



PROGRAMME

le **cnam**
intechmer

28^e

FORUM des jeunes océanographes

18, 19 & 20
mai
2016

au Cnam-Intechmer
CHERBOURG



TOURLAVILLE

CHERBOURG
en Cotentin



Plus d'informations sur les sites : www.intechmer.cnam.fr ou www.uof2013.e-monsite.com



PROGRAMME

Forum des Jeunes Océanographes, 18 - 20 mai 2016, Cherbourg en Cotentin



Atelier organisé par l'Union des Océanographes de France (UOF) et le Cnam-Intechmer

Lieu du Forum: Amphithéâtre de l'Institut des Sciences et Techniques de la Mer
boulevard de Collignon - 50110 Tourlaville – Cherbourg en Cotentin

Site: www.intechmer.cnam.fr

Organisateurs :

Marie-Laure Mahaut

Cnam-Intechmer, Cherbourg

marie-laure.mahaut@cnam.fr

Catherine de la Bigne / Christelle Caplat

Union des Océanographes de France

uof@oceano.org

UOF:

Catherine de la Bigne

Christelle Caplat

Ivan Dekeyser

Jean-Paul Ducrotoy

Secrétariat UOF

Trésorière UOF

Président UOF

Vice-président UOF

Comité scientifique :

Olivier Basuyaux

Christelle Caplat

Solène Connan

Jean-Claude Dauvin

Ivan Dekeyser

Jean-Paul Ducrotoy

Marie-Laure Mahaut

Claire Marion

Yann Méar

Emmanuelle Sultan

SMEL, Blainville sur Mer

Université de Caen Normandie, Cherbourg

Université de Bretagne Occidentale, Brest

Université de Caen Normandie, Caen

Président de l'UOF, Université d'Aix-Marseille

Université de Hull

Cnam-Intechmer, Cherbourg

Cnam-Intechmer, Cherbourg

Cnam-Intechmer, Cherbourg

MNHN, Dinard

Comité local d'organisation :

Christelle Caplat

Elodie Dubost

Pascal Hiaumet

Marie-Françoise Lecanu

Marie-Laure Mahaut

Félicie Veron

Odile Veron

UOF

Cnam-Intechmer

Cnam-Intechmer

Cnam-Intechmer

Cnam-Intechmer & UOF

Cnam-Intechmer

Cnam-Intechmer

PROGRAMME

Forum des Jeunes Océanographes, 18 - 20 mai 2016, Cherbourg en Cotentin



Atelier organisé par l'Union des Océanographes de France (UOF) et le Cnam-Intechmer.

Lieu du Forum: Amphithéâtre de l'Institut des Sciences et Techniques de la Mer
boulevard de Collignon - 50110 Tourlaville – Cherbourg en Cotentin

Site: www.intechmer.cnam.fr/

Mercredi 18 mai 2016

Introduction & ouverture

13:00	Accueil, inscription et mise en place des posters
14:00	Ouverture du forum par Gilbert Lepoittevin, maire de Tourlaville Marie-Laure Mahaut (membre du comité de direction du Cnam-Intechmer) Ivan Dekeyser (président de l'UOF)

Session 1 : Biodiversité, Effets anthropiques

Président de séance : Jean-Claude Dauvin

15:00	Conférencier : Jean-Claude Dauvin (Unicaen, M2C) <i>« Le benthos indicateur de la qualité de l'environnement côtier : d'une approche sectorielle des activités humaines vers une approche écosystémique des effets cumulés »</i>
16:00	Noémie Baux (Unicaen, M2C) <i>Etude du macrobenthos de la Rade de Cherbourg : Un milieu exceptionnellement riche et diversifié</i>
16:30	Pause café
17:00	Alexandrine Baffreau (Unicaen, M2C) <i>Les ZNIEFF-Marines en Normandie : outil de connaissance de la biodiversité marine</i>
17:30	Sébastien Biton (Université Marseille, OSU-Pythéas) <i>Using the Body Mass Index (BMI) to estimate mercury contamination of the blue shark (<i>Prionace glauca</i>) and the shortfin mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>)</i>
18:00	Libre
19:00	Cocktail dinatoire, retour dans les locaux du Cnam-Intechmer

Jeudi 19 mai 2016

Session 2 : Interactions entre compartiments, Outils de surveillance

Président de séance : Anne Murat

8:30	Accueil
9:00	Conférencier : Anne Murat (Cnam-Intechmer) <i>« <u>Ophiothrix fragilis</u> », une espèce géoingénieur en interaction avec son environnement sédimentaire</i>
10:00	Maxime Navon (Unicaen, M2C) <i>Hétérogénéité sédimentaire et micro-habitats benthiques: approches in situ à l'aide d'analyses d'images</i>
10:30	Pause café
11:00	Jérôme Morelle (Unicaen, Borea) <i>Production primaire dans l'estuaire de la Seine</i>
11:30	Jean-Philippe Pezy (Unicaen, M2C) <i>Le suprabenthos est-il un bon témoin des variations de l'environnement ? Exemple de 15 ans de suivi en estuaire de la Seine</i>
12:00	Déjeuner au centre nautique

Session 3 : Impact Energies Marines Renouvelables

Président de séance : Emmanuelle Sultan

14:00	Conférencier : Emmanuelle Sultan (MNHN, Dinard) <i>« Sur les traces du Charcot »</i>
15:00	Aurore Raoux (Unicaen, Borea) <i>Agrégation d'organismes benthiques et de poissons à l'intérieur d'un parc éolien offshore : quels effets sur le fonctionnement du réseau trophique ?</i>
15:30	Ludovic Goyot (Ifremer, Dinard) <i>Evolutions structurelle et fonctionnelle des communautés benthiques de la Rance estuarienne</i>
16:00	Pause café

Session Poster : courtes présentations orales (5' par poster)

Président de séance : Christelle Caplat

16:30	Nicolas Briant (Ifremer, Nantes) <i>Les isotopes stables du Cu: traces des sources de pollution ou des processus géochimiques? Perspectives pour le mercure</i>
16:45	Charles-André Timmerman (Ifremer, Boulogne) <i>Découplage des réseaux trophiques benthiques et pélagiques en Manche : approche couplée isotopes et mercure</i>
17:00	Alexis Seguin (Unicaen, Borea) <i>Evaluation de l'état physiologique et de la bioaccumulation métallique chez l'espèce introduite, <u>Mytilopsis leucophaeata</u>, échantillonnée dans un site d'eau douce et un port mésohalin en Normandie</i>
17:30	Temps libre et délibération du jury pour les présentations orales
20:00	Restaurant le « Quai des mers » à la Cité de la Mer

Vendredi 20 mai 2016

Session Poster (suite): courtes présentations orales (5' par poster)

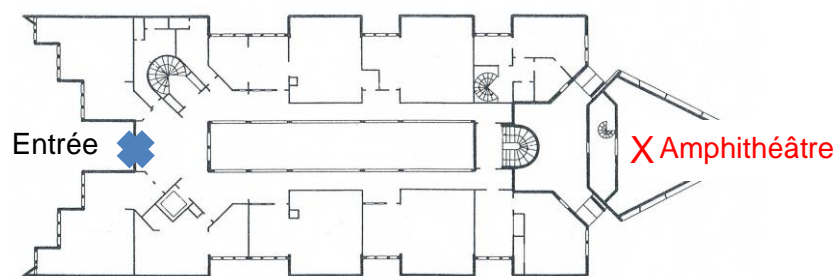
Président de séance : **Jean-Paul Ducrotoy**

8:30	Accueil
9:00	Conférencier : Jean-Paul Ducrotoy (<i>University of Hull</i>) « Estuaires et changements climatiques en Europe »
10:00	Aurore Sauvey (<i>Unicaen, Borea</i>) <i>Variabilité inter-spécifique et intra-spécifique des réponses physiologiques chez les diatomées toxiques du genre <u>Pseudo-nitzschia</u> : influence du cycle de vie</i>
10:15	Marwa Bouhedi (<i>Université Angers</i>) <i>Contribution à l'étude systématique et écologique des communautés d'Annélides Polychètes des côtes tunisiennes</i>
10:30	Marwa Chaibi (<i>Université Angers</i>) <i>Contribution à l'étude de la dynamique des populations chez <u>Perinereis cultrifera</u> (Annélide Polychète) du Golfe de Tunis et du Golfe de Gabès, Tunisie</i>
10:45	Pause café
11:00	Temps libre et délibération du jury pour les présentations posters
11:30	Clôture et remise des prix par Jean-Michel Houllegatte, maire de Cherbourg Octeville
12:00	Déjeuner au centre nautique

Fin du Forum

14:00	AG de l'UOF
-------	--------------------

Lieu du Forum: Amphithéâtre de l'Institut des Sciences et Techniques de la Mer, boulevard de Collignon, 50110 Tourlaville – Cherbourg en Cotentin



Repas

Mercredi 18 mai soir : Cocktail dinatoire dans les locaux du Cnam-Intechmer

Jeudi 19 mai midi: Déjeuner au centre nautique (5 min des locaux du Cnam-Intechmer)

Jeudi 19 mai soir: Restaurant le « Quai des Mers » à la Cité de la Mer

Vendredi 20 mai midi: Déjeuner au centre nautique (5 min des locaux du Cnam-Intechmer)

Résumés

(classés par ordre alphabétique dans chaque Session)

Forum des Jeunes Océanographes, 18 mai – 20 mai 2015, Cherbourg en Cotentin

Session communications orales

Les ZNIEFF-Marines en Normandie : outil de connaissance de la biodiversité marine

Alexandrine Baffreau¹, Jean-Claude Dauvin¹, Chloé Dancie², Bastien Chouquet², Pascal Hacquebart³,
Emeline Poisson², Yann Joncourt³

¹UNICAEN Université Normandie, Laboratoire M2C, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen

²CSLN, 53 rue de Prony, 76600 Le Havre

³GEMEL-N, Station marine – CREC, 54 rue du Docteur Charcot, 14530 Luc-sur-Mer

Une ZNIEFF-Marine (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique Marine) est un secteur des zones maritimes sous juridiction nationale pour lequel les experts scientifiques ont identifié des éléments remarquables du patrimoine naturel. L'identification d'une ZNIEFF-Marine doit obligatoirement trouver sa justification dans la présence d'une ou plusieurs communautés, d'espèces de faune et de flore, d'habitats rares ou remarquables : espèces et habitats déterminants ayant un intérêt patrimonial, c'est-à-dire des fonctions écologiques particulières pour l'écosystème : alimentation, reproduction, nurserie, hivernage, escale migratoire, corridor écologique. Il s'agit d'un inventaire national réalisé au niveau de chaque région marine mais coordonné par le MNHN qui a proposé en 2009 une méthodologie nationale. En 2012, les deux régions normandes (aujourd'hui réunifiées sous la Normandie) s'associent avec différentes structures (M2C, CSLN, GEMEL-N, GONm...) afin de réaliser l'inventaire dans le domaine maritime normand à partir des données espèces et habitats disponibles. Une sélection des espèces et habitats déterminants motivant la création d'un périmètre de ZNIEFF-Marine a été réalisée. Cet inventaire permet de mettre à disposition de façon synthétique les différentes fonctionnalités du territoire marin normand. De plus, à partir de la méthodologie du MNHN, il a été proposé une démarche d'utilisation des différentes recommandations pour la délimitation d'un périmètre d'intérêt patrimonial réalisé avec un logiciel de SIG. Une fiche technique permet de renseigner la géographie, les intérêts écologiques de la zone en termes d'habitats, d'espèces présentes et de fonctionnalité ainsi que la bibliographie associée. Les mesures de protection existantes sur la zone et les facteurs humains pouvant l'influencer sont également précisés. Les périmètres proposés et leur fiche technique sont examinés par la Commission Interrégionale Mer et Littoral puis présentées devant les deux Conseils Scientifiques Régionaux du Patrimoine Naturel pour une première validation puis soumises au MNHN pour la validation finale. Ainsi, 36 nouveaux périmètres ont été proposés sur les domaines marins normands du nord Cotentin et de la Manche orientale.

Mots clés : inventaire, ZNIEFF-Marine, biodiversité marine, fonctionnalité.

Marine ZNIEFF in Normandy: tool of knowledge of marine biodiversity

A marine ZNIEFF (Natural Areas of Ecological Fauna and Flora Interest) is a part of maritime zones under the national jurisdiction for which scientist experts have identified notable components of the natural heritage. Identification of a marine ZNIEFF must be justified by the presence at least one community, one fauna and flora species, one rare or remarkable habitat. This therefore includes determining species and habitats having a heritage interest, that is to say specific ecological ecosystem functions: feeding, breeding, nursery, wintering, migratory stopover, ecological corridor. In 2009, the MNHN provides a national methodology to develop marine ZNIEFF. The first step consists in listing determining species on all marine fauna and flora and habitats. In 2012, the Normandy regions have been associated with different structures (M2C, CSLN, GEMEL-N, GONm ...) to begin this inventory in Normandy. It is then to make an inventory of present species and habitats with the available data and then identify the species and habitats which are determining. It was also necessary select the determining species and habitats permitting creation of a perimeter marine ZNIEFF. From the MNHN methodology an approach of the use of different recommendations for defining a perimeter of heritage interest had been proposed through GIS software. A data sheet is used to inquire geography, ecological interests of the area in terms of habitats, species and functionality and associated bibliography. Existing protection measures on the area and the human factors that can influence it are also specified. Ultimately, the proposed perimeters and their data sheet are reviewed by a committee of experts, (the CIMEL: Sea and Shore Interregional Commission). Then, these marine ZNIEFF are presented to the Regional Scientific Council of Natural Heritage for a first validation and submitted to MNHN for final validation. Thus, 36 new perimeters have been proposed on the Normandy marine areas of the north Cotentin and the eastern Channel.

Keywords: inventory, marine ZNIEFF, marine biodiversity, functionality.

Etude du macrobenthos de la Rade de Cherbourg : Un milieu exceptionnellement riche et diversifié

Noémie Baux¹, Jean-Philippe Pezy¹, Quentin Bachelet³, Alexandrine Baffreau¹, Yann Méar², Emmanuel Poizot², Benjamin Guyonnet³ and Jean-Claude Dauvin¹

¹UNICAEN Université Normandie, Laboratoire M2C, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen

²Cnam-Intechmer, BP 324 50103 Cherbourg cedex

³TBM-environnement

La rade de Cherbourg, au nord du Cotentin (Normandie), est une zone de substrats meubles caractérisés par un fort hydrodynamisme. La présence d'une ferme d'élevage de salmonidés des Energies Marines renouvelables (EMRs) en font une zone aux défis économiques et environnementaux importants. En effet, des travaux d'extension du port de Cherbourg en grande rade (débutés en janvier 2015), menés afin d'accueillir la filière hydrolienne mais également des activités complémentaires liées à l'éolien en mer, vont engendrer, entre autre, un accroissement du trafic maritime et une augmentation du dragage, impactant probablement la qualité de l'environnement et les communautés benthiques à proximité. Ainsi, cette étude a pour but d'étudier la distribution des communautés benthiques avec l'extension des terres-pleins et de déterminer la qualité de l'environnement dans l'ensemble de la rade et à proximité de la ferme aquacole. Les résultats obtenus montrent la présence de six communautés benthiques, en plus de la communauté à *Zostera (Zostera) marina*. La rade de Cherbourg apparaît comme une zone riche et diversifiée. L'impact de la ferme d'élevage est minimisé par la présence du fort hydrodynamisme qui permet la remise en suspension des particules. Cependant, on note la présence en fortes abondances de certaines espèces caractéristiques d'un enrichissement en matière organique (le tanaïd *Apseudopsis latreilli*, le polychète *Melinna palmata* et le bivalve *Thyasira flexuosa*). D'autre part, en comparaison avec d'autres communautés présentes en Manche (côtes anglaises et françaises), les communautés des sables fins propres et celles des sables envasés de la rade de Cherbourg, sont plus proches de celles présentes en Manche ouest qu'en Manche Est ou le long des côtes anglaises.

Mots clés : Rade de Cherbourg, Manche, Cartographie des communautés benthiques, Substrats meubles, Activités humaines, Aquaculture.

The Rade de Cherbourg (RdC), on the North Cotentin coast (Normandy, France, bordering the English Channel), is an area faced with considerable economic and environmental challenges, due to the presence of the only French offshore salmon farm and the construction site for an offshore wind hub in the context of Marine Renewable Energy Developments (MREDs). The harbour extension project, which started in January 2015, along with the increase of marine traffic, is likely to impact the quality of the marine environment including the benthic communities. This study aims to identify the distribution of the macrobenthos in the RdC and the environmental status around the salmon farm. The results show the presence of six benthic communities in addition to the subtidal *Zostera (Zostera) marina* eelgrass community. The RdC appears to be a rich and diversified macrobenthic area.

While the high energy hydrodynamic regime minimizes the impact of the salmon farm, the presence of several species such as the tanaid *Apseudopsis latreilli*, the polychaete *Melinna palmata* and the bivalve *Thyasira flexuosa*, is nevertheless indicative of a local enrichment in organic matter. Finally, the structure and composition of the muddy fine sand community in the RdC is linked with similar patterns found in the western English Channel under the influence of Atlantic waters, which, as regards comparable communities, extends as far as the Rade de Cherbourg on the north coast of Cotentin.

Keywords: Rade de Cherbourg, English Channel, Map of macrobenthic communities, Muddy fine sand, Human activities, Salmon farm

Using the Body Mass Index (BMI) to estimate mercury contamination of the blue shark (*Prionace glauca*) and the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*)

Sebastián Biton Porsmoguer¹, Ivan Dekeyser¹, Daniela Banaru¹, Marc Bouchoucha² and Françoise Marco-Miralles²

¹Aix-Marseille University, CNRS/INSU, Toulon University, IRD, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) UM 110, Campus de Luminy, 13288 Marseille, France

²Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la Mer (IFREMER), Z.P. Brégaillon, CS 20230, 83507 La Seyne-sur-Mer, France

Des requins peau bleue (*Prionace glauca*) et mako (*Isurus oxyrinchus*) ont été capturés par des palangriers espagnols et portugais en Atlantique nord-est, débarqués et vendus à la criée de Vigo en Galice (Espagne). Ces espèces sont des prédateurs supérieurs particulièrement susceptibles d'accumuler le mercure (Hg). Les valeurs moyennes en Hg dans le muscle des requins peau bleue et mako ont été respectivement de 0,4 (écart-type = 0,3 mg.kg⁻¹) et de 0,5 (écart-type = 0,9 mg.kg⁻¹). L'indice de masse corporelle (BMI) a été testé pour montrer l'effet cumulatif du Hg chez des prédateurs supérieurs tels que les requins peau bleue et mako. Il permet de mesurer le niveau de Hg dans les individus en considérant simultanément la taille (cm) et la masse (kg), mesures habituellement utilisées. Une analyse comparée de ces trois méthodes a été effectuée. Les résultats montrent que le BMI peut être un indicateur biologique pertinent pour étudier l'effet cumulatif du mercure chez les requins.

Mots clés : *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, Mercure, Index de masse d'eau

Blue shark (*Prionace glauca*) and shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) were caught by Spanish and Portuguese longiners in the north-eastern Atlantic Ocean. They are considered as top-predators, particularly susceptibles to bioaccumulate mercury (Hg). The Hg mean levels in blue shark and shortfin mako were 0.4 (SD = 0.3 mg kg⁻¹) and 0.5 (SD = 0.9 mg kg⁻¹) respectively. The body mass index (BMI) was tested to explain the accumulation of the Hg in blue shark and shortfin mako, taking into account size (TL, cm) and mass (W, kg) simultaneously. The comparison of these three methods was realized. The results showed that BMI could be a relevant biological indicator of the accumulative Hg process for sharks.

Keywords: *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, Mercury, Body Mass Index

Evolutions structurelle et fonctionnelle des communautés benthiques de la Rance estuarienne

Ludovic Goyot, Nicolas Desroy

Laboratoire Environnement Ressources de Bretagne Nord (PDG-ODE-LITTORAL-LERBN), Station Ifremer de Dinard - CRESCO - 38 rue du Port Blanc - BP 70134 - 35801 Dinard Cedex.

Depuis 1966 et la mise en service de l'usine marémotrice de la Rance, l'estuaire de la Rance est devenu un milieu artificialisé, totalement modifié et régulé par l'Homme. Les travaux antérieurs menés sur l'impact de cet aménagement ont montré qu'il convenait de différencier la perturbation due à la construction du barrage (fermeture de l'estuaire de la Rance durant trois ans entraînant une dessalure importante et la mortalité de la quasi-totalité de la faune et de la flore), de celle inhérente à son fonctionnement (ayant entraîné des modifications des conditions hydrologiques et sédimentaires). Plusieurs études des peuplements benthiques ont été effectuées en 1971, 1976 et 1995, dans le but d'évaluer l'impact de ces perturbations et la restauration de ce système. Afin de juger de l'évolution de ces communautés depuis 1995, un nouvel échantillonnage a été réalisé dans la partie la plus amont du bassin, qui s'est avérée la plus variable. L'objectif de la présente étude, qui s'appuie sur les données collectées en 2010 en 54 stations, est double : 1) mettre à jour la distribution des populations et des communautés benthiques en Rance estuarienne en considérant la double approche taxonomique et fonctionnelle, et 2) comparer ces résultats à ceux obtenus en 2008 dans l'estuaire du Trieux, estuaire similaire d'un point de vue géomorphologique, mais non artificialisé.

Les évolutions de la composition faunistique (intra- et inter-sites) ont été comparées grâce à des analyses de Classification Ascendante Hiérarchique, et les espèces les plus discriminantes ont été identifiées par des routines SIMPER. Les structurations fonctionnelles du bassin de la Rance et de l'estuaire du Trieux ont été mises en évidence par une Analyse de traits biologiques (BTA). Enfin, les co-évolutions structurelles et fonctionnelles en Rance ont été étudiées via des analyses de Co-inertie. Deux faits majeurs ont été observés : (i) la surface occupée en 1995 par l'assemblage caractérisant la zone la plus amont du bassin de la Rance s'est légèrement étendue vers l'aval en 2010, et (ii) les assemblages occupant la zone subtidale se sont diversifiés entre 1995 et 2010. Il résulte de cette étude que le bassin amont de la Rance présente, en 2010, des assemblages benthiques globalement similaires à ceux décrits en 1995, mais qui tendent à se complexifier / structurer dans le temps pour ressembler de plus en plus à ceux décrits dans l'estuaire du Trieux. Cette tendance s'observe également mais dans une moindre mesure dans l'expression de l'hétérogénéité des traits. Toutefois, il apparaît que les estuaires sont beaucoup plus similaires entre eux d'un point de vue fonctionnel que taxonomique, laissant supposer que certaines niches écologiques ont connu des changements d'espèces cependant comparables en termes de traits biologiques.

Mots clés: Communautés benthiques, estuaire, Analyse des Traits Biologiques

Structural and functional changes of the benthic communities of the Rance estuary (France)

Since 1966 and the commissioning of its tidal power plant, the Rance estuary has become an artificialized environment, totally modified and regulated by human activities. Previous studies conducted on the impacts of this plant have revealed two types of disturbance, namely the ones related to the dam construction (3-years isolation of the Rance estuary, leading to an important desalinization and the almost entire disappearance of the marine fauna and flora), and the others associated to its functioning (which induced hydrologic and sedimentary modifications). In an attempt to evaluate the effects of these perturbations and the rehabilitation of the benthic ecosystem, several studies have been conducted in 1971, 1976 and 1995. In order to assess the evolutions of these communities since 1995, a new sampling campaign has been carried out in the upstream part of the basin, which appeared to be the most fluctuant. The purpose of this study, based on 54 stations sampled in 2010, is twofold: 1) to update the distribution of the benthic populations and communities in the Rance estuary (embedding a taxonomic and a functional approach), and 2) to compare these results with those obtained in 2008 in the Trieux estuary, which is geomorphologically similar but not artificialized. Changes of the faunistic assemblages have been compared with Cluster analyses, and the most discriminant species have been identified via SIMPER methods. Functional units of the Rance and the Trieux basins have been identified by Biological Traits Analysis (BTA). Finally, faunistic and functional co-evolutions of the Rance have been assessed by Co-inertia analyses. In the Rance basin, two main conclusions were addressed: (i) the assemblage occupying the most upstream part of the basin in 1995 has slightly developed downstream in 2010, and (ii) the 2010 subtidal assemblages are more diverse than those of 1995. Therefore, this study reveals that the estuarine part of la Rance presents, in 2010, benthic assemblages mainly similar to those of 1995, though they tend to become more complex / structured as those described in the Trieux estuary. This trend is also visible in traits heterogeneity, but in a more subtle way. Indeed, this resemblance is more obvious when comparing traits than taxonomy, which may suggest that some species have been replaced by others, although dominant biological traits have mainly remained the same.

Keywords : Benthic communities, Estuary, Biological Traits Analysis

Production primaire dans l'estuaire de la Seine

Jérôme Morelle, Francis Orvain, Mathilde Schapira and Pascal Clauin

UMR BOREA, Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques, MNHN, UPMC, UCBN, CNRS-7208, IRD-207, Université de Caen Normandie, Normandie universités, IBFA, Campus 1, Esplanade de la Paix, 14032 CAEN Cedex

Les apports anthropiques provenant de l'ensemble du bassin versant font de l'estuaire de Seine un système fortement eutrophisé où la richesse biologique est importante et qui génère une forte productivité. Or, les producteurs primaires jouent un rôle qui est mal évalué dans l'estuaire de la Seine. L'objectif du projet PROUESSE dans lequel ce travail de thèse est réalisé, est de se focaliser sur le compartiment des producteurs primaires en évaluant sa dynamique et celle de la biodiversité algale à l'échelle de l'estuaire en considérant le phytoplancton, le microphytobenthos et le macrophytobenthos et notamment de pouvoir accéder à une estimation fiable de production primaire.

Les méthodes de mesures mises en œuvre permettent de suivre la productivité à haute fréquence et ainsi d'obtenir une estimation à haute résolution temporelle et spatiale de la production primaire, ce qui est une avancée considérable pour caractériser le fonctionnement de ces systèmes dynamiques et d'appréhender l'impact des pressions. En effet, différentes approches méthodologiques sont couplées dans ce projet. La production primaire est mesurée *in situ* en associant des mesures de fluorescence modulée et de ^{13}C ; la diversité microalgale est évaluée, par des méthodes optiques traditionnelles, par cytométrie en flux et par biologie moléculaire. Les dernières avancées scientifiques sont prises en compte pour accéder à une estimation précise de la productivité des différents producteurs primaires.

Cette présentation, dévoilera la dynamique spatiotemporelle de la productivité phytoplanctonique et microphytobenthique parallèlement à l'évolution des paramètres biologiques et environnementaux gouvernant la dynamique de l'écosystème de l'estuaire de la Seine. De façon complémentaire, la dynamique de la productivité phytoplanctonique de l'estuaire à l'échelle d'un cycle tidal lors de différentes saisons sera présentée.

Les premières interprétations de la dynamique spatiale et temporelle de la production primaire de ces différents compartiments seront abordées et les perspectives seront mises en avant.

Mots clés : Estuaire, microphytobenthos, phytoplancton, production primaire

Primary production in the Seine estuary

Inputs from human activities along the Seine River such as nutrients, organic matter or contaminants have strongly impacted this ecosystem. All compartments are impacted, especially primary producers (i.e. photosynthetically active organisms) at the base of the food chain. One of the consequences of these inputs is a very high organic biomass and a strong primary productivity which support the higher compartments of the local food web. However, very few estimations have been performed in the Seine estuary and most of them were conducted at low space and time frequency giving a limited representation of the primary production in this highly dynamic ecosystem.

In this context, the main objective of the "PROUESSE" project (i.e. Primary production in Seine estuary) is to evaluate the productivity of the different primary producers (macro-algae and benthic & pelagic micro-algae) at high space and time frequency.

For this purpose, different methods of primary production estimation (carbon incorporation and fluorimetry) will be coupled at each time scales (e.g. tidal cycle, nycthemeral rhythm, monthly and seasonally) to acquire high-temporal frequency measures. Diversity was evaluated by using traditional method, flow cytometry and molecular methods. The last scientific progresses were used to accurately assess the primary production.

The presentation exposes the space and time dynamics of phytoplankton and microphytobenthos productivity in relation with the variability of hydro-biological parameters along the salinity gradient and throughout the different seasons. In addition, phytoplankton dynamics through a tidal cycle at different seasons will be highlighted.

Initial interpretations of the spatio-temporal dynamics of the primary production for these compartments will be approach and new perspectives will be developed.

Keywords: Estuary, Microphytobenthos, Phytoplankton, Primary production

Hétérogénéité sédimentaire et micro-habitats benthiques: approches *in situ* à l'aide d'analyses d'images

Maxime NAVON^{1,2}, Jean-Claude DAUVIN^{1, 2}, Sandric LESOURD^{1, 2}

¹Normandie Univ., UNICAEN, Université Caen Normandie, CNRS, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière, UMR M2C 6143, 24, rue des Tilleuls, 14000 Caen, France.

²Normandie Univ., UNICAEN, CREC, CREC - Station Marine de l'Université de Caen Normandie, 54, rue du Docteur Charcot, BP 49, 14530 Luc-sur-Mer

La sédimentologie de l'estuaire de la baie de Seine orientale se caractérise par une complexité de structures sédimentaires favorisant les hétérogénéités spatiales et verticales. En effet, les forçages hydrodynamiques variés induisent de fortes variations d'énergies permettant d'alterner sédimentation graveleuse, sableuse et pélitique. Ce système fortement variable implique des relations "macrofaune benthique - sédiments" complexes selon le type d'organisme, vivant en surface ou profondément enfouis dans le sédiment, ainsi que la structure sédimentaire en elle-même : stratification, texture, pourcentage de particules fines... Bien que la relation macrofaune benthique – sédiments soit souvent mise en avant comme facteur principal dans la structuration des communautés benthiques, aucune relation à l'échelle spatiale de la partie orientale de la baie de Seine et temporelle (1980-2010) n'a pu être clairement établie (Barnay, 2003 ; Janson, 2007 ; Alizier, 2011). Il apparaît donc nécessaire de s'intéresser à ces relations à l'échelle de l'individu et du micro-habitat benthique. Dans cette optique, des prélèvements *in situ* de carottes sédimentaires ont été réalisés pour définir la distribution verticale de la macrofaune benthique et déterminer par scanner la position des organismes dans la colonne de sédiment ainsi que les volumes de vie et les espaces libres de sédiment. Un total de 17 carottes sédimentaires (16 cm de diamètre pour 35 cm de hauteur) ont été sélectionnées issues de trois faciès sédimentaires typiques. Ces carottes ont été analysées par CAT-Scan (Computed-Aided Tomography) au laboratoire Cyceron de Caen afin d'obtenir une visualisation tridimensionnelle des individus présents et pour déterminer des profils verticaux de structures biogènes et d'espaces libres de sédiment. Ces carottes sont ensuite découpées transversalement pour identifier les espèces présentes et analyser certains paramètres sédimentaires (granulométrie, teneur en eau, analyses par XRF, matière organique). Les premiers résultats montrent que 90% des individus se retrouvent dans les sept premiers centimètres de sédiment et que 56% sont entre 0 et 2 cm de profondeur, bien que certains individus se retrouvent plus profondément jusqu'à 9 cm, même pour des petits individus. Cette approche permet d'obtenir des images en 3D de la position des organismes et fournit également des informations sur la structuration de la macrofaune selon la colonne sédimentaire. *Mots clés* : CT-Scan, Distribution verticale, Macrofaune, Sédiment hétérométrique

Heterometric sediment and benthic micro-habitat: *In situ* approach with image analyses

The eastern Bay of Seine and its estuary are characterized by complex sediment structures with high temporal, spatial and vertical heterogeneities. As the result of different hydrodynamics forcing, the estuary is a particular area with alternative gravely, sandy and fine sedimentation. This complex system involves particular relationships between benthic species and the environment. Dominant species show particular traits of life: benthic-pelagic reproductive cycle, burrowing, tubicolous, surface and subsurface species. Moreover, species behaviours are different according to the sediment properties: grain size, stratification, texture, silt and clay contents... Although benthic macrofauna and sediment relationships are often described as the major factor structuring benthic communities, no spatial and temporal relationships have been highlighted in this area (Barnay, 2003 ; Janson, 2007 ; Alizier, 2011). So, our study is focused on the relationship between species and sediment at the individual scale and on micro-habitats. The aim of this work is to define the macrofauna vertical distribution to understand how the sediment structure acts on organisms and the organism behaviour in a heterometric sediment context, i.e. how organisms act in return on the sediment structure. An *in situ* approach is used to answer these questions with four campaigns on board on the Oceanographic Vessel 'Le Côtes de la Manche'. A total of 17 cores (16 cm diameter, 35 cm high) in three typical sediment facies are selected. Cores are analysed with Computer-Aided Tomography scan (Cyceron Laboratory, Caen) to 3D visualize organisms and to determine volumetric space occupations by biogenic structures and empty spaces. The same cores are transversally cut to check the species out and to analyse sediment parameters (grain size, organic matter and other chemical components on XRF device). Results show that 90% of organisms are present until seven cm depth and 56% are between 0 and 2 cm depth, although small size individuals are found deeper in the sediment-column until 9 cm depth. This approach gives nondestructive 3D picture on the organism position in sediment and provides information on the manner how sediment structure acts on organisms.

Keywords: CT-Scan, Vertical distribution, Macrofauna, Heterogeneous sediment

Le suprabenthos est-il un bon témoin des variations de l'environnement ? Exemple de 15 ans de suivi en estuaire de la Seine

Jean-Philippe PEZY¹, Alexandrine BAFFREAU², Jean-Claude DAUVIN¹

¹Normandie Univ., UNICAEN, Université Caen Normandie, CNRS, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière, UMR M2C 6143, 24, rue des Tilleuls, 14000 Caen, France.

²Normandie Univ., UNICAEN, CREC, CREC - Station Marine de l'Université de Caen Normandie, 54, rue du Docteur Charcot, BP 49, 14530 Luc-sur-Mer

Le suprabenthos correspond à la faune nageuse vivant près du fond ; il est constitué de crustacés décapodes comme les crevettes et de péracarides comme les amphipodes et isopodes. Il forme un lien direct entre le Benthos et le Pelagos en raison de ses migrations verticales et horizontales quotidiennes et sert de nourriture aux poissons démersaux (poissons plats notamment). L'estuaire de la Seine est un estuaire très aménagé et le dernier grand aménagement concerne Port 2000 construit entre 2002 et 2005. Un modèle d'étude qui comprend l'échantillonnage avant (2001), pendant (2002-2005) et après (2008-2015) la construction a été réalisé selon la méthode BACI (Before-After-Control-Impact). Le suprabenthos a été échantillonné en cinq stations de la fosse nord selon un gradient aval-amont depuis l'embouchure de la Seine jusqu'en amont de l'épi, en 15 campagnes de septembre 2001 à octobre 2015 soit sept années de suivi à l'aide d'une nouvelle version du traîneau Macer-GIROQ permettant un échantillonnage étagé du suprabenthos en quatre niveaux. La faune est diversifiée et près de 100 espèces ont été recensées avec un gradient aval amont marqué d'appauvrissement lié au gradient de salinité décroissante en fosse nord. Les Mysidacés *Mesopodopsis slabberi* et *Neomysis integer* dominent numériquement le suprabenthos. Depuis le début de la construction de Port 2000, de faibles apports d'eau douce liés à de faibles débits de Seine ont conduit à une marinisation de la fosse nord ; la communauté suprabenthique est devenue progressivement caractéristique de celle de la zone estuarienne polyhaline. Les principales modifications enregistrées sont : augmentation de la richesse en espèces d'origine marine ; diminution importante de la densité notamment celle de *Mesopodopsis slabberi* et diminution de l'ordre de 4 des biomasses de 2001 à 2012. On assiste cependant à une récupération de la biomasse 10 ans après la fin des travaux Port 2000 en 2015. Il est difficile d'après les résultats obtenus d'inféoder précisément la cause des changements qui seraient dépendants, soit à la modification de la sédimentation et la morphologie de la fosse nord en relation avec la construction de Port 2000, soit à l'absence de crues et par conséquent de dessalure générale de la partie avale de l'estuaire notamment en période hivernale (mars) et donc d'apports d'eau douce en fosse nord, soit enfin à une combinaison des deux facteurs. Les deux facteurs environnementaux les plus fortement corrélés avec les variables biologiques sont la salinité mesurée lors des campagnes et le débit du fleuve ; le facteur hydrologique est par conséquent fondamental dans la compréhension de l'évolution temporelle du suprabenthos de la fosse nord. Enfin, il est bien connu que pour les écosystèmes marins, le temps nécessaire après un stress pour retrouver un état voisin de celui observé avant est de l'ordre de la décennie ; cette durée est également celle observée dans cette étude.

Do the suprabenthos a good surrogate to the changes of the environment? The case of 15 years of monitoring in the Seine estuary

The suprabenthos correspond to the swimming fauna collected near the sea-bottom; this compartment is composed of decapods crustaceans such as shrimps and peracarids (amphipods and isopods). The suprabenthic community constitutes a link between the benthos and the pelagos as it makes daily vertical and horizontal migrations and serve as food for demersal fishes (flatfish). The Seine estuary is an anthropogenic estuary. A new expansion of Le Havre harbour (Port 2000) was built between 2002 and 2005. A sampling strategy before (2001), during (2002-2005) and after (2008-2015) construction using the BACI approach (Before-After-Control-Impact) was applied. The suprabenthos was sampled in the North Channel at five stations with an upstream-downstream gradient from the mouth estuary to the bridge of Normandy. A total of 15 campaigns was realised from September 2001 to October 2015, corresponding to a survey of seven years. The suprabenthos was sampled on four levels (from 0.1 m to 1.4 m) using a modified Macer-GIROQ sledge. The fauna is diversified with more of 100 species identified with an upstream-downstream impoverishment with the depletion gradient linked to the salinity

gradient in the North Channel. The mysids *Mesopodopsis slabberi* and *Neomysis integer* dominate numerically the suprabenthic community. Since the beginning to the Port 2000 construction, low freshwater discharges led to a marinisation of the North Channel; the suprabenthic community become a typically polyhaline community. The major modifications observed were: an increase of the number of marine species, a significant decrease of the *Mesopodopsis slabberi* density and a decrease with a factor 4 of the biomass from 2001 to 2012. However, we observed a recovery of the biomass ten years after the end of the Port 2000 construction in 2015. Nonetheless, it seems difficult to separate changes generated by the construction of the Port 2000 (i.e. changes in the sedimentation and morphology of the North Channel) from other effects such as the marinisation. The two most environmental factors highly correlated with biological variables were the salinity and the river flow; hydrological factor is therefore fundamental in understanding the temporal evolution of the Northern Channel suprabenthos. Finally, it is well known that the recovery time of marine ecosystems after a stress is around ten years which is in line with our observations.

Agrégation d'organismes benthiques et de poissons à l'intérieur d'un parc éolien offshore : quels effets sur le fonctionnement du réseau trophique ?

Aurore Raoux^{1,2}, Samuele Tecchio², Jean-Philippe Pezy^{2,3}, Steven Degraer⁵, Dan Wilhelmsson⁶, Jean-Claude Dauvin^{2,3,4}, Nathalie Niquil¹

¹Normandie Université UNICAEN, UMR Biologie des Organismes Marins et Écosystèmes Aquatiques (CNRS-7208, IRD-207, MNHN, UPMC), Esplanade de la Paix, 14032 Caen, France

²UNICAEN, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière M2C, UMR 6143 M2C, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, FRANCE

³CNRS, UMR 6143 M2C, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France

⁴CREC, Station Marine de l'Université de Caen-Basse Normandie, 54, rue du Docteur Charcot, BP 49 14530 Luc-sur-Mer, France

⁵Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS), Operational Directorate Natural Environment (OD Nature), Marine Ecology and Management (MARECO) Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

⁶The Royal Swedish Academy of Sciences Box 50005, SE-104 05 Stockholm, Sweden

Le développement des technologies d'énergies marines renouvelables (EMR) a connu ces dernières années un essor considérable. Le gouvernement français a prévu pour le moment la construction de six parcs éoliens offshore sur les côtes métropolitaines. Parmi eux, trois seraient construits en Normandie. Ces EMR devront s'insérer dans des écosystèmes déjà soumis à de nombreuses et croissantes perturbations d'origine naturelle et anthropique (changements climatiques, surexploitation, pollutions, extractions de granulats, dépôts de dragages). Ces dernières peuvent être à l'origine de changement dans le fonctionnement des écosystèmes, et impacter leur résistance et leur résilience les faisant parfois basculer d'un état vers un autre.

La compréhension du comportement de ces systèmes complexes est essentielle afin d'anticiper des changements d'états et de mettre en place des actions de conservation dans une optique de développement durable. A ce jour, il n'existe pas d'étude globale et intégrée de ces effets sur l'écosystème. De plus, les approches sont généralement associées à un intérêt pour la conservation de quelques espèces. C'est pourquoi nous proposons de développer une vue d'ensemble, intégrée, de l'écosystème, par la mise en œuvre d'outils de modélisation. Les modèles de réseau trophique décrivent les interactions entre les différents compartiments biologiques et sont basés sur la quantification des flux entre l'ensemble des êtres vivants de l'écosystème. Ils permettent de caractériser la structure et le fonctionnement des écosystèmes à travers le calcul d'indices de l'analyse des réseaux écologiques ou « Ecological Network Analysis » (ENA). Ces analyses ont déjà été appliquées sur des systèmes côtiers et marins afin d'évaluer des changements dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Nous présentons ici une méthodologie pour analyser les impacts potentiels de la construction du parc éolien au large de Courseulles-sur-mer (Baie de Seine), tel que l'effet de récif par l'utilisation du logiciel « Ecopath with Ecosim ».

Cette approche écosystémique a permis de tester deux hypothèses issues de la bibliographie des EMR qui stipulent : 1- que l'effet récif pourrait attirer des tops prédateurs tels que les mammifères marins et se répercuterait ainsi sur tout le réseau trophique; 2- que la colonisation des moules sur les mats des éoliennes pourrait être à l'origine d'une transition d'un peuplement dominé par les producteurs primaires et les herbivores vers des communautés détritivores. Les résultats de cette approche abondent dans le sens de ces deux hypothèses.

Mots clés : Energies Marines Renouvelables, modèles de réseau trophique

Benthic and fish aggregation inside an offshore wind farm: Which effects on the trophic web functioning?

The French government is planning the construction of three offshore wind farms in Normandy. These offshore wind farms will integrate into an ecosystem already subject to a growing number of anthropogenic disturbances such as transportation, fishing, sediment deposit, and sediment extraction. The possible effects of this cumulative stressors on ecosystem functioning are still unknown, but they could impact their resilience, making them susceptible to changes from one stable state to another.

Understanding the behaviour of these marine coastal complex systems is essential in order to anticipate potential state changes, and to implement conservation actions in a sustainable manner. Currently, there are no global and integrated studies on the effects of construction and exploitation of offshore wind

farms. Moreover, approaches are generally focused on the conservation of some species or groups of species. Here, we develop a holistic and integrated view of ecosystem impacts through the use of trophic webs modelling tools. Trophic models describe the interaction between biological compartments at different trophic levels and are based on the quantification of flow of energy and matter in ecosystems. They allow the application of numerical methods for the characterization of emergent properties of the ecosystem, also called Ecological Network Analysis (ENA). These indices have been proposed as ecosystem health indicators as they have been demonstrated to be sensitive to different impacts on marine ecosystems. We present here in detail the strategy for analysing the potential environmental impacts of the construction of the Courseulles-sur-Mer offshore wind farm (Bay of Seine) such as the reef effect through the use of the Ecopath with Ecosim software.

Two hypotheses regarding the food-web functioning were investigated with this ecosystem-based approach: 1- the increased biomass of benthic invertebrates and fish, as generated by the reef effect, would attract apex predators, 2- a system dominated by mussels leads to a more detritivorous food web. The results of this approach are in line with these two hypotheses.

Keywords: Marine Renewable Energies, trophic model

Session Posters

Contribution à l'étude systématique et écologique des communautés d'Annélides Polychètes des côtes tunisiennes

Marwa Chaibi¹, Marwa Bouhedi¹, Patrick Gillet² et Atf Azzouna¹

¹Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, UR 11ES12 Biologie de la Reproduction et du Développement Animal, 2092, Tunis, Tunisie.

²Equipe de recherche MMS, Département Biologie Environnement, Faculté des Sciences, UCO), 44, rue Rabelais, 49008 Angers Cedex 01, France.

Notre recherche est une contribution à la systématique des Annélides Polychètes et à la réalisation d'une clé de détermination simplifiée de ce groupe de Polychètes de Tunisie.

Nous avons effectué des prélèvements en divers points de la côte tunisienne : Bizerte, Port de Radés, Goulette, Mahres, Djerba, et Sfax afin d'étudier les communautés benthiques des côtes tunisiennes.

Nous avons pu recenser 13 espèces parmi lesquelles nous avons trouvé 2 espèces de la famille Eunicidae (*Marphysa sanguinea*, *Eunice harrassi*), 3 espèces de la famille Polynoidae (*Lepidonotus clava*, *Polynoe scolopendrina*, *Harmothoe imbricata*), 1 espèce de la famille Onuphidae (*Diopatra neopalitana*), 3 espèces de la famille Syllidae (*Syllis gracilis*, *Syllis prolifera*, *Parapionosyllis elegans*), 2 espèces de la famille Terebellidae (*Terebella lapidaria*, *Pista maculata*) et 2 espèces de la famille Nereididae (*Perinereis cultrifera* et *Hediste diversicolor*).

Mots clés : Côtes tunisiennes, Annélides, Polychètes, Systématique.

Key words: Tunisian coasts, Annelida, Polycheta, Systematics.

Contribution à l'étude de la dynamique des populations chez *Perinereis cultrifera* (Annélide Polychète) du Golfe de Tunis et du Golfe de Gabès, Tunisie

Marwa BOUHEDI¹, Marwa CHAIBI¹, Patrick GILLET² et Atf AZZOUNA¹

¹Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, UR 11ES12 Biologie de la Reproduction et du Développement Animal, 2092, Tunis, Tunisie

²Equipe de recherche MMS, Département Biologie Environnement, Faculté des Sciences, UCO. 44 rue Rabelais 49 000 Angers, France

Notre recherche porte sur l'étude de la dynamique de population de *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840) (Annélide, Polychète) de la famille des Nereididae du Golfe de Tunis et du Golfe de Gabès, Tunisie. Cette espèce présente une large répartition géographique et écologique, dans presque tous les habitats marins, côtiers, et estuariens. Les espèces vivent habituellement dans les sédiments ou les substrats durs.

De par sa biomasse importante, elle joue un rôle fondamental dans l'écologie et le fonctionnement des communautés benthiques et des réseaux trophiques des systèmes littoraux.

Nous avons choisi l'espèce *Perinereis cultrifera* pour son abondance dans différents habitats typiquement marins, sa présence tout au long de l'année en quantité importante, sa facilité à être échantillonnée, et maintenue en laboratoire, sa résistance aux facteurs environnementaux naturels.

L'objectif de cette étude est d'apporter des précisions sur la dynamique de population de cette espèce sur les côtes tunisiennes.

Mots clés : Dynamique des populations, *Perinereis cultrifera*, Polychète, Nereididae

Key words: Population dynamics, *Perinereis cultrifera*, Polychaeta, Nereididae

Les isotopes stables du Cu: traceurs des sources de pollution ou des processus géochimiques? Perspectives pour le mercure

Rémi Freydisier¹, Françoise Elbaz-Poulichet¹, Tiphaine Chouvelon², Joël Knoery²

¹HydroSciences, UMR 5569 CNRS, IRD, Université de Montpellier

²IFREMER Nantes, rue de l'Île d'Yeu BP 21105, 44311 Nantes Cedex 03

Les ports et marinas connaissent des problèmes de pollution plus ou moins importants en lien avec l'évolution des matériaux et des produits utilisés pour les bateaux. L'évolution perpétuelle des composés utilisés fait de la problématique environnementale du milieu côtier un enjeu majeur pour nos sociétés (Plan National Santé Environnement 2004). Une étude antérieure des éléments traces (Cu, Zn, Pb, As, Hg) ainsi que des concentrations de butylétain (OTC) dans les sédiments de Port-Camargue ont permis l'évaluation des niveaux et de l'historique de la contamination de la plus grande marina européenne. Le résultat de l'étude montre que cette contamination est liée aux métaux et molécules utilisées de façon massive dans les peintures antisalissures des coques de bateaux. Ainsi, Port-Camargue est un système relativement simple où une seule source anthropique du Cu (peintures antifouling) se mélange à la source naturelle.

L'avènement des techniques d'analyses telles l'ICP-MS MultiCollecteur a permis la détermination des signatures isotopiques des métaux de transition (e.g Fe, Cu, Zn, Mo et Cd) et notamment celle des isotopes du Cu (e.g. Maréchal et al. 1999; Albarède 2004). Les isotopes stables de Cu ($^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$) présentent une large gamme de fractionnement dans les milieux naturels laissant entrevoir leur utilisation dans la détermination de processus ou comme traceurs de sources (Weiss et al. 2008). La grande majorité des études utilisant les isotopes du cuivre sont principalement focalisées sur l'identification ou la compréhension des processus ayant cours dans l'environnement, mais très peu s'intéressent au potentiel des isotopes du cuivre comme traceurs de sources. El Azzi et al. (2013) ont utilisé les isotopes du cuivre pour distinguer les sources naturelles et anthropiques du Cu lors de crues dans un bassin versant viticole. Ils ont pu montrer que la signature isotopique du Cu dans un échantillon total de sol n'est pas suffisante pour identifier l'origine du Cu mais que combinée à des extractions séquentielles, elle constitue un outil puissant pour comprendre la partition et la mobilité du Cu dans l'environnement et donc potentiellement dans les sédiments.

Le but de cette étude était de tester l'outil isotopique comme traceur des sources de Cu dans un système possédant une source de Cu anthropique liée à l'utilisation intensive du Cu comme agent antifouling dans les peintures pour bateaux. Ce système est relativement simple puisque cette source est largement prédominante. Pour cela, les signatures isotopiques du cuivre ont été mesurées dans des carottes de sédiments de Port-Camargue ayant enregistré l'historique de la pollution en Cu du port depuis sa construction (Briant et al. 2013). Des analyses ont également été réalisées dans des peintures antifouling à base de cuivre de différentes marques, des boues de la cuve de rétention des zones de carénage des bateaux et d'un échantillon peu contaminé du fleuve Vidourle qui se jette dans la mer proximité de Port-Camargue.

Lorsque les sédiments ont des concentrations en Cu extrêmement élevées comme c'est le cas dans les sédiments de surface près des zones techniques de Port-Camargue, les $\delta^{65}\text{Cu}$ observés sont plus élevés que ceux observés dans les sédiments moins contaminés trouvés en profondeur. Les $\delta^{65}\text{Cu}$ obtenus dans les sédiments de Port-Camargue fluctuent entre $-0.13 \pm 0.02\text{‰}$ et $0.47 \pm 0.02\text{‰}$ et sont dans la gamme de variations obtenue dans la littérature. Les résultats individualisent bien un pôle anthropique de Cu caractérisé par un $\delta^{65}\text{Cu}$ de $0.54 \pm 0.03\text{‰}$ comparé aux signatures du fond géochimique de Port-Camargue ($\delta^{65}\text{Cu} = 0.00 \pm 0.05\text{‰}$). Toutefois ces mesures ne permettent pas d'établir de relation entre la composition isotopique des sédiments des carottes et leur concentration. Pour la majorité des échantillons, les signatures isotopiques du Cu dans les sédiments ne reflètent pas les concentrations en Cu. Ces signatures reflètent plus probablement l'influence de processus biogéochimiques lors de la diagénèse précoce et en particulier ceux liés à la réduction du Cu et son immobilisation avec les sulfures. La méthodologie ainsi que les réflexions sur les fractionnements probablement liés aux processus peuvent également servir d'en le cas des recherches sur l'isotopie du mercure, que je suis actuellement en train de mener dans le cadre du projet Trococo.

Mots clés : Isotopes, Cuivre, Mercure, Environnements côtier

Keywords : Isotopes, Copper, Mercury, Coastal environments

Variabilité inter-spécifique et intra-spécifique des réponses physiologiques chez les diatomées toxiques du genre *Pseudo-nitzschia* : influence du cycle de vie

Aurore Sauvey, Pascal Claquin et Juliette Fauchot

UMR BOREA « Biologie des Organismes et des Ecosystèmes Aquatiques » MNHN, UPMC, UCBN, CNRS- 7208, IRD-207, Université de Caen Normandie, 14032 Caen cedex, France.

Les espèces du genre *Pseudo-nitzschia* sont des diatomées marines cosmopolites faisant partie intégrante de la communauté phytoplanctonique côtière française. Actuellement, 47 espèces de *Pseudo-nitzschia* sont décrites dont environ la moitié produisent une neurotoxine, l'acide domoïque. La synthèse de cette toxine est à l'origine des événements ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) liés aux efflorescences de *Pseudo-nitzschia* qui peuvent engendrer des impacts socio-économiques sur les filières conchylicoles et la pêche. Or, les réponses physiologiques des espèces de *Pseudo-nitzschia* aux facteurs environnementaux sont encore difficilement prévisibles, ce qui limite la compréhension du déterminisme des efflorescences toxiques. De plus, l'importance des variabilités inter-spécifiques et intra-spécifiques des réponses physiologiques ainsi que le cycle de vie semblent influencer la physiologie de ces diatomées, notamment au travers des changements de taille cellulaire. En effet, les diatomées de par leur mode de division particulier sont caractérisées par une diminution de leur taille cellulaire au cours de la multiplication végétative, alors que la reproduction sexuée permet de restaurer des cellules de grandes tailles.

Des expériences d'écophysiologies menées en milieu fermé, sous une limitation en silicates et une limitation en phosphates, ont permis de comparer la toxicité de plusieurs souches de tailles différentes chez trois espèces de *Pseudo-nitzschia* provenant de l'Atlantique et de Baie de Seine (*P. australis*, *P. pungens* et *P. fraudulenta*). Les résultats obtenus montrent une variabilité interspécifique de la toxicité cellulaire avec *P. australis* toujours plus toxique que *P. pungens* et *P. fraudulenta*. Au sein de chaque espèce, les résultats montrent aussi une variabilité intra-spécifique de la toxicité cellulaire liée, en partie, au cycle de vie puisque les cellules les plus toxiques sont toujours des cellules filles issues de la reproduction sexuée. Cette variabilité intra-spécifique vient aussi de la diversité des réponses physiologiques des souches étudiées face aux limitations en phosphates et en silicates. Ces résultats suggèrent donc une importante diversité écophysiologique au sein de chaque espèce et soulignent l'importance de prendre en compte à la fois la diversité inter-spécifique et intra-spécifique, et donc le cycle de vie de ces espèces, pour mieux appréhender les efflorescences toxiques.

Mots clés : *Pseudo-nitzschia*, cycle de vie, écophysiologie, diversité interspécifique et intraspécifique

Interspecific and intraspecific variability in physiology among the toxic diatoms *Pseudo-nitzschia* spp: influence of life cycle

Pseudo-nitzschia species are cosmopolitan marine diatoms. They are part of the phytoplankton community off the French coast every year. Currently, 47 *Pseudo-nitzschia* species are described about half of which produces a neurotoxin, domoic acid. The synthesis of this toxin can cause ASP events (Amnesic Shellfish Poisoning) associated with *Pseudo-nitzschia* blooms which may result in socio-economic impacts on shellfish and fishing industries. However, the physiological responses of the different *Pseudo-nitzschia* species to environmental factors are still difficult to predict, which limits the understanding of the determinism of toxic blooms. Furthermore, the importance of interspecific and intraspecific variability in physiological responses as well as life cycle seems to influence the physiology of these diatoms, especially through changes in cell size. Diatoms, by their particular division mode, are characterized by a decrease in cell size during their vegetative growth, while sexual reproduction allows to restore large size cells.

Experiments in batch culture under silicate limitation and phosphate limitation allowed to compare the toxicity of several strains of different size from three *Pseudo-nitzschia* species from the Atlantic and the Bay of Seine (*P. australis*, *P. pungens* and *P. fraudulenta*).

Our results show clear interspecific variability in cell toxicity with *P. australis* always more toxic than *P. pungens* and *P. fraudulenta*. Within each species, the results also show intraspecific variability of cell toxicity linked, in part, to the life cycle as the most toxic cells are always F1 cells produced by sexual reproduction. Moreover, this intraspecific variability is also the result of the strain to strain variability in physiological responses to phosphate and silicate limitations. These results suggest an important ecophysiological diversity within each species and emphasize the importance of taking into account the interspecific and intraspecific diversity, and therefore the life cycle of these species, to better understand toxic bloom dynamics.

Keywords: *Pseudo-nitzschia*, life cycle, ecophysiology, interspecific and intraspecific variability

Evaluation de l'état physiologique et de la bioaccumulation métallique chez l'espèce introduite, *Mytilopsis leucophaeata*, échantillonnée dans un site d'eau douce et un port mésohalin en Normandie

Alexis Séguin, Christelle Caplat, Antoine Serpentine, Jean-Marc Lebel et Katherine Costil

UMR BOREA « Biologie des Organismes et des Ecosystèmes Aquatiques » MNHN, UPMC, UCBN, CNRS- 7208, IRD-207, Université de Caen Normandie, 14032 Caen cedex, France.
contact : katherine.costil@unicaen.fr

Mytilopsis leucophaeata (Conrad, 1831) aussi connu sous le nom anglais de « false dark mussel » est une espèce de moule de la famille des *Dreissenidae*. L'espèce est originaire de la côte Atlantique Sud des Etats-Unis et du Golfe du Mexique (Duhaime and Cudmore, 2012) et elle s'est peu à peu déployée le long de la côte Atlantique du continent américain, depuis le Brésil (de Souza et al., 2005) jusqu'à l'estuaire de la rivière Hudson (Marelli and Gray, 1993) et la nouvelle Angleterre (Kennedy, 2011). L'espèce a été découverte pour la première fois en Europe en 1835 dans le port d'Anvers (Belgique) et a été retrouvée pour la première fois en France près de Caen, en 1898. *M. leucophaeata* est une espèce aussi bien eurytherme (5 à 30°C) qu'euryhaline (preferendum de 0-22 PSU), ce qui lui permet de vivre dans un large éventail d'habitats allant de l'eau douce jusqu'aux eaux mésohalines.

Les objectifs de notre étude sont : 1- évaluer l'impact de la contamination environnementale sur 2 populations de *M. leucophaeata* vivant dans des sites contrastés. 2- déterminer l'intérêt de *M. leucophaeata* en écotoxicologie et biosurveillance environnementale. D'une durée de 13 mois (décembre 2014- janvier 2016), le suivi a été mené sur deux populations naturelles de *M. leucophaeata* : une population originaire d'une station d'eau douce (la Douve) et une colonisant un port mésohalin (Port de Carentan). Un échantillon de ces deux populations a été encagé *in situ* pour les besoins de l'étude. La qualité environnementale du milieu a été suivie par la mesure à haute fréquence de la température et de la salinité et par le suivi de la contamination par les Eléments Traces Métalliques (ETMs) dans les 3 compartiments : biote, eau et sédiments. Les effets de la salinité et de la qualité environnementale ont été étudiés par la mise en œuvre d'une batterie de biomarqueurs situés à différents niveaux d'intégration allant de l'échelle individuelle (survie, croissance et indice de condition et reproduction) à l'échelle infra-individuelle (qualité des tissus et activités d'enzymes clefs de la régulation du stress oxydatif et de la détoxification).

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à 7 ETMs (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn) considérés comme les plus toxiques dans les environnements aquatiques (Shahidul Islam et Tanaka, 2004). Les premiers résultats disponibles (T0 - T4 mois) suggèrent une contamination plus importante des moules du port par rapport à celles de la Douve (Cd, Cu, Ni et Zn). En effet, les concentrations en Cd et en Cu sont, respectivement, de 2,5-3 fois et 10 fois supérieures dans la chair des moules du port. Après seulement 4 mois d'études (mi-avril 2015), les mortalités cumulées atteignaient $97,78 \pm 0,96\%$ dans le port contre $40,83 \pm 11,76\%$ dans le site d'eau douce. Ces mortalités plus importantes peuvent être mises en relation avec la contamination notamment par les ETMs et/ou par les variations de salinité dans le port. Les paramètres biométriques montrent également des différences significatives entre les 2 sites. En effet, les moules du port ont un poids de chair plus faible (de ~ 0,4g) et une taille plus petite (de ~ 4 mm) quelle que soit la date. Au niveau des 2 sites, les indices de condition révèlent une forte variation saisonnière à mettre en relation avec le cycle gamétogénétique et la ponte. Les activités des glutathion-S-transférases (GSTs) qui correspondent à des enzymes de biotransformation présentent peu de différences significatives entre les 2 sites (excepté à T1, 4 et 9 mois). L'activité des catalases, enzymes impliquées dans la régulation du stress oxydatif sont plus importantes (de l'ordre de 1,2 à 2 fois) à chaque date (exceptée à T8 mois) pour les moules du site d'eau douce dans lequel la contamination métallique est pourtant la plus faible. Cependant, d'autres types de contaminants tels que des substances organiques peuvent être présents dans l'eau de la station dulcicole. L'évaluation de la peroxydation lipidique qui, au niveau cellulaire, traduit la présence de stress oxydatif, n'a révélé que peu de différences entre les sites.

En dépit d'une contamination métallique plus importante et l'absence de stimulation de leurs défenses anti-oxydantes (CATs et GSTs), les moules originaires du port ne montrent pas de signe de stress oxydant. En revanche, les paramètres individuels tels que la croissance, les indices de conditions et les taux de mortalité traduisent un moins bon état physiologique de ces animaux. Ces premiers résultats suggèrent que *Mytilopsis leucophaeata* serait une espèce pertinente pour être utilisée dans les domaines de l'écotoxicologie et de la biosurveillance des environnements dulçaquicoles et saumâtres.

Mots-clés : *Mytilopsis leucophaeata*, bioaccumulation, métaux, écotoxicologie

Keywords : *Mytilopsis leucophaeata*, bioaccumulation, metals, ecotoxicology

Découplage des réseaux trophiques benthiques et pélagiques en Manche : approche couplée isotopes et mercure

Timmerman Charles-André¹, Pierre Cresson¹, Carolina Giraldo², Sébastien Lefebvre², Morgane Travers-Trolet¹, Manuel Rouquette¹, Bruno Ernande¹

¹Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, Centre Manche-Mer du Nord, 150, quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne-sur-Mer

²Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (LOG), UMR 8187 CNRS, Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL) et Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), 28 avenue Foch, BP 80 62 930 Wimereux

Les réseaux trophiques sont des systèmes complexes marqués par de nombreuses interactions qui structurent le fonctionnement des écosystèmes marins. Ils sont également sous l'influence de paramètres abiotiques qui conditionnent les flux de matière organique. Il est possible de tracer ces flux en couplant les contaminants avec des traceurs trophiques plus classiques (isotopes stables du C et du N), dans la mesure où les contaminants sont ingérés avec l'alimentation.

Dans le cadre du projet RETROGRAD, 170 poissons appartenant à cinq espèces ont été collectés en Manche en 2014. Ces espèces ont été choisies pour leurs caractéristiques écologiques contrastées (pélagique/benthique, position trophique etc.). Les niveaux de contamination en mercure total ont été mesurés pour chaque individu, en plus de la longueur et des rapports isotopiques du carbone et de l'azote. Ce projet vise à coupler l'analyse du mercure et des isotopes stables pour (1) confirmer l'hypothèse d'une variation de l'intensité du couplage benthos-pélagique avec la profondeur, et (2) comprendre comment les paramètres biologiques individuels influent sur les niveaux de contamination.

Les résultats montrent qu'il est possible de séparer les espèces benthiques et pélagiques en combinant leur niveau trophique, la source de matière organique dont ils dépendent et leur concentration en mercure. A niveau trophique égal, les espèces benthiques (grondin rouge *Chelidonichthys cuculus* et plie *Pleuronectes platessa*) montrent des niveaux de contamination plus importants que les espèces pélagiques (chinchard *Trachurus trachurus*, daurade grise *Spondyliosoma cantharus* et Saint Pierre *Zeus faber*). La Seine semble être une source importante de Hg, puisque les poissons collectés plus près de l'embouchure sont plus contaminés. Enfin, au niveau individuel, une relation forte est observée entre la taille et la concentration en mercure, qui témoigne de la capacité de bioaccumulation de ce métal au long de la vie des individus.

L'ensemble de ces résultats confirme la possibilité d'utiliser le mercure comme un bon traceur des flux trophiques. Dans le contexte de la Manche, ils semblent confirmer le découplage des réseaux trophiques benthiques et pélagiques préalablement observés.

Mots clés : mercure, réseaux trophiques, flux de matière organique, Manche

Trophic networks are complex systems, with interactions at different levels that controls ecosystem functioning. They are also under the control of abiotic parameters, such as depth, that drive organic matter fluxes. Thus, it can be useful to combine contaminants with classic trophic markers (such as C and N stable isotopes) to track organic matter (OM) fluxes, since contaminants are integrated through diet.

In the context of RETROGRAD project, 170 individuals of five fish species were sampled in the English Channel in 2014. Species were chosen based on their contrasted ecological features (pelagic vs. benthic, trophic position etc.). Hg levels, length and C and N stable isotope ratios were measured in all individuals. Carbon is a proxy of the main OM source fueling trophic networks, N a proxy of fish's trophic level. The present work is dedicated to combine Hg and isotopic analyses (1) to confirm the hypothesis of a varying benthic pelagic coupling in the English Channel and (2) to understand how individual parameters affect contamination levels.

Main results showed that benthic and pelagic species can be separated based on their trophic level, main OM source they depend on and Hg body burden. At similar trophic level, benthic species (red gurnard *Chelidonichthys cuculus* and plaice *Pleuronectes platessa*) had higher Hg burden than pelagic species (horse mackerel *Trachurus trachurus*, black seabream *Spondyliosoma cantharus* and John Dory *Zeus faber*). Seine River was detected as a major contributor of Hg contamination, as the distance from river mouth affect Hg content. At individual levels, length and Hg content were highly correlated, confirming the high bioaccumulation of Hg all along individuals' lifespan.

These results do confirm the ability to combine mercury with stable isotopes to track fluxes within trophic networks. In the English Channel, the use of these markers seems to confirm the decoupling of benthic and pelagic networks.

Keywords: mercury– trophic networks– organic matter fluxes - English Channel

Participants

**Cnam-Intechmer, 18-20 Mai 2015
Cherbourg**

Comité scientifique et organisateurs

Nom	Affiliation	Email
Martine Bertrand	Cnam-Intechmer	martine.bertrand@cnam.fr
Catherine de la Bigne	Secrétaire Générale UOF	uof@ocean.org
Christelle Caplat	Trésorière UOF	christelle.caplat@unicaen.fr
Jean-Claude Dauvin	Université de Caen Normandie	jean-claude.dauvin@unicaen.fr
Ivan Dekeyser	Président UOF	ivan.dekeyser@univmed.fr
Elodie Dubost	Cnam-Intechmer	elodie.dubost@cnam.fr
Jean-Paul Ducrotoy	Vice-président UOF	j-p.duc@wanadoo.fr
Pascal Hiaumet	Cnam-Intechmer	Pascal.hiaumet@cnam.fr
Marie-Françoise Lecanu	Cnam-Intechmer	marie-francoise.lecanu@cnam.fr
Marie-Laure Mahaut	Cnam-Intechmer	marie-laure.mahaut@cnam.fr
Claire Marion	Cnam-Intechmer	Claire.marion@cnam.fr
Yann Méar	Cnam-Intechmer	yann.mear@cnam.fr
Anne Murat	Cnam-Intechmer	Anne.murat@cnam.fr
Isabelle Poirier	Cnam-Intechmer	isabelle.poirier@cnam.fr
Emmanuelle Sultan	MNHN, Dinard	esulod@locean-ipsl.upmc.fr
Félicie Veron	Cnam-Intechmer	felicie.veron@cnam.fr

Doctorants

Nom	Affiliation	Email
Alexandrine Baffreau	Université de Caen Normandie, M2C	alexandrine.baffreau@unicaen.fr
Noémie Baux	Université de Caen Normandie, M2C	noemie.baux@unicaen.fr
Sébastien Biton	Université de Marseille, OSU Pythéas	sebastien.biton@univ-amu.fr
Marwa Bouhedi	Université d'Angers	bouhedi.marwa@hotmail.fr
Nicolas Briant	Ifremer, Nantes	Nicolas.Briant@ifremer.fr
Marwa Chaibi	Université d'Angers	Mriwa_89@hotmail.fr

Ludovic Goyot	Ifremer, Dinard	ludovic.goyot@ifremer.fr
Jérôme Morelle	Université de Caen Normandie, Borea	jerome.morelle@unicaen.fr
Maxime Navon	Université de Caen Normandie, M2C	maxime.navon@unicaen.fr
Jean-Philippe Pezy	Université de Caen Normandie, M2C	jean-philippe.pezy@unicaen.fr
Aurore Raoux	Université de Caen Normandie, Borea	aurore.raoux@unicaen.fr
Aurore Sauvey	Université de Caen Normandie, Borea	aurore.sauvey@unicaen.fr
Alexis Seguin	Université de Caen Normandie, Borea	alexis.seguin@unicaen.fr
Charles-André Timmerman	Ifremer, Boulogne	charles.andre.timmerman@ifremer.fr

Auditeur

Nom	Affiliation	Email
Pierre Cresson	Ifremer, Boulogne	pierre.cresson@ifremer.fr