities may have and to identify potential recovery trajectories of the faunal communities.

Keywords: Time series, deep-sea observatory, ecosystem, faunal distribution, habitat mapping, environmental factors, mid-Atlantic ridge, multi-scales, dynamics, underwater imagery.