

Rapport d'activité 2022

UNITE RBE/PFOM

Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins



Fiche documentaire

Titre du rapport : Rapport d'activité 2022 UNITE RBE/PFOM

Référence interne :

Date de publication :

Diffusion :

Version : 1.0.0

libre (internet)

Références de l'illustration de couverture

restreinte (intranet) – date de levée d'embargo :
AAA/MM/JJ

Huître plate à Océanolab (I. Paul-Pont).

interdite (confidentielle) – date de levée de
confidentialité : AAA/MM/JJ

Tournage de l'émission "le monde Jamy" à Argenton
(Fabrice Pernet).

Culture de macroalgues en ballon à la station Ifremer
d'Argenton (Fabrice Pernet).

Tête de larve de bar (Olivier Dugornay).

Larves de bar (Olivier Dugornay).

Récupération de données pH (mesure de l'acidité de
l'eau) sur la bouée Coast-HF MAREL-Iroise à l'entrée
de la rade de Brest. (Fabrice Pernet).

Langue(s) : Français

Résumé/ Abstract:

Mots-clés/ Key words:

Comment citer ce document:

Disponibilité des données de la recherche :

DOI:

Commanditaire du rapport:

Nom / référence du contrat :

Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX)

Rapport définitif

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :

Auteur(s) / adresse mail

Affiliation / Direction / Service, laboratoire

David Mazurais

Frédérique Le Roux

Ifremer / Département Ressources Biologiques
et Environnement / Unité Physiologie
Fonctionnelle des Organismes Marins

Fabrice Pernet

José Zambonino

Compilation et mise en page : Rachel Ignacio-Cifre - Cindy Marhic – Laura Le Bars

Destinataire:

Validé par : José Zambonino

Adresse électronique : jose.luis.zambonino@ifremer.fr

Table des matières

Introduction : objectifs généraux de l'unité.....	7
Moyens et effectifs.....	8
Organisation de l'unité.....	8
Moyens expérimentaux.....	13
Laboratoire Adaptation, Reproduction, Nutrition (ARN)	16
Réponses associées au changement climatique et facteurs anthropiques	16
Effets de l'acidification des océans sur des paramètres physiologiques du bar Européen.	16
Effets de l'acidification des océans sur le développement de la larve d'anguille.....	18
Etudes sur le microbiote : projet MICROLF (Bourse Bienvenüe-LEMAR).....	18
SEAWISE H2020 "BG-10 Fisheries in the full ecosystem context proposal"	18
Effets combinés de l'acidification et de l'augmentation de température des océans avec la présence d'un polluant oestrogénique.	21
RECITAL. REproduction, Croissance, ImmuniTé: questionnement sur les compromis énergétiques qui conditionnent l'état de santé des poissons marins face au changement globAL.....	23
Alimentation fonctionnelle	24
Effet des peptides alimentaires sur le développement osseux des poissons	24
Environnement microbien.....	25
MICROBAR – Activités antibactériennes	25
MARESISTOME (Projet Flagship ISblue 06.2022-2026)	26
Laboratoire de Physiologie des Invertébrés (LPI).....	28
Etudes en milieu naturel	28
ECOSCOPA	28
Effets des polluants et des algues toxiques sur les bivalves	30
Interactions Environnement-Hôtes-Pathogènes.....	33
Projet DECICOMP	33
Environnement et immunité chez les mollusques	34
Du priming chez les mollusques	35
Acclimatation et trajectoire de vie dans un environnement changeant	35
Projet COCORICO2 : « La conchyliculture dans un monde riche en CO2 ».	35
<i>Projet MicroCO₂sme</i> : expérience en direct pour évaluer les effets combinés de la pollution plastique, du réchauffement et de l'acidification des océans sur un écosystème tempéré et sensibiliser les citoyens.	36
Écologie du Recrutement, Conservation et Restauration écologique	37
Projet REEFORREST.....	37
Coordination ZABRI-Thème 3	38
Equipe Génomique des Vibrios (GV)	39

Annexe 1 : Production scientifique et technologique 2022 (uniquement celle impliquant du personnel de PFOM).....	41
Article dans des revues avec comité de lecture (de rang A) indexées dans le WOS.....	42
Expertises/Avis	44
Rapports	45
Ouvrages / Chapitres d'ouvrages	45
Posters.....	46
Communications sans actes :	46
Publications dans des colloques.....	48
Jeux de données publiés dans SEANOE.....	48
Annexe 2 : Nouveaux projets soumis en 2022 (selon SAP)	50
Annexe 3.....	51
Implication dans la formation	51
Accueil et encadrement de stagiaires	52
Accueil et encadrement de post-doctorants.....	53
Accueil et encadrement de doctorants.....	54
Participation à jurys de thèse ou HDR.....	57
Actions de vulgarisation et communication vers la société civile (collèges, lycées, UTL, Portes Ouvertes, Salon AZIMUT, médias.....)	59
Annexe 4 : informations communiquées en CODIR du Centre Bretagne	61
Eléments PFOM pour le tour de table CODIR Centre du 22 février 2022	61
Arrivée :	61
Collaborations :	61
Résultats scientifiques :	61
Communication/Vulgarisation	61
Eléments PFOM pour le tour de table CODIR Centre du 07 juin 2022.....	62
Départ :	62
Organisation	62
Résultats scientifiques :	62
Colloque.....	62
Eléments PFOM pour le tour de table CODIR Centre du 11 octobre 2022	62
Arrivées :	62
Organisation	62
Projets	62
Résultats scientifiques :	63
Colloques	63
Annexe 5 : Partenariats	65

Introduction : objectifs généraux de l'unité

Pour faire face aux environnements changeants, les organismes marins mettent en œuvre des réponses physiologiques dans différents tissus et organes. Ces réponses se déclinent à différentes échelles (moléculaires, cellulaires, tissulaires, organismes entier) au niveau individuel, et mettent aussi en jeu des interactions complexes avec d'autres organismes marins, incluant ceux unicellulaires. Une compréhension globale de ces réponses est essentielle en vue d'une exploitation durable en milieu naturel ou en élevage.

L'unité s'attache à étudier plus particulièrement les bactéries, mollusques, et poissons par des approches expérimentales, en conditions contrôlées de laboratoire et in situ. Nous examinons les effets combinés (multi-stress) de plusieurs facteurs environnementaux biotiques (phytoplancton fourrage ou toxique ; flore microbienne commensale, prébiotique, probiotique ou pathogène ; proies et prédateurs) et abiotiques (température, polluants, salinité, pH) sur l'ensemble du cycle de vie des organismes étudiés, avec l'ambition de répondre à différentes questions :

1. Quels sont les effets des facteurs environnementaux sur les phases précoces du développement (œuf et phase larvaire), les impacts à moyen et long terme sur la physiologie des stades ultérieurs (juvénile et adulte) ?
2. Quelles sont les conséquences de ces effets sur le recrutement, la croissance et la survie des espèces au sein d'écosystèmes naturels ou exploités ?
3. Quels sont les déterminants de la virulence et de l'émergence des bactéries pathogènes du genre *Vibrio* ?

L'unité développe des approches méthodologiques en biologie moléculaire et cellulaire, génomique, écophysiologie et modélisation, à l'échelle de l'organisme ou de l'écosystème. Nos travaux contribuent ainsi à améliorer la durabilité des productions aquacoles, aident à la conservation d'espèces menacées et visent à permettre une exploitation plus durable des écosystèmes côtiers.

Au cours de l'année 2022, des discussions au sein de l'unité ont conduit à proposer une fusion des deux laboratoires pour mutualiser les compétences scientifiques autour des questionnements communs sur le changement global (réchauffement, acidification, nutrition, ...), avec des études sur la pollution plastique, sur la dégradation des milieux de vie, et sur les transferts trophiques, avec plusieurs modèles animaux d'étude (mollusques et poissons). Cette fusion a été effective au 1^{er} janvier 2023, et s'est traduite par la création de l'Unité PHYTNESS.

Moyens et effectifs

Organisation de l'unité

En 2022, L'unité PFOM était constituée de deux laboratoires et d'une équipe :

1. Le Laboratoire « Physiologie des Invertébrés » (LPI), Responsable : Fabrice Pernet, implanté sur le Centre Bretagne à Plouzané et sur le site expérimental d'Argenton.
2. Le Laboratoire « Adaptation, Reproduction et Nutrition des poissons » (ARN), Responsable : David Mazurais, implanté sur le Centre Bretagne à Plouzané.
3. L'Equipe « Génomique des Vibrio » (GV), Responsable : Frédérique Le Roux, Station Biologique de Roscoff.

LPI et ARN font partie de l'UMR 6539 LEMAR (Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, UBO/CNRS/IRD/Ifremer, Direction : Géraldine Sarthou) depuis le 1^{er} janvier 2022.

L'équipe GV fait partie de l'UMR 8227 LBI2M (Laboratoire de Biologie Intégrative des Modèles Marins, CNRS/UPMC Direction : Stéphane Egée) depuis le 1^{er} janvier 2014.

1. Tableau de synthèse des personnels de l'unité au 31/12/2022

Personnel permanent	34.8	
Scientifique et technologique		
- animation scientifique et technique	3	Dont 3 HDRs
- chercheurs (dont ayant une HDR)	16	Dont 7 HDRs
- ingénieurs	5	4 ETP
- techniciens	13	12 ETP
Fonctions support		
- Assistance administrative	3	2 ETP
Personnel non permanent*		
- Alternants	4	
- CDD	2	
- Doctorants (dont étrangers)	7 (1)	3 doctorants UBO
- Post-doctorants (dont étrangers)	4 (2)	1 doctorant UBO
- Chercheurs étrangers invités		

2. Tableau de l'évolution du personnel permanent

Nom	Date effective de départ	Date d'arrivée	Raison du mouvement (retraite, MI, recrutement)	Catégorie	Compétence(s)
Le Souchu Pierrick	31/12/2022		Retraite	Assistant de direction	Secrétariat
Miner Philippe	31/12/2023		Retraite progressive depuis 01/01/2022	Ingénieur	Zootechne/biologie

3. Personnel permanent Ifremer (au 31/12/2022)

Nom	Prénom	Emploi	UMR et équipe de rattachement*
CAHIER	Karine	Technicienne géonomie des vibriens	LBI2M, équipe GV
COLLET	Sophie	Technicienne en zootechne	LEMAR, équipe 1
CORPOREAU	Charlotte	Chercheur en physiologie	LEMAR, équipe 1
Di POI BROUSSARD	Carole	Chercheur en écophysiologie	LEMAR, équipe 1
DIAGNE	Moussa	Technicien zootechne	LEMAR, équipe 1
DUBREUIL	Christine	Technicienne en biologie moléculaire et histologie	LEMAR, équipe 1
DUPOUE	Andréaz	Chercheur en écophysiologie évolutive	LEMAR, équipe 1
FLEURY	Elodie	Chercheur en physiologie	LEMAR, équipe 1
GOUDENEGE	David	Ingénieur	LBI2M, équipe GV
HERVIO-HEATH	Dominique	Chercheuse en microbiologie	LEMAR, équipe 1
HUBER	Matthias	Technicien zootechne	LEMAR, équipe 1
HUVET	Arnaud	Chercheur en physiologie	LEMAR, équipe 1
IGNACIO-CIFRE	Rachel	Assistante de direction	LEMAR
KOECHLIN	Hugo	Ingénieur Expérimentation Animale	LEMAR, équipe 1
LABREUCHE	Yannick	Chercheur en microbiologie	LBI2M, équipe GV
LE DELLIOU	Herve	Technicien biochimie	LEMAR, équipe 1
LE GALL	Marie Madeleine	Technicienne en biologie moléculaire	LEMAR, équipe 1
LE GRAND	Jacqueline	Technicien en biologie	LEMAR, équipe 1
LE ROUX	Frédérique	Chercheur en microbiologie	LBI2M, équipe GV

LE ROY	Valerian	Technicien en biologie	LEMAR, équipe 1
LE SOUCHU	Pierrick	Assistant de Direction	LEMAR
LOIZEAU	Véronique	Chercheuse en Bioaccumulation des contaminants organiques	LEMAR, équipe 1
LOZACH	Solen	Technicien(ne) bactériologie, biologie moléculaire et culture cellulaire	LEMAR, équipe 1
MADEC	Lauriane	Technicienne en biologie	LEMAR, équipe 1
MARHIC	Cindy	Assistante de direction	LEMAR
MAZURAS	David	Responsable de laboratoire, Chercheur en physiologie	LEMAR, équipe 1
MINER	Philippe	Ingénieur en biologie	LEMAR, équipe 1
MOUCHEL	Olivier	Ingénieur en biologie	LEMAR, équipe 1
PERNET	Fabrice	Responsable de laboratoire, Chercheur en biologie	LEMAR, équipe 1
PETTON	Bruno	Chercheur en biologie	LEMAR, équipe 1
PETTON	Sébastien	Ingénieur en traitement de données	LEMAR, équipe 1 & 2
POUVREAU	Stéphane	Chercheur en biologie	LEMAR, équipe 2
QUEAU	Isabelle	Technicien en zootechnie	LEMAR, équipe 1
QUILLIEN	Virgile	Technicien en biologie moléculaire et histologie	LEMAR, équipe 1
QUERE	Claudie	Technicien en biochimie	LEMAR, équipe 1
SALIN	Karine	Chercheur en écophysiologie	LEMAR, équipe 1
SERVILI	Arianna	Chercheur en physiologie	LEMAR, équipe 1
SIMON	Victor	Technicien en écophysiologie et expérimentation	LEMAR, équipe 1
ZAMBONINO	Jose-Luis	Responsable d'unité, Chercheur en physiologie	LEMAR, équipe 1

* LEMAR équipe 1 : PANORAMA, LEMAR équipe 2 : DISCOVERY ; LBI2M équipe GV : Génomique des Vibrios.

4. Personnel temporaire Ifremer en CDD (hors post-doc)

Nom	Prénom	Motif CDD
CAILLON	Coline	Aide financière à la formation recherche (thèse)
FLEURY	Marie-Lou	Contrat en alternance et CDD
GROMBERG	Theo	CDD Surcroît avec recettes
JOUBEL	Vincent	Contrat en alternance
LE BARS	Laura	Contrat en alternance
MERRIEN	Pauline	Contrat en alternance
PRINTZI	Aliki	Aide financière à la formation recherche (thèse)
QUEMENEUR	Jean Baptiste	Aide financière à la formation recherche (thèse)
ROHEL	Corentin	Contrat en alternance
TOUSSAINT	Lucie	Aide financière à la formation recherche (thèse)

5. Personnel temporaire Ifremer en post-doc

Nom	Prénom	Localisation
COHEN	Mishal	Plouzané
FOUTEL-RODIER	Théo	Roscoff
GARCIA FERNANDEZ	Cristina	Plouzané
POUSSE	Emilien	Argenton

6. Accueils de longue durée : chercheurs, enseignant chercheurs, doctorants, post-doctorants

Nom	Prénom	Statut / Organisme d'origine	Période d'accueil
CLAIREAUX	Guy	Professeur, Université de Bretagne Occidentale	Depuis 02/2012
HERVY	Magali	Technicienne, Société SYMRISE	Depuis 06/2007
LANCIEN	Frédéric	Enseignant-chercheur, Université de Bretagne Occidentale	Depuis 01/2017
OLLIVIER	Hélène	Enseignant-chercheur, Université de Bretagne Occidentale	Depuis 06/2015
VAGNER	Marie	Chercheur – CNRS LEMAR	Depuis 09/2018

7. Accueils de courte durée et visiteurs occasionnels

Nom	Prénom	Organisme d'origine	Période d'accueil
-----	--------	---------------------	-------------------

Moyens expérimentaux

1. Expérimentations poissons

Les infrastructures expérimentales de l'unité PFOM dédiées aux poissons sont localisées dans le bâtiment Raoul Anthony-218 RDC du Centre Ifremer Bretagne à Plouzané. Elles apparaissent dans la tarification de l'Ifremer depuis 2010. D'une surface totale de 800 m², elles comportent 2 halls. Le premier hall est composé de 5 unités regroupées en 3 blocs, chaque bloc étant dédié à une phase du cycle de vie, plus 2 bassins « animalerie ». Chaque unité a un débit d'eau maximal de 10 m³/h et possède une thermorégulation froide (minimum 9°C) et chaude de l'eau de mer (maximum 30°C) et un réglage de l'intensité lumineuse, de la photopériode. Le second hall est subdivisé en 4 zones, dédiées aux expérimentations sur juvéniles et adultes. Elles accueillent les poissons devant être maintenus sur des durées de plusieurs mois. Ces zones permettent aussi des ajustements de températures (3 températures possibles), et se distinguent surtout par leur très grande flexibilité car tous types de bassins (cylindro-coniques, cubiques de tailles différentes) peuvent-être facilement mis en place selon les besoins et la taille des poissons. De plus, elles peuvent aussi accueillir des dispositifs de mesure de digestibilité, de réglage du pH et O₂ de l'eau. Les débits d'eau utilisés peuvent aller jusqu'à 40 m³/heure pour l'ensemble des zones. Un tunnel de nage, unique en France, et récemment mis en place dans le cadre du LEMAR, permet d'effectuer des épreuves afin de caractériser les performances de nage des différents lots de poissons en fonction de leur trait de vie ou de leur origine. Il permet d'expérimenter sur plusieurs dizaines de poissons à la fois.

2. Expérimentations mollusques

Les infrastructures expérimentales dédiées aux mollusques sont localisées dans le bâtiment Raoul Anthony- 218 et 217 bis RDC du Centre Ifremer Bretagne à Plouzané et sur le site d'Argenton. Ces deux infrastructures expérimentales sont complétées par un site atelier en milieu naturel à la Pointe du Château en rade de Brest.

Le site expérimental d'Argenton (bâtiments 260.00 et .01), d'une superficie totale de 800 m² (incluant les surfaces de laboratoires « secs » d'analyses), se caractérise plus spécifiquement par :

1. Une eau sous influence océanique éloignée des zones de productions ostréicoles, aux caractéristiques physico-chimiques très stables, pompée dans un vivier d'environ 10 000 m³ ;
2. Une capacité de pompage importante (12 m³/h) pour alimenter en continu dix salles expérimentales ; cette eau filtrée (10, 5 et 1 µm) est traitée par UV en entrée des salles ;
3. Une production de microalgues assurée tout au long de l'année sur plusieurs espèces
4. Des structures d'élevage de formes et volumes variés (de 1 à 600 L), adaptées à tous les stades de vie étudiés (de la larve à l'adulte) ;
5. Des automates de mesures des conditions expérimentales dans les bacs/structures (e.g. température, salinité, concentration cellulaire, pH, turbidité, oxygène)

Sur le site de Plouzané, les salles expérimentales mollusques, d'une superficie d'environ 122 m², sont dédiées aux expérimentations sur les mollusques, avec un dispositif spécifique de traitement des effluents. Les infrastructures sur ce site se caractérisent par :

1. Deux salles climatisées en chaud et froid (67 m²) permettant des expérimentations impliquant des infections expérimentales avec pathogènes, algues toxiques ou polluants et une salle de production d'algues (53 m²) connectées à une cuve de traitement des effluents (système de traitement au chlore mis en place en 2014).

Au sein du LB2M, l'équipe 'Génomique des vibrios' est amenée à utiliser les moyens expérimentaux suivants à la Station Biologique de Roscoff :

1. Aquarium de stockage de naissain d'huîtres (capacité maximale : 10 000 ind.), nourries 3 fois par semaine avec du phytoplancton ;
2. Salle d'infection expérimentale contenant 100 bacs de 2 litres ;
3. Service mer/CRBM (FR2424) de la station de Roscoff.

Moyens analytiques

L'unité dispose de moyens analytiques relevant des domaines suivants :

1. Biochimie, lipidomique (plateforme « LipidOcéan »), enzymologie ;
2. Histologie, immuno-histochimie, hybridation in situ ;
3. Biologie moléculaire, génomique (expression de gènes bas débit (qPCR et dd-qPCR) et haut-débit : microarray, RNA-seq) et protéomique (electrophèse2D) ;
4. Analyses des paramètres comportementaux (comportement de nage et fixation, Daniovision et EthoVision Noldus)
5. Bactériologie, séquençage et annotation des génomes bactériens, mutagénèse.

L'ensemble des moyens analytiques et équipements du LEMAR sont recensés dans une base de données sous 'Labcollector' : <http://www-ium.univ-brest.fr/LEMAR/moyens-analytiques/maerl>.

L'unité PFOM fait également appel aux plateformes techniques et analytiques d'autres unités de l'Ifremer, de l'IUEM, de la Station Biologique de Roscoff, notamment dans le cadre du réseau des plates-formes Biogenouest (<http://www.biogenouest.org/>).

Au sein du LB2M, l'équipe 'Génomique des vibrios' dispose, à la Station Biologique de Roscoff, des moyens analytiques suivants :

1. Plateformes de bio-informatique, séquençage, microscopie, surexpression des protéines, cristallographie et spectrométrie ;
2. Laboratoire de microbiologie moléculaire.

Implication dans la démarche qualité de l'institut

Dans le cadre de sa démarche Qualité, l'Ifremer a obtenu en novembre 2012, la certification ISO 9001 pour l'ensemble de son périmètre. Dès lors, des audits externes menés par l'AFNOR, sont organisés chaque année pour les différents processus se rapportant à l'ensemble des secteurs d'activités de notre organisme. Le renouvellement de cette certification a été validé en 2015 à l'issue d'une première période de 3 ans.

La démarche Qualité à PFOM se traduit par : alimentation d'un espace disque dédié à la Qualité et accessible par l'ensemble du personnel de l'unité, le suivi de la maintenance des équipements et le développement de la métrologie, la planification annuelle des activités et poursuite de la démarche d'amélioration au travers d'enquêtes de satisfaction. En effet, une diffusion systématique de « fiches de satisfaction clients » destinées à identifier les éventuels points faibles liés à l'exploitation de ses équipements a été mise en œuvre. L'objectif de cette démarche est de pouvoir envisager au travers du retour de ces fiches, les actions correctives nécessaires à l'amélioration de ses moyens expérimentaux.

Laboratoire Adaptation, Reproduction, Nutrition (ARN)

Les travaux de recherche du laboratoire PFOM/ARN visent à mieux appréhender la réponse physiologique des poissons marins face à des contraintes environnementales principalement associées au changement global (acidification, augmentation des températures, désoxygénation et pollution). Cette réponse est évaluée à différentes échelles intégrant les dimensions moléculaires (expression génique, microbiote), cellulaires (mesure de respiration et mise au point de cultures), tissulaires (dosages proximaux, imagerie) et individuelles (test de performance et comportement). D'autres études touchent à des problématiques aquacoles, en particulier en rapport avec la nutrition.

Le laboratoire s'appuie sur une structure expérimentale et sur des compétences zootechniques permettant de contrôler les paramètres d'élevage pour reproduire des scénarios susceptibles d'être rencontrés par les poissons dans le milieu naturel. Une approche de physiologie intégrative tant en termes d'expertises (fonctions de reproduction, nutrition, métabolisme énergétique, système cardiovasculaire, système nerveux, système digestif, microbiote, bioaccumulation des contaminants) que méthodologiques est mise en œuvre pour répondre aux questionnements scientifiques posés. Du fait de son appartenance à l'UMR 6539 LEMAR et à l'équipe PANORAMA, le laboratoire accueille 1 CR CNRS et 3 enseignants chercheurs de l'UBO (2 Maîtres de Conférences et un Professeur) qui sont totalement intégrés dans les thématiques de recherche conduites par le laboratoire.

Réponses associées au changement climatique et facteurs anthropiques

Effets de l'acidification des océans sur des paramètres physiologiques du bar Européen.

(Intervenants : Victor Simon, David Mazurais, Elodie Fleury, Arianna Servili, Marie-Lou Fleury, Pauline Auffret de SEBIMER, en collaboration avec les unités de Recherche MASAE et BEEP)

Afin de compléter des résultats antérieurs acquis dans le cadre des projets PACIO, FITNESS, OASYS, DEADLY-TRIO, des effets de l'acidification des océans (OA) sur des paramètres physiologiques hépatiques (transcriptome et activités enzymatiques), linguaux (microscopie électronique, histologie, transcriptomique) et en lien avec la qualité de la chair ont été analysés (Projet GOUDA).

Au niveau hépatique : Des études antérieures menées au laboratoire ont montré qu'une exposition transgénérationnelle à l'OA avait des effets considérables sur le transcriptome de l'épithélium olfactif du bar européen, en particulier sur les gènes liés à la balance ionique, au métabolisme énergétique, au système immunitaire, à la plasticité synaptique et à l'activité des neurones. Dans la présente étude, nous complétons les travaux précédents en étudiant l'effet de l'exposition transgénérationnelle à l'OA sur le transcriptome hépatique du bar européen. L'analyse de l'expression différentielle des gènes a été réalisée par la technologie RNAseq (prestataire MGX-Montpellier, analyse des données RNA seq par SEBIMER) sur l'ARN extrait du foie de deux groupes de juvéniles F2 de 18 mois qui avaient été exposés depuis leur éclosion aux mêmes conditions d'OA que leurs parents (F1), soit à un pH réel, soit à des niveaux de pH prédits pour la fin du siècle (IPCC scénario SSP2-4.5), respectivement. Nous montrons ici que l'exposition transgénérationnelle à l'OA a un impact significatif sur l'expression de 236 transcrits hépatiques, incluant des gènes principalement impliqués dans les réponses inflammatoires/immunes, mais aussi dans le métabolisme des glucides et l'homéostasie cellulaire. Même si cet impact transcriptomique est relativement limité par rapport à ce qui a été montré dans le système olfactif, ce travail confirme que les poissons exposés de manière transgénérationnelle à l'OA présentent une régulation moléculaire des processus liés au métabolisme et à l'inflammation. De plus, nos données confirment au niveau du foie la régulation de gènes impliqués dans l'homéostasie calcique (e.g. *pthr1*), que nous avons déjà observée dans l'épithélium olfactif. La différence de sensibilité observée sur le transcriptome entre le tissu hépatique et l'épithélium olfactif peut s'expliquer, au moins en partie,

par le fait que la rosette olfactive, organe sensoriel, est en contact direct avec le milieu environnant. Ainsi, elle est le siège de régulations ioniques qui peuvent avoir des répercussions sur d'autres processus cellulaires (e.g. métabolisme, activité neuronale). Ce travail a donné lieu à la publication d'un article dans BMC Genomics (Auffret et al., 2023).

Projet GOUDA :

Sur la base de ces résultats, nous avons entrepris l'étude de l'impact de l'OA sur un autre organe sensoriel en contact direct avec le milieu environnant, la langue. Chez le bar, la langue est un tissu composé de nombreuses dents de type canine, entourées de bourgeons gustatifs et de nombreuses papilles fongiformes et coniques. De par ses caractéristiques morfo-fonctionnelles, la langue joue un rôle clé dans la détection chimiosensorielle, le transport intra oral et la déglutition de la nourriture. Le succès de l'adaptation des poissons à différents environnements dépend donc des modifications qui se produisent dans la cavité orale et en particulier sur les structures de la langue. Dans le cadre du projet GOUDA, nous proposons une analyse *sans a priori* par RNA seq des gènes dont l'expression est régulée par l'acidification des océans, combinée à une approche morpho-histologique par microscopie (collaboration avec BEEP/LEP) dans la partie antérieure de la langue. Les résultats obtenus par microscopie électronique indiquent la présence de dents, de bourgeons gustatifs et papilles gustatives sur les échantillons prélevés sur les individus prélevés à pH 8 et à pH 7.6 (Figure 1). Aucune différence structurelle induite par l'OA n'est observable en première analyse par microscopie électronique.

Les ARN totaux des échantillons ont été extraits et envoyés au prestataire MGX pour séquençage. Les analyses des données de RNA seq sont en cours (collaboration avec SEBIMER).

Dans le cadre du projet GOUDA, des prélèvements de filets ont également été effectués sur les mêmes poissons (aide de Stéphane Martin, HALGO/LBH). Des analyses organo-sensorielles et de paramètres microbiologiques sont réalisées en collaboration avec l'unité MASAE.

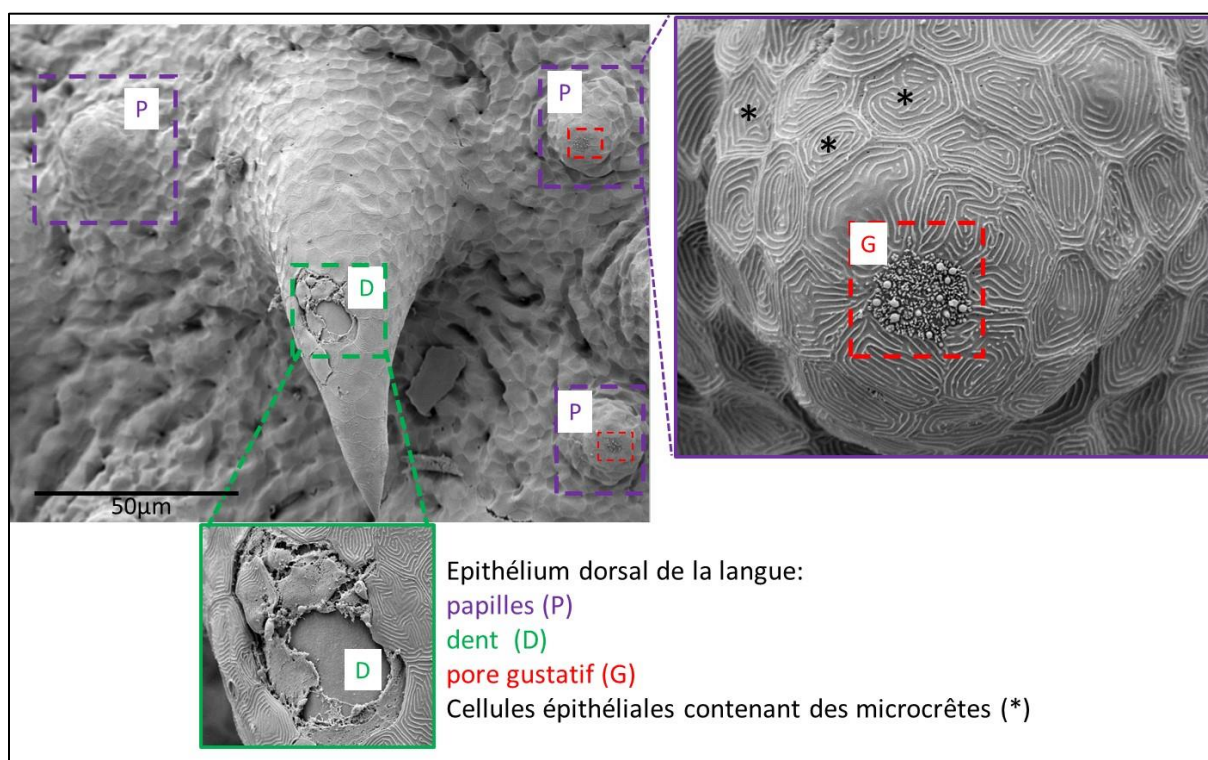


Figure 1 : Photos prises par microscopie électronique à balayage de la face dorsale de la partie antérieure de la langue de bar révélant une structure épithéliale (*), tapissant des papilles gustatives

(P) surmontées par des pores gustatifs (G). En première analyse, l'acidification des océans ne semble pas avoir d'effet structurel sur ce tissu. (Photos de Nicolas Gayet/BEEP/LEP).

Effets de l'acidification des océans sur le développement de la larve d'anguille

Cette étude fait l'objet d'une collaboration avec le DUK (National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark). L'unité PFOM apporte son expertise scientifique dans l'interprétation scientifique des données relatives à l'effet de l'OA sur le développement larvaire de l'anguille Européenne (*Anguilla anguilla*). Les résultats obtenus, montrant un effet délétère de l'OA sur la survie des larves et sur l'expression de gènes impliqués dans des processus physiologiques importants, ont été publiés dans Plos One (Sganga et al., 2022).

Etudes sur le microbiote : projet MICROLF (Bourse Bienvenüe-LEMAR).

(Intervenants : Mishal Cohen, Dominique Hervio-Heath, Gwenaëlle Le Blay)

Le projet Microlf a pour but d'étudier le rôle du microbiote nasal sur le comportement olfactif chez un poisson marin. Pour ce faire, une première étape a consisté à déterminer la composition taxonomique du microbiote nasal des juvéniles de bar européen, sa variabilité interindividuelle et sa spécificité par rapport à l'eau de mer environnante grâce à l'analyse metabarcoding. En parallèle, et grâce à une collaboration avec The Norwegian Food Research Institute (Nofima), cette étape a été également réalisée sur la morue de l'Atlantique en condition actuelle et de changement climatique (acidification de la mer et vagues de chaleur). Ces résultats sont actuellement en cours d'analyse.

Une deuxième étape a consisté à développer une technique antiseptique à la Vétéine, visant à réduire de 70 % le microbiote nasal du bar tout en évitant d'endommager l'épithélium olfactif.

Une première série d'expériences préliminaires visant à dénombrer les bactéries cultivables (culture liquide ou sur gélose), ainsi que les bactéries vivantes et mortes à la Vétéine d'une culture bactérienne provenant des rosettes olfactives (cytométrie en flux) n'a pas été satisfaisante et s'est avérée trop chronophage pour être reproduite.

Une deuxième série d'expériences préliminaires a fait l'objet d'un stage L3 de deux mois. Le but était de mettre au point une technique moléculaire novatrice nommée « Viability qPCR » ou « PMA-qPCR » permettant de quantifier l'ADN de bactéries vivantes uniquement *i.e.* exclusion de l'ADN de bactériens morts par l'action antiseptique. Elle utilise la sonde photo-réactive de liaison à l'ADN, Propidium Monoazide (PMA) qui pénètre les cellules mortes et forme des liaisons covalentes stables avec l'ADN après une photo-activation par exposition à une forte lumière bleue. Lorsque le PMA est lié à l'ADN bactérien, l'amplification des brins d'ADN des bactéries mortes par qPCR est inhibée. Les premiers résultats des PMA-qPCRs indiquent que la Vétéine n'interfère pas avec la PMA.

SEAWISE H2020 "BG-10 Fisheries in the full ecosystem context proposal"

Le laboratoire intervient dans le WP3 (« Ecological effects on fisheries yield »).

Expérience de suivi de croissance et de paramètres physiologiques

(Intervenants : Victor Simon, David Mazurais, José Zambonino, Arianna Servili, Dominique Hervio-Heath, Lauriane Madec, Olivier Mouchel, Charlotte Corporeau, Elodie Fleury, collaboration avec Camille Détrée de l'UMR BOREA à l'université de Caen)

Une expérience de suivi de croissance a été réalisée sur des juvéniles de bars issus de géniteurs élevés à pH8 (actuel) ou 7.6 (scenario 2100). Les juvéniles ont été élevés depuis leur éclosion au même pH que leurs parents. A partir du quatrième mois d'élevage, un scenario de réchauffement a été ajouté au facteur acidification pour constituer deux groupes expérimentaux : « scenario Actuel » ; « scenario GIEC SSP2-4.5 à l'horizon 2100 ». A partir du huitième mois, la croissance individuelle a été suivie à travers des biométries réalisées 2 fois par mois pendant 5 mois. Dans chacun des groupes, les poissons ont été répartis entre trois bacs par classe de taille afin d'éviter trop de compétition (petits ; moyens ;

grands). Les poissons ont été rationnés à 60% de leur optimum alimentaire pour mieux caler avec la réalité écologique. A l'issue des 5 mois d'expérimentation, les paramètres relatifs aux taux de croissances (spécifiques TCS et thermiques TGC) ont été calculés pour chacun des 3 bacs des 2 modalités. Les résultats obtenus indiquent des TGC significativement supérieurs chez les moyens et grands poissons du groupe « scénario actuel » en comparaison du groupe « scénario SSP2-4.5 » (Figure 2). Ce résultat suggère que la diminution de pH associée à l'augmentation de température a un impact négatif sur le processus de croissance du juvénile de bar. L'absence d'effet observée pour les petits poissons s'explique probablement par le fort taux de malformation dans cette classe de taille, les malformations impactant directement ou indirectement la croissance des poissons. Des prélèvements de sang et de tissus (foie, intestin, hypophyse, rate, branchies) ont été réalisés sur 12 poissons de chaque condition environnementale (6 par classe de taille) afin de réaliser des analyses physiologiques et de microbiotes.

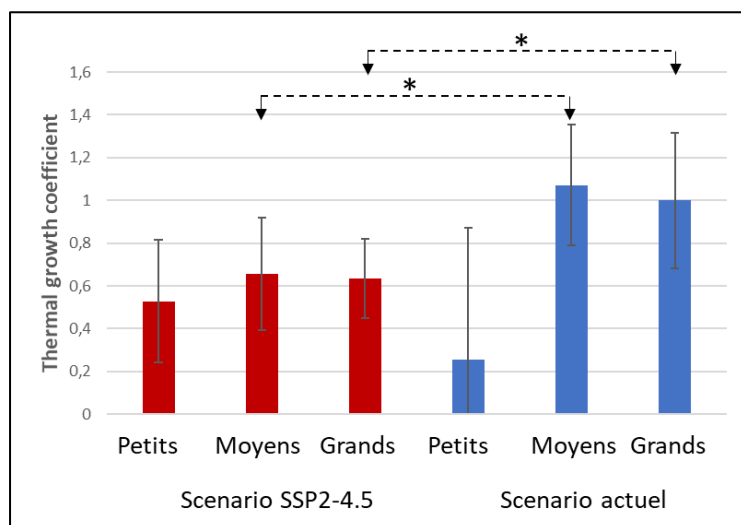


Figure 2 : TGC calculés à l'issue des 5 mois de croissance (entre mois 8 et mois 13 post-éclosion) chez des juvéniles de bar exposés, par classe de taille, à des conditions de pH et de température actuelles (bleu) ou prédites par le scénario GIEC SSP2-4.5 à l'horizon 2100 (rouge).

Impact de la température sur les cinétiques d'accumulation et les effets de contaminants émergents (PFAS) chez le bar.

Intervenants : Véronique Loizeau, Arianna Servili, Sophie Collet

Le projet C-Bass, initié par l'unité CCEM (Yann Aminot), et co-financé par le projet européen SEAWISE et la fondation Rovaltain, associe deux unités de l'Ifremer, PHYTNESS et CCEM (développe des connaissances scientifiques sur le transfert et les effets biologiques des contaminants chimiques dans les écosystèmes marins afin d'évaluer la pression chimique sur les écosystèmes marins).

Le projet **C-Bass**, vise à acquérir des connaissances sur les effets interactifs des contaminants chimiques et de l'augmentation de la température sur le bar européen. On s'attend à ce que les écosystèmes marins soient affectés par le réchauffement dû au changement climatique et par le nombre croissant de contaminants persistants et bioaccumulés tels que les substances per- et polyfluoroalkyles (PFAS). Ensemble, ces facteurs de stress constituent un défi pour les organismes marins et peuvent nuire à leur croissance et à leur développement. Les PFAS désigne un groupe de produits chimiques manufacturés (composés organofluorés) qui sont utilisés dans l'industrie et les produits de consommation en raison de leurs propriétés antiadhésives, résistances aux fortes chaleurs et imperméabilisantes. Compte tenu de leurs utilisations, persistance et omniprésence, ces composés sont identifiés dans tous les compartiments de notre environnement (eau, sol, air) et représentent une menace pour l'environnement marin.

Le projet ambitionne d'étudier simultanément la manière dont l'augmentation de la température pourrait influencer la cinétique d'accumulation de ces contaminants, et la manière dont ces facteurs de stress combinés impactent les fonctions physiologiques d'un poisson de climat tempéré. Une exposition en laboratoire des premiers stades de vie du bar (post-larves) dans le cadre d'une élévation

de température de l'eau de +5°C sont mis en œuvre depuis février 2023, avec une contamination alimentaire d'un mélange de PFAS en composition (20 composés) et concentrations, rencontrées en milieu marin (Figure 3).

Ce projet se décline en 3 objectifs :

- I. Étudier la façon dont les contaminants sont assimilés par les poissons à 2 températures différentes (température de l'eau de la Rade de Brest, 15°C, et une élévation de la température de l'eau de +5°C, 20°C)
- II. Étudier l'influence de la température sur les voies d'élimination des contaminants ;
- III. Étudier l'impact de l'augmentation de la température de l'eau et de la contamination chimique sur la mise en place de l'axe de la reproduction et du développement des bars



Figure 3 : Photo de la structure expérimentale mise en place – Post-larves de bars à 60dph (© O. Dugornay)

Effets combinés de l'acidification et de l'augmentation de température des océans avec la présence d'un polluant oestrogénique.

***Intervenants** : Jimmy Devergne (doctorant), Arianna Servili, Sophie Collet, Olivier Mouchel, Marie Madeleine Le Gall, Lauriane Madec, Virgile Quillien, Véronique Loizeau (permanents) ; Titouan Brandicourt, Vincent Joubel (Stagiaires) ; Marie-Lou Fleury (CDD)*

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet **ECHANGE**, qui ambitionne évaluer les effets d'un perturbateur endocrinien dans un contexte de changement climatique (réchauffement et acidification) sur le cycle de vie complet d'une espèce de poisson, susceptible d'évoluer tant en milieu dulcicole que marin. Les conditions de température et pH/pCO₂ sont celles prévues par le GIEC pour 2100 (RCP 8.5). Le modèle retenu pour cette étude est l'épinoche à trois épines qui est une espèce sentinelle à cycle de vie court, utilisable pour la surveillance des milieux aquatiques. Le perturbateur endocrinien testé dans ce projet est l'éthinylestradiol (EE2). C'est un dérivé de synthèse de l'estradiol (E2), utilisé comme l'oestrogène principal dans la plupart des pilules contraceptives orales. L'EE2 a un potentiel oestrogénique important (10 fois plus élevé que l'estradiol) et peut représenter un « proxy de l'exposition chimique oestrogénique ». Le projet repose sur une approche expérimentale qui a été menée en parallèle en milieu dulcicole et marin et se décline en 2 questions

1/ Les conditions d'acidification et de réchauffement des océans prévues pour 2100 impactent-elles les fonctions physiologiques de l'épinoche et à quel(s) stade(s) de son cycle de vie ?

2/ Les capacités adaptatives de l'épinoche face au changement global, sont-elles affectées par un stress supplémentaire (perturbateur endocrinien de type xénoestrogène) ?

Ces deux questions autour de l'impact du multi-stress (climatique et oestrogénique) ont été appréhendées à travers l'étude de quatre fonctions physiologiques principales : la croissance et le développement, la reproduction, les capacités immunitaires et la régulation de l'équilibre hydrominéral. Ce projet a été réalisé en étroite collaboration avec deux autres UMRs : SEBIO (INERIS, Verneuil en Halatte) et MARBEC (Université de Montpellier) et constitue le cadre scientifique de la thèse de Jimmy Devergne (UMR LEMAR) qui focalise sur les fonctions croissance-développement et reproduction. Le projet Echange a bénéficié d'un financement EC2CO-DYCOVI.

L'expérimentation a été menée sur deux ans et s'est achevée en décembre 2022. Les nombreuses analyses réalisées ont permis d'obtenir beaucoup de résultats qui sont en cours d'interprétation/valorisation. Dans ce rapport nous avons choisi d'illustrer ce projet par deux résultats obtenus sur les fonctions croissance et reproduction en eau de mer.

1- Croissance :

La condition RCP8.5 génère des taux de croissance plus faibles, vraisemblablement associés à des coûts énergétiques plus importants liés à l'augmentation globale de leurs taux métaboliques. Les poissons femelles soumis aux conditions RCP8.5 présentent par ailleurs des taux de lipides plus faibles dans le muscle. Cet effet sur la croissance est accentué sur les individus (F1) ayant subi une contamination à l'EE2 pendant le stade embryon-larvaire (Figure 4).

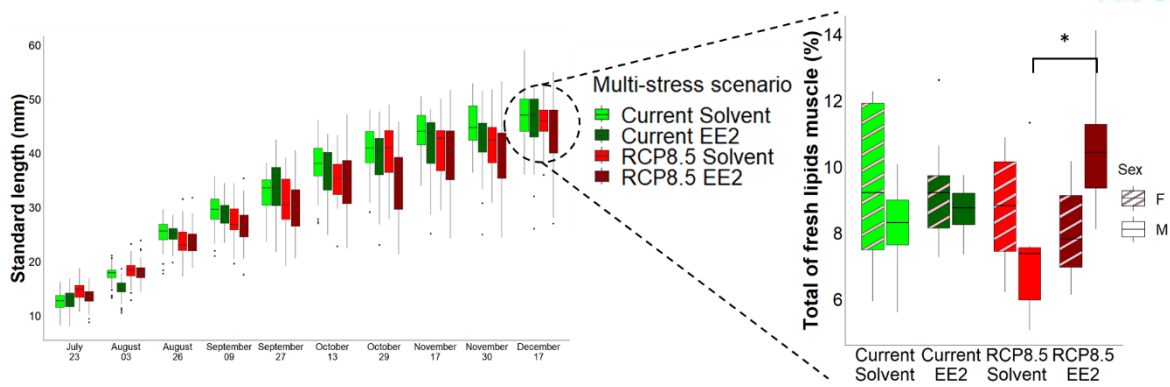


Figure 4 : Evolution de la taille des F1 sur 10 mois d'expérimentation – Comparaison des taux de lipides dans le muscle des individus mâles et femelles en fin de reproduction.

2- Reproduction :

Les indices gonado-somatiques, et le nombre d'œufs ne montrent pas de différences significatives entre les deux conditions climatiques. Toutefois, les taux de fertilisation sont significativement plus faibles et la taille des œufs significativement plus petite dans le cas de la conditions RCP8.5. Chez les mâles, une tendance à une plus grande quantité de spermatozoïdes est observée en conditions actuelles par rapport aux conditions RCP 8,5.

Les effets du multistress sur l'axe de la reproduction ont également été évalués à travers l'analyse des concentrations des stéroïdes sexuels dans le sang. Un effet antagoniste du changement climatique et de la contamination à l'EE2 est observé avec une diminution en estradiol dans le sang en condition de changement climatique et une augmentation lorsque l'EE2 est présent. En revanche, dans le cas des mâles, le climat ne semble pas impacter les concentrations en E2, tandis qu'un effet significatif du stress chimique est observé. En ce qui concerne la concentration de 11- keto-testostérone dans le sang des mâles, l'effet climatique génère une diminution significative.

L'analyse de l'expression de gènes clé de l'axe de la reproduction dans le cerveau suggère un effet plus important de la contamination à l'EE2 par rapport au changement climatique notamment avec une surexpression des gènes GnRH2 et GnRH3 chez les mâles en présence d'EE2.

Enfin, le multistress a aussi généré des intersexes chez les mâles (ovocytes dans les testicules) observés par histologie des gonades (Figure 5).

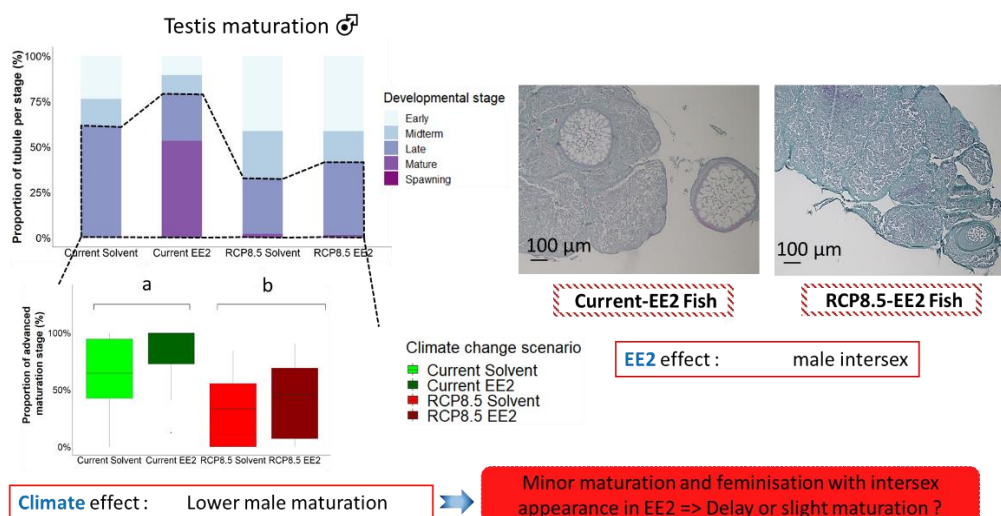


Figure 5 : Stades de développement des gonades mâles F1 soumis aux multi-stress – Coupe histologique de testicules de mâles des deux conditions sous stress chimique

RECITAL. REproduction, Croissance, ImmuniTé: questionnement sur les compromis énergétiques qui conditionnent l'état de santé des poissons marins face au changement globAL

Intervenants : Cristina Garcia Fernandez (postdoc SAD), Arianna Servili, David Mazurais, Olivier Mouchel, Victor Simon

Ce projet vise à atteindre deux objectifs principaux :

- Le premier, ciblé sur la fonction de reproduction, consiste à mieux comprendre, via une étude de méta-analyse (à partir des données acquises par les différents partenaires et/ou disponibles dans les bases de données publiques), les différentes stratégies d'allocation énergétique qui déterminent la qualité et la quantité des œufs produits par différentes espèces de poissons. Un intérêt particulier est porté sur les espèces d'intérêt halieutique. Le projet vise également à comprendre comment les mécanismes d'allocations régissant ces stratégies sont régulés par la variation des facteurs environnementaux associés au changement climatique. Cette tâche est réalisée notamment avec la collaboration de Alba Serrat Llinàs de l'Université de Gérone (Espagne).

Nos analyses visent à tester l'hypothèse que les poissons présentant un index de condition inférieur allouent moins d'énergie à la reproduction que les poissons en condition optimale et à étudier comment cela affecte la production d'œufs. Ces deux analyses sont actuellement en cours, et elles devraient être achevées en 2023. Un total de 1325 articles a été sélectionné dans des bases de recherche publiques (correspondent à la recherche : TS= ((fecundity OR "oocyte number" OR "egg production" OR spawning OR GSI) AND ("egg quality" OR "oocyte quality" OR "oocyte diameter" OR "egg diameter" OR "egg size" OR "lipid droplet" OR "oocyte dry weight") AND (condition OR health OR lipids OR HSI OR energy OR fitness)) AND TS= (fish)). Plus de 75 % de ces articles ont été lus et une première analyse réalisée. Pour ce qui concerne la méta-analyse des données de différentes espèces acquises par les différents partenaires, une analyse exploratoire en utilisant des tests simples a été réalisée afin d'identifier la meilleure approche statistique pour le traitement de ces données (relativement difficile en raison de la diversité des données selon les sources explorées).

- Le deuxième objectif, basé sur la mise en œuvre d'expérimentations en laboratoire, vise à appréhender les impacts des environnements changeants sur les principales fonctions physiologiques du bar européen (croissance et reproduction), dans un scénario d'acidification des océans réaliste (RCP8.5) prévu à l'horizon 2100 par le GIEC. Cette étude est réalisée sur des poissons adultes acclimatés toute leur vie aux conditions de pH/pCO₂ actuelles ou au scénario RCP8.5. Les poissons sont également issus de parents déjà acclimatés aux mêmes conditions environnementales (génération F1).

Les résultats obtenus nous permettent de constater que l'augmentation de pCO₂ de l'eau a un impact intergénérationnel sur la masse et la qualité de gamètes du bar européen. En effet, la masse corporelle des poissons en condition d'acidification est moindre, pendant les 4 mois d'étude. Par ailleurs, chez les femelles, le diamètre des œufs pondus en condition RCP8.5 est réduit par rapport aux poissons de la condition actuelle (Figure 6A). Cela indique une baisse de la qualité des œufs en condition d'acidification.

Chez les mâles, la concentration de spermatozoïdes par millilitre de sperme, ainsi que la vitesse de propagation du sperme (VAP) (Figure 6B), montrent une diminution plus importante et plus rapide en avril, à la fin de la période de reproduction, dans les conditions RCP8.5. Cela suggère également une diminution de la qualité des gamètes mâles, notamment en fin de saison de reproduction, en condition RCP8.5.

Globalement nos résultats démontrent que l'acclimatation parentale aux conditions d'acidification prévues par le scénario RCP8.5 du GIEC pour 2100 ne suffit pas à compenser complètement l'impact de l'augmentation de pCO₂ sur la reproduction chez le bar européen.

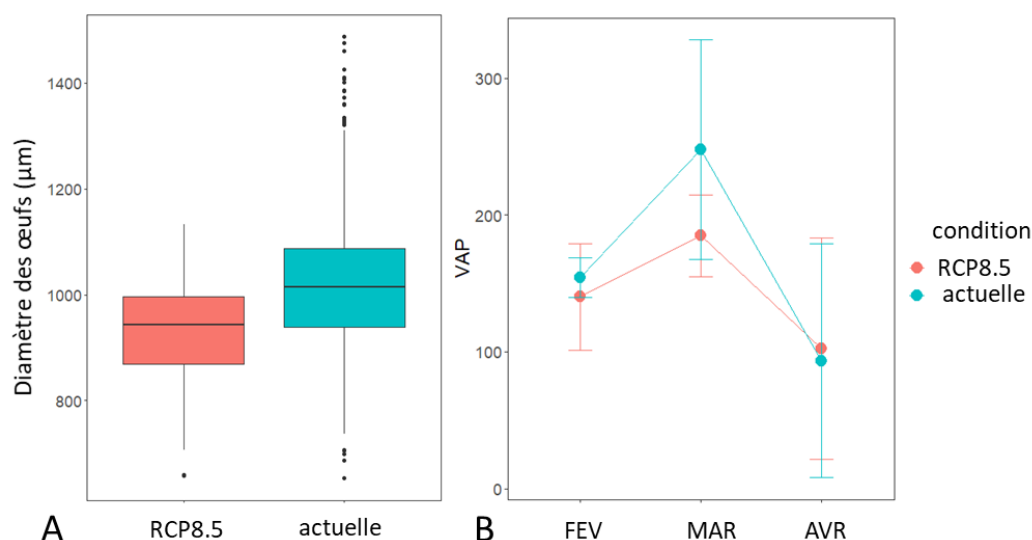


Figure 6 : Graphiques représentant les diamètres des œufs pondus par les femelles (A) et la vitesse de propagation du sperme des males entre février et avril (B) en condition RCP8.5 et en condition actuelle.

Alimentation fonctionnelle

Effet des peptides alimentaires sur le développement osseux des poissons

Projet de thèse d'Aliki Printzi (Financement Ifremer ; Intervenants : José Zambonino, David Mazurais, Sophie Collet, Victor Simon, collaboration avec le professeur Giorgos Koumoundouros de l'université de Crète).

L'objectif de la thèse d'Aliki Printzi est de mieux appréhender l'effet des peptides alimentaires sur le développement du squelette et les procédures de remodelage osseux chez deux espèces de poissons, le poisson zèbre (*Danio rerio*) et le bar européen. Dans le cadre scientifique de la thèse, l'année 2022 a été consacrée à l'analyse des résultats finalisés, qui ont donné lieu à trois publications (deux publiées, une en cours de révision) :

Publication 1-Le poisson zèbre juvénile (*Danio rerio*) est capable de se remettre d'une lordose

Il s'agissait d'explorer les processus biologiques potentiels qui sous-tendent la récupération musculo-squelettique qui se produit dans la région hémale d'un individu souffrant de lordose induite par une nage soutenue. Peu après un challenge de nage, la récupération de la lordose a été suivie individuellement par coloration des structures cartilagineuses et osseuses, de l'histologie ou de l'analyse de l'expression des gènes. Au-delà de la grande capacité de récupération de la lordose observée chez les animaux malformés (80%), les caractéristiques internes du squelette des individus ayant récupéré (e.g. la forme des vertèbres, l'orientation des épines) ne sont pas différentes de celles des individus n'ayant pas présenté de malformations. L'analyse par approche transcriptomique indique que les gènes impliqués dans les processus biologiques liés à l'organisation des chromosomes, à la réplication de l'ADN, à l'horloge circadienne et à la régulation de la transcription sont particulièrement régulés par cette procédure de récupération musculo-squelettique (Printzi et al., 2022).

Publication 2- Effet des peptides alimentaires sur le développement squelettique du poisson zèbre

En utilisant le poisson zèbre comme espèce modèle, nous avons réalisé un essai préliminaire pour évaluer l'effet de l'incorporation alimentaire de di- et tri-peptides sur le squelette larvaire et post-larvaire du poisson. Trois régimes alimentaires expérimentaux ont été testés avec 0% (C), 6% (P6) et 12% (P12) d'incorporation de petits peptides de crevettes, sous deux régimes alimentaires, avec inclusion (ADF-*Artemia* et aliment sec) ou non (DF-aliment sec uniquement) d'aliments vivants. Sur la base de l'effet bénéfique du P12 sur la croissance, la survie, la qualité du squelette précoce et la résistance accrue du squelette post-larvaire à la lordose induite par la nage, une incorporation de 12% de peptides alimentaires est proposée pour optimiser l'élevage du poisson-zèbre sans apport d'*Artemia*. L'inclusion d'artémia (ADF) dans la séquence d'alimentation masque tout effet bénéfique des peptides sur la performance totale du poisson. Cette étude démontre donc que l'incorporation de petits peptides dès les premiers stades de développement est bénéfique pour le développement et l'intégrité du squelette du poisson zèbre. Les approches moléculaires n'ont pas permis de mettre en évidence un effet des peptides sur les processus de maturation du système digestif. Même si nous montrons que l'expression de certains gènes impliqués dans des processus en lien avec le système musculosquelettique est régulée par l'apport peptidique, d'autres études seront nécessaires pour élucider les mécanismes moléculaires et cellulaires qui sous-tendent les avantages induits par les peptides. Ces résultats ont fait l'objet d'une publication dans le journal *Biomolecules* (Printzi et al., 2023).

Publication 3- Effet des peptides alimentaires sur le développement squelettique du bar européen

Afin de déterminer s'il existe des effets bénéfiques similaires des peptides alimentaires au cours des premiers stades de la vie d'une espèce de poisson commercialement importante, nous avons utilisé les mêmes régimes expérimentaux que pour les essais sur le poisson zèbre (0 % - Contrôle, 6 % - P6, 12 % - P12 d'incorporation de peptides), dans l'élevage du bar. Les résultats ont mis en évidence non seulement l'effet bénéfique du régime P12 sur le développement squelettique (ossification) précoce des larves, mais aussi sur la résistance accrue contre la lordose hémale ($16,0 \pm 0,1\%$) et la scoliose ($3,3 \pm 0,6\%$) induites par un challenge de nage. Enfin, l'analyse de l'expression des gènes impliqués dans la fonction digestive, le transport des protéines, l'ontogenèse musculaire et la minéralisation osseuse a révélé un développement larvaire amélioré par les peptides dans le groupe P12. L'incorporation de petits peptides est donc avantageuse non seulement pour les larves de bar en induisant un développement plus précoce, mais aussi pour les stades post-larvaires en améliorant leur intégrité musculosquelettique. Des expérimentations approfondies devront se concentrer sur la détermination de la fenêtre de développement optimale pour l'incorporation de petits peptides alimentaires. Une publication valorisant ces résultats est en cours de révision dans le journal *Aquaculture*.

Environnement microbien

MICROBAR – Activités antibactériennes

(Intervenants : Thomas Artis - alternant L3P, Corentin Rohel – alternant L3P, Solen Lozach, Sauvann Paulino Le Deun – Thèse, Gwenaëlle Le Blay, Dominique Hervio Heath)

Des juvéniles de bars ont été exposés à différentes conditions simulant l'acidification des océans et l'augmentation de la température de l'eau (scenario GIEC RCP_8.5 2100) et aux conditions environnementales actuelles. A l'issue de cette expérimentation (janvier 2021), des échantillons d'intestin et de mucus de peau et de branchies avaient été prélevés et (1) immédiatement congelés afin d'**analyser la diversité et la structure du microbiote par metabarcoding de l'ARNr 16S** ou (2) mis en culture sur différents milieux pour isoler des bactéries et évaluer **leurs propriétés antibactériennes**.

Au cours de l'année 2022, nous avons mis au point et standardisé des tests *in vitro* (spots et surnageants) afin d'évaluer l'activité antibactérienne de souches isolées de mucus de peau et branchies

et d'intestin de juvéniles exposés à des conditions environnementales (CT) ou GIEC (WAT) contre la bactérie *Tenacibaculum maritimum*. Cette bactérie cible a été sélectionnée car elle est responsable d'infections et de pertes économiques importantes chez de nombreuses espèces de poissons marins d'élevage et elle est un pathogène majeur ré-émergent chez le bar européen.

La présence de halo d'inhibition autour des spots réalisés à partir des cultures bactériennes et autour des surnageants de ces cultures indique la mise en évidence d'activité antibactérienne des bactéries isolées des microbiotes de peau, mucus et/ou intestin contre *T. maritimum* (figure...).

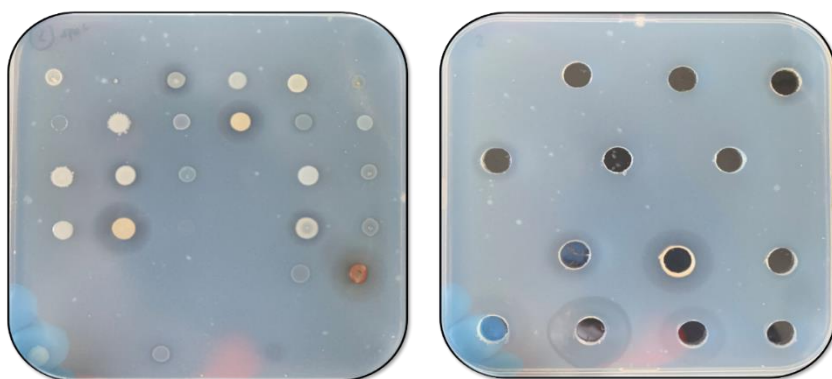


Figure 7 1: Test spots et tests surnageants réalisés afin d'évaluer l'activité antibactérienne de souches isolées de juvéniles de bar contre la souche cible, *Tenacibaculum maritimum*

Sur l'ensemble des souches criblées (CT, n=107 ; WAT, n=124), 25 CT et 50 WAT présentent des halos d'inhibition de taille variable. Dans le cas des tests surnageants, les valeurs de pH des surnageants de culture des souches criblées (entre 6.41 et 7.39) indiquent que ces halos inhibition seraient le résultat d'une activité anti-bactérienne liée à la bactérie et non à l'acidification du milieu de culture qui inhiberait la croissance de *T. maritimum*. La détermination de la nature de ces activités est en cours.

MARESISTOME (Projet Flagship ISblue 06.2022-2026)

(Intervenants : Solen Lozach, Victor Simon, Dominique Hervio Heath)

La résistance aux antibiotiques est un défi de santé publique majeur et mondial. La lutte contre l'augmentation de la résistance aux antibiotiques nécessite une approche globale en matière de santé humaine, animale et environnementale appelée « One Health ». Malgré le nombre d'études reportant la présence de bactéries résistantes aux antibiotiques (ARB) et de gènes de résistance aux antibiotiques (ARG) en élevage et en alimentation, le rôle de l'environnement marin dans l'émergence et la propagation de la résistance aux antibiotiques est encore largement inconnu. Le projet MARESISTOME vise à répondre à ce problème émergent et à :

- 1) évaluer la présence et la dynamique des gènes de résistance aux antibiotiques (ARG) et des bactéries (ARB) dans le microbiote de palourdes prélevées dans une zone fortement anthropisée et dans une zone proche d'une aire protégée, et de déterminer les principaux facteurs environnementaux (bactéries fécales, métaux, biocides, données physico-chimiques...) qui pourraient ensuite être retenus comme de potentiels indicateurs de la santé des écosystèmes,
- 2) vérifier si l'ingestion de palourdes « contaminées » par des poissons induit le transfert d'ARG/ARB dans la chaîne alimentaire,
- 3) proposer des stratégies innovantes en aquaculture pour atténuer l'émergence de la résistance aux antibiotiques en améliorant la réponse immunitaire des bivalves contre les agents pathogènes par interaction avec les bactéries (« immune priming ») et prévenir le transfert de cette résistance aux antibiotiques pour une aquaculture durable.

Nous sommes impliqués dans le WP3 « Is there a risk of ARB or ARG transfer along the trophic chain ? » en collaboration avec HydroSciences Montpellier (HSM – Université de Montpellier). Les objectifs de ce WP sont de **(1)** caractériser le microbiote de la palourde et de la daurade, **(2)** d’isoler et identifier des souches bactériennes sensibles potentiellement receveuses de gènes de résistance, **(3)** de transférer ces gènes de résistance de bactéries environnementales à des souches du microbiote de la palourde et/ou à des communautés bactériennes du microbiote de la palourde puis **(4)** d’évaluer si les gènes de bactéries de la palourde sont transférés à - et/ou colonisent des souches du microbiote de la daurade via des tests *in vitro*, voire *in vivo*. Les manipulations en laboratoire ne débuteront qu’en 2023. L’année 2022 a été consacrée à de l’analyse bibliographique et à la sélection de sites environnementaux (analyses palourdes).

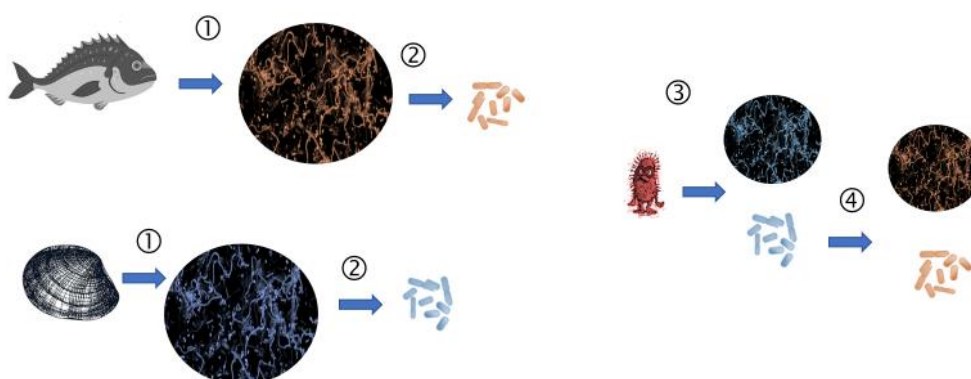


Figure 8 : Schéma illustrant les différents objectifs du WP3 du projet MARESISTOME.

Laboratoire de Physiologie des Invertébrés (LPI)

Le LPI conduit des travaux de recherche sur les réponses physiologiques des mollusques exploités (huîtres creuse et plate, coquille Saint Jacques, pétoncle, palourde, praire, ormeaux) face aux modifications de leur environnement, portant par exemple sur les paramètres température, pH, salinité, qualité et quantité des ressources trophiques, présence de pathogènes ou de contaminants tels que les microplastiques. Plus précisément, le questionnement du LPI vise à comprendre les réponses physiologiques de ces organismes marins, aux différents stades de leur cycle de vie, dans un environnement fluctuant, via des approches expérimentales d'écophysiologie. Pour ce faire, les principaux traits de vie (e.g. reproduction, croissance, survie) sont étudiés à différentes échelles (de l'individu à la population) en milieu contrôlé ou en milieu naturel, par le biais de plusieurs outils (moléculaires, protéiques, biochimiques, éco-physiologiques ou de modélisation).

Les actions développées par le laboratoire s'orientent donc autour de trois objectifs principaux :

- Développer des indicateurs physiologiques intégrateurs de la réponse des individus aux changements de l'environnement par des approches couplées in vitro, in situ et in silico.
- Étudier l'impact de l'élévation de la température, l'acidification des océans, la modification de la productivité primaire, l'occurrence croissante de crises dystrophiques, d'efflorescences de phytoplancton toxique, d'épizooties et de contaminants (micro- et nano-plastique, contaminants émergents) sur la réponse physiologique et le comportement des organismes marins,
- Étudier, en milieux naturel et contrôlé, l'importance de la physiologie et du comportement des bivalves dans le déterminisme du recrutement et ainsi contribuer à améliorer les modèles de dispersion larvaire et de connectivité des populations.

Les actions de recherche portées par le LPI sont cofinancées par différents « guichets » régionaux et nationaux : Région Bretagne, ISBlue, Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA), Agence Nationale de la Recherche (ANR), Europe (H2020, FEAMP) et également par des financements internes à Ifremer : soutien du département Ressources Biologiques et Environnement (RBE) ou financement de la Direction Scientifique (DS).

Etudes en milieu naturel

ECOSCOPA

L'observatoire ECOSCOPA est construit sur la base d'un réseau national de sites ateliers et de stations d'étude pour produire des descripteurs pertinents du cycle de vie de l'huître creuse (Stade larvaire - Recrutement - Reproduction - Croissance - Survie), tout en assurant la pérennité des séries temporelles de référence acquises depuis plusieurs années. Cet observatoire s'inscrit dans le contexte du changement climatique et propose de fournir des éléments objectifs (proxys l'état général de santé des populations d'huîtres cultivées et sauvages, pour les différentes phases sensibles de leur cycle de vie) permettant de mieux anticiper les éventuelles crises à venir.

L'année 2022 s'inscrit dans la tendance générale du réchauffement climatique mais de façon encore plus marquée que les années précédentes. A l'échelle de la France, la température moyenne a atteint 14.6°C, soit une anomalie est de +1,6°C, ce qui fait de **l'année 2022 l'année la plus chaude jamais enregistrée en France depuis le début du 20ème siècle**. Au niveau de chacun des sites du réseau ECOSCOPA, les écarts thermiques sont plus marqués sur les sites les plus méridionaux (de la Baie de Bourgneuf à la Lagune de Thau) et un peu moins marqués au nord (e.g. Baie des Veys). A l'échelle saisonnière, cette année chaude résulte surtout d'une forte anomalie dès l'hiver (Figure 9).

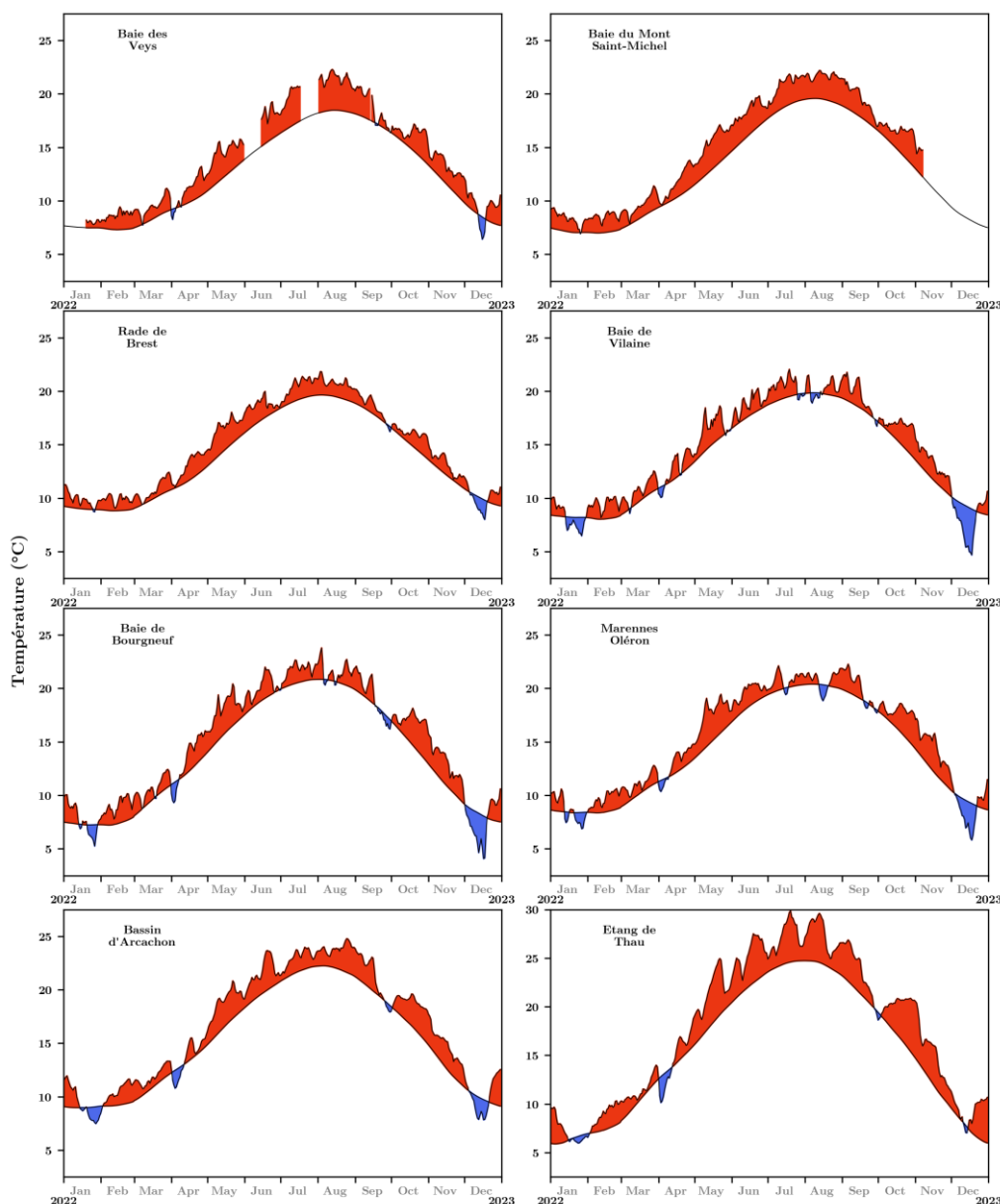


Figure 9 : Température moyenne journalière de l'eau de mer en 2022 et anomalies par rapport à la normale calculée sur la période 1981 à 2010 pour les 8 sites suivis (© Ifremer). Les périodes à anomalie thermique positive apparaissent en rouge, celles à anomalie thermique négative en bleu.

Ces conditions climatiques se sont traduites, au niveau côtier, par des températures de l'eau particulièrement élevées tout au long de l'été : **les anomalies thermiques des masses d'eau dépassent par endroit +2 à +3°C dès la fin du printemps** et aucune anomalie négative n'est observée au cours de l'été sur la plupart des secteurs suivis par le réseau, à l'exception d'une courte période plus fraîche en milieu d'été sur la façade atlantique, liée à la mise en place d'un régime de vent de terre (Nord-est).

Les nouvelles mesures de pH haute fréquence réalisées sur certains sites en 2022, révèlent **des valeurs moyennes annuelles du pH sont en deçà de 8.00 assez régulièrement** que ce soit en Rade de Brest ou dans le Bassin d'Arcachon, mais ces valeurs moyennes restent toujours supérieures au seuil de 7.6 (considéré comme problématique pour la vie larvaire de l'huître creuse).

L'abondance printanière en phytoplancton agit quantitativement sur la maturation et détermine la fécondité en début d'été. Cette abondance en phytoplancton est en partie sous la dépendance des apports d'eau douce hivernaux et printaniers. En 2022, sur le plan pluviométrique, l'hiver et surtout le

printemps ont été déficitaires, en conséquence, **les concentrations en phytoplancton plus réduites ont été un peu défavorables à la croissance et à la gamétogénèse.**

Sachant que la température moyenne de l'eau en début d'été détermine en partie la date de la ponte, sur la façade atlantique, en raison d'un début d'été chaud, les pontes principales ont eu lieu de façon précoce pour l'ensemble des secteurs, et ce en conformité avec le modèle thermique proposé depuis plusieurs années. Les abondances de jeunes larves ont été dans les normales, mais rappellent l'importance de gérer les stocks sauvages, principaux pourvoyeurs de larves compte-tenu de l'importance du stock d'huîtres triploïdes dans les élevages.

Les suivis de concentrations larvaires montrent une plus grande variabilité interannuelle pour les stades "larves moyennes" et "larves grosses", mais sans réelle tendance sur le long terme, si ce n'est que depuis 5 années consécutives, les concentrations en larves grosses sont plutôt faibles en Baie de Bourgneuf.

La Rade de Brest et le Bassin d'Arcachon ont été caractérisés par un recrutement fort, avec des valeurs moyennes de captage record. A l'opposé, la Baie de Bourgneuf présente, cette année, un recrutement très faible avec des valeurs de 1 naissains par coupelle. Lagune de Thau continue d'être caractérisée par **un recrutement très variable** tant sur le plan spatial que temporel. En 2019, le recrutement avait été inexistant pour toute la lagune en lien à un épisode caniculaire particulièrement intense. L'année 2022, de façon similaire à 2021, revient vers des conditions plus normales avec un captage variable de 28 naissains par coupelle.

Toujours en lien avec ces conditions climatiques et météorologiques spécifiques à 2022, on observe toujours de mortalités importantes de naissains d'huîtres (environ 63%), et ce de façon plus précoce au Sud qu'au Nord (vers début Mai pour les sites Sud, contre fin juin début Juillet pour les sites au Nord). De plus, sur chacun des sites, la mortalité de 2022 a eu tendance à débuter plus précocement que les autres années : ce phénomène est en relation directe avec les anomalies de températures de l'eau de mer positives observées sur la totalité des sites.

Pour la classe d'âge 18 mois, issue de la conservation du lot NSI 2021 sur chacun des sites, les mortalités constatées sont bien inférieures à celles obtenues sur la classe d'âge naissain, (environ 15%). Cependant, on constate des **mortalités très hétérogènes** tels que pour les sites Gêfosse (53%), Marseillan (15%) et la Rade de Brest (16%), alors que d'autres sites ne sont quasiment pas impactés.

Effets des polluants et des algues toxiques sur les bivalves

Microplastiques

Parmi les microplastiques polluants l'Océan, un bilan de l'UICN (Bouchez et Friot, 2017¹) montre que les microplastiques arrivant à taille micrométrique dans les environnements sont très présents en proportion sur les côtes européennes ; les deux plus préoccupants, étant les fibres synthétiques et les particules d'usure de pneumatiques. Il faut savoir que 0,2 à 0,7 millions de tonnes de particules de pneumatiques liées au trafic routier finiraient annuellement dans l'Océan. Nous avons étudié la toxicité chimique de 3 objets en caoutchouc, des pneumatiques automobiles, des granulés de terrains de sport synthétiques, et des élastiques ostréicoles. Pour étudier leurs effets chimiques, des fragments de ces objets, neufs ou usagés, ont été mis à tremper dans de l'eau de mer à quatre concentrations (0 ; 0,1 ; 1 et 10 g/L) durant deux semaines pour permettre la libération dans l'eau de molécules chimiques contenues à la surface ou dans l'objet plastique (« lixiviation »). L'eau récupérée a ensuite été mise en contact au laboratoire avec des jeunes stades de vie de l'huître. Les 3 types d'objet dans leur forme « neuve » ont émis des composés chimiques réduisant le succès du développement embryonnaire de l'huître creuse. Il est à noter que les effets les plus forts ont été observés lors des expositions aux

¹ Boucher & Friot (2017) <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-002-En.pdf>

composés chimiques émis par les élastiques ostréicoles neufs (toxicité observée dès 1g/L pour les élastiques ostréicoles vs. 10g/L pour les pneus). Ces derniers ont également diminué la survie des spermatozoïdes de l'huître, réduisant par conséquent le succès de fécondation. Les dosages chimiques des lixiviats ont révélé la présence et des concentrations importantes (supérieures au µg/L) de substances chimiques comme le pyrène, le phénanthrène, le fluoranthène et le benzo(ghi)pérylène. Même si des analyses complémentaires doivent être réalisées pour évaluer le risque environnemental, par précaution et anticipation, cette étude suggère que des procédés (par exemple, la marinisation des élastiques ostréicoles neufs) et le développement de matériaux écoresponsables, pourraient être bénéfiques pour les élevages et plus largement l'environnement. Quant aux huîtres adultes face aux molécules chimiques relarguées par un mélange de pneumatiques neufs et usagés, elles ont réduit leur prise alimentaire environ de moitié et leur respiration de 16 %. Ces résultats suggèrent une perturbation de plus de moitié de l'équilibre énergétique de l'animal par rapport à des huîtres témoins non exposées. De cet équilibre dépend l'énergie que l'animal peut investir dans ses fonctions de croissance et de reproduction.

Les effets physiques liés aux particules elles-mêmes sont aussi préoccupants, et ce d'autant plus que les tailles de particules sont très petites. Nous avons par exemple montré grâce à un système expérimental (Chambres d'Ussing) qui maintient les parois digestives en condition physiologique, que des nanoplastiques de polystyrène de taille 50nm, étaient capables de traverser la membrane intestinale de poisson (phénomène de « translocation »). Ceci aurait pour conséquence une migration possible via le système circulatoire dans d'autres tissus de l'animal engendrant d'autres effets toxiques qu'un simple transit dans le tube digestif de particules plus grosses, à savoir micrométriques. Ce sont des études toxicologiques que nous allons poursuivre grâce au développement de méthodes de cryobroyage de déchets plastiques environnementaux que nous avons testés avec les collègues de l'unité RMPF de Tahiti pour produire des fractions de micro et nanoplastiques pour de futurs tests d'impacts.

Outre les effets toxiques au sein des animaux après ingestion de plastiques, il existe un second type de préoccupation environnementale lié à la présence de déchets plastiques en mer, il s'agit du transport d'espèces à la surface des débris plastiques. Nous avons immergé des granulés plastiques industriels (GPI) de polyéthylène PE, polypropylène PP et polychlorure de vinyle PVC dans une zone d'élevage ostréicole en rade de Brest pour évaluer durant 5 mois les processus d'assemblage des communautés bactériennes à leur surface. Le séquençage des souches bactériennes a montré que les familles bactériennes associées aux GPI étaient significativement différentes de celles trouvées dans l'eau de mer, avec une prévalence significative de cyanobactéries filamenteuses sur les plastiques. Même s'il n'existe aucune colonisation identique, le proche environnement ayant un rôle central dans la diversité de la communauté à la surface des GPI, un ensemble de colonisateurs précoces de biofilms marins sur GPI a pu être défini tels que *Alteromonas*, *Pseudoalteromonas* ou *Vibrio*.

Impact de Pseudo Nitschia sur la Coquille Saint Jacques (MASCOET 2022) :

L'acide domoïque (AD), la phycotoxine responsable de phénomènes d'intoxication amnésique par les mollusques, a un impact sur les bivalves d'importance économique, tels que les coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* et les moules *Mytilus edulis*. Ces deux espèces peuvent accumuler de grandes quantités d'AD, avec de profondes différences dans la cinétique de décontamination des toxines. Alors que la première prend des mois, voire des années, la seconde peut dépuré jusqu'à 90 % de la DA totale en quelques heures ou quelques jours. Néanmoins, les raisons physiologiques de ces différences sont encore inconnues. Dans le travail effectué au sein du projet MASCOET et dans le cadre de la thèse de José Luis Corona, les mécanismes subcellulaires et moléculaires potentiellement impliqués dans ces différences ont été étudiés par l'exposition *in vitro* à l'AD de la glande digestive des deux bivalves pendant deux durées différentes (40 et 120 minutes). L'incorporation de l'AD dans la glande digestive de *P. maximus* était presque 15 fois supérieure à celle de *M. edulis*. L'immunohistochimie a permis de

visualiser l'AD dans des vésicules d'autophagosomes dispersées dans le cytoplasme des cellules digestives uniquement chez les coquilles Saint-Jacques exposées. La quantification des transcrits par PCR numérique a révélé une forte augmentation ($P < 0,05$) des gènes liés à l'autophagie chez *P. maximus* exposé à la DA, alors qu'une surexpression significative des gènes codant pour les transporteurs de soluté membranaires (SLC) et les récepteurs du glutamate (GR) a été trouvée chez *M. edulis* exposé à l'AD (figure x). La régulation différentielle des gènes GR et SLC entre *P. maximus* et *M. edulis* pendant l'exposition à l'AD pourrait donc soutenir les différences dans la reconnaissance de l'AD, ainsi que l'entrée et/ou la sortie de l'AD chez ces deux espèces, tandis que l'autophagie semble être impliquée dans la rétention prolongée de cette toxine.

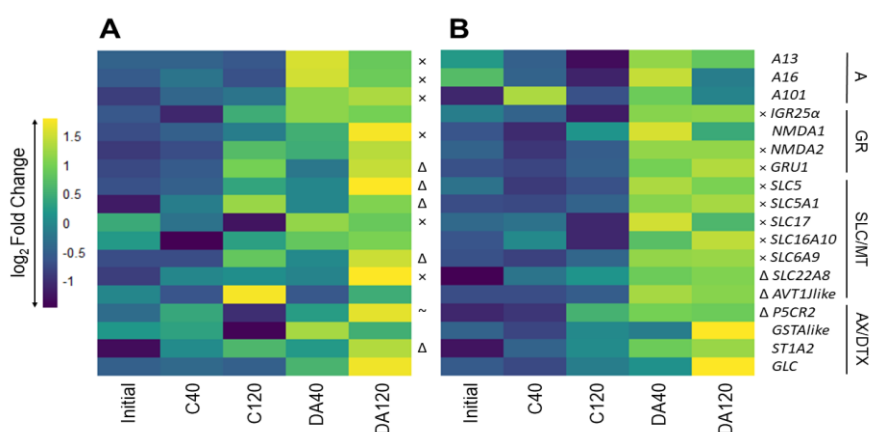


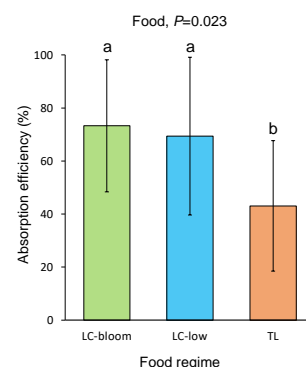
Figure 10 : HeatMap des données différentielles d'expression de gènes pour 18 transcrits dans les glandes digestives de (A) coquilles Saint-Jacques *P. maximus* et (B) moules *M. edulis* après 0 (initial), 40 et 120 min d'incubation *in vitro* dans un milieu supplémenté en DA (200- μ g DA mL⁻¹ = DA) et dans de l'eau de mer (contrôles = C). Les noms des gènes sont regroupés par familles selon leur fonction biologique le long de l'axe vertical : A = autophagie, GR = récepteurs du glutamate, SLC/MT = transporteurs de solutés/membranes, AX/DTX = système antioxydant/détoxifiant.

Impact de Lepidodinium chlorophorum sur la physiologie de l'huître creuse (projet DS CLOCCLO 2022) :

Les colorations vertes de l'eau de mer causées par le dinoflagellé marin *Lepidodinium chlorophorum* sont fréquemment observées pendant l'été le long de la côte sud de la Bretagne, en France. Bien qu'il n'y ait aucune preuve que *L. chlorophorum* produise des toxines, les colorations vertes de l'eau de mer sont liées à la mortalité de la faune. Dans le cadre du projet DS CLOCCLO, et dans le cadre de sa thèse, Pauline Roux a étudié la réponse écophysiological de l'huître du Pacifique *Crassostrea gigas* exposée à *L. chlorophorum*. Les huîtres ont été exposées pendant 48 heures à une faible concentration (500 cellules mL⁻¹) et à une concentration élevée (7500 cellules mL⁻¹) de *L. chlorophorum* et comparées à des témoins nourris avec l'haptophyte *Tisochrysis lutea*. Les conséquences directes de l'exposition à *L. chlorophorum* ont été évaluées par une analyse histochimique semi-quantitative. Ensuite, une phase de récupération de 24 heures avec un régime à base de *T. lutea* a été étudiée à l'aide d'un système de mesure écophysiological individuel. Les huîtres ont ingéré avec succès des cellules de *L. chlorophorum*, bien que le manteau, les branchies, l'estomac et la glande digestive aient été affectés de manière significative par la production de mucus. Les animaux précédemment exposés à une concentration de *L. chlorophorum* dans le bloom ont présenté des taux de clairance significativement plus faibles peu après l'exposition, probablement en raison de la production de particules exopolymères transparentes par les cellules de *L. chlorophorum* et de la production subséquente de mucus dans le manteau et les branchies. Cependant, leur efficacité d'assimilation était deux fois plus élevée que celle des huîtres témoins exposées à *T. lutea* (Figure 11). L'augmentation de l'efficacité d'assimilation pendant la phase de récupération pourrait être une compensation pour une diminution survenue pendant la phase d'exposition, interprétée comme un épuisement physiologique de *C. gigas* pendant les colorations vertes de l'eau de mer. Pour la première fois, des expériences en laboratoire ont permis de comprendre

les mortalités d'huîtres observées lors des efflorescences de *L. chlorophorum* dans l'environnement naturel.

Figure 11 : Efficacité d'absorption (%) des huîtres en fonction de la nourriture pendant la phase de récupération, après l'exposition à *Lepidodinium chloroform* à des concentrations fortes (LC-bloom), des concentrations faibles (LC-low) et la condition témoin exposée à *T. Lutea* (TL).



Interactions Environnement-Hôtes-Pathogènes

Projet DECICOMP

Dans le cadre du projet ANR Decicomp, nous avons approfondi l'étude de l'effet du régime alimentaire sur la sensibilité de l'huître creuse à une maladie causée principalement par l'Ostreid herpes virus de type I (OshV-1).

L'approvisionnement en nourriture influence le risque de maladie dans les populations animales de deux manières. D'une part, un approvisionnement alimentaire illimité améliore l'état physiologique de l'hôte et réduit sa sensibilité aux maladies infectieuses, reflétant un compromis entre l'immunité et d'autres fonctions liées à la condition physique. D'autre part, la rareté de la nourriture limite les ressources disponibles pour l'agent pathogène et ralentit la croissance et le métabolisme de l'hôte dont l'agent pathogène dépend pour proliférer.

Dans ce contexte, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle le jeun a un effet positif sur la survie des huîtres exposées à OshV-1 en réduisant l'activité métabolique de l'hôte et la prolifération virale jusqu'à atteindre un point de bascule au-delà duquel les réserves énergétiques sont trop faibles.

Pour tester cette hypothèse, nous avons réalisé une expérience selon un plan expérimental de type « cross-over ». Brièvement, Des huîtres juvéniles de type NSI et F14V (famille. Sensibles) ont été acclimatés dans 6 bassins à partir du 23 mai 2022. Les huîtres ont été nourries ou maintenues à jeun dans deux bassins appariés. Chaque paire de bassin a été répliquée 3 fois. Les huîtres étaient regroupées dans des filets maillants de 115 individus. Il y avait 7 groupes par bassin et par lot. Ensuite, chaque filet a été transféré soit du bassin alimenté en phytoplancton vers un le bassin à jeun (séquence 1), soit du bassin à jeun vers le bassin alimenté (séquence 2) selon un plan croisé (2 séquences × 2 traitements). Ces transferts ont été effectués 14, 21, 28, 35, 40 et 42 jours après le début de l'acclimatation pour la séquence 1, et 2, 7, 14, 21, 28 et 42 jours après le début de l'acclimatation pour la séquence 2 et (6 transferts +1 témoin fixe).

La séquence 1 permet de tester la relation entre la durée du jeun, compris entre 0 et 42 jours, et le risque de mortalité. Néanmoins, il y a un effet taille confondu avec la durée de jeun. La séquence 2 permet de discriminer ces deux effets en comparant les résultats de survie entre séquence 1 et 2 pour une durée de jeun fixe.

Nous avons choisi des durées de jeun de 2 et 7 jours car les huîtres réduisent leur consommation d'oxygène (VO₂) à 50 % de leurs valeurs initiales après environ 2 jours d'inanition et atteignent des valeurs asymptotiques après 5-8 jours de jeun. La durée de 14 jours correspond au temps que nous avons appliqué lors de nos précédentes expérimentations et dans le cadre d'une étude récente sur les

coques. Enfin, la durée de 42 jours correspond au temps maximum que nous pouvons appliquer, a priori sans risque mortalité.

A la fin de cette période d'acclimatation, les huîtres ont été exposées à OsHV-1 par cohabitation avec des huîtres donneuses préalablement injectée avec 50 uL de suspension virale dans le muscle adducteur. Les huîtres donneuses, ont été placées directement dans les bassins contenant les animaux receveur.

La survie a été suivie pendant près d'un mois et les résultats sont présentés sur la Figure xx. Globalement, le risque de mortalité diminue avec le jeun jusqu'à atteindre un minimum après 21-28 jours selon le lot d'huître. Par conséquent notre hypothèse de départ est vérifiée. La recrudescence des mortalités après 42 jours de jeun coïncide avec une consommation accrue des protéines.

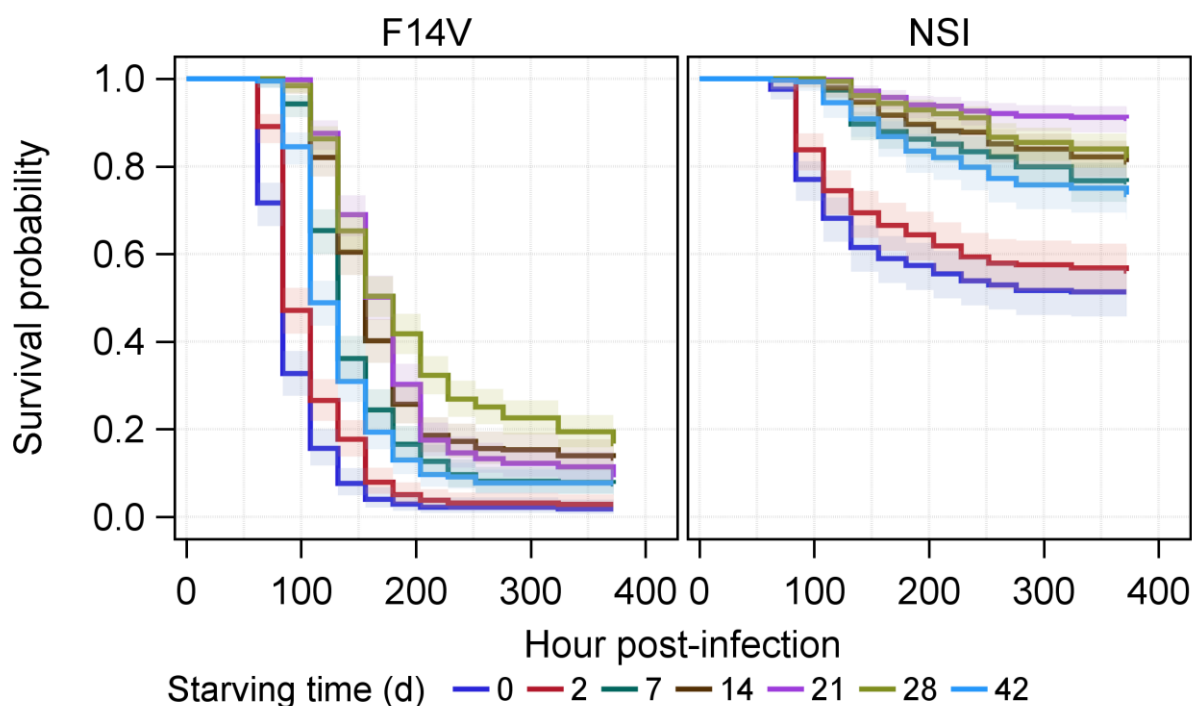


Figure 2. Survie des huîtres exposée à OsHV-1 en fonction de la durée de jeun précédant l'exposition à OsHV-1.

Environnement et immunité chez les mollusques

Nous étudions comment l'environnement et les pathogènes modifient les réponses énergétiques et fonctionnelles des individus. Sur le terrain, nous avons montré que le naissain d'huître placé dans la zone intertidale, qui subit des variations très fluctuantes de son environnement (nourriture, oxygène, température et pH interne), grandissent moins et résistent mieux à la maladie polymicrobienne due au virus OsHV-1. En effet, le naissain qui s'adapte aux conditions multi-stress présente un gain de survie (de +15%) lors d'un épisode de mortalités dû à l'infection virale. Ce gain de survie n'est pas lié à une absence ou une moindre quantité du virus OsHV-1. En revanche, ce gain de survie serait dû à une meilleure réponse intracellulaire de l'huître face à l'attaque virale car nous mettons en évidence une augmentation de l'expression de certaines protéines du métabolisme, de l'inflammation et de l'immunité. L'environnement intertidal a donc un impact important sur le fonctionnement énergétique de l'individu et par conséquent, sur les interactions hôte-pathogènes.

Nous avons développé des approches d'analyses cellulaires et nous démontrons que ces meilleures performances énergétiques des individus sont reflétées au niveau cellulaire. En effet, les hémocytes du naissain en position intertidale présentent une meilleure efficacité énergétique (rapport nombre de

mitochondries/production d'ATP). Ainsi, nous montrons que les réponses au stress d'un individu peuvent être reflétées au niveau de ses cellules. Nous développons donc ces approches cellulaires chez les mollusques, sur leurs hémocytes, pour évaluer leur état physiologique en fonction du changement global et face aux pathogènes. Ces mesures sont développées chez l'huître qui subit des mortalités sur toutes nos côtes (projet ANR Decicomp, ANR primoyster) et chez la palourde (projet CNRS CLIM CLAM) qui fait face à des vagues de chaleur dans les zones d'élevage importantes en baie de Venise, en Italie.

Du priming chez les mollusques

Au cours de la dernière décennie, des preuves de plus en plus nombreuses ont démontré que les invertébrés étaient capables de mettre en place une mémoire immunologique innée indépendante des anticorps, appelée "immune priming" (IP). Chez diverses espèces d'invertébrés dépourvues d'immunité acquise, il a été démontré que l'IP protégeait les individus contre les agents pathogènes au sein d'une même génération, à tous les stades de la vie (IP ontogénique) et même d'une génération à l'autre (IP transgénérationnelle, TGIP). En raison de leur importance évolutive et de leur perspective d'application, ces caractéristiques adaptatives sont apparues comme une nouvelle propriété importante des mécanismes de défense innée de l'hôte., nous avons récemment démontré que la PI peut protéger activement contre les POMS11-13. Dans ce contexte, l'objectif de l'ANR PRIMOYSTER est d'établir les bases de solutions biotechnologiques fondées sur les mécanismes antiviraux chez *C. gigas*. Cette solution innovante permettra de développer des stratégies prophylactiques et finalement de prévenir les mortalités massives affectant cette espèce de mollusque économiquement et écologiquement précieuse et de contribuer à la gestion durable de cette ressource. Nos approches cellulaires permettront de caractériser le profil des hémocytes entre les animaux primés versus non primés, afin de pouvoir évaluer si le priming passe par des modifications énergétiques et métaboliques des hémocytes, comme nous l'avons montré pour l'environnement intertidal.

Acclimatation et trajectoire de vie dans un environnement changeant

Projet COCORICO2 : « La conchyliculture dans un monde riche en CO2 ».

En 2020, nous avons obtenu un financement du FEAMP pour réaliser le projet CocoriCO2 (la conchyliculture dans un monde riche en CO2). CocoriCO2 est un projet interdisciplinaire d'intérêt collectif qui a pour objectif d'accroître la résilience, la durabilité et la compétitivité de l'ensemble des entreprises conchylicoles françaises en prenant en compte le changement climatique et plus particulièrement l'acidification des océans (AO).

L'acquisition des données pH sur le littoral français a débuté en 2021 sur 12 sites d'études répartis le long du littoral français, de la baie de Morlaix à la Méditerranée à l'aide de capteur SeaFET et SeapHOx (Sea-Bird). Tous les capteurs ont été acquis et déployés sur l'ensemble des sites de l'étude en 2020 qui s'est poursuivie en 2021 et 2022. Les résultats montrent qu'il y a sur l'ensemble des sites côtiers suivis des fluctuations saisonnières importantes du pH (+-1 unité) et des épisodes d'acidification extrêmes et ponctuelles caractérisés par des faibles valeurs de pH (7.5) et des taux de saturation en carbonates <1. Au large, la situation est beaucoup plus stable.

D'autre part, deux unités expérimentales consistant en conteneurs climatisés équipés de bassins en flux ouvert munis d'un dispositif de contrôle de la température de l'eau, du pH et de la photopériode ont été conçus en 2020 et ont été mis en place en juin 2021 en Bretagne Nord (écloserie de Porscave du CRCBN) et en Méditerranée (mas ostréicole du CRCM à Mèze). Des huîtres et des moules y sont maintenues en conditions ambiantes (témoins) et dans des conditions de pH et de température projetées pour 2050, 2075 et 2100 en triplicat pendant 24 mois. Les expérimentations à Porscave ont été interrompues à cause d'arrêt de croissance et de mortalité des coquillages probablement liées à la qualité de l'eau. Un autre site d'implantation est recherché en Bretagne Nord pour la suite. A Mèze, l'expérimentation à réellement pu débuter en octobre après avoir réglé un problème d'alimentation

en phytoplancton. La croissance et la reproduction des coquillages semblent fortement altérées avec l'augmentation des températures et de l'acidification.

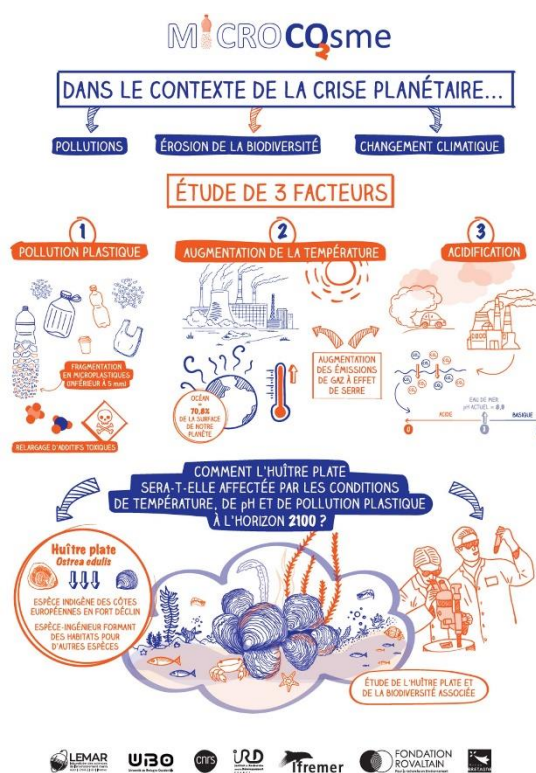
En parallèle, nous avons réalisé à Argenton une expérimentation à plus petite échelle visant à étudier la réponse physiologique de jeunes huîtres creuses exposées pendant 5 semaines à des scénarios climatiques ambiants et futurs (+3°C, -0,3 unité de pH) sous trois régimes alimentaires plus ou moins riches en acides gras w3 (thèse C. Caillon). Les huîtres ont été échantillonnées pour des mesures biométriques et physiologiques (respiration et prise alimentaire), biochimique (réserves énergétiques et dosage enzymatique) et d'histologique pour évaluer l'état reproducteur. A la fin de l'expérience, les huîtres ont été soumises à une maladie virale pour étudier le coût physiologique de l'acclimatation à ces conditions et leur réponse immunitaire. Les analyses suggèrent que le niveau de nourriture était le facteur le plus influent, suivi par le scénario climatique. Nous avons en effet constaté que la croissance, l'apport alimentaire, la reproduction et la résistance aux maladies des huîtres étaient négativement affectés par la restriction en w3. Les conditions futures ont amélioré la croissance, les taux physiologiques et la maturation sexuelle des huîtres, en particulier à des niveaux de nourriture riche en w3.

Projet MicroCO₂sme : expérience en direct pour évaluer les effets combinés de la pollution plastique, du réchauffement et de l'acidification des océans sur un écosystème tempéré et sensibiliser les citoyens.

L'année 2022 a été marquée par l'installation de l'espace Océanolab (inauguré le 28 mars 2023) et du projet MicroCO₂sme. Imaginé par Océanopolis et l'UBO, Océanolab est un laboratoire de recherche offrant au grand public la possibilité de voir "la science en train de se faire".

MicroCO₂sme est le premier projet accueilli à Océanolab. Il se situe au cœur de la triple crise planétaire qui menace la santé des écosystèmes marins et celle de l'Humanité. Dans les précédentes études scientifiques, la pollution plastique et le changement climatique ont été traités comme deux problèmes distincts et les effets évalués sur le court terme. Nous présentons une vision alternative selon laquelle ces deux problèmes sont chroniques et fondamentalement liés et susceptibles d'affecter les écosystèmes marins. Dans ce contexte, nous étudions la vulnérabilité de l'huître plate *Ostrea edulis* et des communautés benthiques associées à la pollution plastique combinée au réchauffement et à l'acidification océanique. L'huître plate a été choisie car c'est un emblème de l'érosion de la biodiversité marine indigène qui a été décimée en Europe par la dégradation de son habitat, la surexploitation et les maladies.

Pour aborder cette question, douze récifs d'huîtres seront implantés dans des mésocosmes et seront exposés à une hausse de la température (+2°C) et une baisse du pH (-0.32 unités de pH) de l'eau de mer et à l'ajout d'un mélange de microplastiques écologiquement réalistes (concentration x 50) basés sur des scénarios régionaux à l'horizon 2100. Pendant un an, nous évaluerons les effets de ces changements sur la santé des huîtres et sur la richesse et l'abondance de la biodiversité associée aux récifs. Nous allons évaluer les effets sur la physiologie et les traits d'histoire de vie à l'échelle



individuelle, la dynamique des populations et les traits fonctionnels de la biodiversité présente dans les mésocosmes, la richesse spécifique et leur abondance.

MicroCO₂sme répond au Contrat d'objectifs et à la Charte d'ouverture à la société établis par l'Ifremer. Le projet est une vitrine de l'engagement de l'Institut pour davantage écouter et répondre aux questions posées par la société en leur proposant une expérience inédite, immersive et scientifiquement crédible.

Cette initiative "gagnant-gagnant" permet la production de connaissances scientifiques robustes et leur transfert direct à la société. Des visites et des outils de communication informent les visiteurs sur l'expérience en cours, et des moments d'échanges ont lieu avec les scientifiques en résidence afin de les informer sur les défis actuels qui pèsent sur les *océans*.

<https://www-ium.univ-brest.fr/lemar/projets-scientifiques/microco2sme/>

<https://www.oceanopolis.com/ouverture-doceanolab-un-nouvel-espace-de-visite-a-oceanopolis/>

Écologie du Recrutement, Conservation et Restauration écologique

Projet REEFORST

En France, l'huître plate, *Ostrea edulis*, la seule huître native des côtes européennes, espèce autrefois dominante dans la plupart des écosystèmes côtiers, ne subsiste plus que dans quelques milieux très restreints notamment en Bretagne (Pouvreau et al., 2021a). Après plusieurs siècles d'exploitation, ces dernières populations cryptiques sont soumises à des pressions croissantes qui feront disparaître définitivement l'espèce et son habitat si aucune action ciblée de conservation et de restauration écologique n'est engagée rapidement (e.g. Pogoda et al., 2019). A ce titre, l'huître plate est répertoriée, depuis 2009, dans la liste noire des habitats et espèces menacés de la convention OSPAR (Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est) et fait l'objet exclusif d'une Alliance Européenne créée en 2019 pour sa restauration : la "Native Oyster Restoration Alliance" (NORA). Plus d'une dizaine de chantiers de restauration sont désormais à l'œuvre en Europe et de premiers manuels de restauration écologique adaptés à l'espèce commencent à voir le jour (Zu Ermgassen et al., 2021).

En France, très récemment, le projet FEAMP FOREVER (2018-2020) a permis de dresser des bases solides en écologie de la restauration de l'espèce (Pouvreau et al. 2021b) et a montré, contre toute attente, que la levée de certaines contraintes permet d'aider significativement au retour de l'espèce en milieu naturel. La mesure prioritaire essentielle à ce retour réside dans la mise en œuvre sur le fond de supports biomimétiques favorables à l'espèce permettant de créer une amorce de restauration servant de noyau d'agrégation pour les jeunes recrues (appelé "kickstarter" en anglais). Ce type de restauration active, déjà utilisée pour les récifs coralliens tropicaux, permet en effet de reformer des constructions récifales coloniales assez denses, essentielles à la santé des individus, des populations et à la biodiversité associée. Dans ce contexte, le projet REEFORST vise à conforter, améliorer et finaliser la méthodologie de restauration et mettre en œuvre progressivement les toutes premières opérations pilotes de restauration de l'espèce sur différents sites NATURA 2000 bien documentés pour l'espèce. Le site principal de test du projet REEFORST est situé en rade de Brest sur l'ancienne huître du Roz et le premier site d'application et de validation est situé en baie de Quiberon sur l'ancienne huître de Penthievre. Ce projet de partenariat pionnier entre l'Ifremer et l'OFB constitue donc un tournant dans la conservation et de restauration écologique de cette espèce en France, c'est aussi l'ouverture d'une nouvelle voie en France : celle de la restauration des milieux marins et d'espèces emblématiques. A terme, le rétablissement de populations significatives d'huîtres plates devrait permettre un retour progressif des services écosystémiques associés avec des bénéfices potentiels vers d'autres espèces marines remarquables présentes dans les secteurs ciblés.

Sur le plan technique, pour réussir à développer l'amorce la plus adaptée à la restauration de l'espèce, le projet REEFOREST fait appel à différents spécialistes en matériau écologique en milieu marin (e.g. SEABOOST, BESE-elements, CorailArtefact, ESITC...). Ce travail est mené en concertation entre l'Ifremer, l'OFB, les gestionnaires Natura 2000 et les professionnels de la Conchyliculture et de la Pêche. Ce travail pionnier en France est également supporté par des associations environnementalistes et des initiatives engagées dans la préservation de l'Océan et la restauration écologique.

Coordination ZABRI-Thème 3

La mer d'Iroise et la rade de Brest sont des environnements particulièrement riches en termes de biodiversité. Ces territoires sont également empreints d'éléments patrimoniaux forts. Cette richesse biologique et culturelle a toujours offert aux populations humaines de nombreux services écosystémiques clés. Actuellement, les espèces et habitats majeurs qui ont dessiné l'histoire maritime de ce territoire sont menacées par des pressions anthropiques croissantes (dégradation des habitats, pollution des eaux, épizooties, dérèglement climatique, espèces invasives, etc.). Au sein de la ZABRI, deux parcs naturels ont actuellement en charge la gestion de ce patrimoine naturel : pour la mer d'Iroise, le Parc Naturel Marin d'Iroise et pour la rade de Brest, le Parc Naturel Régional d'Armorique et sa zone NATURA 2000 maritime et terrestre. Dans ce contexte, le thème 3 de la ZABRI se focalise sur une question scientifique et sociétale majeure : Comment concilier la conservation, voire la restauration écologique, et l'usage durable des ressources marines ?

Pour répondre à cette question, le thème 3, coordonné par S. Pouvreau, A. Blanchet et M. Laurans de l'Ifremer s'appuie sur une dizaine de projets « phares » qui se focalisent sur l'étude de quelques espèces et habitats emblématiques et associent biologistes, géographes, économistes, gestionnaires et professionnels de la mer. S'ajoutent à ces travaux des suivis récurrents et essentiels de biodiversité dans le cadre de plusieurs observatoires ou réseau d'observation de l'environnement (REBENT, DCE, DCSMM, Observatoire IUEM, Observatoires conchylicoles). Les approches mises en œuvre relèvent à la fois des sciences humaines et des sciences naturelles (enquêtes, cartographie, échantillonnage en mer et analyses de laboratoire).

Les espèces et habitats emblématiques étudiés dans ce thème sont les suivants :

- les habitats benthiques à enjeux prioritaires (bancs de Maërl, herbiers de zostères, champs de blocs, forêt de laminaires, récifs biogéniques d'huîtres et de moules) ;
- les populations d'invertébrés benthiques patrimoniales (coquilles Saint-Jacques, pétoncles noires, praires, ormeaux, langoustes) ;
- les espèces de poissons et mammifères marins remarquables (bars, petits pélagiques, grands dauphins, phoques) ;
- les colonies d'oiseaux marins et limicoles protégées (grand gravelot, huitrier pie, courlis, puffin, tournepierre) ;
- les habitats terrestres à forte valeur (landes et pelouses littorales).

Equipe Génomique des Vibrios (GV)

Les objectifs de notre projet sont d'étudier l'évolution de la résistance aux antimicrobiens dans les populations de bactéries marines, les vibrios, (ANR RESISTE) et de comprendre les principes de base de la coévolution entre les bactéries et leurs prédateurs viraux, les phages (ERC DYNAMIC). L'activité de l'équipe en 2022 se décline en 5 axes principaux qui sont : 1) la comparaison de la sensibilité de souches appartenant aux populations *V. chagasii* et *V. crassostreae* à diverses classes d'antibiotiques ; 2) la publication de deux articles sur les interactions phage-bactérie ; 3) la soumission d'une thèse de doctorat sur la découverte d'un nouveau satellite de phages; 4) le traitement et la conservation des ressources biologiques du projet Dynamic ; 5) la caractérisation d'un Schizotequatrovirus.

- 1. Résistance de populations naturelles aux antibiotiques.** Nous avons caractérisé la sensibilité de 136 et 157 souches de *V. chagasii* et *V. crassostreae* à différentes classes d'antibiotiques (Fig. 1). La grande majorité des souches de *V. chagasii* sont résistantes aux Beta lactamines. Pour les autres classes d'antibiotiques, la résistance est observée à l'échelle de la souche et non de la population, suggérant que les gènes de résistance sont acquis par transferts horizontaux. Nous avons en parallèle réalisé un séquençage PacBio de 20 souches afin de réaliser un assemblage complet des génomes et de caractériser l'ensemble des éléments génétiques mobiles porteurs de gène de résistance. Ce travail fait l'objet d'une collaboration avec l'équipe d'Eduardo Rocha à l'Institut Pasteur (ANR RESISTE).

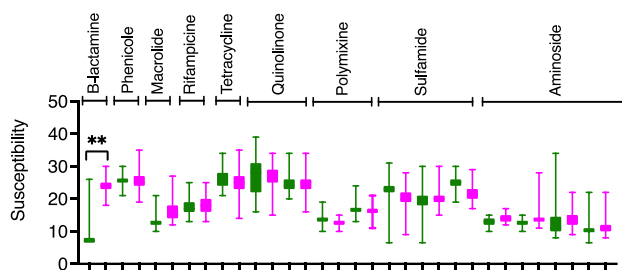


Figure 1 : Comparaison de la sensibilité des souches de *V. crassostreae* (rose) ou *V. chagasii* (vert) à divers antibiotiques, déterminée par la méthode de diffusion en disque.

- 2. Publication de deux articles sur les interactions phage-vibrio.** Le premier article (Piel et al. 2022, Nature Microbiology) est basé sur le pathogène de l'huître *Vibrio crassostreae* et ses phages comme système modèle pour étudier la course aux armements au sein de populations naturelles. Le second article (Cahier et al., soumis à Environmental Microbiology et BioRxiv) compare la structure des matrices d'interaction phage-vibrio avec la diversité génétique au sein des populations et le mode de vie des vibrios.
- 3. Thèse de doctorat de Ruben Barcia Cruz et découverte d'un nouveau satellite de phage.** Cette thèse de doctorat de l'Université de Saint Jacques de Compostelle a été soutenue en janvier 2023 et repose principalement sur deux années d'activité au sein de l'équipe à Roscoff. Les satellites de phages sont des éléments génétiques mobiles qui exploitent les phages pour assurer leur propre propagation et leur transfert horizontal dans de nouveaux hôtes bactériens. Nous avons découvert une nouvelle famille de satellites, que nous avons nommée PICMI (Phage inducible chromosomal minimalist island) en raison de sa taille réduite. PICMI représente une nouvelle stratégie de mutualisme entre le satellite, le phage auxiliaire et l'hôte. Il est important de noter que cette découverte remet en question le dogme selon lequel les phages strictement virulents peuvent être utilisés sans risque en thérapie parce qu'il n'y a pas de risque de transfert de gènes par transduction.
- 4. Le traitement et la conservation des ressources biologiques du projet ERC Dynamic.** Une partie de l'équipe s'est attachée à produire des stocks de 1000 phages à haut titre en vue de la conservation des virus dans des collections nationales (open resources), de l'extraction d'ADN, de l'établissement de bibliothèques et séquençages prévus en 2023. Un total de 450 souches de *V. crassostreae* isolées lors du même échantillonnage en série sera aussi séquençé. Les matrices d'infection entre phages et vibrios sont effectuées de manière à obtenir des résultats quantitatifs et non qualitatifs et ce afin de mieux appréhender le statut de sensibilité des souches bactériennes et la virulence des phages.

5. **La caractérisation d'un Schizotequatrovirus.** Parmi les phages de notre collection, le phage 6E35.1a, appartenant au genre des Schizotequatrovirus (ou T4 géant), possède un large génome (253 kpb) et une capsid de plus grande taille par rapport aux autres phages de type T4. Il présente de plus la caractéristique d'infecter un plus large spectre d'hôtes (environ 10% des isolats de *V. crassostreae*). Son récepteur, OmpK, est une protéine de fonction inconnue. Ce phage possède un temps de latence d'une trentaine de minutes et l'infection par un phage conduit à la production d'en moyenne 7 nouvelles particules virales, ce qui est 10 à 50 fois moins que les phages de spectre d'hôtes plus restreints. Nous avons identifié 19 autres phages de ce genre au sein de la collection établie en 2021 (Fig. 2). Ils vont être séquencés en 2023 afin d'avoir accès aux gènes conservés et spécifiques de ce genre. Nous espérons mettre en évidence une monophylie des phages T4 à grand génomes et explorer le lien entre acquisition d'un grand génome et large spectre d'hôte.

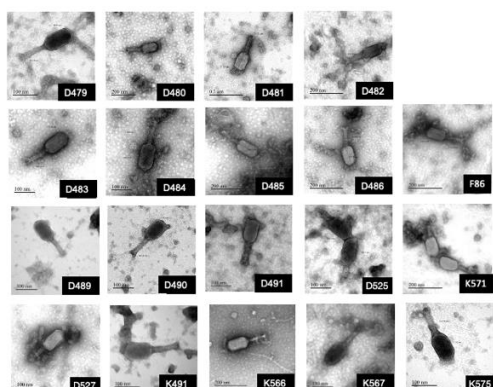


Figure 2. Collection de *Schizotequatrovirus* (ou T4 géant) isolés en utilisant des souches de *V. crassostreae* comme hôte.

Enfin dans le cadre de l'ANR DECICOMP, Yannick Labreuche a effectué des infections expérimentales d'une souche *V. crassostreae* et mutants de gènes de virulence en balnéation et en présence du virus herpes, afin de déterminer le rôle de ces gènes dans la capacité du vibrio à coloniser les huitres.

Annexe 1 : Production scientifique et technologique 2022 (uniquement celle impliquant du personnel de PFOM)

Indicateurs extraits des dépôts dans Archimer	Nombre
Article dans des revues avec comité de lecture (de rang A) indexées dans le WOS	33
IF moyen des publications	7.24
Expertises/Avis	1
Rapports	14
Thèses	2
Participation à jurys de thèse ou HDR	10
Ouvrages / Chapitres d'ouvrages	1
Posters	5
Publications dans des colloques	2
Communications sans acte	36
Brevets	
Jeux de données publiés dans SEANOE	7

Article dans des revues avec comité de lecture (de rang A) indexées dans le WOS

1. Auzoux-Bordenave Stéphanie, Ledoux Apolline, Martin Sophie, Di Poi Broussard Carole, Suquet Marc, Badou Aïcha, Gaillard Fanny, Servili Arianna, Le Goïc Nelly, Huchette Sylvain, Roussel Sabine (2022). **Responses of early life stages of European abalone (*Haliotis tuberculata*) to ocean acidification after parental conditioning: Insights from a transgenerational experiment.** *Marine Environmental Research*, 181, 105753 (14p.). <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105753>; IF=3.38
2. Bruyère Oriane, Soulard Benoit, Lemonnier Hugues, Laugier Thierry, Hubert Morgane, Petton Sébastien, Desclaux Terence, Van Wynsberge Simon, Le Tesson Eric, Lefèvre Jérôme, Dumas Franck, Kayara Jean-François, Bourassin Emmanuel, Lalau Noemie, Antypas Florence, Le Gendre Romain (2022). **Hydrodynamic and hydrological processes within a variety of coral reef lagoons: field observations during six cyclonic seasons in New Caledonia.** *Earth System Science Data*, 14(12), 5439-5462. Publisher's official version : <https://doi.org/10.5194/essd-14-5439-2022> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00777/88894/>; IF=11.81
3. Cohen-Rengifo Mishal, Danion Morgane, Gonzalez Anne-Alicia, Bégout Marie-Laure, Cormier Alexandre, Noël Cyril, Cabon Joëlle, Vitré Thomas, Mark Felix C., Mazurais David (2022). **The extensive transgenerational transcriptomic effects of ocean acidification on the olfactory epithelium of a marine fish are associated with a better viral resistance.** *Bmc Genomics*, 23(1), 48 (18p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08647-w> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00777/88898/>; IF=4.56
4. Corporeau Charlotte, Petton Sébastien, Vilaça Romain, Delisle Lizenn, Quéré Claudie, Le Roy Valerian, Dubreuil Christine, Lacas-Gervais Sandra, Guitton Yann, Artigaud Sebastien, Bernay Benoît, Pichereau Vianney, Huvet Arnaud, Petton Bruno, Pernet Fabrice, Fleury Elodie, Madec Stephanie, Brigaudeau Christophe, Brenner Catherine, Mazure Nathalie M. (2022). **Harsh intertidal environment enhances metabolism and immunity in oyster (*Crassostrea gigas*) spat.** *Marine Environmental Research*, 180, 105709 (14p.). <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105709>; IF=3.74
5. Correia-Martins A, Tremblay R, Bec Beatrice, Roques C, Atteia Ariane, Gobet Angélique, Richard Marion, Hamaguchi M, Miyajima T, Hori M, Miron G, Pouvreau Stephane, Lagarde Franck (2022). **Failure of bivalve foundation species recruitment related to trophic changes during an extreme heatwave event.** *Marine Ecology Progress Series*, 691, 69-82. <https://doi.org/10.3354/meps14060>; IF=2.92
6. Delmotte Jean, Pelletier Camille, Morga Benjamin, Galinier Richard, Petton Bruno, Lamy Jean-Baptiste, Kaltz Oliver, Avarre Jean-Christophe, Jacquot Maude, Montagnani Caroline, Escoubas Jean Michel (2022). **Genetic Diversity and Connectivity of the Ostreid Herpesvirus 1 Populations in France: A First Attempt to Phylogeographic Inference for a Marine Mollusc Disease.** *Virus Evolution*, 8(1), veac039 (14p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1093/ve/veac039> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00766/87834/>; IF=5.61
7. Di poi Carole, Brodu Nicolas, Gazeau Frédéric, Pernet Fabrice (2022). **Life-history traits in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* are robust to ocean acidification under two thermal regimes.** *Ices Journal Of Marine Science*, 79(10), 2614-2629. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac195>; IF=3.91
8. Domínguez-Petit Rosario, Garcia Fernandez Cristina, Leonarduzzi Ezequiel, Rodrigues Karina, Macchi Gustavo Javier (2022). **Parental Effects and Reproductive Potential of Fish and Marine Invertebrates: Cross-Generational Impact of Environmental Experiences.** *Fishes*, 7(4), 188 (16p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.3390/fishes7040188> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00787/89870/>; IF=3.17
9. Dugeny Elyne, Lorgeril Julien, Petton Bruno, Toulza Eve, Gueguen Yannick, Pernet Fabrice (2022). **Seaweeds influence oyster microbiota and disease susceptibility.** *Journal Of Animal Ecology*, 91(4), 805-818. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13662> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00750/86228/>; IF=5.61
10. Even Yasmine, Pousse Emilien, Chapperon Coraline, Artigaud Sebastien, Hégaret Helene, Bernay Benoit, Pichereau Vianney, Flye-Sainte-Marie Jonathan, Jean Frederic (2022). **Physiological and comparative proteomic analyzes reveal immune defense response of the king scallop *Pecten maximus* in presence of paralytic shellfish toxin (PST) from *Alexandrium minutum*.** *Harmful Algae*, 115, 102231 (15p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102231> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00764/87648/>; IF=5.91
11. Fallet Manon, Montagnani Caroline, Petton Bruno, Dantan Luc, de Lorgeril Julien, Comarmond Sébastien, Chaparro Cristian, Toulza Eve, Boitard Simon, Escoubas Jean Michel, Vergnes Agnes, Le Grand Jacqueline, Bulla Ingo, Gueguen Yannick, Vidal-Dupiol Jeremie, Grunau Christoph, Mitta Guillaume, Cossau Céline (2022). **Early life microbial exposures shape the *Crassostrea gigas* immune system for lifelong and intergenerational disease protection.** *Microbiome*, 10(1), 85 (21p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1186/s40168-022-01280-5> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00753/86457/>; IF=16.837

12. Gardon Tony, Paul-Pont Ika, Le Moullac Gilles, Soyez Claude, Lagarde Fabienne, Huvet Arnaud (2022). **Cryogrinding and sieving techniques as challenges towards producing controlled size range microplastics for relevant ecotoxicological tests.** *Environmental Pollution*, 315, 120383 (9p.). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120383>; IF=9.99
13. Goikoetxea Alexander, Servili Arianna, Houdelet Camille, Mouchel Olivier, Hermet Sophie, Clota Frederic, Aerts Johan, Fernandez Juan Ignacio, Allal Francois, Vandeputte Marc, Blondeau-Bidet Eva, Geffroy Benjamin (2022). **Natural cortisol production is not linked to the sexual fate of European sea bass.** *Fish Physiology And Biochemistry*, 48(4), 1117-1135. <https://doi.org/10.1007/s10695-022-01104-1>; IF=3.01
14. Islam Shikder Saiful, Zhang Shanshan, Eggermont Mieke, Bruto Maxime, Le Roux Frederique, Defoirdt Tom (2022). **The impact of the multichannel quorum sensing systems of *Vibrio tasmaniensis* and *Vibrio crassostreae* on virulence towards blue mussel (*Mytilus edulis*) larvae.** *Aquaculture*, 547, 737414 (6p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737414> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00744/85584/>; IF=5.13
15. Kavousi Javid, Roussel Sabine, Martin Sophie, Gaillard Fanny, Badou Aicha, Di Poi Carole, Huchette Sylvain, Dubois Philippe, Auzoux-Bordenave Stéphanie (2022). **Combined effects of ocean warming and acidification on the larval stages of the European abalone *Haliotis tuberculata*.** *Marine Pollution Bulletin*, 175, 113131 (15p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113131> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00737/84932/> IF=7.00
16. Lalau Noemie, Van Wynsberge Simon, Soulard Benoit, Petton Sébastien, Le Gendre Romain (2022). **A quick and cost-effective method for modelling water renewal in shallow coral reef lagoons.** *Coral Reefs*, 41(6), 1611-1626. <https://doi.org/10.1007/s00338-022-02319-7> IF=4.64
17. Le Luyer Jeremy, Monaco Cristian, Milhade Leo, Reisser Celine, Soyez Claude, Raapoto Hirohiti, Belliard Corinne, Le Moullac Gilles, Ky Chin-Long, Pernet Fabrice (2022). **Gene expression plasticity, genetic variation and fatty acid remodelling in divergent populations of a tropical bivalve species.** *Journal Of Animal Ecology*, 91(6), 1196-1208. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13706> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00766/87848/> IF=5.61
18. Lebigre Christophe, Woillez Mathieu, Barone Herve, Mourot Jennyfer, Drogou Mickael, Le Goff Ronan, Servili Arianna, Hennebert Jana, Vanhomwegen Marine, Aerts Johan (2022). **Temporal variations in scale cortisol indicate consistent local-and broad-scale constraints in a wild marine teleost fish.** *Marine Environmental Research*, 182, 105783 (8p.). <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105783> IF=3.74
19. Lemonnier C., Chalopin Morgane, Huvet Arnaud, Le Roux Frederique, Labreuche Yannick, Petton Bruno, Maignien Lois, Paul-Pont Ika, Reveillaud J. (2022). **Time-series incubations in a coastal environment illuminates the importance of early colonizers and the complexity of bacterial biofilm dynamics on marine plastics.** *Environmental Pollution*, 312, 119994 (11p.). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119994>; IF=9.99
20. Lutier Mathieu, Di Poi Broussard Carole, Gazeau Frédéric, Appolis Alexis, Le Luyer Jeremy, Pernet Fabrice (2022). **Revisiting tolerance to ocean acidification: insights from a new framework combining physiological and molecular tipping points of Pacific oyster.** *Global Change Biology*, 28(10), 3333-3348. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/gcb.16101> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00749/86130/>; IF=13.2
21. Mazaleyrat Anna, Normand Julien, Dubroca Laurent, Fleury Elodie (2022). **A 26-year time series of mortality and growth of the Pacific oyster *C. gigas* recorded along French coasts.** *Scientific Data*, 9(1), 392 (10p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01511-2> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00783/89483/>; IF=8.50
22. Merou Nicolas, Lecadet Cyrielle, Billon Tom, Chollet Bruno, Pouvreau Stephane, Arzul Isabelle (2022). **Investigating the Environmental Survival of *Marteilia refringens*, a Marine Protozoan Parasite of the Flat Oyster *Ostrea edulis*, Through an Environmental DNA and Microscopy-Based Approach.** *Frontiers In Marine Science*, 9, 811284 (12p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.811284> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00748/86010/>; IF=5.25
23. Piel Damien, Bruto Maxime, Labreuche Yannick, Blanquart François, Goudenège David, Barcia-Cruz Rubén, Chenivesse Sabine, Le Panse Sophie, James Adele, Dubert Javier, Petton Bruno, Lieberman Erica, Wegner K. Mathias, Hussain Fatima A., Kauffman Kathryn M., Polz Martin F., Bikard David, Gandon Sylvain, Rocha Eduardo P. C., Le Roux Frederique (2022). **Phage–host coevolution in natural populations.** *Nature Microbiology*, 7(7), 1075-1086. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41564-022-01157-1> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00780/89208/>; IF=30.96
24. Printzi Aliko, Mazurais David, Witten P. E., Madec Lauriane, Gonzalez A.-A., Mialhe X., Zambonino Infante Jose-Luis, Koumoundouros G. (2022). **Juvenile zebrafish (*Danio rerio*) are able to recover from lordosis.** *Scientific Reports*, 12(1), 21533 (12p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26112-2> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00810/92221/>; IF=5.00

25. Quéméneur Jean-Baptiste, Danion Morgane, Cabon Joëlle, Collet Sophie, Zambonino Infante Jose-Luis, Salin Karine (2022). **The relationships between growth rate and mitochondrial metabolism varies over time.** *Scientific Reports*, 12(1), 16066 (8p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20428-9> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00795/90700/>; IF=5.00
26. Roque D'Orbcastel Emmanuelle, Lutier Mathieu, Le Floc'h Emilie, Ruelle Francois, Triplet Sebastien, Le Gall Patrik, Hubert Clarisse, Fortune Martine, Laugier Thierry, Geoffroy Thibault, Crottier Anaïs, Gobet Angélique, Fouilland Eric (2022). **Marine ecological aquaculture: a successful Mediterranean integrated multi-trophic aquaculture case study of a fish, oyster and algae assemblage.** *Aquaculture International*, 30(6), 3143-3157. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00953-0>; IF=2.95
27. Sganga Daniela E., Dahlke Flemming T., Sørensen Sune R., Butts Ian A. E., Tomkiewicz Jonna, Mazurais David, Servili Arianna, Bertolini Francesca, Politis Sebastian N. (2022). **CO2 induced seawater acidification impacts survival and development of European eel embryos.** *Plos One*, 17(4), e0267228 (20p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267228> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00766/87826/>; IF=3.01
28. Sorée Marion, Delavat François, Lambert Christophe, Lozach Solen, Papin Mathias, Petton Bruno, Passerini Delphine, Dégremont Lionel, Hervio Heath Dominique (2022). **Life history of oysters influences Vibrio parahaemolyticus accumulation in Pacific oysters (Crassostrea gigas).** *Environmental Microbiology*, 24(9), 4401-4410. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15996> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00763/87507/>; IF=4.06
29. Soudant Philippe, Ventura Mariana, Chauchat Luc, Guerreiro Mauean, Mathieu-Resuge Margaux, Le Grand Fabienne, Simon Victor, Collet Sophie, Zambonino Infante Jose-Luis, Le Goïc Nelly, Lambert Christophe, Fernandes Fleuriane, Sillkina Alla, Fernandes De Souza Marcella, de La Broise Denis (2022). **Evaluation of Aurantiochytrium mangrovei Biomass Grown on Digestate as a Sustainable Feed Ingredient of Sea Bass, Dicentrarchus labrax, Juveniles and Larvae.** *Sustainability*, 14(21), 14573 (23p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.3390/su142114573> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00801/91331/>; IF=3.889
30. Tallec Kevin, Huvet Arnaud, Yeuc'h Valérie, Le Goïc Nelly, Paul-Pont Ika (2022). **Chemical effects of different types of rubber-based products on early life stages of Pacific oyster, Crassostrea gigas.** *Journal Of Hazardous Materials*, 427, 127883 (12p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127883> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00736/84784/>; IF=14.22
31. Tallec Kevin, Gabriele Marta, Paul-Pont Ika, Alunno Bruscia Marianne, Huvet Arnaud (2022). **Tire rubber chemicals reduce juvenile oyster (Crassostrea gigas) filtration and respiration under experimental conditions.** *Marine Pollution Bulletin*, 181, 113936 (7p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113936> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00788/89961/>; IF=7.00
32. Vagner Marie, Boudry G., Courcot L., Vincent D., Dehaut A., Duflos G., Huvet Arnaud, Tallec K, Zambonino-Infante Jose-Luis (2022). **Experimental evidence that polystyrene nanoplastics cross the intestinal barrier of European seabass.** *Environment International*, 166, 107340 (9p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107340> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00776/88753/>; IF=13.35
33. de San Nicolas Noémie, Asokan Aromal, Rosa Rafael D., Voisin Sébastien N., Travers Agnes, Rocha Gustavo, Dantan Luc, Dorant Yann, Mitta Guillaume, Petton Bruno, Charrière Guillaume M., Escoubas Jean Michel, Boulo Viviane, Pouzadoux Juliette, Meudal Hervé, Loth Karine, Aucagne Vincent, Delmas Agnès F., Bulet Philippe, Montagnani Caroline, Destoumieux Garzon Delphine (2022). **Functional Diversification of Oyster Big Defensins Generates Antimicrobial Specificity and Synergy against Members of the Microbiota.** *Marine Drugs*, 20(12), 745 (18p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.3390/md20120745> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00807/91932/>; IF=6.09

Expertises/Avis

Le Fur Ines, Bruneau Audrey, Blanchet Aline, Cugier Philippe, Deleglise Margot, Derrien Amelie, Fabioux Caroline, Guesdon Stephane, Gueux Aurore, Hegaret Helene, Hess Philipp, Lassudrie Malwenn, Lemoine Maud, Neaud-Masson Nadine, Piraud Aude, Terre Terrillon Aouregan (2022). **Expertise sur le retour d'expérience de la contamination ASP dans les Pertuis Charentais fin 2021.** DDTM 17 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Charente-Maritime, La Rochelle, Ref. ODE/LITTORAL/LER/PC-22.007 Expertise Ifremer N° 22-010, 34p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00797/90883/>

Rapports

Danto Jules, Daures Fabienne, Desroy Nicolas, Savina-Rolland Marie, Vermard Youen, Zambonino Infante Jose-Luis (2022). **Projet SCEDUR. Identification des indicateurs de durabilité de la pêche française.** RBE/HALGO/LTBH.2021-10. <https://doi.org/10.13155/87378>

Fleury Elodie, Petton Sébastien, Benabdelmouna Abdellah, Corporeau Charlotte, Pouvreau Stephane (2022). **Observatoire national du cycle de vie de l'huître creuse en France. Rapport annuel ECOSCOPIA 2021.** BREST RBE/PFOM/PI 2022-1. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00799/91119/>

Fleury Elodie (2022). **Compte Rendu de la Journée Annuelle ECOSCOPIA. Le 8 février 2022 (par visioconférence).** <https://archimer.ifremer.fr/doc/00760/87238/>

Hernandez Farinas Tania, Antajan Elvire, Chouquet Bastien, M'Zari Lotfi, Rollet Claire, Ropert Michel, Schlaich Ivan (2022). **Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Paluel. Année 2021.** RST ODE/UL/LERN/22-02. Conv. EDF C4493C0850. 227 p.

Le Roux Frederique, Mazurais David, Pernet Fabrice, Zambonino Infante Jose-Luis (2022). **Rapport d'activité 2021. UNITE RBE/PFOM. Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins.** <https://archimer.ifremer.fr/doc/00783/89512/>

M'Zari Lotfi, Ropert Michel, Antajan Elvire, Hernandez Farinas Tania, Loots Christophe, Rollet Claire, Schlaich Ivan (2022). **Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Flamanville. Année 2021.** RST ODE/UL/LER/N/22-01. Conv. EDF C3499C0490. 212 p.

Perriere-Rumebe Myriam, Sottolichio Aldo (2022). **Surveillance écologique du centre nucléaire de production d'électricité du Blayais. Année 2021.** RST/ODE/LITTORAL/LERAR/22.007. Conv. EDF C3499C0490. 227 p.

Ropert Michel (2022). **Recueil des méthodes mises en oeuvre dans le cadre la surveillance des CNPE de bord de mer et d'estuaire - marché n° C3499C0490 – Version Juin 2022.** RST ODE/UL/LERN/22.06. Conv. EDF C3499C0490. 34 p.

Ropert Michel (2022). **Surveillance écologique et halieutique des CNPE de bord de mer et d'estuaire. Suivi des activités sous-traitées. (Années 2019 À 2021).** RST/ODE/UL/LERN-22.07 24p.

Ruyssen Maria, Grillon-Gaborit Fabrice, Pernet Fabrice, Brodu Nicolas, Richard Marion, Le Ray Julie, Bosmans Jerome, Galavielle Pierre-Henri (2022). **Table Ronde. Recherche & Conchyliculture #6 2022.** La conchyliculture au défi du changement global. IFREMER-CRCM, Bouzigues, 2022, 10 pages. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00819/93090/>

Salin Karine (2022). Participation au EMB Ocean oxygen Working Group et à la rédaction du numéro 10 de « EMD Future Science Brief », **Ocean oxygen: The role of the Ocean in the oxygen we breathe and the threat of deoxygenation.** https://www.marineboard.eu/sites/marineboard.eu/files/public/EMB_FSB10_Ocean_oxygen_Web-150DPI_V7.pdf

Savina-Rolland Marie, Rindorf Anna, Brown Elliot John, Neuenfeldt Stefan, Van Deurs Mikael, Carbonara Perluigi, Spedicato Maria Teresa, Pierrucci Andrea, Chust Guillem, Garcia Dorleta, Ibaibarriaga Leire, Taboada Fernando González, Depestele Jochen, Sys Klaas, Vansteenbrugge Lies, Einberg Heli, Ojaveer Henn, Fincham Jenni, Girardin Raphael, Halouani Ghassen, Lebigre Christophe, Munschy Catherine, Petitgas Pierre, Woillez Mathieu, Zambonino Infante Jose-Luis, Melià Paco, O'connor Brid, Reid David, Uhlmann Sebastian, Papantoniou Georgia, Politikos Dimitrios, Tsagarakis Konstantinos, Valavanis Vasilis, Vassilopoulou Celia, Kempf Alexander, Taylor Marc, Ustups Didzis, Voss Rüdiger (2022). **SEAWISE. Report on the key drivers of stock productivity and future environmental scenarios.** WP3 Deliverable 3.1. <https://doi.org/10.11583/DTU.21269295>

Schlaich Ivan, Antajan Elvire, Françoise Sylvaine, Hernandez Farinas Tania, Loots Christophe, M'Zari Lotfi, Maheux Frank, Ropert Michel, Simon Benjamin (2022). **Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Penly. Année 2021.** RST RBE/HMMN/LRHPEB/22-2. Conv. EDF C3499C0490. 185 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00777/88895/>

Wacquet Guillaume, Antajan Elvire, Devreker David, Hervio Heath Dominique, Loots Christophe, Rocroy Mélanie, Rolet Céline (2022). **Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Gravelines. Année 2021.** RST ODE/LITTORAL/LERBL/22.02. Conv. EDF C3499C0490. 236 p.

Ouvrages / Chapitres d'ouvrages

Fabre P, Lagarde F, Bruzard S, Duflos G, Galgani F, Gastaldi E, George M, Ghiglione JF, Huvet A, Paul-Pont I, ter Halle A (2022). Les dangers de l'invasion plastique. Livre vert, Edition Le Pommier, pp.23-26, 9782746523609.

Posters

Dupuy C., Agogué H., Amann B., Azémar F., Becu N., Bergeon L., Bertin X., Bocher P., Bout E., Brenon I., Carpentier A., Ceaux S., Chaumillon E., Choquet C., Colin B., Deborde J., Dubillot E., Emery C., Ferrari S., Gauchel C., Geairon P., Gilbert S., Jeannin M., Jourde J., Kalenitchenko D., Lachaussée N., Lacoue-Labarthe T., Lanneluc I., Lavaud L., Lavaud S., Lefrançois C., Le Fouest V., Le Fur I., Long N., Mahieux P.Y., Mayen J., Marais C., Metzger E., Moncelon R., Ouisse V., Péreau J.C., Pétilion J., Philippine O., Pineau P., Pignon-Mussaud C., Polsenaere P., Sabot R., Refait P., Reveillac E., Robin F.X., Rouquette H., Sable S., Sauriau P.G., Tackx M., Turcry P., Vagner M., Vincent J., Volto N. (2022). **Towards carbon neutrality by 2040 in La Rochelle metropolitan area (France): quantifying the role of wetlands and littoral zone in the capture and sequestration of blue carbon.** ECSA 59 symposium : Using the best scientific knowledge for the sustainable management of estuaries and coastal seas. 5-8 September 2022, Kursaal, San Sebastian, Spain.

Mello D., Dupoué A., Quéméner L., Corporeau C. (2022). **The oyster *Crassostrea gigas* as a model species to study cellular adaptative responses to extreme and rapid Oxygen level variations.** HypoxyEU international conference, Dublin, 11-13 sept

Printzi A., Koumoundouros G., Fournier V., Madec L., Zambonino-Infante J-L., Mazurais D. (2022) **Effect of peptide diets on haemal lordosis induction in juvenile zebrafish (*Danio Rerio*).** In Proceedings of the EAS, Oceans of Opportunity, Rimini, Italy, 27-30 September 2022, pp.

Turcry P., Vagner M., Vincent J., Volto N. (2022). **Towards carbon neutrality by 2040 in La Rochelle metropolitan area (France): quantifying the role of wetlands and littoral zone in the capture and sequestration of blue carbon.** ECSA 59 symposium : Using the best scientific knowledge for the sustainable management of estuaries and coastal seas. 5-8 September 2022, Kursaal, San Sebastian, Spain.

Soree Marion, Delavat Francois, Lambert Christophe, Le Meleder Anna, Papin Mathias, Stavrakakis Christophe, Passerini Delphine, Degremont Lionel, Hervio Heath Dominique (2022). **Gestion de la contamination par *Vibrio parahaemolyticus* chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*.** JS 2022 - 15ème Journées Scientifiques de Nantes Université "La cellule face aux stimulations du monde marin". 3 juin 2022, Nantes.

Communications sans actes :

André S, Tallec K, Receveur J, Huvet A, Paul-Pont I, Cachot J, Lacroix C. **Assessment and comparison of the potential impacts of EPS/XPS and their alternatives.** Conférence annuelle du GDR Polymères & Océans, Brest, 27-29 Juin 2022.

Akoueson F, Chbib C, Brémard A, Monchy S, Paul-Pont I, Doyen P, Huvet A, Dehaut A, Duflos G. **Les additifs plastiques dans les barquettes alimentaires : caractérisation en Py-GC-HRMS et impacts sur les stades de développement de l'huître creuse.** Conférence annuelle du GDR Polymères & Océans, Brest, 27-29 Juin 2022.

Arzul Isabelle, Lecadet Cyrielle, Person Pauline, Chollet Bruno, Leveque Etienne, Canier Lydie (2022). **Using eDNA-based approach to investigate parasite life cycle: the example of *Haplosporidium costale*.** ISEEMPD 2022 - International Symposium on Ecology and Evolution of Marine Parasites and Diseases. 15-18 November 2022.

Bernardini I, Tallec K, Paul-Pont I, Peruzza L, Huber M, Di Poi C, Ely C, Detree C, Patarnello T, Huvet A, Milan M. **Consequences of tire particles and associated-chemicals on the health of adult Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and on the reproduction.** International conference "Fate and impact of microplastics" November 14-18, 2022, Lanzarote, Spain (distanciel).

Bernardini I, Tallec K, Paul-Pont I, Dalla Rovere Giulia, Peruzza L, Huber M, Di Poi C, Ely C, Détrée C, Patarnello T, Huvet A, Milan M. **A new route: do tire particles and associated-chemicals have an effect on Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) physiology and reproduction?** New European Society for Comparative physiology and Biochemistry, ESCPB 2022 Conference. 28-31 August 2022. Naples, Italy.

Caillon C. **Physiological and immune response of oysters to climate change as a function of diet and tidal regime.** 5th International symposium on the ocean in a high CO₂ world. September 13-16, Lima (Peru).

Corporeau C. (2022). **L'huître creuse, un nouveau modèle pour la recherche contre le cancer.** Colloque national "La cellule face aux stimulations du monde marin", Nantes, Juin 2022.

Corporeau C. (2022). **Harsh intertidal environment enhances metabolism and immunity in spat oyster *Crassostrea gigas*.** Department of Comparative Biomedicine and Food Science, Conférence University of Padova, Juin 2022.

Detree Camille, Labbe Clementine, Paul-Pont Ika, Prado Enora, El Rakwe Maria, Delorme Nicolas, Huvet Arnaud (2022). **On the horns of a dilemma: Evaluation of textile synthetic and natural microfibers' impact on the physiology of the Pacific oyster *Magallana gigas*.** GDRPO2022 : Troisième rencontre du GDR Polymères et Océans 2022. 27-29 juin 2022, Brest, France.

Devergne Jimmy, Servili Arianna, Collet Sophie, Mouchel Olivier, Loizeau Véronique (2022). **Effect of climatic and estrogenic stress on the life and physiology of an estuarine fish**. Joint 30th Conference of the European Society for Comparative Endocrinology and 9th International Society for Fish Endocrinology. 4-9 September 2022, Faro Portugal.

Di Poi Carole, Lutier Mathieu, Brodu Nicolas, Gazeau Frédéric, Le Luyer Jérémy, Pernet Fabrice (2022). **From Scenario to Tipping-point experiments: revisiting responses of the Pacific oyster to Ocean Acidification**. 5th International symposium on the ocean in a high CO₂ world. September 13-16, Lima (Peru).

Fleury Elodie (2022). **Compte Rendu de la Journée Annuelle ECOSCOPA**. Le 8 février 2022 (par visioconférence). <https://archimer.ifremer.fr/doc/00760/87238/>

Gangnery Aline, Fleury Elodie, Soudant Dominique, Richard Marion, Lagarde Franck, Guesdon Stephane, Pepin Jean-Francois, Bruneau Audrey, Derolez Valerie (2022). **Les données des réseaux pour étudier les trajectoires des (socio-)écosystèmes côtiers : le projet RETROSCOPE**. Journée interne Ifremer ECOSCOPA. 08 Février 2022.

Gardon T, Le Luyer J, Paul-Pont I, Dehaut A, Duflos G, Lagarde F, Le Moullac G, Huvet A. **La perliculture de Polynésie française menacée par les microplastiques**. Conférence annuelle du GDR Polymères & Océans, Brest, 27-29 Juin 2022.

Jacquot Florian, Chollet Bruno, Petton Bruno, Nadeau Aurelie, Faury Nicole, Diagne Moussa, Huber Matthias, Le Grand Jacqueline, Courtay Gaele, Vidal Dupiol Jeremie, Morga Benjamin, Mitta Guillaume, Garcia Celine (2022). **Virus and bacterial load, virulence expression and tissue colonization**. Réunion interne du projet DECICOMP. 03 Février 2022.

Koechlin H., Corporeau C. (2022). **La biodiversité marine, une source d'inspiration et d'innovation durable: présentation de la station expérimentale d'argenton**. Colloque Rencontres Immersion, Campus Mondial de la Mer, Décembre 2022, Concarneau.

Labbé C, Détrée C, Paul-Pont I, Prado E, El Rawke M, Delorme N, Napper IE, Thompson R, Huvet A. **Evaluation of microfiber's effects on the physiology of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*: the relevancy of using more realistic particles**. International conference "Fate and impact of microplastics" November 14-18, 2022, Lanzarote, Spain (distanciel).

Leonardi Sophie, Daures Fabienne, Merzereaud Mathieu, Le Grand Christelle (2022). **Mieux comprendre/définir les méthodes de production et identifier ce qui influe sur la teneur et la dégradation des Oméga 3. Des résultats préliminaires**. Projet OMEGA – WP4. Livrable atelier interdisciplinaire. 20 avril 2021.

Leonardi Sophie, Pecquerie Laure, Vagner Marie (2022). **L'interdisciplinarité dans le projet OMEGA**. Journée INEE - Semaine Ecologie, Environnement, Biodiversité. 30 mai-03 juin 2022.

Huvet A., Duflos G. **Présence, devenir et impacts des microplastiques chez les organismes marins**. Séminaire Anses Ifremer, Nantes, 28-29 novembre 2022.

Iaria Ugo, Turies Cyril, Beaudouin Rémy, Porcher Jean-Marc, Devergne Jimmy, Servili Arianna, Loizeau Véronique, Bado-Nilles Anne. **Effets combinés de l'éthinylestradiol et du réchauffement climatique sur la physiologie et la dynamique de population de l'épinoche à trois épines**. Présentation orale – SEFA 06/2022 – Congrès national

Iaria Ugo, Turies Cyril, Beaudouin Rémy, Porcher Jean-Marc, Devergne Jimmy, Servili Arianna, Loizeau Véronique, Bado-Nilles Anne. **Combined effects of climate change and éthinylestradiol on the life cycle and physiology of three-spined stickleback**. Stickleback2022, Hólar, Iceland, 23-29 juillet 2022.

Mello D., Madec S., Corporeau C. (2022). **The long-term primary culture of the oyster *Crassostrea gigas* hemocytes reveals novel insights about their function, behavior and metabolism**. Colloque GT Huître, Montpellier, Novembre 2022.

Morla Julie, Lassus Remy, Salin Karine, Sentis Arnaud, Daufresne Martin. **Multigenerational exposition to warming reduces mitochondrial oxygen fluxes in the medaka fish (*Orizias latipes*)**. 14th International Congress on the biology of fish, du 28 Juin au 1er Juillet 2022, Montpellier, France.

Peron Mickaël, Quemeneur Jean-Baptiste, Simon Victor, Le Grand Fabienne, Mazurais David, Soudant Philippe, Vagner Marie. **Non-lethal sampling method for the analysis of fatty acid profiles in European sea bass**. International congress on the biology of fish (ICBF), June/July 2022, Montpellier, France.

Péron Mickaël, Quemeneur Jean-Baptiste, Simon Victor, Gonzalvez Romain, Le Grand Fabienne, Mazurais David, Soudant Philippe, Vagner Marie (2022). **Relation between fatty acid profile, growth rate and condition factor**

using a non-lethal sampling method in European sea bass. Society for Experimental Biology (SEB), July 2022, Montpellier, France.

Petton. S. **Development of a coastal observation monitoring network for carbonate system along the French coast.** 5th International symposium on the ocean in a high CO₂ world. September 13-16, Lima (Peru).

Quéméneur Jean-Baptiste, Collet Sophie, Salin Karine. **Longitudinal study to understand plasticity of mitochondrial metabolic traits in fish model.** Society of Experimental Biology, du 5 au 8 Juillet 2022, Montpellier, France.

Salin Karine, Jégo Léna, Quéméneur Jean-Baptiste, Collet Sophie, Stier Antoine, Roussel Damien, Hickey Anthony. **Mitochondrial metabolism in red blood cells: methodology, relevance and limitation.** 14th International Congress on the biology of fish. Montpellier 28 Juin au 1er Juillet 2022, Montpellier, France.

Salin Karine, Auer Sonya K., Mathieu-Resuge Margaux, Metcalfe Neil B., Vagner Marie. **Mitochondrial responses to varying diet quality and quantity: shift in metabolic efficiency and capacity. Invited talk.** Society of Experimental Biology, du 5 au 8 Juillet 2022, Montpellier, France.

Salin Karine. **Variation in mitochondrial metabolism. Invited talk.** Rank Symposium, du 11 au 14 Juillet 2022, Grasmere, UK.

Servili Arianna. **Global change impacts reproduction and stress response of fish.** CIGENE seminar (Centre of Integrative Genetics. NMBU, Norwegian University of Life Science. 2 mars 2022

Servili Arianna, Leveque Etienne Mouchel Olivier, Devergne Jimmy, Lebigre Christophe, Roussel Sabine, Mazurais David. **Impact of ocean acidification on the neuroendocrine response to an acute stress in a teleost fish.** Joint 30th Conference of the European Society for Comparative Endocrinology and 9th International Society for Fish Endocrinology. 4-9 September 2022, Faro, Portugal.

Tallec K, Paul-Pont I., Huvet A. **Impacts of rubber debris on oysters.** Conférence annuelle du GDR Polymères & Océans, Brest, 27-29 Juin 2022.

Thoral Elisa, Nati Julie J H, Quéméneur Jean-Baptiste, Lozac'h Léann, Salou Germain, Vergnet Alain, Besson Mathieu, Allal François, McKenzie David J, Salin Karine, Teulier Loïc. **Is intraspecific variation in metabolism and hypoxia tolerance related to individual mitochondrial function in fish?** 14th International Congress on the biology of fish. Montpellier 28 Juin au 1er Juillet 2022, Montpellier, France.

Thoral Elisa, Roussel Damien, Chinopoulos Christos, Teulier Loïc, Salin Karine. **Low oxygen levels can help to prevent the detrimental effect of acute warming on mitochondrial efficiency in fish.** Rank Symposium, du 11 au 14 Juillet 2022, Grasmere, Angleterre.

Publications dans des colloques

Peron M., Quemeneur JB., Simon V., Gonzalez R., Le Grand F., Mazurais D., Soudant P., Vagner M. 2022. Society of Experimental Biology. Montpellier, France. **Relation between fatty acid profile, growth rate and condition factor using a non-lethal sampling method in European sea bass.**

Peron, M., Le Grand F., Simon V., Quemeneur JB., Mazurais D., Soudant P., Vagner M. 2022. International Congress on the Biology of Fish. Montpellier, France. **Non-lethal sampling method for the analysis of fatty acid profiles in European sea bass.**

Jeux de données publiés dans SEANOE

Cohen-Rengifo Mishal, Mouchel Olivier, Collet Sophie, Cominassi Louise, Howald Sarah, Crespel Amélie, Cabon Cabon, Danion Morgane, Mazurais David (2022). **Partial raw data: sea water carbonate system after years of transgenerational exposure to ocean acidification in the European Sea Bass *Dicentrarchus labrax*.** SEANOE. <https://doi.org/10.17882/87395>

Cohen-Rengifo Mishal, Mazurais David, Begout Marie-Laure (2022). **Raw data concerning the carbonate system and the sensory behaviour of juvenile *Dicentrarchus labrax* in response to mechano-acoustic and visual cues under ocean warming and acidification.** SEANOE. <https://doi.org/10.17882/87244>

Petton Bruno, Huber Matthias, Le Grand Jacqueline, Le Roy Valerian, Queau Isabelle, Quere Claudie, Ratiskol Dominique, Toletti Clement, Alunno Bruscia Marianne, Mitta Guillaume, Pernet Fabrice (2022). **Data associated to Pacific oysters challenged with OshV-1 under field and laboratory conditions as a function of temperature, food supply, genetics and growth.** SEANOE. <https://doi.org/10.17882/92042>

Petton Sebastien, Le Roy Valerian, Bellec Gwenaél, Queau Isabelle, Le Souchu Pierrick, Pouvreau Stéphane (2022). **Marine environmental station database of Daoulas bay.** SEANOE. <https://doi.org/10.17882/42493>

Petton Sebastien, Dumas Franck (2022). **MARS3D / AGRIF model configuration for the Bay of Brest**. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/86400>

Pouvreau Stephane, Maurer Daniele, Auby Isabelle, Lagarde Franck, Le Gall Patrik, Cochet Hélène, Bouquet Anne-Lise, Geay Amélie, Mille Dominique (2022). **VELYGER Database: The Oyster Larvae Monitoring French Project**. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/41888>

REPHY - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters (2022). **REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data**. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/47248>

Annexe 2 : Nouveaux projets soumis en 2022 (selon SAP)

Liste des projets de recherche soumis en 2022 sur la base des fiches projets:

Financier	N° Fiche Projet	Acronyme	Statut	Porteur / Porteur PFOM
Fondation Rovaltain	684 (3508 IMAGO)	MICROCO2SME	Accepté	C. Di Poi
OFB	685 (3358 IMAGO)	REEFOREST	Accepté	S. Pouvreau
CIFRE/INNOVAFEED	1118	Innovafeed	Accepté	D. Pham/J. Zambonino
ANR	683 (3287 IMAGO)	POEM	Accepté	Univ Lyon 1/ A. Huvet
ANR	1169 (3675 IMAGO)	LUCIOLE	Accepté	E. Fleury
ANR	1257 (3865 IMAGO)	HABIS	Accepté	D. Réveillon/ A. Huvet
ANR	1274	Primoyster :	Accepté	C Montagnani/ C. Corporeau
BNP-Paribas	1320 (3970 IMAGO)	BRAINSTORM	refusé	K. Salin
ANR PPR	1339 (3990 IMAGO)	CocoriCO2 (these)	refusé	F. Pernet
ISBlue	1546	TeloRepro	accepté	A. Dupoué
IsBlue, CD29, BM, Region Bretagne	3766 (IMAGO)	PO2022	réalisée	A. Huvet
ANSES/Ifremer	1549	MALIN	refusé	A. Huvet
ISBlue	1618	GOUDA	Accepté	D. Mazurais
ANSES	1679	MOVE	refusé	A. Huvet
ANSES	1681	SUBSIST	En attente AO	A. Servili
ANSES	1686	HEALTHSEA	En attente AO	D. Mazurais
ANSES	1696	Bruitos	En attente AO	A. Dupoué
BIOMAR	1757	EPHYGI	En attente	D. Mazurais

Annexe 3

Implication dans la formation

Nom	Nombre d'heures	Titre du cours	Formation, lieu et date
Le Roux Frédérique	2	« Génomique des Vibrios »	Master 1 microbiologie SU /Mars
	2+2	« Phages dans l'environnement »	Master 2 microbiologie SU-Pasteur / Septembre et décembre
	2	« Phages dans l'environnement »	Master 2 ENS Paris / Octobre
	2	« Phages dans l'environnement »	Master 2 génomique environnementale SU-MNHN / Novembre
Loizeau Véronique	3	Devenir, Transfert et Bioaccumulation des Polluants Chimiques en milieu marin – Focus sur les POPs	UBO-IUEM, M1 module Ecotox
Salin Karine	3	Individual variation in mitochondrial metabolism	Licence 3 BOP, UBO, Brest – Février 2022
Vagner Marie	3	Lipides Marins	Master SML, IUEM, Plouzané- Octobre 2022
Fleury Elodie	3	Écophysiologie des huitres et impact de l'environnement	Ingénieur dernière année, Rennes, 06/10/22
Agroparistech	3	L'aquaculture à l'ère de l'Anthropocène	Ingénieur, Paris, Novembre
Intechmer	12	L'aquaculture à l'ère de l'Anthropocène	Technicien, Cherbourg, Novembre

Accueil et encadrement de stagiaires

Nom	Période	Diplôme préparé	Sujet de stage	Responsable
JODET Sylvain	03/01/2022 28/02/2022	Master Sciences de la mer et du littoral, mention biologie	Effet des peptides alimentaires sur le développement du squelette du poisson	David Mazurais
FLEURY Marie Lou	01/09/2021 31/08/2022	Licence Professionnelle Innovations et Plateformes Biotechnologiques	Effet de l'acidification de l'océan sur les poissons marins	David Mazurais
JOUBEL Vincent	Alternant (sur 2 ans) 1/09/22-31/08/24	BUT mesures physiques	Optimisation, standardisation et validation des méthodes pour la quantification des lipides totaux, la caractérisation des classes de lipides et les profils d'acide gras sur différentes matrices de biote marin.	Loizeau Véronique, Fabrice Pernet et Claudie Quéré
LE BARS Laura	Alternante (sur 2 ans) 15/09/22-17/05/24	BTS Support à l'Action Managériale	Optimisation des processus administratifs, gestion de projet, collaboration à la gestion des ressources humaines,	Ignacio-Cifré Rachel
BRANDICOURT Titouan	Fev-Juil 2022	M2, Paris- Sorbonne	Etude des effets du changement global (Réchauffement et Acidification) couplé à une contamination xénoestrogénique sur la mise en place de la maturation sexuelle, chez une génération F1 d'épinoches à trois épines, <i>Gasterosteus aculeatus</i> .	Jimmy Devergne, Arianna Servili et Véronique Loizeau.
SOURBE Paul	01/02 au 18/7/2022	M2 Du génome aux écosystèmes	Approche transcriptomique pour étudier la réponse thermique de l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i> dans le contexte de réchauffement climatique.	Elodie Fleury et Alexandre Cormier
HELLEC Elisabeth	11/4 au 30/06 2022	Master 1 Bioinformatique Univ rennes 1	Comparative genomics of the protein kinase complement and its modulation under thermal stress in the Pacific oyster <i>Crassostrea gigas</i> and the honeycomb worm <i>Sabellaria alveolata</i>	C Corporeau (PHYTNESS), F Nunes (DYNECO) et A Cormier (SEBIMER)
TOBY Lola	du 11/04/2022 au 17/06/2022	2ème année DUT GB Analyses Biologiques et Biochimiques	Réponses comportementales des larves d'huître exposées à des contaminants chimiques (mélange de pesticides).	Carole Di Poi
HARDY Maëva	du 18/04/2022 au 26/08/2022	3ème année Intechmer	Mise en place et suivi de mésocosmes tempérés pour l'évaluation des impacts du changement climatique et de la pollution plastique sur un écosystème de la Rade de Brest.	Carole Di Poi

FISCHER Amandine	11/4 au 17/6/2022	DUT Génie Biologique, IUT de Brest	Protocoles de mesures des télomères chez les bivalves	Andréaz Dupoué et Christine Dubreuil
MERRIEN Pauline	1/9/2022 au 25/8/2023	Licence Professionnelle Bio- industries et Biotechnologies, UBO, Brest	Mesures des marqueurs cellulaires et moléculaires de l'effet Lansing chez l'huître creuse	Andréaz Dupoué

Accueil et encadrement de post-doctorants

Nom	Période	Sujet	Financement
Cristina Garcia Fernandez	13/12/2021 au 31/05/2022	Projet RECITAL : REproduction, Croissance, ImmuniTé: questionnement sur les compromis énergétiques qui conditionnent l'état de santé des poissons marins face au changement Global	APRE CD29 et SAD Région Bretagne
Paul Gatti	11/04/2022 au 31/08/2023	Simuler les dynamiques des stocks de bar européen dans le cadre de projections climatiques avec un modèle couplé "poisson- environnement" (projet SEAWISE)	H2020 SEAWISE
Emilien Pousse	Mars 2022- Septembre 2023	Un océan face aux microplastiques et au CO2 : utilisation de micro-mésocosmes pour en évaluer les impacts sur un écosystème tempéré.	Ifremer et Région Bretagne
Mello Danielle	01/11 2021 au 01/03/2023	Marinecell: Development of 2D and 3D cell culture of hemolymphatic cells from oyster <i>Crassostrea gigas</i>	UBO , région bretagne

Accueil et encadrement de doctorants

Début de thèse (JJ/MM/AA)	Date de soutenance (JJ/MM/AA)	Sujets	Etudiants accueillis Nom Prénom (Nationalité)	Ecoles Doctorales d'inscription -Libellé de l'ED -Université de rattachement	Encadrements scientifiques (*) Dir. Thèse : Prénom, Nom (organisme) Co-encadrant : Prénom, Nom (organisme)	Structures d'accueil Libellé(s) + Localisation(s)	Sources de financement	Email du doctorant
01/10/2018	24/02/2022	Adaptation et plasticité physiologique et comportementale des bivalves à l'acidification des océans.	Luthier Mathieu (Française)	ED 156, EDSML, UBL	Co-Dirs : F. Pernet (LEMAR, Ifremer), G. Le Moullac (EIO, Ifremer), Co-encadrement : C. Di Poi (LEMAR, Ifremer).	RBE-PFOM-PI (UMR LEMAR), EIO, Taravao - Tahiti	Ifremer - Région Bretagne	mathieu.lutier@ifremer.fr
01/07/2019	Janvier 2023	Diversity, mechanisms and evolution of antimicrobial resistance in vibrios	Barcia Cruz Ruben (espagnole)	Université Saint Jacques de Compostelle, Espagne ; accord Sorbonne Université Paris	Dir, Jesus Romalde, Co-Dir Frédérique Le Roux	Equipe GV, Roscoff	Université Saint Jacques de Compostelle, Espagne	ruben.barcia.cruz@usc.es
01/10/2019	09/11/2022	Est-ce que les variations individuelles face aux changements environnementaux peuvent s'expliquer par la variation des performances mitochondriales ?	Quéméneur Jean-Baptiste (Française)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement : UBO	Dir. Thèse : José ZAMBONINO (LEMAR) Co-encadrant : K. Salin	RBE-PFOM-ARN (UMR LEMAR), Plouzané	50% Ared 50% IFREMER	Jean.Baptiste.Quemeneur@ifremer.fr

01/10/19	22/06/2022	Propriétés écologiques des efflorescences de <i>Lepidodinium chlorophorum</i> : de l'écophysiologie cellulaire à l'impact sur l'écosystème	Pauline Roux	ECOLE DOCTORALE N° 598 <i>Sciences de la Mer et du littoral</i> Spécialité : <i>Ecologie Marine</i>	Dir Thèse Raffale Siano (Ifremer), Co-encadrement : Elodie Fleury (Ifremer) et Mathilde Schapira (Ifremer)	LER MPL Nantes	Ifremer / Pays de Loire	pauline.roux@etu.univ-nantes.fr
01/10/19	Thèse en cours	Physiological and molecular mechanisms involved in domoic acid contamination/decontamination in the king scallop <i>Pecten maximus</i>	Jose Luis Corona	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement : UBO	Dir Thèse Caroline Fabioux (LEMAR) Helene Hegaret (CNRS) Elodie Fleury (Ifremer) Malween Lassudrie (Ifremer)	LEMAR	Bourse Gouvernement Mexicain	jose.corona@univ-brest.fr
01/10/2020	Thèse en cours	Impact des Changements climatiques et d'un perturbateur Endocrinien sur le cycle de vie d'un poisson sentinelle marin.	Devergne Jimmy (Française)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement : UBO	Dir. Guy Claireaux, Co encadrement Arianna Servili et Veronique Loizeau	LEMAR/PFOM, Plouzané	ARED ISBlue 50% - UBO EDSML 50%	jimmy.devergne@ifremer.fr

01/10/2020	Thèse en cours	Rôle de l'habitat actuel et du stade ontogénique sur la capacité du bar européen à faire face au scénario futur de réchauffement et de baisse de disponibilité en oméga-3 polyinsaturés à longue chaîne dans le réseau trophique.	Peron Mickaël (Française)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement : UBO	Dir. Thèse: Philippe Soudant, Co-encadrement Marie Vagner (CNRS), Fabienne Legrand (CNRS), David Mazurais (IFREMER)	LEMAR/PFOM, Plouzané	ARED / EC2CO / EDSML	mickael.peron@univ-brest.fr
01/10/2020	Thèse en cours	Effect of dietary peptides on fish bone development	Printzi Aliko (Grecque)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement: UBO et University of Crete	Dir, Giorgos Koumoundouros (University of Crete), Co-Dir David Mazurais (Ifremer), Encadrement José Zambonino (Ifremer)	LEMAR / PFOM university of Crete	Ifremer	Aliko.Printzi@ifremer.fr
05/10/2020	Thèse en cours	Réponses intégratives de l'huître face au changement global dans la zone intertidale : approche multi stress.	Caillon Coline (Française)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement : UBO	Dir : F. Pernet (LEMAR, Ifremer), Co-encadrement : Elodie Fleury (LEMAR, Ifremer), Carole Di Poi (LEMAR Ifremer) et Charlotte Corporeau (LEMAR, Ifremer)	LEMAR / Plouzané & Argenton	ARED Région Bretagne 61% - Ifremer 39%	coline.caillon@ifremer.fr
01/11/2021	Thèse en cours	Effets des scénarios de changement global sur l'accumulation des acides gras polyinsaturés à longue chaîne n-3 et les performances des poissons - Approche expérimentale	Bertrand Mathilde (Française)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral - Université(s) de rattachement : UBO	Dir. Philippe Soudant (LEMAR, CNRS) Co-encadrement : Marie Vagner (LEMAR CNRS), David Mazurais (LEMAR, Ifremer), Fabienne Le Grand (LEMAR, UBO)	LEMAR/PFOM, Plouzané IUEM	100% Isblue (projet Flagship OMEGA)	Mathilde.bertrand@univ-brest.fr

04/10/2021	Thèse en cours	Comportement et toxicité des nanoplastiques le long du continuum Terre-Mer : Apport de la caractérisation multidimensionnelle	Toussaint Lucie (Française)	Ecole Doctorale des Sciences de la mer et du Littoral. Universités de rattachement : UBO et Université de Laval, Canada	Co-Dirs : A. Huvet (LEMAR, Ifremer), P Archambault (TAKUVIK, UL, Canada), Co-encadrement : I Paul-Pont (LEMAR, CNRS), J Gigault (TAKUVIK, CNRS), Matthieu Waeles (LEMAR, UBO)	RBE-PFOM-PI (UMR LEMAR), Plouzané 50% Unité TAKUVIK, Université de Laval, Québec, Canada, 50%	50% Ared 31% IFQM 19% Ifremer	Lucie.Toussaint@ifremer.fr
------------	----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------

Participation à jurys de thèse ou HDR

Date	Nom-Prénom	Intitulé du Jury (Doctorat/HDR)	Rôle dans le jury	Nom de l'impétrant	Titre du mémoire	Université
03/06/2022	Mazurais David	Doctorat	Rapporteur	Hieu Dangquang	Impact of slinity on striped catfish (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) and strategies to improve it adaptation to brackish water	Namur (Belgique)
30/03/2021	LOIZEAU Véronique	Doctorat	examinatrice	GALLIEN Marine	Etude comparative de l'écodynamique de micropolluants halogénés d'intérêt émergent dans l'estuaire de la Seine	Bordeaux
14/01/2022	LOIZEAU Véronique	Doctorat	examinatrice	MACORPS Nicolas	Présence et transfert des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) historiques et émergentes dans les écosystèmes aquatiques	Bordeaux
06/07/2022	SERVILI Arianna	Doctorat	examinatrice	SOLOPERTO Sofia	Study of the effects of a xenoestrogen on sea bass larval development	Université Le Havre Normandie
01/12/2022	SERVILI Arianna	Doctorat	examinatrice	FAVALIER Nathan	Short and long-term effects of a high carbohydrate diet on females, males and neomales rainbow trout broodstocks	Université de Pau et des Pays de l'Adour
28/06/2022	SERVILI Arianna	Doctorat	examinatrice	GHADDAR Batoul	Impact du surpoids et de l'hyperglycémie sur la barrière hémato-encéphalique et la plasticité cérébrale : Effets protecteurs de <i>P. mauritanum</i> et <i>d'A. borbonica</i> , deux plantes médicinales réunionnaises.	Université de La Réunion

08/12/2022	Karine Salin	Doctorat	examinatrice	BOUCHENDHOMME Tiffanie	Double approche liée à l'intégrité de la mitochondrie et au dosage des enzymes mitochondriales afin de différencier les filets de poisson frais des filets de poisson congelés	ULCO
13/05/2022	Huvet Arnaud	HDR	Rapporteur	Jérémy Vidal-Dupiol	Réponse, acclimatation et adaptation des invertébrés marins aux changements environnementaux biotiques et abiotiques	Perpignan
22/02/2022	Corporeau Charlotte	Doctorat	examinatrice	LEFRANC Lorane	Régulation épigénétique du développement : approche eco-evo-devo des m6a-epitranscriptomes chez l'huître Crassostrea gigas	Caen
23/09/2022	Di Poi Carole	Doctorat	examinatrice	Antoine Minet	Bioaccumulation et effets du mercure chez la seiche dans le contexte de l'acidification des océans	La Rochelle

Actions de vulgarisation et communication vers la société civile (collèges, lycées, UTL, Portes Ouvertes, Salon AZIMUT, médias...).

1. Jimmy DEVERGNE, Arianna SERVILI, Cristina GARCIA FERNANDEZ, véronique LOIZEAU. The conversation : « Changement climatique et océan : quel avenir pour les poissons ? »
<https://theconversation.com/changement-climatique-et-océan-quel-avenir-pour-les-poissons-183465>
2. Arianna Servili Participation à l'émission « Science en direct » organisé par l'« Esprit sorcier » à l'occasion de la Fête de la Science, Muséum d'histoire naturelle, Paris, Octobre 2022
(<https://www.youtube.com/watch?v=Cv7mGC5QOY>)
3. Arianna Servili. Participation à la journée d'orientation « Elles bougent pour l'orientation » au Collège Simone Veil, Saint Renan, 8/12/2022.
4. Elodie Fleury. Adopt a Float. Conférence Oceanopolis. 13 octobre 2022
5. Elodie Fleury. 50 ans AgroCampus : rencontres Halieutiques, 07 octobre 2022
6. Elodie Fleury. Intervention séminaire Nouveaux Arrivants, 21 juin 2022
7. Conférence « Les microplastiques polluants les océans » délivrée (A Huvet) à des enseignants dans le cadre de l'initiative Adopt a Float, 08/02/2023
8. Conférence (A Huvet) « Impacts écologiques des pneumatiques », PNMI, Le Conquet, 13/01/2023
9. Conférence grand public Océanopolis (A Huvet) « Réduire localement la pollution plastique : la force de mêler acteurs, décideurs et scientifiques », Brest, 06/12/2022.
10. Conférence Micro- et nanoplastiques polluants des océans (A Huvet). Session « Exosome en milieu marin », commission « une seule santé » de l'Académie Vétérinaire de France, Paris 22/09/2022.
11. Conférence (A Huvet) Plénière d'ouverture « Le plastique dans tous ses états » aux journées opérationnelles « Plastiques, changement de cap ! », Brest le 30/06/2022.
12. Stand PPP, Fêtes de la Science aux Capucins (A. Huvet), Brest, 06-09 octobre 2022.
13. Stand Ifremer, Fêtes de la Science aux Capucins (F. Pernet, C. Di Poi), Brest, 06-09 octobre 2022
14. OMEGA teams, «Les omégas 3 dans tous leurs états », Fêtes de la Science aux Capucins (M. Vagner), Brest, 06-09 octobre 2022
15. Stand PPP Nuit des chercheurs (A. Huvet, C. Di Poi), Océanopolis, Brest, 30/09/2022.
16. Interventions scolaires : 6 animations pédagogiques 1/ dans un collège (Pen Ar Chleuz, Brest) avec 1 classe de 6ème, 18 élèves et 1 enseignant ciblés (A Huvet) ; 2/ à l'école primaire de Quizac (Brest, FR) ciblant 1 classe (niveau CM2) le 29/04/2022 (A Huvet). Au total, 19 élèves et 1 enseignant étaient présents ; 3/ à l'école primaire de Kerhoas (Brest, FR) ciblant 1 classe (niveaux CE1/CE2) le 12/05/2022. Au total, 19 élèves et 1 enseignant étaient présents ; 4/ à l'école primaire Alfred De Musset (Levallois Perret, FR) (E Fleury) visant 1 classe (niveau CE2) le 09/06/2022 de 25 élèves et 1 enseignant étaient présents.
17. Intervention scolaire : Marie Vagner « Les plastiques dans les océans ». Adopt a Float. École Roz Avel de Plougonvelin. Avril 2022
18. Intervention scolaire CE1/CE2 (C. Di Poi) - Ecole François Mitterrand (Ploudalmézeau) « La pollution plastique dans les océans » - Avril 2022
19. Conférence grand public à Brest Océanopolis 6 sept. 2022 (F. Pernet). L'aquaculture marine à l'ère de l'anthropocène
20. Table ronde recherche & conchyliculture (F. Pernet) à Bouzigues, 19 oct. 2022

21. Zoom de la rédaction France-Inter (F. Pernet), 22 déc. 2022
22. Sénat. 10 novembre 2022 (Andréaz Dupoué), Réchauffement climatique et biodiversité.
https://www.youtube.com/watch?v=XX6_ihd8NBQ&t=6852s

Annexe 4 : informations communiquées en CODIR du Centre Bretagne

Éléments PFOM pour le tour de table CODIR Centre du 22 février 2022

Arrivée :

Postdoctorante Cristina Garcia Fernandez est arrivée au laboratoire ARN le 13 décembre avec une bourse CD29 et APRE (projets RECITAL et SEAWISE)

Collaborations :

Arianna Servili est mentor scientifique de Guro Kartine Sandvik pour la bourse NMBU Research Talents for Sustainability dans le cadre d'une collaboration avec Norwegian University of Life Science, et invitation au séminaire CIGENE <https://cigene.no/cigene-seminar-series/>

Résultats scientifiques :

- Première publication scientifique pour le **projet interreg PPP** :

Chemical effects of different types of rubber-based products on early life stages of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. Tallec Kevin, Huvet Arnaud, Yeuc'h Valérie, Le Goic Nelly, Paul-Pont Ika. Journal of Hazardous Materials, 2022, 427, 127883 (12p.). <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127883>. IF= 11

- Revisiting tolerance to ocean acidification: Insights from a new framework combining physiological and molecular tipping points of Pacific oyster

Mathieu Lutier, Carole Di Poi, Frédéric Gazeau, Alexis Appolis, Jérémy Le Luyer, Fabrice Pernet.

Global Change Biology, 2022. <https://doi.org/10.1111/gcb.16101>

- Organisation du Colloque scientifique du GDR Polymères et Océans (27-29 juin) dont le LEMAR a la charge, suivi des journées "Plastiques changement de cap!" (30 juin 1er juillet) organisées par Brest Aim. Ifremer (Arnaud Huvet) est dans le Comité de programmation .
- Obtention du projet IRP ClimClam (financement CNRS) pour étudier les réponses de la palourde japonaise face au changement climatique, <https://actualite-recherche.univ-brest.fr/2022/01/des-palourdes-pour-etudier-le-changement-climatique/>

Charlotte Corporeau (Ifremer) est impliquée dans ce projet international impliquant le laboratoire BCA de l'Université de PAdoue.

- Obtention du projet le projet Rovaltain « C-BASS ». A. Servili & V. Loizeau. Collaboration avec CCEM Ifremer-Nantes.

Communication/Vulgarisation

Nombreuses communications de chercheurs PFOM préalables au One Ocean Summit.

Fabrice Pernet:

<https://theconversation.com/huitres-et-algues-partenaires-pour-le-meilleur-et-pour-le-pire-dans-un-ocean-en-mutation-176322>

Elodie Fleury: (intervention à voir à partir de 4H05 du film)

<https://www.youtube.com/watch?v=1rFwmCl8ZAU>

Charlotte Corporeau

"Quand la mer fait avancer la recherche médicale" dans le télégramme 03 février 2022

<https://www.letelegramme->

fr.cdn.ampproject.org/c/s/www.letelegramme.fr/_amp/147/12916147.php?fbclid=IwAR0MaMP3vpJVslMoyJKY3eCp94rjaD7HwgssOmtpd2q-fYMEAtJqgdWya4

Éléments PFOM pour le tour de table CODIR Centre du 07 juin 2022

Départ :

Postdoctorante (bourse CD29 et APRE) Cristina Garcia Fernandez, arrivée au laboratoire ARN le 13 décembre dernier, a démissionné pour raisons personnelles.

Organisation

Projet de Fusion des laboratoires ARN et PI : note en préparation.

Résultats scientifiques :

Travaux sur acidification et comportement

Cohen-Rengifo Mishal, [Mouchel Olivier](#), Collet Sophie, Cominassi Louise, Howald Sarah, Crespel Amélie, Cabon Cabon, Danion Morgane, Mazurais David (2022). **Partial raw data: sea water carbonate system after years of transgenerational exposure to ocean acidification in the European Sea Bass *Dicentrarchus labrax***. SEANOE . <https://doi.org/10.17882/87395>

Cohen-Rengifo Mishal, Mazurais David, [Begout Marie-Laure](#) (2022). **Raw data concerning the carbonate system and the sensory behaviour of juvenile *Dicentrarchus labrax* in response to mechano-acoustic and visual cues under ocean warming and acidification**. SEANOE . <https://doi.org/10.17882/87244>

Sganga Daniela E., Dahlke Flemming T., Sørensen Sune R., Butts Ian A. E., Tomkiewicz Jonna, Mazurais David, [Servili Arianna](#), Bertolini Francesca, Politis Sebastian N. (2022). **CO2 induced seawater acidification impacts survival and development of European eel embryos** . *Plos One* , 17(4), e0267228 (20p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267228> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00766/87826/>

Mishal Cohen-Rengifo, Morgane Danion, Anne-Alicia Gonzalez, Marie-Laure Bégout, Alexandre Cormier, Cyril Noël, Joëlle Cabon, Thomas Vitré, Felix C. Mark, David Mazurais (2022). **The extensive transgenerational transcriptomic effects of ocean acidification on the olfactory epithelium of a marine fish are associated with a better viral resistance**. BMC Genomics in press

Colloque

Organisation du Colloque scientifique du GDR Polymères et Océans (27-29 juin) dont le LEMAR a la charge, suivi des journées "Plastiques changement de cap!" (30 juin 1er juillet) organisées par Brest Aim. Ifremer (Arnaud Huvet) est dans le Comité de programmation.

Éléments PFOM pour le tour de table CODIR Centre du 11 octobre 2022

Arrivées :

Alternants :

Le Bars Laura (2 ans ; Assistante), Joubel Vincent (2 ans, Biochimie), Merrien Pauline (1 an, Métabolisme énergétique), Rohel Corentin (1 an ; Microbiologie),

Organisation

Note pour la fusion des laboratoires ARN et PI transmise pour examen CSE.

Projets

Bilan semestriel projet Interreg PPP: <https://www-iuem.univ-brest.fr/lemar/ppp-point-detape-septembre-2022/>

3 Projets ANR obtenus en tant que partenaires :

ANR Luciole (Light pollution impacts on organisms living in coastal environments),
ANR HABIS (Harmful algal blooms: a threat for sustainability of exploited bivalves),
ANR PRIMEOYSTER (Characterization of innate immune PRIMing mechanisms applied to OYSTER protection against the Pacific Oyster Mortality Syndrome)

1 projet FlagShip ISBLUE obtenu en tant que partenaire: Maresistome (Role of coastal ecosystems (esp. bacteria & infaunal bivalves) in the spread of antibiotic resistance and innovative strategies to limit it)

Résultats scientifiques :

Publications (depuis juin dernier)

Mazaleyra Anna, Normand Julien, Dubroca Laurent, Fleury Elodie (2022). A 26-year time series of mortality and growth of the Pacific oyster *C. gigas* recorded along French coasts . *Scientific Data* , 9(1), 392 (10p.) . <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01511-2>

Corporeau Charlotte, Petton Sébastien, Vilaça Romain, Delisle Lizenn, Quéré Claudie, Le Roy Valerian, Dubreuil Christine, Lacas-Gervais Sandra, Guitton Yann, Artigaud Sebastien, Bernay Benoît, Pichereau Vianney, Huvet Arnaud, Petton Bruno, Pernet Fabrice, Fleury Elodie, Madec Stephanie, Brigaudeau Christophe, Brenner Catherine, Mazure Nathalie M. (2022). Harsh intertidal environment enhances metabolism and immunity in oyster (*Crassostrea gigas*) spat . *Mar. Env. Res.* , **180**, 105709 (14p.) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113622001544>

Dominguez-Petit, R.; Garcia-Fernandez, C.; Leonarduzzi, E.; Rodrigues, K.; Macchi, G. J. Parental Effects and Reproductive Potential of Fish and Marine Invertebrates: Cross-Generational Impact of Environmental Experiences. *Fishes* **2022**, 7 (4), 188. <https://doi.org/10.3390/fishes7040188>.

Goikoetxea, A.; Servili, A.; Houdelet, C.; Mouchel, O.; Hermet, S.; Clota, F.; Aerts, J.; Fernandino, J. I.; Allal, F.; Vandeputte, M.; Blondeau-Bidet, E.; Geffroy, B. Natural Cortisol Production Is Not Linked to the Sexual Fate of European Sea Bass. *Fish Physiol. Biochem.* **2022**, 48 (4), 1117–1135. <https://doi.org/10.1007/s10695-022-01104-1>.

Talleg, K.; Gabriele, M.; Paul-Pont, I.; Alunno-Bruscia, M.; Huvet, A. Tire Rubber Chemicals Reduce Juvenile Oyster (*Crassostrea Gigas*) Filtration and Respiration under Experimental Conditions. *Mar. Pollut. Bull.* **2022**, 181, 113936. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113936>.

Vagner, M.; Boudry, G.; Courcot, L.; Vincent, D.; Dehaut, A.; Duflos, G.; Huvet, A.; Talleg, K.; Zambonino-Infante, J. -I. Experimental Evidence That Polystyrene Nanoplastics Cross the Intestinal Barrier of European Seabass. *Environ. Int.* **2022**, 166, 107340. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107340>.

Colloques

- La conférence scientifique Polymères et Océans s’est tenue à la salle de spectacle Brest-Arena les 27, 28 et 29 juin 2022, dont Ifremer et CNRS avaient la responsabilité de l’organisation. Elle a été un réel succès. Elle a rassemblé 169 participant.e.s. Même si l’évènement est national et les communications majoritairement en français, 5 pays autres que la France, étaient représentés, le Royaume-Uni, la Belgique, la Côte d’Ivoire, le Portugal, et la Nouvelle-Zélande. Au total, 64 communications orales et 45 communications affichées ont été dispensées autour de cinq thèmes principaux. Ces rencontres ont permis de réunir une très large part de la communauté scientifique française travaillant sur la thématique des plastiques en mer et le long du continuum terre-mer, afin de partager les nouvelles connaissances sur les enjeux et les impacts liés à cette pollution. Les communautés des environnements sol et air commencent également à nous rejoindre, indispensables pour la réalisation de bilans complets de la contamination environnementale. De très belles

présentations ont été données, montrant des avancées scientifiques et méthodologiques significatives, par exemple autour de la mesure des nanoplastiques dans l'environnement, de caractérisations de flux de déchets plastiques de l'eau douce vers l'Océan, ou des études éco-toxicologiques comme l'impact des particules de pneus ou de fibres textiles sur les coquillages. Ces journées démontrent que la communauté nationale a atteint une maturité et que l'interdisciplinarité devient le fondement de nos approches.

- Les journées opérationnelles « Plastiques, changement de cap ! » pour lesquelles le LEMAR était dans le comité de programmation (<https://www.rencontres-plastiques.com/>) qui ont rassemblées près de 550 personnes sur deux jours ; avec pour objectif de se tourner vers l'avenir et les solutions pour endiguer ou limiter ce problème de surconsommation de plastiques et de mauvaise gestion de fin de vie qui contaminent les environnements.

Annexe 5 : Partenariats

Principaux partenaires au niveau national (hors Ifremer) :

INRAE (St Pée/Nivelle, Rennes, Gif/Yvette), Station biologique de Roscoff (FR2424 CNRS/UPMC), IUEM, CEDRE, Genoscope, Institut Pasteur, Univ. Caen-Basse Normandie (UMR BOREA), ISEM (Univ. Montpellier 2), Univ. de Bretagne Occidentale/Bretagne Sud, Nantes, Poitiers, Le Mans et de Lille I, GIS Biogenouest, UMR LOV, UMR BOREA, GIS Analyse de génome des Animaux d'élevage (AGENAE), GIS Cryobanque Nationale, Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français (SYSAAF), Comité Interprofessionnel des Produits de l'Aquaculture (CIPA), Comités National et régionaux de la Conchyliculture (CNC et CRCs), OFB, PNRA, ESITCS (Builders) Caen, Armeria, Cochet Environnement, Pos3idon, Eurekamer, INERIS (Verneuil en Halattes), UMR MARBEC (Univ Montpellier), Museum d'histoire naturelle de Paris, Station biologique de Banyuls, Anses de Plouzané et de Boulogne sur Mer.

Principaux partenaires au niveau international :

Norvège (NOFIMA, Norwegian Institute of Food, Fisheries and Aquaculture Research, Norwegian University of Science and Technology, Univ. Bergen, Institute of Marine Research), Danemark (DTU,) Espagne (IRTA, Univ. Barcelone, Univ. Santiago de Compostela) Grèce (Univ Héraklion), Royaume-Uni (Univ. Sterling, Univ. Bangor, Queen Mary University of London, Plymouth Marine Laboratory), Belgique (Univ Gent, Univ Namur), Tunisie (Institut Spécialisé de Technologie des Pêches Maritimes), Canada (Univ Rimouski, Pêches et Océans Canada), Chine (Univ. Qingdao) , Portugal (Instituto Nacional de Recursos Biológicos : Instituto Superior Técnico, Instituto Português do Mar e da Atmosfera), Italie (Univ. Padova), Mexique (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste : CIBNOR), Pays-Bas (IMARES Wageningen, Royal Netherlands Institute for Sea Research : NIOZ, Vrije Universiteit Amsterdam), USA (Massachusetts Institute of Technology), Allemagne (Alfred Wegener Institute), Norvège (Norwegian University of Life Sciences), Portugal (CCMAR), Spain (UCA), l'Université de Gérone (Espagne), NOAA-Fisheries (National Oceanic and Atmospheric Administration) USA Milleford.