Journées REPHY 2022

Nantes, 1er et 2 décembre 2022

Compilation des résumés et interventions

Département ODE / Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance (VIGIES)
Mai 2023

Fiche documentaire

Titre du rapport : Journées REPHY 2022 – Compilation des résumés et interventions	
Référence interne : ODE/VIGIES/23-08 **Diffusion :** ☒ libre (internet) ☐ restreinte (intranet) ☐ interdite (confidentielle)	**Date de publication :** Mai 2023 **Version :** 1.0.0 **Langue(s) :** FR
Résumé/ Abstract : Les Journées du Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines (REPHY-REPHYTOX) mis en oeuvre par l'Ifremer sont un moment privilégié pour échanger et améliorer nos connaissances sur les domaines qui ont trait à l'observation du phytoplancton, au contexte hydrologique et à la thématique des phycotoxines. Ouvertes à toute personne intéressée par ces thématiques, les 2 journées ont rassemblé près de 145 participants, des scientifiques, biologistes, chimistes, économistes, des gestionnaires, des opérateurs de terrain, des professionnels, issus de diverses structures. Une vingtaine d'exposés ont été présentés, sur des sujets très variés. La première journée était consacrée au REPHY, avec l'observation et la surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales, et la seconde aux réseaux REPHY et REPHYTOX, avec la surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (notamment les coquillages destinés à la consommation humaine) et des microalgues toxiques ou nuisibles. Ces journées 2022 ont à nouveau démontré la forte interactivité et le dynamisme du réseau existant autour du suivi du phytoplancton. Le présent rapport est la compilation des diaporamas présentés durant ces journées (Partie 2), et des résumés associés (Partie 1).	
Mots-clés/ Key words :	
Comment citer ce document : *(Consulter Archimer)*	
Nom / référence du contrat : ☐ Rapport intermédiaire ☒ Rapport définitif	
Auteur(s) Cellule de coordination des réseaux REPHY-REPHYTOX	**Affiliation** Ifremer, VIGIES, F-44000 Nantes, France
Contributeurs Auteurs des résumés et intervenants	
Validé par: Maud Lemoine, coordinatrice des réseaux REPHY-REPHYTOX	

Avant-propos

Les Journées du Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines (REPHY-REPHYTOX) mis en œuvre par l'Ifremer sont un moment privilégié pour échanger et améliorer nos connaissances sur les domaines qui ont trait à l'observation du phytoplancton, au contexte hydrologique et à la thématique des phycotoxines.

En 2022, elles ont été organisées par Maud Lemoine et Nadine Masson-Neaud avec le soutien logistique d'Hélène Parfait et se sont déroulées en mode hybride, présentiel et distanciel, au Centre Ifremer Atlantique à Nantes, les 1er et 2 décembre 2022.

Ouvertes à toute personne intéressée par ces thématiques, les 2 journées ont rassemblé près de 145 participants, des scientifiques, biologistes, chimistes, économistes, des gestionnaires, des opérateurs de terrain, des professionnels, issus de structures variées, notamment de centres techniques, bureaux d'études, représentants des professionnels de la conchyliculture et de la pêche, Directions Départementales Interministérielles, Collectivités locales, Laboratoire Départementaux, entreprises innovantes, Université de Nantes (ISOMer), représentants de la DGAL, de l'ANSES, et les services et laboratoires Ifremer tels que le service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance (VIGIES), l'unité Physiologie et toxines des microalgues toxiques et nuisibles (Phytox), les laboratoires Ecologie pélagique (DYNECO-PELAGOS), Détection, Capteurs et Mesures (DCM), et les Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Unité Littoral.

Une vingtaine d'exposés ont été présentés, sur des sujets très variés. La première journée était consacrée au REPHY, avec l'observation et la surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales, et la seconde aux réseaux REPHY et REPHYTOX, avec la surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (notamment les coquillages destinés à la consommation humaine) et des microalgues toxiques ou nuisibles.

Ces journées 2022 ont à nouveau démontré la forte interactivité et le dynamisme du réseau existant autour du suivi du phytoplancton.

Le présent rapport est la compilation des diaporamas présentés durant ces journées (Partie 2), et des résumés associés (Partie 1). Seule une présentation n'y apparait pas, car certains travaux qui y sont présentés, toujours en cours, vont faire l'objet d'une publication.

Nantes, le 2 décembre 2022

Table des matières / programme des journées

Jeudi 1er décembre 2022		
• Mot d'accueil – présentation du Centre Atlantique	Pierre LABROSSE Ifremer Directeur du Centre Atlantique	Diaporama
• Le réseau REPHY	Maud LEMOINE Ifremer - Nantes	Résumé Diaporama
- session environnementale		
• Cinquante nuances de (marée) rouge : analyse de la diversité optique en fonction des espèces dominantes des blooms phytoplanctoniques par télédétection satellite	Pierre GERNEZ ISOMer- Nantes Université	Résumé Diaporama
• Le système d'alerte web des HAB en Manche du projet InterReg S3-EUROHAB.	Alain LEFEBVRE Ifremer – LERBL	Résumé Diaporama
• Apport des modèles linéaires dynamiques pour l'analyse des tendances de la chlorophylle-a dans la Manche centrale et orientale au cours des deux dernières décennies	Antoine HUGUET Ifremer - Nantes	Résumé Diaporama
• Développement et mise en œuvre d'une instrumentation low-cost pour le suivi haute fréquence de la concentration en oxygène dissous – exemple du suivi effectué en baie de Vilaine	Anne DANIEL Ifremer – Brest	Résumé Diaporama
• EcoTransLearn : un package R utilisant le Transfer Learning pour des études écologiques. Cas d'étude de la reconnaissance automatisée du phytoplancton en Manche et Mer du Nord.	Guillaume WACQUET Ifremer – LERBL	Résumé Diaporama
• ILICO, une infrastructure de recherche pour l'observation littorale et côtière	Alain LEFEBVRE Ifremer – LERBL	Résumé Diaporama
• PHYTOBS, Service National d'Observation d'ILICO	Maud LEMOINE Ifremer – Nantes	Résumé Diaporama
• Environnement changeant et communautés primaires ; apports d'une approche fonctionnelle à l'étude des assemblages phytoplanctoniques en Manche.	Angéline LEFRAN	Résumé Diaporama
• Evolution à long terme des communautés phytoplanctoniques de 3 sites ostréicoles : approche méthodologique de RETROSCOPE et premiers résultats	Tania HERNANDEZ FARINAS Ifremer –LERN	Résumé Diaporama
• Dynamique des blooms, niches, transport et advection des blooms de la prymnésiophycée *Phaeocystis globosa* en Manche orientale	Alain LEFEBVRE Ifremer – LERBL	Résumé Diaporama

Vendredi 2 décembre 2022 - session sanitaire		
• Surveillance réglementaire du plancton toxinogène et des biotoxines Marines - Cadre réglementaire et actualités	Matthieu MOURRER Chef du bureau BPMED - DGAL	Résumé Diaporama
• Actualités du LNR & LRUE Biotoxines Marines	Marina NICOLAS Responsable LNRBM - ANSES	Résumé Diaporama
• REPHY-Sanitaire et REPHYTOX	Maud LEMOINE Ifremer – Nantes	Résumé Diaporama
• La surveillance à l'Unité Littorale	Marie-Pierre HALM-LEMEILLE Unité Littorale	Résumé Diaporama
• Réseau de veille d'émergence des biotoxines marines dans les coquillages (EMERGTOX)	Zouher AMZIL Ifremer - Nantes	Résumé Diaporama
• Suivi 2022 de la dynamique d'*Ostreopsis* spp sur le littoral basque	Elvire ANTAJAN Ifremer –LERAR	Résumé Diaporama
• Avis de l'Anses relatif aux brévétoxines dans les coquillages	Nathalie ARNICH Direction de l'Evaluation des Risques ANSES	Résumé Diaporama
• Inter-laboratory comparative study of receptor-biding assays for the detection of cyclic imine toxins in shellfish samples around Europe	Rómulo ARAOZ CEA-Saclay SIMoS	Résumé Diaporama
• Prediction of *Alexandrium* and *Dinophysis* algal blooms and shellfish contamination in French Mediterranean Lagoons using decision trees and linear regression: a result of 10 years of sanitary monitoring	Aurélien BOUQUET Ifremer – LERLR	Résumé Diaporama
• A recent trend towards biosensors based on neuroblastoma cells and electrochemical techniques for marine neurotoxins detection.	Mounira ALKASSAR Institute of Agrifood Research and Technology (IRTA)	Résumé *(intervention annulée)*
• When phytoplankton does not bloom: the case of the dinoflagellate *Lepidodinium chlorophorum* in southern Brittany (France) assessed by environmental DNA	Pauline ROUX Nantes Université	Résumé ~~Diaporama~~
• Les approches de biologie moléculaires dans l'observation du futur. Contexte internationale et perspectives à l'échelle nationale.	Raffaele SIANO Ifremer-Dyneco	Résumé Diaporama
• Nouvelle unité PHYTOX à l'Ifremer et son insertion dans le paysage de la recherche sur le site nantais et sur les microalgues toxiques et nuisibles à l'Ifremer à l'échelle nationale	Philipp HESS Ifremer – Nantes	Résumé Diaporama
• Echanges et Conclusions	Maud LEMOINE Ifremer - Nantes	

PARTIE 1 : Résumés

L'ordre des résumés suit le déroulé du programme des journées. L'icône Diaporama à droite mène aux présentations associées.

Présentation du Centre Atlantique

Intervenant : Pierre LABROSSE, directeur du Centre Ifremer Atlantique.

(pas de résumé)

Présentation des réseaux REPHY et REPHYTOX

Intervenante : Maud LEMOINE, coordination REPHY, Ifremer ODE/VIGIES, Nantes.

Maud LEMOINE

Le REPHY (Réseau d'Observation du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les Eaux Littorales) et le REPHYTOX (Réseau de Surveillances des Phycotoxines dans les Organismes Marins) sont opérés par l'Ifremer. Au niveau local, ils sont portés par 9 LER, environ 120 agents y contribuent, dont 25 analystes du phytoplancton. Au niveau central, la coordination nationale est basée à Nantes.

Le REPHY est composé du volet observation environnemental (REPHY-OBS), qui contribue à répondre aux questions scientifiques concernant le phytoplancton et ses traits de vie, du volet surveillance (REPHY-SURV), qui répond à la demande règlementaire d'évaluation de la qualité de l'eau (DCE/DCSMM) et du volet sanitaire (REPHY-SAN) qui cible les espèces productrices de toxines. Ce dernier volet fait le lien avec le REPHYTOX qui consiste à mesurer la présence des toxines dans les bivalves issus des zones conchylicoles ou de la pêche professionnelle.

Les deux réseaux sont en interaction avec la communauté scientifique nationale et internationale, les gestionnaires, les services locaux et centraux de l'Etat, les laboratoires départementaux d'analyses et les professionnels de la conchyliculture et de la pêche.

SESSION ENVIRONNEMENTALE

Cinquante nuances de (marée) rouge : analyse de la diversité optique en fonction des espèces dominantes des blooms phytoplanctoniques par télédétection satellite

Intervenant : Pierre GERNEZ, Nantes Université, Institut des Substances et Organismes de la Mer, Nantes.

Pierre GERNEZ, Maria Laura ZOFFOLI, Thomas LACOUR, Tania HERNANDEZ FARIÑAS, Gabriel NAVARRO, Isabel CABALLERO, Tristan HARMEL

Bien que la télédétection spatiale soit fréquemment utilisée en complément des observations *in situ* pour étudier la dynamique spatiale et temporelle des blooms phytoplanctoniques, son utilisation pour détecter et étudier les « harmful algal blooms » (HABs) reste encore limitée à quelques cas d'étude régionaux pour lesquels seule une poignée d'espèces phytoplanctoniques a été appréhendée de manière empirique. L'objectif de la présente étude est d'analyser la diversité optique des espèces phytoplanctoniques pouvant former des HABs, afin de déterminer combien de types optiques de bloom peuvent être identifiés par télédétection dans l'océan côtier mondial. Pour cela, une base de données d'une centaine d'images satellite multispectrales à haute résolution spatiale (20 m) a été construite en combinant de manière originale les données taxonomiques des réseaux de surveillance nationaux (REPHY, Phenomer) et internationaux (HAEDAT) et les caractéristiques optiques de blooms observés de manière synchrone par la mission satellite Sentinel-2. Parmi les 27 espèces responsables de HABs compilées dans la librairie spectrale, au moins 5 types optiques de bloom peuvent être distingués par satellite, incluant : 1) les blooms surfaciques de cyanobactéries et/ou de la forme « verte » de *Noctiluca scintillans*, 2) les accumulations de la forme « rouge » de *N. scintillans*, 3) les marées rouges du cilié *Mesodinium rubrum*, 4) les eaux colorées vertes de *Lepidodinium chlorophorum*, et 5) les blooms dominés par un dinoflagellé tel que *Karenia brevis*, *Lingulodinium polyedra*, ou encore *Prorocentrum* sp. En démontrant quelles espèces peuvent être reconnues par télédétection multispectrale, et quelles espèces sont encore optiquement indiscernables, ces travaux ouvrent des perspectives nouvelles pour l'observation et la surveillance des HABs à partir des satellites actuellement en opération.

Mots clés : *Télédétection, Satellite, Sentinel-2, Marée rouge, Eau colorée, Bloom, HAB, REPHY, HAEDAT, Phenomer, Cyanobactéries, Noctiluca, Mesodinium, Lepidodinium, Dinoflagellé*

Le système d'alerte Web des HAB en Manche du projet Interreg S3-EUROHAB

Intervenant : Alain LEFEBVRE, Ifremer ODE/UL/LER-BL, Boulogne-sur-Mer.

Alain LEFEBVRE, Francis GOHIN, Gavin TILSTONE et le consortium S3 EUROHAB

Le projet S-3 EUROHAB (2017-2022) à utilisé la technologie satellitaire la plus récente pour améliorer la surveillance de la qualité des eaux marines et côtières et les efflorescences algales nuisibles (HABs) dans l'espace Manche et en évaluer les impacts socio-économiques. Le projet s'est basé notamment sur les données issues du satellite européen Copernicus Sentinel 3, récemment lancé, pour suivre la croissance et la propagation des efflorescences d'algues nuisibles et l'abondance du phytoplancton liée à la qualité de l'eau sur l'espace Manche. Ces données ont été utilisées pour construire un système d'alerte basé sur le Web, le premier de son genre en Europe, pour prévenir les gestionnaires de l'espace marin et l'industrie des pêches de la prolifération d'algues potentiellement dommageables. Les données collectées aident à mieux comprendre pourquoi, comment et quand surviennent les HABs, à évaluer les coûts associés à ces évènements et comment le système d'alerte Web pourrait contribuer à réduire ces coûts.

Mots clés : *HAB, web alert system, Copernicus, sentinel 3, Machine Learning, Phaeocystis globosa*

Apport des modèles linéaires dynamiques pour l'analyse des tendances de la chlorophylle-a dans la Manche centrale et orientale au cours des deux dernières décennies

Intervenant : Antoine HUGUET, Ifremer ODE/VIGIES, Nantes.

Antoine HUGUET, Francis GOHIN, Laurent BARILLE, Dominique SOUDANT, Pierre PETITGAS

Des études précédentes ont permis d'établir que la biomasse phytoplanctonique, estimée par la concentration en chlorophylle-a, a diminué au cours de la période 1998-2017 dans la Manche orientale. Considérant que la production de phytoplancton est limitée par le phosphore et l'azote après le grand bloom de printemps, la dynamique des apports nutritifs fluviaux est probablement à l'origine de cette diminution. Ainsi, La concentration de phosphore a diminué régulièrement dans les rivières tout au long de la période, mais la baisse des débits des principaux fleuves de la zone pendant la deuxième partie de la période a également été identifiée comme une cause possible. Dans notre étude, les débits des deux principaux fleuves de la région, la Seine et la Somme, ont été comparés à des séries chronologiques de données *in situ* du réseau REPHY et de chlorophylle-a issues de données satellites de la mi-avril à la fin octobre, une saison où la limitation par les nutriments est la plus élevée, en particulier par rapport à la limitation par la lumière. Les séries temporelles ont été modélisées à l'aide de modèles linéaires dynamiques et des tests de Mann-Kendall appliqués aux données désaisonnalisées, ce qui a permis d'identifier les tendances sur les deux dernières décennies. La distribution spatiale de ces tendances a été cartographiée au niveau de la Manche centrale et orientale. Les résultats ont montré que malgré une augmentation des débits des fleuves à la fin de la période 1998-2019, les niveaux de chlorophylle-a sont restés significativement inférieurs à la moyenne. L'évolution de la série temporelle de la concentration moyenne en chlorophylle-a apparait par conséquent être plus liée à la baisse des flux de phosphore qu'au débit des fleuves.

Mots clés : *Manche centrale et orientale, chlorophylle-a, nutriments, variabilité climatique, modèle linéaire dynamique, analyse de séries temporelles, satellite, débits des fleuves*

Développement et mise en œuvre d'une instrumentation low-cost pour le suivi haute fréquence de la concentration en oxygène dissous – exemple du suivi effectué en baie de Vilaine

Intervenante : Anne DANIEL, Ifremer ODE/DYNECO/PELAGOS, Plouzané

Anne DANIEL, Michel REPECAUD, Florian CARADEC, Loïc QUEMENER, Emilie RABILLER

L'oxygène dissous est identifié comme un élément de soutien clé dans l'évaluation de l'état écologique des environnements marins et estuariens (DCE, 2000 ; OSPAR, 2005 ; DCSMM, 2008). Les valeurs seuils actuellement appliquées dans le cadre réglementaire ne sont pas satisfaisantes pour décrire l'état de l'écosystème car elles ne permettent pas d'évaluer l'ampleur, la fréquence d'occurrence et la durée des événements hypoxiques.

Pour détecter ces phénomènes saisonniers, généralement fugaces le long des côtes françaises, nous avons développé une nouvelle station benthique conçue pour effectuer des mesures d'oxygène dissous à haute fréquence et de façon autonome : le MASTODON O_2. Ce système a été développé pour être à bas coût de conception et de mise en œuvre, tout en étant simple d'utilisation et en ayant un impact environnemental nul.

Plusieurs MASTODON O_2 été déployés en baie de Vilaine pendant les périodes estivales de 2020 à 2022 pour étudier la variabilité de l'oxygène dissous dans le temps et dans l'espace le long d'un transect estuaire-océan. La capture de nombreux évènements hypoxiques épisodiques a permis de fournir de nouvelles informations sur la dynamique de l'oxygène dissous au fond, notamment sur l'interaction complexe entre les facteurs physiques et biogéochimiques qui contrôlent le processus de développement de l'hypoxie.

Mots clés *: Hypoxie, instrumentation low cost, bon état écologique*

EcoTransLearn : un package R utilisant le Transfer Learning pour des études écologiques. Cas d'étude de la reconnaissance automatisée du phytoplancton en Manche et Mer du Nord

Intervenant : Guillaume WACQUET, Ifremer ODE/UL/LER-BL, Boulogne-sur-Mer.

Guillaume WACQUET, Alain LEFEBVRE

Ces dernières années, le Deep Learning a gagné en popularité dans de nombreux domaines, et en particulier dans la reconnaissance d'images, grâce à sa capacité à résoudre des problèmes qui ont résisté durant de nombreuses années aux méthodologies d'apprentissage automatique plus « classiques ». Cependant, la construction d'un modèle

approprié de Deep Learning à partir de zéro, dans le cadre de la surveillance des écosystèmes marins, représente une tâche difficile, en raison de la nature dynamique et de la variabilité morphologique des particules vivantes, mais également du coût élevé en terme de temps, de ressources humaines et de compétences pour labéliser un nombre important d'images. Pour pallier ce problème, le Transfer Learning peut être utilisé pour améliorer les performances de discrimination d'un modèle entraîné avec une petite quantité de données pour un domaine spécifique, en transférant les informations apprises d'un domaine différent sur une grande quantité de données d'entraînement. À cette fin, le package R « EcoTransLearn » a été développé afin de permettre une plus grande automatisation de la classification des images acquises avec divers appareils, grâce à différents modèles de Transfer Learning pré-entraînés sur l'ensemble de données générique ImageNet. Ce package R a été notamment utilisé pour analyser les ensembles de données d'images acquises avec un FlowCam lors de campagnes en mer (CAMANOC, IBTS) et dans le cadre de réseaux de surveillance (SRN-REPHY). Les résultats expérimentaux ont ensuite été utilisés pour évaluer la capacité opérationnelle à surveiller automatiquement la diversité des échantillons pour le micro-phytoplancton en quasi-temps réel durant les campagnes, mais également pour détecter, suivre et compter les taxons les plus fréquemment rencontrées en Manche et Mer du Nord. De par sa simplicité et sa rapidité d'analyse, cet outil pourrait faire partie intégrante d'un système plus général d'aide à la décision, en étant couplé à d'autres outils d'apprentissage automatique utilisant des données environnementales (provenant de bouées automatisées, d'images satellites, …) pour une prédiction plus rapide et un suivi plus efficace des efflorescences d'algues nuisibles.

Mots clés *: Transfer Learning, Reconnaissance d'image, Classification automatisée, Phytoplancton, Manche-Mer du Nord*

Présentation de l'Infrastructure de Recherche Littorale et Côtière ILICO

Intervenant : Alain LEFEBVRE, Ifremer ODE/UL/LER-BL, Boulogne-sur-Mer.

Alain LEFEBVRE, Christophe DELACOURT, Joanne BURDEN,
Lucie COCQUEMPOT, Behzad MOSTAJIR

L'infrastructure de recherche littorale et côtière (IR ILICO) est l'infrastructure de recherche française dédiée à l'observation et à la compréhension des évolutions à long-terme des milieux marins côtiers et littoraux, de métropole et outre-mer.

L'IR ILICO occupe une position stratégique de structuration de l'observation et de la recherche sur les milieux naturels situés à l'interface entre le Continent et l'Océan. Elle a formellement intégré la feuille de route nationale des infrastructures de recherche en 2016. L'IR fédère des dispositifs d'observation inter-organismes pérennes (dont 9 'Services Nationaux d'Observation' (SNO) labellisés) : COAST-HF, PHYTOBS, SOMLIT, BENTHOBS, MOOSE, SONEL, ReefTEMPS, CORAIL, DYNALIT. L'IR ILICO pilote un réseau d'animation scientifique qui assure la réflexion et la prospective scientifique transversale, et favorise l'interdisciplinarité et l'intégration de l'Observation, via des actions structurantes

transversales. L'IR ILICO a également pour mission de veiller à ce que les observations dans les milieux littoraux et côtiers répondent aux enjeux sociétaux et questions scientifiques associées. Elle est garant de l'interopérabilité et de la qualité des observations effectuées par les différents systèmes d'observation. Elle fédère et valorise les compétences des équipes françaises pour positionner l'expertise nationale en observation côtière et littorale dans le contexte européen. L'IR ILICO est le nœud français du projet d'infrastructure européenne en cours de construction JERICO-RI (Joint European Research Infrastructure for Coastal Observatories).

Mots clés : *Infrastructure de recherche, observation*

PHYTOBS

Intervenante : Maud LEMOINE, coordination REPHY, Ifremer ODE/VIGIES, Nantes.

Maud LEMOINE, Pascal CLAQUIN

PHYTOBS est un Service National d'Observation (SNO) du microphytoplancton déployé sur les côtes françaises métropolitaines et porté par l'Ifremer, le CNRS et les Universités Marines. Il permet le suivi de la diversité du microphytoplancton dans le contexte hydrologique des côtes françaises et de leur gradient d'anthropisation. Le SNO PHYTOBS permet l'analyse des réponses des communautés phytoplanctoniques aux changements environnementaux, l'évaluation de la qualité de l'environnement côtier au travers d'indicateurs, la définition de niches écologiques, la détection des variations phénologiques et soutien les questionnements scientifiques en mettant à disposition les données du réseau.
Le SNO PHYTOBS joue aussi un rôle clé dans la mise en réseau de la communauté scientifique permettant la transmission des connaissances et le renforcement des compétences. Des ateliers de travail et des rencontres scientifiques sont organisées chaque année, impliquant PHYTOBS et ses partenaires.
Deux réseaux historiques sont à l'origine de PHYTOBS. Le REPHY (Réseau de surveillance et d'observation du phytoplancton marin et de l'hydrologie des eaux littorales et côtières) porté par l'Ifremer depuis 1984, et le SOMLIT (Service d'observation en milieu littoral), porté par l'INSU-CNRS depuis 1995 qui a accueilli le nouveau paramètre phytoplancton. Les suivis ont démarré en 1987 sur certains sites et plus tard sur d'autres.

Mots clés *:IR-ILICO, SNO, labellisation INSU, réseau d'observateurs, phytoplancton*

Environnement changeant et communautés primaires ; apports d'une approche fonctionnelle à l'étude des assemblages phytoplanctoniques en Manche

Intervenante : Angéline LEFRAN, ex-Ifremer.

Angéline LEFRAN, Tania HERNANDEZ FARIÑAS, Pascal CLAQUIN

Les écosystèmes côtiers font face à un environnement changeant qu'il soit d'origine naturelle ou anthropique. Le phytoplancton, à la base des réseaux trophiques, se situe au cœur du fonctionnement des écosystèmes marins. Les objectifs des travaux menés sur le système côtier de la Manche, et durant le doctorat associé au projet S3-EUROHAB, visent à évaluer l'ampleur et la nature de ces changements vis-à-vis du micro-phytoplancton. En complément des données spatio-temporelles des taxons issues des flores totales du réseau de suivi national REPHY, une approche par traits fonctionnels a été réalisée. Elle a permis la construction d'une base adaptée au lieu d'étude, composée de traits morphologiques, comportementaux et physiologiques. L'utilisation de cette base au travers d'une approche numérique a permis de mettre en évidence des groupes fonctionnels. Les résultats ont montré des assemblages fonctionnels localement adaptés à leur environnement et évoluant vers une plus forte proportion d'organismes de petites tailles. En parallèle, une approche par niche (Outlying Mean Index) a confirmé et appuyé la cohérence écologique de ces assemblages. Enfin, une étude de cas expérimentale montre l'existence d'une relation entre la physiologie de ces organismes avec le rythme saisonnier. Cette dernière révèle ainsi une plasticité cellulaire de même que des adaptations spatiales et temporelles des teneurs en lipides et en chlorophylle-*a* des organismes phytoplanctoniques en réponse aux besoins cellulaires.

Mots clés : *Phytoplancton, série temporelle, traits fonctionnels, environnement changeant*

Evolution à long terme des communautés phytoplanctoniques de 3 sites ostréicoles: approche méthodologique de RETROSCOPE et premiers résultats

---

Intervenante : Tania HERNANDEZ FARIÑAS, Ifremer ODE/UL/LERN, Port-en-Bessin.

Tania HERNANDEZ FARIÑAS, Aline GANGNERY, Syéphane GUESDON, Audrey BRUNEAU, Dominique SOUDANT, Béatrice BEC, Patrick SOLETCHNIK, Juliette TARDIVY CASEMAJOR, Lucas MARTIN, Léa PRIGENT, Valérie DEROLEZ

Les écosystèmes côtiers supportent diverses activités humaines dont la durabilité repose sur des fonctions écologiques potentiellement menacées dans le contexte de changement global. C'est le cas de la conchyliculture. Le projet RETROSCOPE vise ainsi à analyser l'évolution rétrospective de trois socio-écosystèmes à vocation conchylicole et, à identifier les tendances et/ou périodes de basculement afin d'en tirer des enseignements sur leurs capacités d'adaptation voire de résilience face aux différentes sources de variation : la lagune de Thau (Occitanie), le bassin de Marennes-Oléron (Poitou Charentes) et la baie des Veys (Normandie). Parmi les compartiments étudiés (climatiques, hydrologiques, biologiques), le phytoplancton fait l'objet d'une attention particulière : d'une part, sa place en tant que ressource trophique, centrale pour la compréhension des traits de vie des organismes filtreurs comme l'huître et, d'autre part comme indicateur des fluctuations environnementales, notamment de la qualité des eaux côtières. Les résultats présentés concernent la dynamique des peuplements phytoplanctoniques dont l'étude repose sur l'analyse de séries temporelles acquises par le REPHY. La tendance de chaque série a été obtenue à l'aide de la méthode des modèles dynamiques linéaires. Des évolutions de la structure de la communauté microphytoplanctonique ont ainsi pu être mises en évidence, montrant des différences d'une zone à l'autre (n'impliquant pas toujours les mêmes unités

taxinomiques (UT)). A Thau, des UT telles que *Chaetoceros* et *Skeletonema* s'inscrivent dans une trajectoire de diminution de leurs abondances *a contrario* des Naviculaceae. A Marennes, certaines UT telles que *Gymnodinium-Gyrodinium* et *Guinardia* s'expriment davantage à certaines périodes (au niveau saisonnier) au détriment d'autres (*e.g. Leptocylindrus*). En baie des Veys, nous observons une diminution significative de *Chaetoceros* et une augmentation des diatomées telles que *Paralia* et *Thalassiosira-Porosira.* Ce travail vise maintenant à évaluer les conséquences de ces évolutions de la structure des communautés sur les huîtres en élevage.

Mots clés *: Ecosystèmes côtiers, communauté phytoplanctonique, trajectoires d'évolution, modèle linéaire dynamique, réseaux d'observation*

Dynamique des blooms, niches, transport et advection des blooms de la prymnésiophycée Phaeocystis globosa en Manche orientale

Intervenant : Alain LEFEBVRE, Ifremer ODE/UL/LER-BL, Boulogne-sur-Mer.

Alain LEFEBVRE, Camille DEZECACHE, Stéphane KARASIEWICZ, David DEVREKER, Guillaume WACQUET, Francis GOHIN

Dans le cadre du projet InterReg S3-EUROHAB, la démarche d'étude des facteurs environnementaux déterminants conduisant aux HAB en Manche et baie sud de la mer du Nord s'est focalisé sur deux taxons nuisibles majeurs dans cette zone : *Phaeocystis globosa* et le complexe *Pseudo-nitzschia*. Après une étude des trajectoires spatiales et temporelles des efflorescences de ces taxons basée sur le suivi du centre de gravité des fortes biomasses de phytoplancton à partir des images de chlorophylle-*a* dérivées de l'Observation de la couleur de l'Eau (Lefebvre et Dezecache, 2020), nous nous sommes focalisés sur l'étude de la phénologie et des niches de ces taxons. Ainsi, nous avons pu proposer une nouvelle méthode de détection des blooms et de caractérisation de la phénologie des efflorescences de *Phaeocystis globosa* et du complexe *Pseudo-nitzschia* basée sur l'analyse de 22 variables caractéristiques. Pour la première fois, nous avons pu évaluer la relation entre les conditions environnementales, la phénologie et l'écologie des niches dans cette zone d'étude (Karasiewicz et Lefebvre, 2022).

Mots clés : *HAB, Phaeocystis globosa, transport, Manche orientale, S3-EUROHAB*

*****

SESSION SANITAIRE

Surveillance réglementaire du plancton toxinogène et des biotoxines Marines - Cadre réglementaire et actualités

Intervenant : Matthieu MOURRER, Chef du bureau BPMED –DGAL.

(pas de résumé)

Actualités du LNR & LRUE Biotoxines Marines

Intervenante : Marina NICOLAS, Responsable LNRBM – ANSES.

(pas de résumé)

REPHY-Sanitaire et REPHYTOX

Intervenante : Maud LEMOINE, Ifremer ODE/VIGIES, coordinatrice REPHY-REPHYTOX, Nantes.

(pas de résumé)

La surveillance à l'Unité Littorale

Intervenante : Marie-Pierre Halm-Lemeille, Ifremer ODE/ Unité Littorale, responsable d'unité.

(pas de résumé)

Réseau de veille d'émergence des biotoxines marines dans les coquillages (EMERGTOX)

Intervenant : Zouher AMZIL, Ifremer ODE/PHYTOX/METALG, Nantes

Zouher AMZIL, Amélie DERRIEN, Marina NICOLAS

Le réseau EMERGTOX, mis en œuvre depuis janvier 2018, a pour objectifs :

- la mise en évidence éventuelle d'un danger lié à la présence dans les coquillages de toxines connues réglementées et non réglementées, répertoriées ou non en France ,
- l'acquisition de données sur les principaux groupes de phycotoxines et Cyanotoxines lipophiles & hydrophiles répertoriés au niveau international, pour contribuer à l'évaluation des risques liés à la présence de toxines émergentes dans les coquillages ;
- en cas de détection de toxines non encore répertoriées en France, d'identifier des microalgues toxiques émergentes, *via* une expertise rétrospective des prélèvements d'eau associés aux points EMERGTOX, réalisés dans le cadre du REPHY.

Le pilotage de ce réseau est assuré par un comité national, sous l'égide de la DGAL, composé de membres représentant différents organismes et institutions nationaux (DGAL, IFREMER, ANSES, DGS, SpFrance, DPMA, IFREMER, DEB).

La cohérence de l'ensemble est gérée par une coordination nationale, positionnée à l'IFREMER, chargée en partenariat avec le LNR-biotoxines de l'ANSES de la programmation, du suivi opérationnel, de la valorisation et de la diffusion des résultats.

Un bilan synthétique des résultats obtenus durant la période 2018 – 2021 sera présenté, ainsi que les objectifs des études en cours en lien avec EMERGTOX.

Mots clés : *Toxines émergentes, Phycotoxines, cyanotoxines, analyse chimique LC-MS/MS*

Suivi 2022 de la dynamique d'*Ostreopsis* spp sur le littoral basque

Intervenante : ANTAJAN Elvire, ODE/UL/LERAR, Arcachon.

Elvire ANTAJAN, Myriam PERRIERE-RUMEBE, Claire METEIGNER, Marie-Noelle DE CASAMAJOR, Véronique SECHET, Liliane CARPENTIER, Isabelle AUBY, Nicolas CHOMERAT, Solène GEFFROY, Raffaele SIANO, Agnès PETRAU, Sarah ITOIZ, Aurélie BOSCUQET-ESCOUROU

En 2020 et 2021 des proliférations estivales d'*Ostreopsis* spp sur le littoral basque ont été associées à des irritations et des troubles respiratoires chez de nombreuses personnes ayant fréquenté les plages (674 cas signalés en 2021 dont 2 hospitalisations). Les investigations menées avaient permis de mettre en évidence la présence à la fois d'*O.* cf. *siamensis* et d'*O.* cf. *ovata*. De plus, la présence d'ovatoxines a, b, c et d dans le milieu et dans une souche cultivée a confirmé la nature toxique du bloom d'*Ostreopsis* et permis d'identifier *O.* cf. *ovata* comme producteur. Afin de proposer un outil d'anticipation des niveaux de vigilance pour améliorer la gestion préventive des usages littoraux, un programme de surveillance a été mis en place en 2022 afin de i) suivre la dynamique d'*Ostreopsis* sur le littoral basque, ii) initier des techniques de biologie moléculaire permettant une identification et une quantification fiables et rapides d'*O.* cf. *siamensis* et *O.* cf. *ovata*, iii) évaluer la corrélation de la présence d'*Ostreopsis* spp. sur le littoral basque avec les conditions hydroclimatiques. Les résultats préliminaires de ce suivi seront présentés ici.

Avis de l'Anses relatif aux brévétoxines dans les coquillages

Intervenante : Nathalie ARNICH, Anses/ Direction de l'Evaluation des Risques, Maison-Alfort.

Nathalie ARNICH, Eric ABADIE, Zouher AMZIL, Marie-Yasmine BOTTEIN, Katia COMTE, Nicolas DELCOURT, Vincent HORT, Raphaëlle LE GARREC, César MATTEI, Jordi MOLGO

Les brévetoxines (BTX) sont des biotoxines marines responsables d'intoxications humaines en cas d'ingestion de coquillages contaminés. Cette intoxication est caractérisée par des symptômes neurologiques, gastro-intestinaux et/ou cardiovasculaires. Aucun décès n'a été rapporté à ce jour.

Plus de 70 analogues/métabolites de BTX ont été rapportés, dont la plupart sont issus du métabolisme des coquillages. La structure chimique n'est disponible que pour une trentaine d'analogues.

Le principal producteur de BTX est le dinoflagellé *Karenia brevis*. En outre, il a été démontré que *K. papilionacea* produit des BTX dans des conditions de laboratoire. Des composés de type BTX sont également produits par *K. mikimotoi* et *K. bicuneiformis*, et par certains raphidophytes, à savoir *Chattonella marina, C. antiqua, Heterosigma akashiwo* et *Fibrocapsa japonica*.

Les BTX ne sont actuellement pas réglementées en France ni en Europe. En 2018, elles ont été incluses dans le réseau français de veille d'émergence des biotoxines marines dans les coquillages (EMERGTOX) et ont été détectées pour la première fois en France en novembre 2018 dans des moules provenant de l'étang de Diana en Corse. En conséquence, l'Anses (Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a été mandatée pour fournir une valeur guide pour les BTX dans les coquillages français.

L'Anses a mis en place un groupe de travail pour faire le point sur l'état des connaissances relatives aux BTX. Les données toxicologiques étaient trop limitées pour pouvoir établir une dose de référence aiguë par voie orale. Cependant, sur la base de rapports de cas humains, deux doses minimales associées à des symptômes bénins (picotements des lèvres et des extrémités des membres) ont été identifiées. Une valeur guide de 180 µg eq. BTX-3/kg de chair de coquillages a été élaborée, en considérant une taille de portion par défaut de 400 g de chair de coquillages.

Mots clés : *brévétoxines, coquillages, toxicité, valeur guide*

Inter-laboratory comparative study of receptor-biding assays for the detection of cyclic imine toxins in shellfish samples around Europe

Intervenant : Rómulo ARAOZ, CNRS ERL9004/ CEA-Saclay SIMoS.

Rómulo ARAOZ, Luis M. BOTANA, Alex BARRANCO, Delphine GUILLEBAULT, Fernando RUBIO, Denis SERVENT

Cyclic imine toxins (CiTx) are fast acting neurotoxins that kill mice by respiratory arrest within minutes after administration at lethal toxin doses. Although not regulated, these neurotoxins are frequently found in shellfish for human consumption constituting a latent threat for public health given their potent antagonistic activity against muscular and neuronal nicotinic acetylcholine receptors and their capacity to cross the intestinal, placental and brain-blood barriers. Pregnant women and patients suffering from neuromuscular junction autoimmune disorders may be particularly vulnerable to these toxins. In the frame of ALERTOX-NET project[1], we have performed an interlaboratory study to assess the suitability of the microplate-receptor binding assay (CEA-made[2] and Abraxis kit) and the lateral flow test NeuroTorp[3] for the detection of CiTx in shellfish samples associating the laboratories of L.M. BOTANA (USC, Spain), Alex BARRANCO (AZTI, Spain), D. GUILLEBAULT (MicrobiaEnvironment, France) and D. SERVENT (CEA-Saclay, France). ALERTOX-NET partners provided the shellfish samples. CEA provided the detection kits and CiTx standards. The nature of the CiTx contaminating shellfish samples was depicted by UPLC-MS/MS. The most frequent neurotoxins were 13-desmethyl spirolide-C and pinnatoxin-G. The presence of portimine-A was also confirmed in several shellfish samples. It is necessary to gather evidences of the occurrence of CiTx in shellfish commercialized for human consumption in Europe.

Mots clés : *Receptor binding assay, cyclic imine toxins, ALERTOX-NET, nicotinic acetylcholine receptors*

Prediction of *Alexandrium* and *Dinophysis* algal blooms and shellfish contamination in French Mediterranean Lagoons using decision trees and linear regression: a result of 10 years of sanitary monitoring

Intervenant : Aurélien BOUQUET, Ifremer ODE/UL/LERLR, Sète.

Aurélien BOUQUET, Mohamed LAABIR, Jean Luc ROLLAND, Nicolas CHOMERAT, Christelle REYNES, Robert SABATIER, Christine FELIX, Tom BERTEAU, Claude CHIANTELLA, Eric ABADIE

A l'aide de données issues des campagnes REPHY et REPHYtox de 2010 à 2019, cette étude visait à évaluer l'impact de facteurs environnementaux sur les blooms d'*Alexandrium* et de *Dinophysis* dans deux lagunes méditerranéennes, Thau et Leucate, et à faire le lien avec les contaminations des moules et des huîtres par les toxines produites. L'objectif était de prédire les risques de blooms et de contamination en fonction des conditions environnementales, en se basant sur deux outils statistiques utilisés de manière complémentaire : Les arbres de décisions et les modèles linéaires. Ces outils ont pu mettre en évidence des intervalles de température et de salinité au sein desquels les risques

[1] ALERTOXNET, led by Luis BOTANA (USC, Spain) was an Interreg Atlantic Area funded project associating 10 European Laboratories. ALERTOXNET aimed to develop easy-to-use detection & alert systems for Emerging Marine Toxins for end users

[2] WO2012101378A1 "Method for manufacturing an analysis substrate, and use thereof for detecting toxins". Inventors: ARÁOZ, R., NGHIEM, H.-O., MOLGO, J., BOTANA, L.M., VILARIÑO, N.

[3] WO2017108115 A1 "Device for detecting neurotoxins and process for manufacture thereof". Inventors: ARÁOZ, R., MOLGO, J., SERVENT, D., MOURIER, G. and KESSLER, P.

étaient maximaux et pouvaient dépasser 50% de chance d'observer un bloom. A contrario, certaines conditions environnementales induisaient une probabilité nulle de bloom. Les résultats ont montré que les risques maximaux de contaminations des mollusques concordaient avec ceux des blooms. Une méthodologie de validation croisée a permis de s'assurer de la robustesse et de la fiabilité des résultats.

Mots clés : *Alexandrium, Dinophysis, Blooms toxiques, Contaminations, Prédictions, Facteurs environnementaux*

A recent trend towards biosensors based on neuroblastoma cells and electrochemical techniques for marine neurotoxins detection

Intervenante : Mounira ALKASSAR, Cell culture and Biosensors, IRTA, Espagne.
Intervention annulée

Mounira ALKASSAR, Sandra LEONARDO, Jorge DIOGENE, Mònica CAMPAS

Ciguatoxins (CTXs), produced by microalgae within the *Gambierdiscus* and *Fukuyoa* genera, and tetrodotoxins (TTXs), produced by bacteria, are one of the most potent emerging natural marine toxins in Europe, which act by selectively blocking the action potentials of voltage-gated sodium channels (VGSCs) in nerves, skeletal and cardiac muscle membranes, with opposite mechanisms of action. CTXs block them in an open position, whilst TTXs do it in a closed state.
For the European Food Safety Authority (EFSA), these neurotoxins have been the primary concerns due to the important impact on human health, and their important effects on food safety. The evaluation and characterisation of their risk with adequate detection methods for monitoring procedures are crucial to protect human health. EFSA also encourages the search for occurrence data and the development of reliable and efficient analytical methods. However, despite technological advances, there are still methodological uncertainties and high demand for universal marine toxins detectors. Electrochemical cell-based biosensors seem a promising strategy, which are based on cell-based assays (CBAs) and therefore measure the toxicological effect of toxins on cells and provide an estimation of the composite toxicity of a sample and have the added advantage of the high sensitivity provided by electrochemical detection techniques.

Bearing that in mind, Neuro-2a cells were immobilised on electrodes of different materials, and their viability was assessed using a tetrazolium salt. After optimisation of the assay conditions, the effect of CTX and TTX standard solutions on the immobilised cells was evaluated. Finally, the system was applied to the analysis of fish extracts containing CTX (*Variola louti*) and TTX (*Seriola dumerili*), as a proof of concept. The strategy has been proved to be successful and therefore paves the way towards the development of electrochemical cell-based biosensors for the detection of marine neurotoxins.

Mots clés : *ciguatoxins, tetrodotoxins, biosensor, neuro-2a cell viability, electrochemistry*

When phytoplankton does not bloom: the case of the dinoflagellate *Lepidodinium chlorophorum* in southern Brittany (France) assessed by environmental DNA

Intervenante : Pauline ROUX, ISOMer, Nantes Université.
Support non diffusable

Pauline ROUX, Mathilde SCHAPIRA, Kenneth NEIL MERTENS, Coralie ANDRE, Aouregan TERRE-TERRILLON, Anne SCHMITT, Soazig MANACH, Karine COLLIN, Joelle SERGHINE, Cyril NOEL, Raffaele SIANO

Green seawater discolorations caused by the marine dinoflagellate *Lepidodinium chlorophorum* are frequently observed during summer along southern Brittany coasts (NE Atlantic, France). Here, the ecology of *L. chlorophorum* is studied during the non-blooming season using the metabarcoding of the environmental DNA (eDNA) as a tool for the detection of low concentrations of the species. Sediments (eDNA and cyst samples) collected in January–February 2019 and water samples from two stations collected at three water depths in September–March 2019–2020 and 2020–2021 (eDNA and environmental parameters) were analysed. The protistan community was dominated by dinoflagellates and was homogenous in the water column. Amplicon sequence variants (ASVs) associated with the genus *Lepidodinium* were detected in autumn–winter at low relative abundances (minimum: 0.01%). Increases in *Lepidodinium* abundance were positively correlated with pulses of ammonium re-suspended from bottom sediments. Although *Lepidodinium* eDNA (<1%) was detected in the sediments, no cyst morphotypes could be associated with *Lepidodinium*, and germination experiments revealed no *Lepidodinium*-like cells, leaving in doubt the existence of resting cysts of this species in the seed bank. It is hypothesised that temporary *Lepidodinium* cells remained present in the water column at low concentrations during the autumn–winter period, awaiting ammonium input from sediments to initiate growth, and that blooms develop when water column stratification and river input provide favourable environmental conditions for biomass increases.

Mots clés : *Lepidodinium chlorophorum, HABs, Cysts, Sediment resuspension, eDNA, Ammonium*

Les approches de biologie moléculaires dans l'observation du futur. Contexte internationale et perspectives à l'échelle nationale

Intervenant : Raffaele SIANO, Ifremer ODE/DYNECO/Pelagos, Plouzané.

(pas de résumé)

Nouvelle unité PHYTOX à l'Ifremer et son insertion dans le paysage de la recherche sur le site nantais et sur les microalgues toxiques et nuisibles à l'Ifremer à l'échelle nationale

Intervenant : Philipp HESS, Ifremer ODE/PHYTOX, Nantes.

Philippe HESS

L'Ifremer a créé une nouvelle unité de recherche à Nantes intitulée 'Physiologie et Toxines des Microalgues Toxiques et Nuisibles'. Cette unité est organisée en trois laboratoires sur (i) la physiologie, (ii) la génomique et (iii) les métabolites des microalgues toxiques et nuisibles ; ces laboratoires s'appuient, respectivement, sur des approches expérimentales en physiologie, le plus souvent en conditions contrôlées, les outils de la biologie moléculaire et de la biochimie, et des outils d'analyse chimique et fonctionnelle ciblée et non-ciblée des métabolites algaux. Ses recherches s'organisent en trois axes scientifiques : (i) les stratégies trophiques de ces microalgues, (ii) leurs interactions biologiques et chimiques intra- et interspécifiques et (iii) leur bio- et chimiodiversité et le devenir de leurs métabolites dans les écosystèmes côtiers et marins ainsi que leurs impacts. L'insertion de cette unité dans les paysages de la recherche internationale, nationale, ligérienne et de l'Ifremer sera donnée schématiquement et à l'exemple de projet en cours.

Mots clés : *Organisation de la recherche HAB à l'Ifremer, axes de recherche PHYTOX, thématiques de recherche du centre Atlantique*

****

Index des mots clés

ALERTOX-NET, 18
Alexandrium, 19
Ammonium, 20
analyse chimique LC-MS/MS, 16
analyse de séries temporelles, 10
biosensor, 19
Bloom, 8
Blooms toxiques, 19
bon état écologique, 10
brévétoxines, 17
chlorophylle-a, 10
ciguatoxins, 19
communauté phytoplanctonique, 13
Contaminations, 19
Copernicus, 9
coquillages, 17
Cyanobactéries, 8
cyanotoxines, 16
cyclic imine toxins, 18
Cysts, 20
débits des fleuves, 10
Dinoflagellé, 8
Dinophysis, 19
Eau colorée, 8
Ecosystèmes côtiers, 13
eDNA, 20
electrochemistry, 19
environnement changeant, 13
Facteurs environnementaux, 19
HAB, 8, 9, 14
HABs, 20
HAEDAT, 8
Hypoxie, 10
Infrastructure de recherche, 12
instrumentation low cost, 10
Lepidodinium, 8
Lepidodinium chlorophorum, 20
Machine Learning, 9
Manche centrale et orientale, 10
Manche orientale, 14
Marée rouge, 8
Mesodinium, 8
modèle linéaire dynamique, 10, 13
neuro-2a cell viability, 19
nicotinic acetylcholine receptors, 18
Noctiluca, 8
nutriments, 10
observation, 12
Organisation de la recherche HAB à l'Ifremer, 21
Ostreopsis, 16
Phaeocystis globosa, 9, 14
Phenomer, 8
Phycotoxines, 16
Phytoplancton, 13
PHYTOX, 21
Prédictions, 19
Receptor binding assay, 18
réseaux d'observation, 13
S3-EUROHAB, 14
satellite, 10
Satellite, Sentinel-2, 8
Sediment resuspension, 20
sentinel 3, 9
série temporelle, 13
Télédétection, 8
tetrodotoxins, 19
thématiques de recherche du centre Atlantique, 21
toxicité, 17
Toxines émergentes, 16
traits fonctionnels, 13
trajectoires d'évolution, 13
transport, 14
valeur guide, 17
variabilité climatique, 10
web alert system, 9

PARTIE 2 : Supports de présentation

MERS-OCEANS & SANTE UNIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

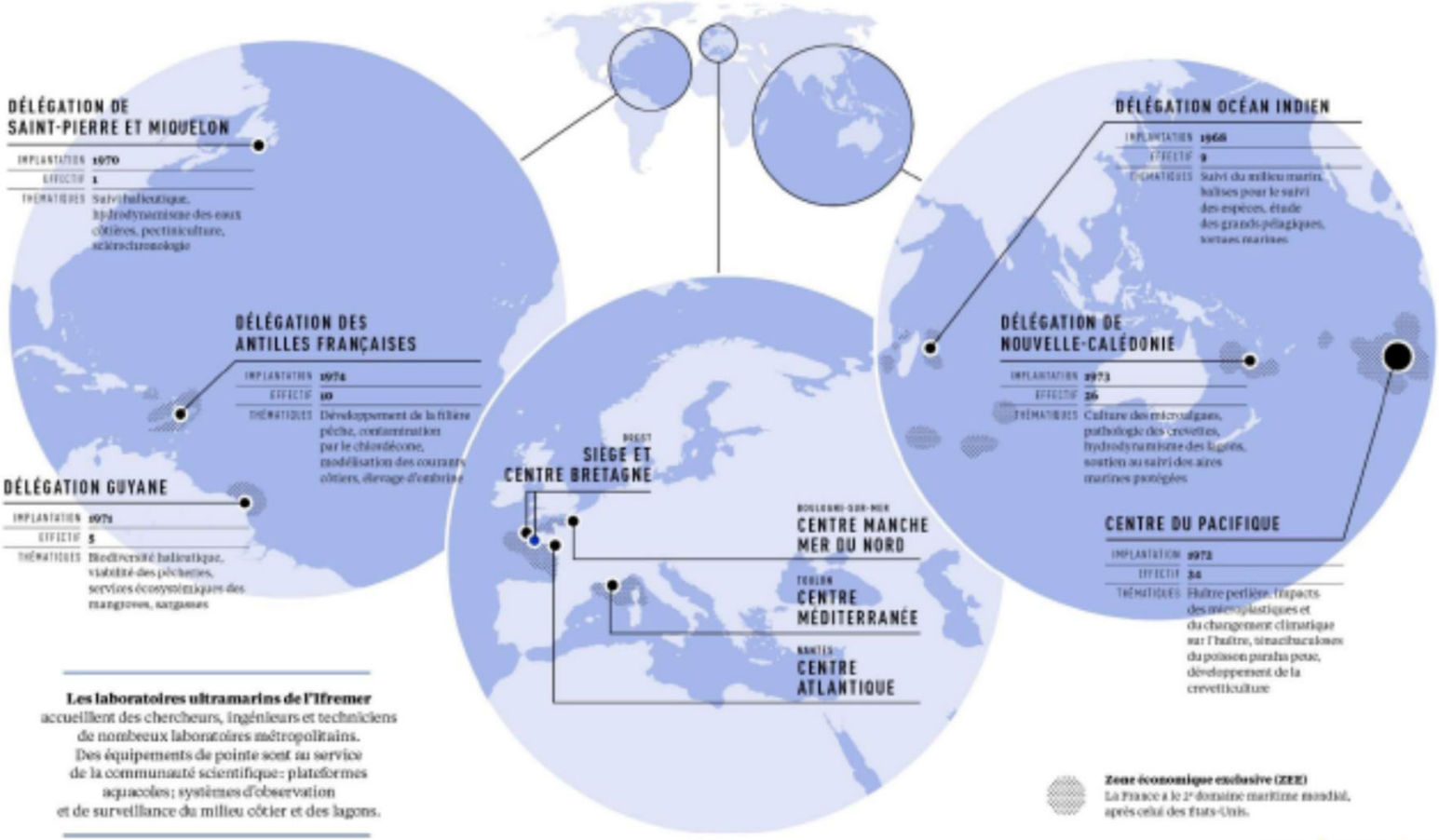
Liberté
Égalité
Fraternité

Centre Atlantique

#AllOnBoard

Ifremer

…Un des 5 centres régionaux



Des Pays de la Loire à la frontière espagnole

L'axe Atlantique

- **Site nantais**
- **3 stations côtières**
- **340 salariés**
  dont 230 sur le site nantais

Activités

3 raisons d'être

PRIORITÉS SCIENTIFIQUES

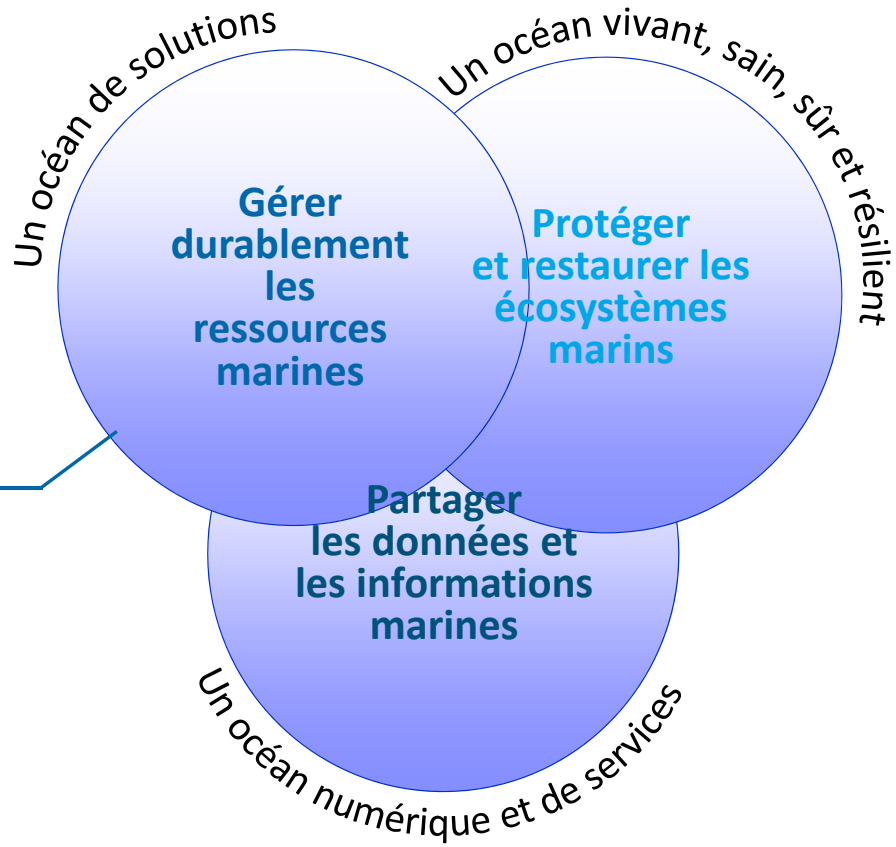
Assurer la **durabilité de la pêche et de l'aquaculture**

Garantir la **qualité sanitaire des coquillages**

Développer les **biotechnologies marines**

Évaluer les **enjeux et les impacts des activités anthropiques sur l'environnement marin**

Innover pour une **industrie offshore responsable, dérisquée, durable et digitale**



RECHERCHE,

DE l'EXPERTISE

ET DE l'INNOVATION

Stratégie territoriale et politique de site

- **Projet d'institut et COP : Nantes = 1 des 3 sites majeurs avec Brest et l'Occitanie (Palavas-Sète-Montpellier)**
- **Volonté renouvelée de renforcer les interactions avec les partenaires académiques et scientifiques (universités, écoles, autres organismes de recherche) et de l'innovation dans un cadre de continuum ESRI**
- **Recherche de synergies et convergences avec nos trajectoires nationales et européennes > Modification de la structuration des unités de recherche pour une meilleure visibilité et un plus grand rayonnement au niveau local et régional**
- **Affirmation d'une identité thématique de centre « Santé des écosystèmes marins»**

S'insérer dans les politiques de site régionales en fédérant et catalysant les acteurs régionaux de la recherche sur la thématique « santé des écosystèmes marins »

Actions structurantes

Se différencier

- **Structuration des unités de recherche en 5 domaines et unités de recherche + 1 unité expérimentale :**
  - Micro algues nuisibles et toxiques (PHYTOX)
  - Microbiologie, Aliment, Santé, Environnement (MASAE)
  - Contaminants chimiques et écotoxicologie (CCEM)
  - Halieutique Grand Ouest (HALGO) > UMR DECOD avec ESE (AgroCampus)
  - Pathologie et génétique des mollusques marins (ASIM)
  - Unité Expérimentale Mollusques Marins Atlantique (EMMA)

- **Une activité d'expertise et de surveillance opérationnelle :**
  - Coordination de 4 réseaux de surveillance environnementale, sanitaire et zoosanitaire
  - 3 laboratoires environnement ressources, coordinations nationales de la DCE et DCSMM
  - 1 laboratoire national et européen de référence sur les maladies des mollusques marins
  - 1 laboratoire national de référence sur la microbiologie des coquillages
  - 1 cellule mixte risques chimiques

Nourrir l'innovation

Actions structurantes

- **Création de la première Chaire Bleue de l'Institut :**

« Contaminants, Mer et Santé »

Impact des contaminations biologiques et chimiques sur le microbiome associé au mollusques marin et algues toxiques

- **Micro algues nuisibles et toxiques (PHYTOX)**
- **Santé avec une base disciplinaire en microbiologie (MASAE)**
- **Contaminants chimiques et écotoxicologie (CCEM)**
- **Pathologie et génétique des mollusques marins (ASIM)**

Enjeux sociétaux

Stratégie territoriale et politique de site

i-Site

NExT HEALTH AND ENGINEERING

Santé du futur,

focalisée sur trois thématiques : Biothérapies innovantes, Médecine nucléaire et cancer, Médecine de précision. À Nantes, la recherche dans les Sciences de la Santé s'est beaucoup développée ces 20 dernières années, largement supportée par le CHU, l'Université de Nantes, la région Pays de la Loire, l'Ecole Centrale de Nantes et les instituts nationaux de recherche (y compris l'INSERM). Le site a démontré sa capacité à attirer des chercheurs nationaux et internationaux et à intégrer la biologie fondamentale et la recherche clinique, permettant, au cours des deux dernières années, la création d'unités rassemblant plus de 330 chercheurs. Le projet NExT vise donc à développer la recherche, la formation et l'innovation ce qui profitera à la Santé du futur et de renforcera la position de Nantes à l'international.

Industrie du futur,

focalisée sur deux thématiques : Technologies avancées de production et Ingénierie océanique. L'ingénierie est une force académique majeure du site, avec un fort soutien du CNRS et des partenaires associés de l'initiative. La discipline rassemble 670 chercheurs dans 8 grands laboratoires. Sur la base de l'excellence scientifique dans des domaines que sont le génie des procédés et la caractérisation des matériaux, le génie océanique et l'hydrodynamique, la robotique, la modélisation numérique, la simulation et l'optimisation, l'objectif global est de créer un écosystème de recherche et de formation très innovant dans les domaines liés à l'Industrie du futur.

Santé des écosystèmes marins

Ingénierie océanique (Carnot MERS)

Fondateurs

UI, CENTRALE NANTES, CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANTES, Inserm

Partenaires

Beaux-Arts Nantes Saint-Nazaire, ensa nantes, IRT JULES VERNE LE FUTUR DE VOS USINES, INRAE, Oniris, Institut de Cancérologie de l'Ouest

Actions structurantes

Politiques publiques :
déclinaisons régionales
Logiques transversales

Politiques de sites

Amplification de la stratégie territoriale : axe Atlantique

- **Site nantais**
- **3 stations côtières**

>2 régions

Pays de la Loire

Nouvelle-Aquitaine

Structures expérimentales et immobilières

Adaptation fonctionnelle des structures d'expérimentation et d'accueil d'équipes de recherche

Modernisation des plateformes expérimentales mollusques marins de Bouin et La Tremblade

Projets immobiliers nantais : **BATIMER,** rénovation du **bâtiment S puis du bâtiment A, modernisation de la station d'Arcachon…**

BATIMER

SU laboratoires RDC = 819m²
SU laboratoires R+2 = 877m²
Plateau scientifique 1696m²

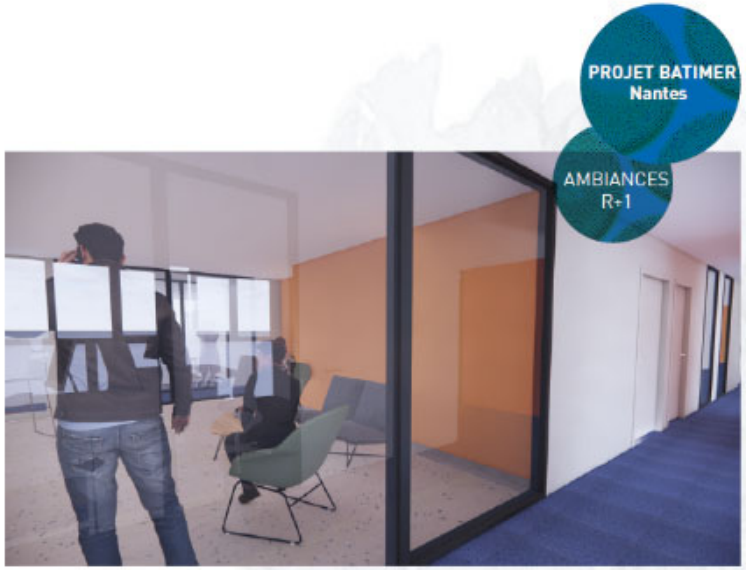
SU bureaux R+1 = 694m²
Réserve foncière = 100m²
Espace office 794m²

	Volet immobilier	Volet équipements	Total	%
Région Pays de la Loire	2 175 000 €	188 000 €	2 363 000 €	21
FEDER	2 080 000 €	200 000 €	2 280 000 €	20
Nantes Métropole	100 000 €	188 000 €	288 000 €	3
Etat (Ifremer et plan de relance)	6 045 000 €	424 000 €	6 469 000 €	57
Total	**10 400 000 €**	**1 000 000 €**	**11 400 000 €**	100

Financé par

- une **recherche de performances énergétiques** supérieures au-delà des normes en vigueur
- un **aménagement fonctionnel des espaces** facilitant les interactions au sein et entre équipes de recherche et favorisant l'ouverture vers les partenaires
- des plateformes scientifiques visant **la mutualisation des équipements**

BATIMER



MERS-OCEANS & SANTE UNIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Centre Atlantique

#AllOnBoard

Ifremer

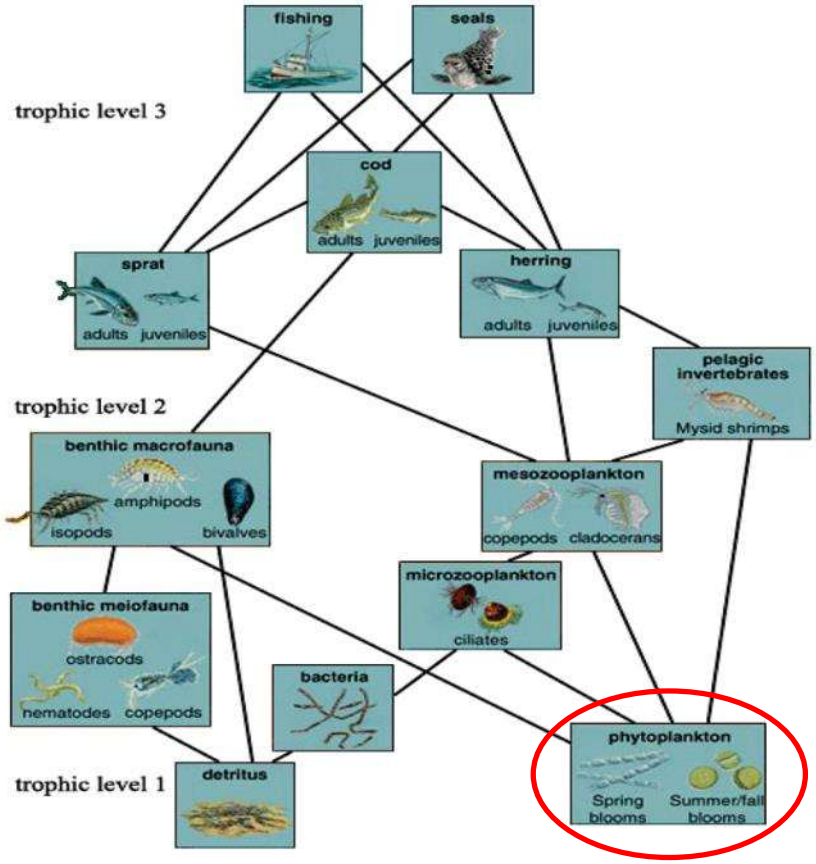
Ifremer

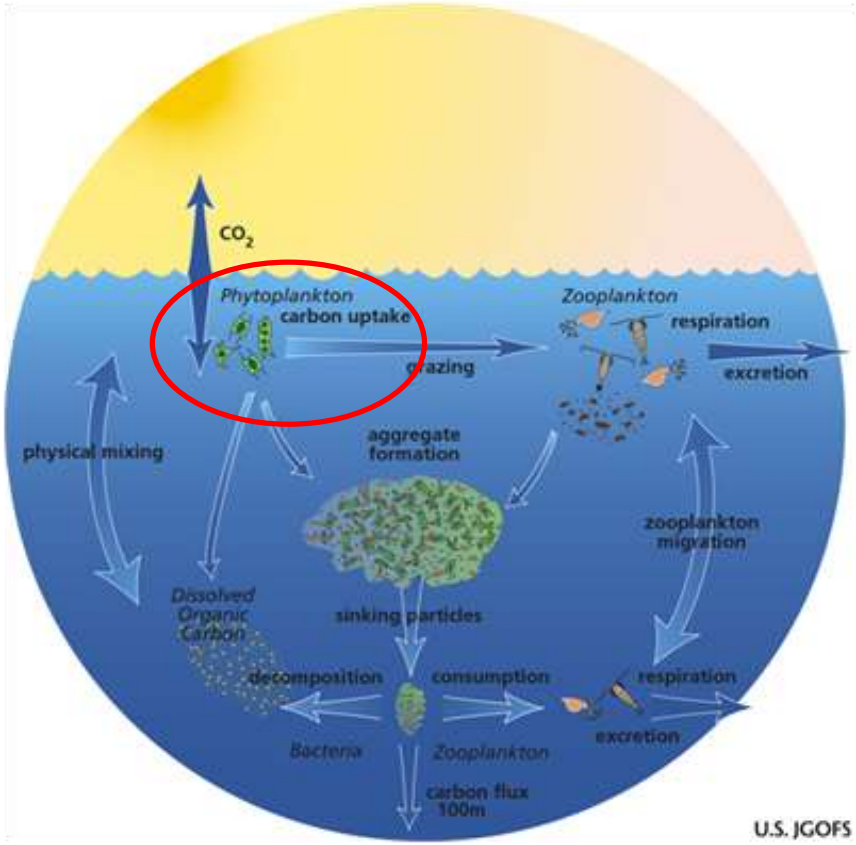
REPHY-REPHYTOX

Suivi du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales et Suivi des phycotoxines dans les mollusques bivalves

MAUD LEMOINE
NADINE MASSON-NEAUD
coord.rephy@ifremer.fr

Phytoplancton





Base de la chaine trophique : mollusques bivalves, poissons herbivores, zooplancton (arthropodes, larves de poissons et de mollusques)…

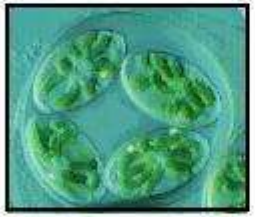
50% O_2 atmosphérique
Puits de carbone

Algues microscopiques dans l'océan global

Chlorophytes

Euglenophytes

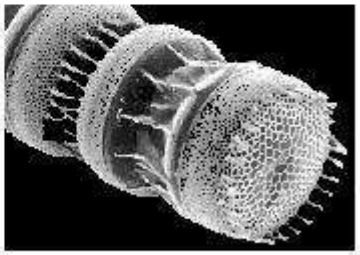
Haptophytes

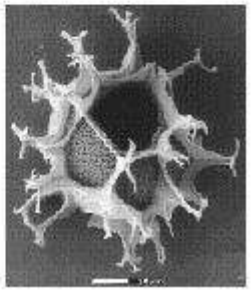


Diversity

Glaucophytes

Bacillariophytes

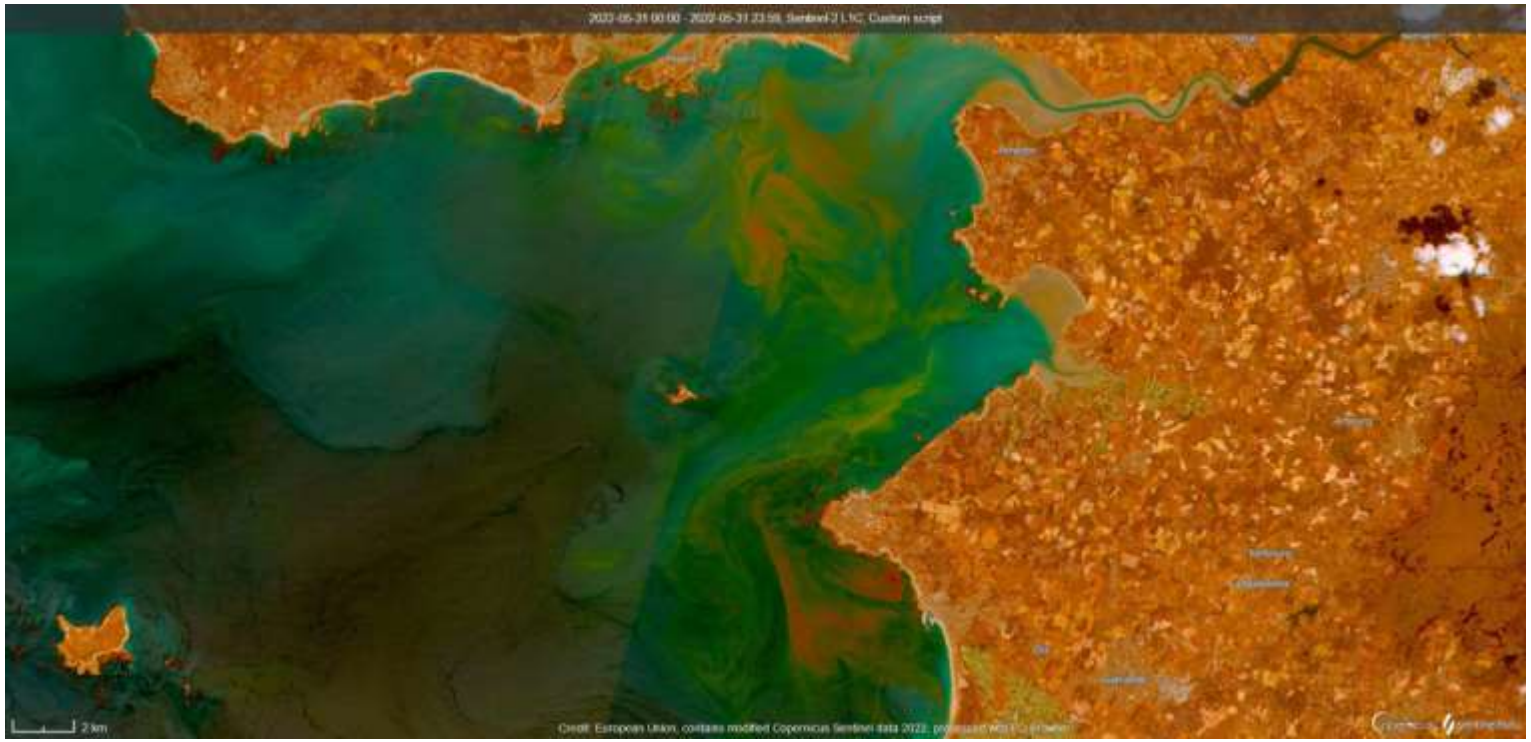




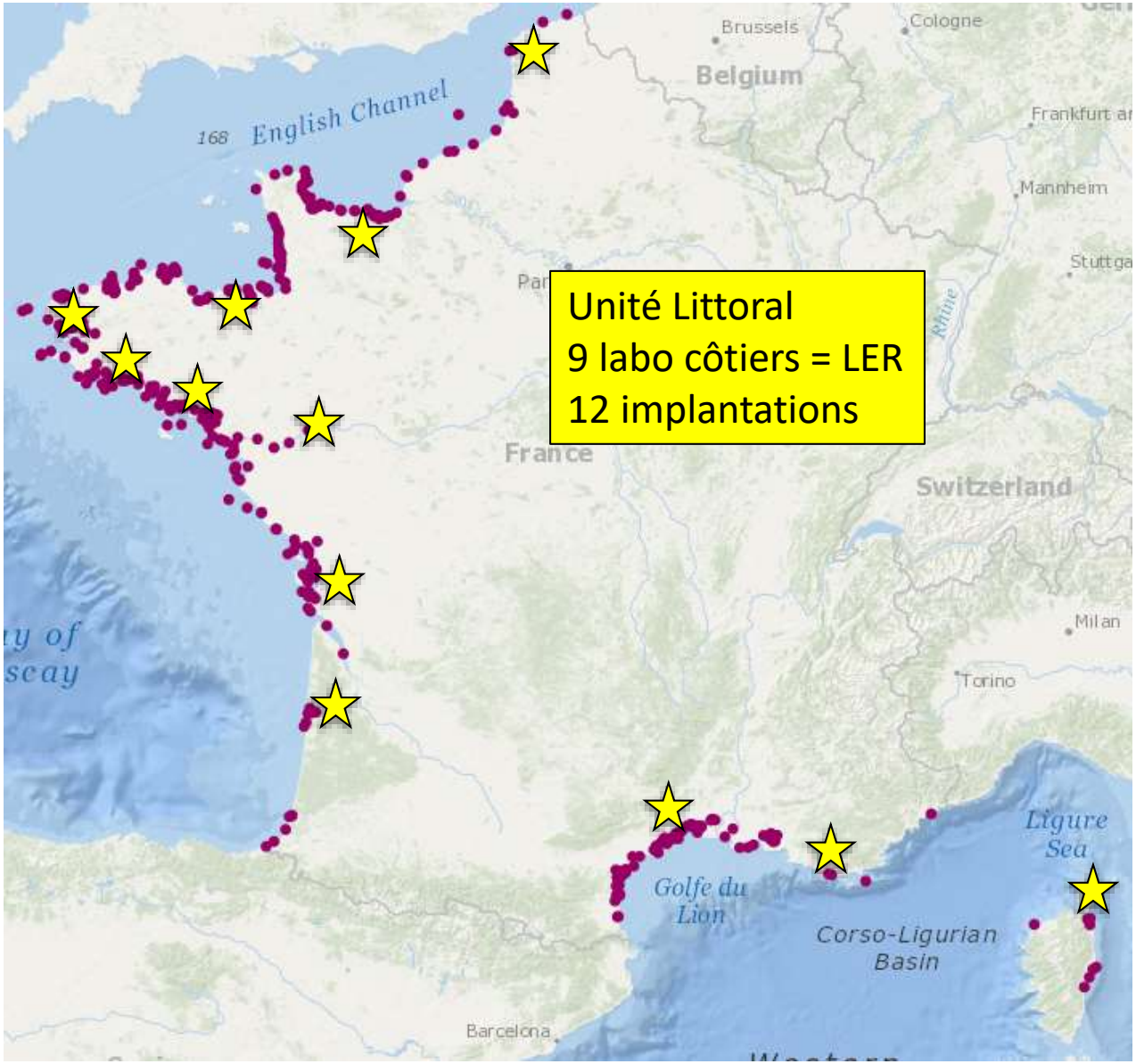
Pyrrophytes (dinoflagellates)

Taille, forme, couleur…

Vu satellite de la baie de Vilaine (56 et 44) (Sentinel 2, le 31/05/2022)
Efflorescence de la microalgue *Lingulodinium polyedra*



Source : Nantes Université ISOMer/Pierre Gernez


Unité Littoral
9 labo côtiers = LER
12 implantations
English Channel
Brussels
Cologne
Belgium
Frankfurt
Mannheim
Stuttga
Rhine
France
Switzerland
Milan
Torino
Golfe du Lion
Corso-Ligurian Basin
Ligure Sea
Barcelona

REPHY-REPHYTOX

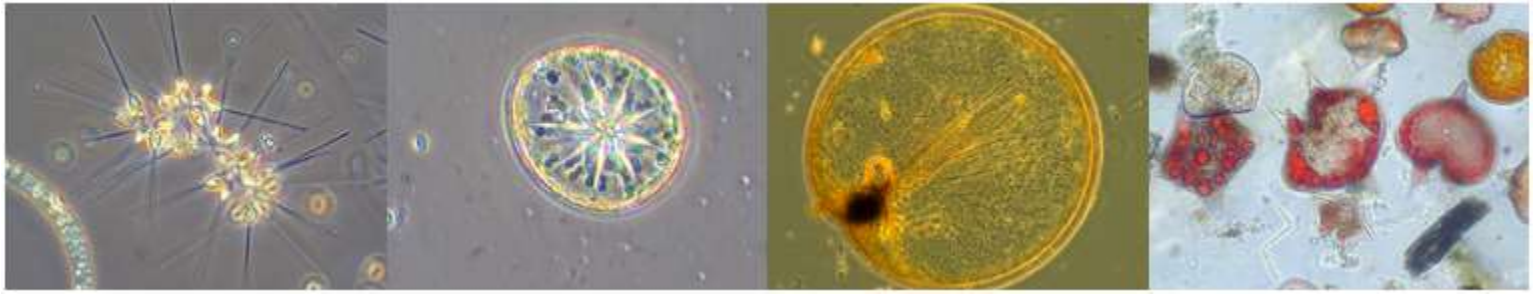
Prélèvements et mesures *in situ*

Source : Ifremer, Envlit : https://wwz.ifremer.fr/envlit

Analyse au microscope optique

Source : Ifremer, Unité Littorale : https://littoral.ifremer.fr/

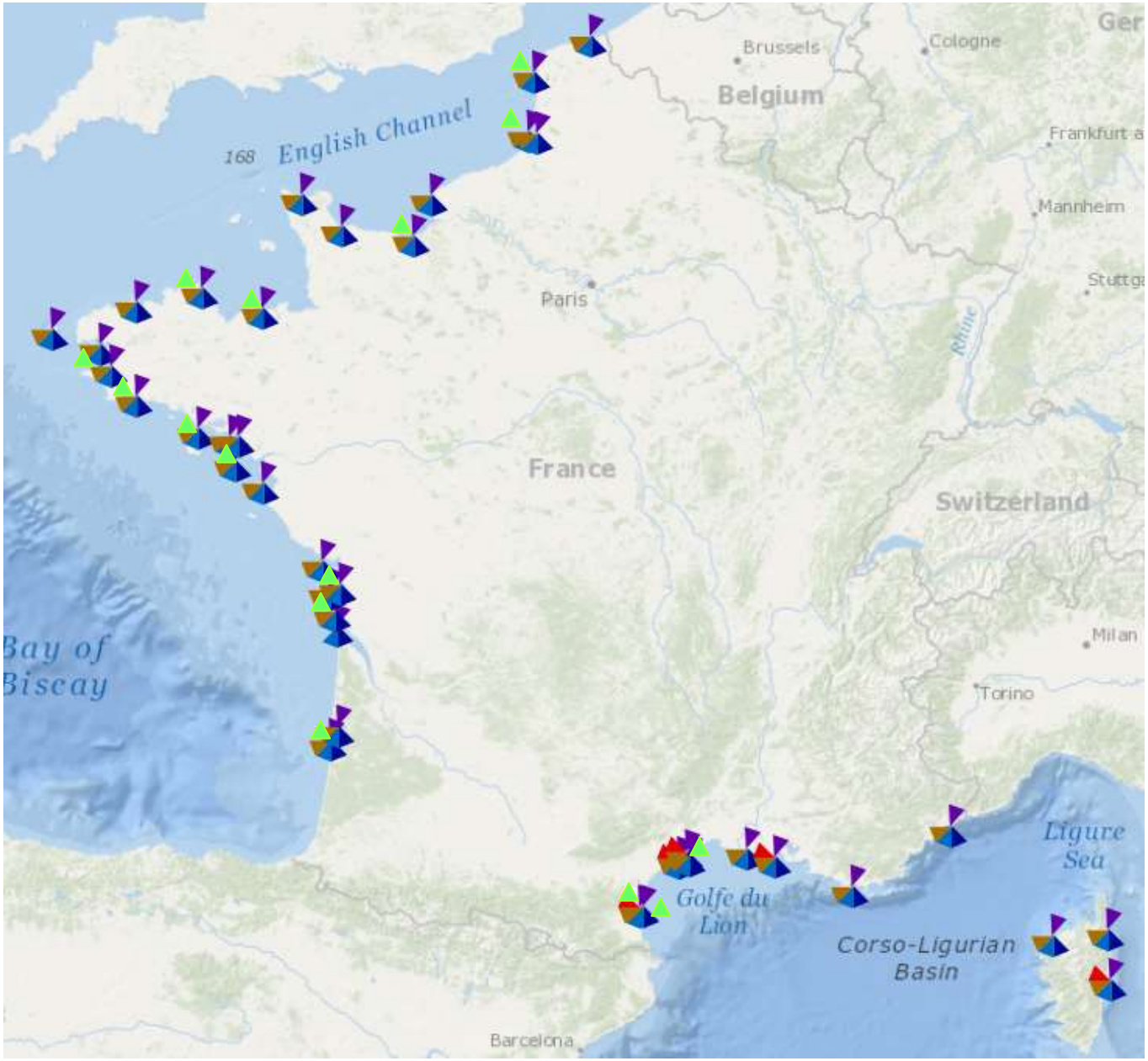
Vues au microscope optique



Vues au microscope électronique à balayage (MEB)

Source : Ifremer, Océanothèque : https://image.ifremer.fr/

REPHY-OBSERVATION



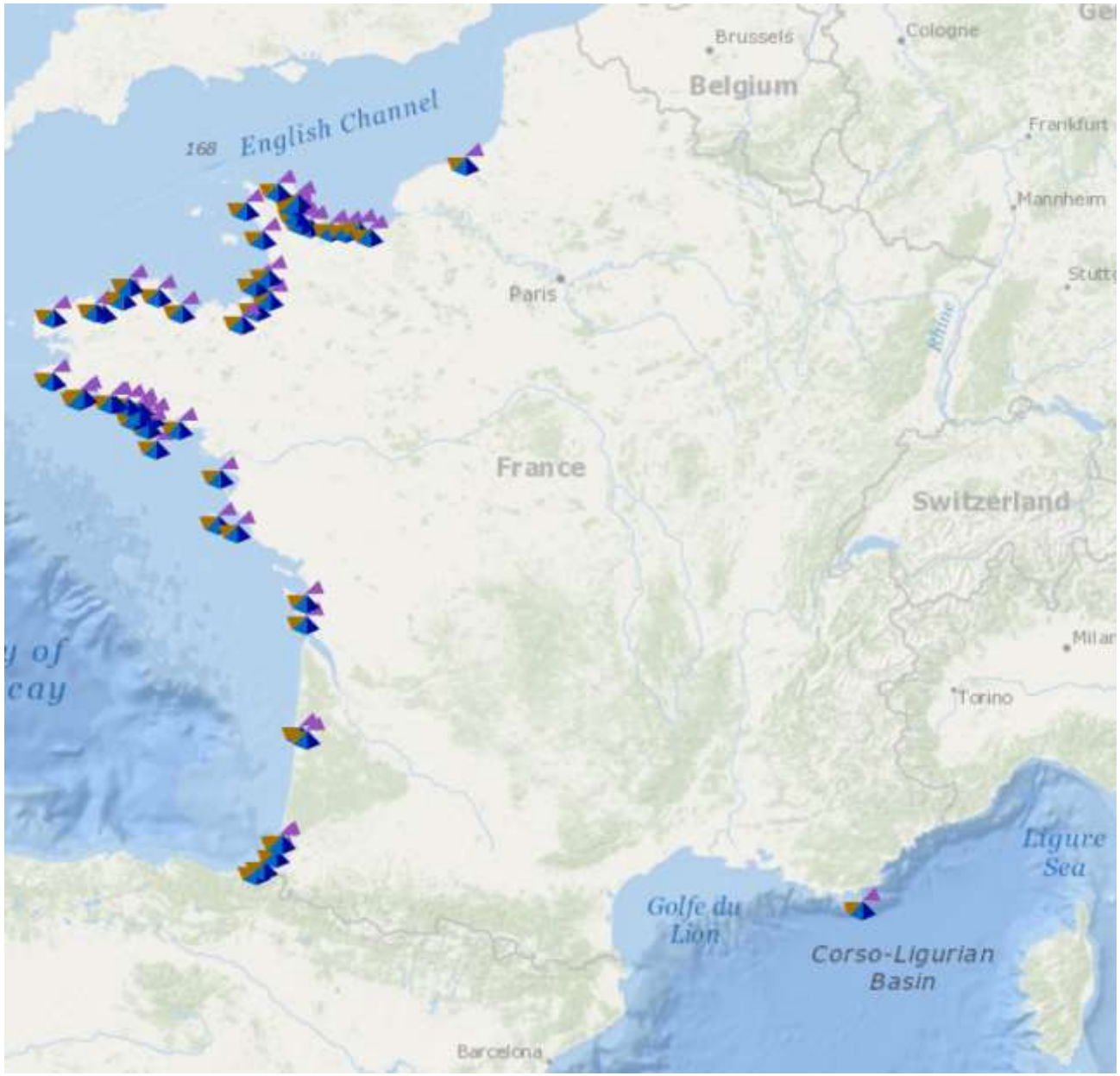
Objectif :
- Recherche
- DCE
- Sanitaire

+ PHYTOBS

- Phytoplancton total
- Phytoplancton indicateur
- Phytoplancton toxique uniquement
- Chlorophylle a
- Hydrologie
- Nutriments
- Toxines - surveillance
- PHYTOBS

Fréquence : 15^N

REPHY-SURVEILLANCE (DCE)

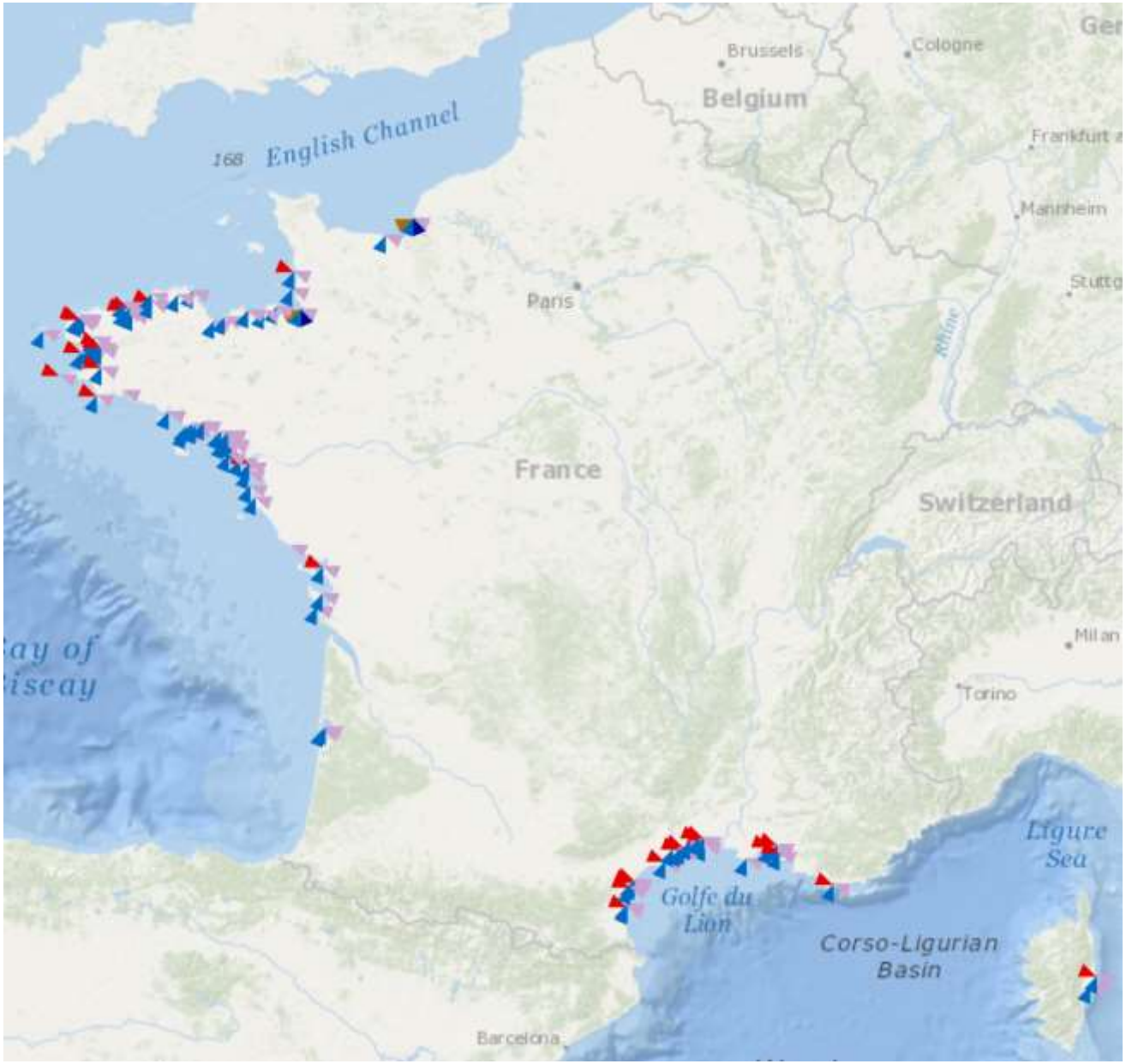


Objectif :
- DCE
- Sanitaire

Phytoplancton total
Phytoplancton indicateur
Phytoplancton toxique uniquement
Chlorophylle a
Hydrologie
Nutriments
Toxines - surveillance
PHYTOBS

Fréquence : mensuel

REPHY-SANITAIRE

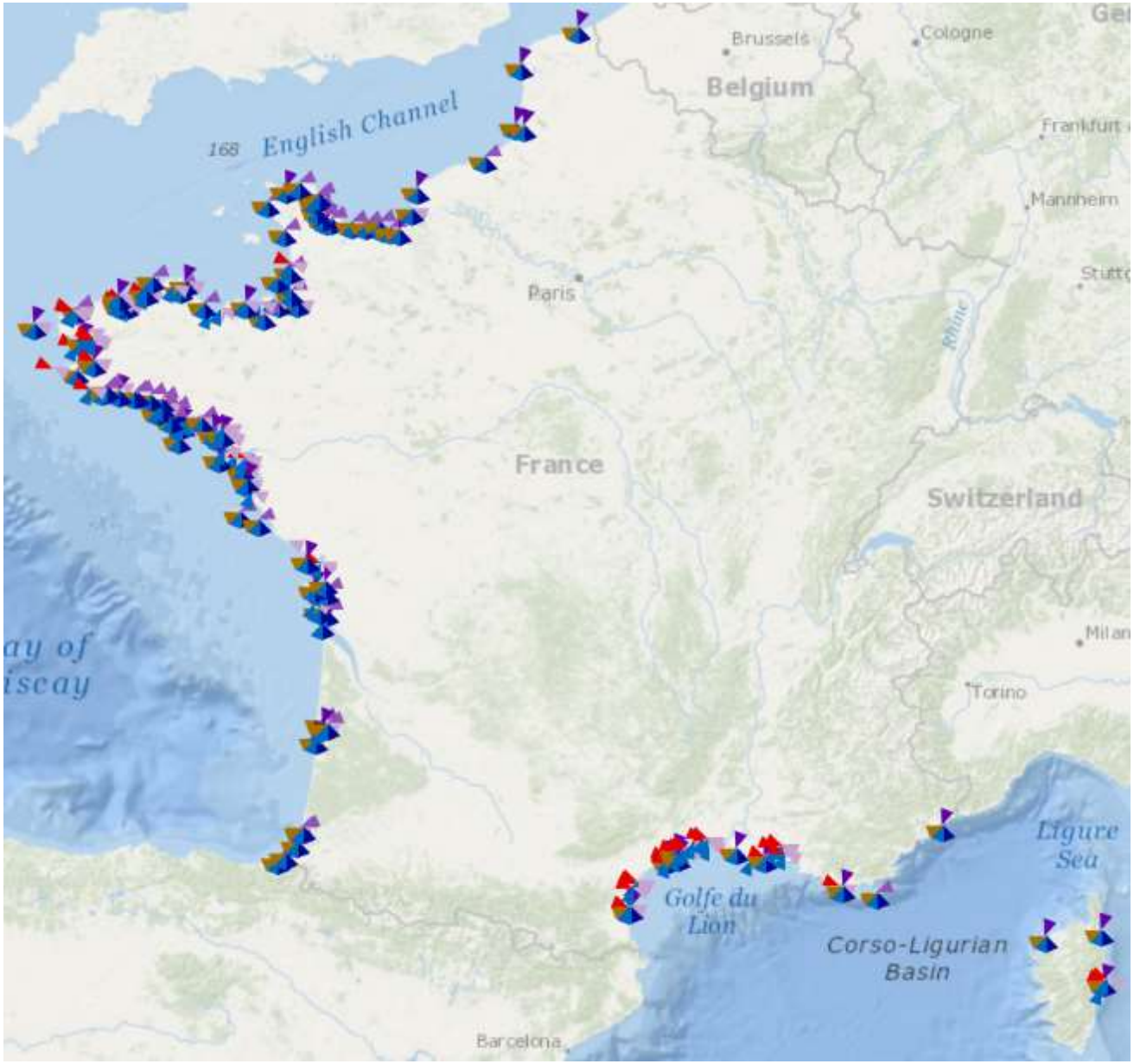


Objectif :
- Sanitaire

- Phytoplancton total
- Phytoplancton indicateur
- Phytoplancton toxique uniquement
- Chlorophylle a
- Hydrologie
- Nutriments
- Toxines - surveillance
- PHYTOBS

Fréquence :
selon contexte

REPHY – couverture littorale



- Phytoplancton total
- Phytoplancton indicateur
- Phytoplancton toxique uniquement
- Chlorophylle a
- Hydrologie
- Nutriments
- Toxines - surveillance

REPHY

phytobs

ICES
CIEM
WGHABD
WGPME

ROME

REPHY OBS

↓

Observation
Recherche

36 lieux
Phytoplancton total
26 prél^{nts}/an/lieu

REPHY

phytobs

ICES CIEM
WGHABD
WGPME

ROME

REPHY OBS

↓

Observation
Recherche

36 lieux
Phytoplancton total
26 prél^{nts}/an/lieu

REPHY SURV

↓

Surveillance
DCE DCSMM

138 lieux
Phytoplancton dominant et toxique
12 prél^{nts} /an/lieu

REPHY

phytobs

ICES CIEM
WGHABD
WGPME

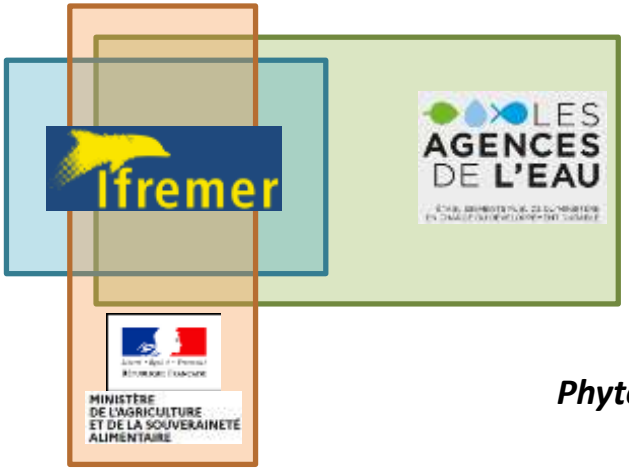
ROME

REPHY OBS

↓

Observation
Recherche

36 lieux
Phytoplancton total
26 prél^{nts}/an/lieu



REPHY SAN

↓

Sanitaire
Complémentaire

143 lieux
Phytoplancton toxique
Prélèvements selon contexte

REPHY SURV

↓

Surveillance
DCE DCSMM

138 lieux
Phytoplancton dominant et toxique
12 prél^{nts} /an/lieu

phytobs

ICES CIEM WGHABD WGPME

ROME

REPHY OBS

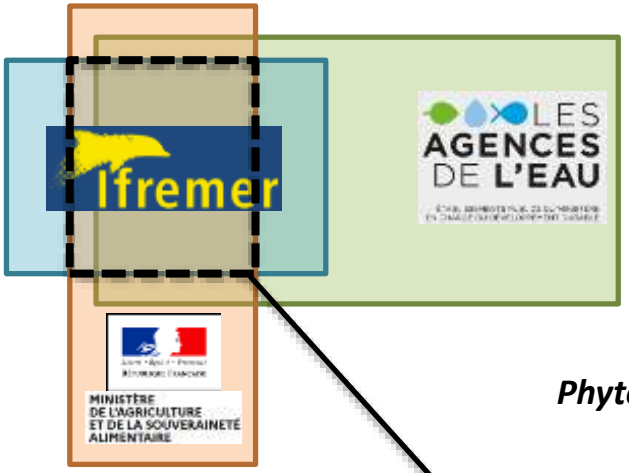
↓

Observation Recherche

36 lieux

Phytoplancton total

26 prél^{nts}/an/lieu



REPHY SAN

↓

Sanitaire Complémentaire

143 lieux

Phytoplancton toxique

Prélèvements selon contexte

REPHY SURV

↓

Surveillance DCE DCSMM

138 lieux

Phytoplancton dominant et toxique

12 prél^{nts} /an/lieu

24 lieux communs Obs + Surv + San

REPHY

phytobs

ICES CIEM WGHABD WGPME

ROME

REPHY OBS

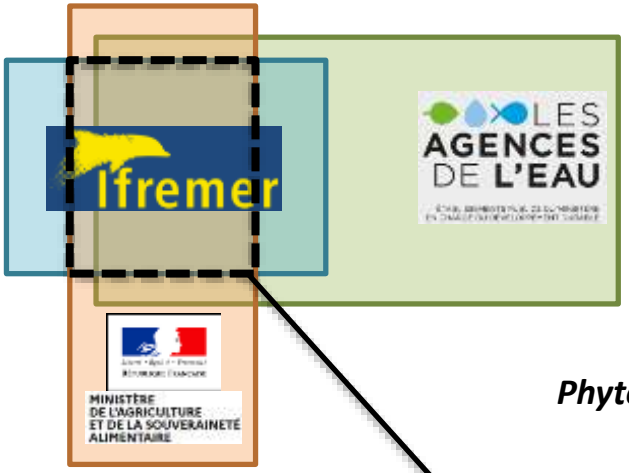
↓

Observation Recherche

36 lieux

Phytoplancton total

26 prél^{nts}/an/lieu



REPHY SURV

↓

Surveillance DCE DCSMM

138 lieux

Phytoplancton dominant et toxique

12 prél^{nts} /an/lieu

24 lieux communs Obs + Surv + San

REPHY SAN

↓

Sanitaire Complémentaire

143 lieux

Phytoplancton toxique

Prélèvements selon contexte

REPHYTOX

Toxines coquillages, AMOA

DGAL, LNRBM, GT

REPHY

phytobs

ICES CIEM WGHABD WGPME

ROME

REPHY OBS

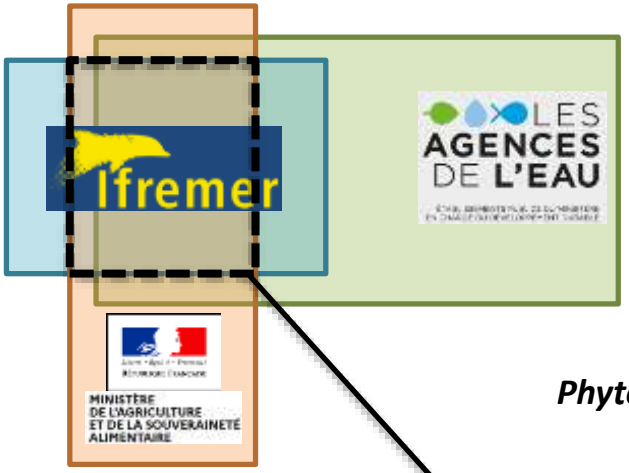
↓

Observation Recherche

36 lieux

Phytoplancton total

26 prél^{nts}/an/lieu



REPHY SAN

↓

Sanitaire Complémentaire

143 lieux

Phytoplancton toxique

Prélèvements selon contexte

REPHY SURV

↓

Surveillance DCE DCSMM

138 lieux

Phytoplancton dominant et toxique

12 prél^{nts} /an/lieu

24 lieux communs Obs + Surv + San

REPHYTOX

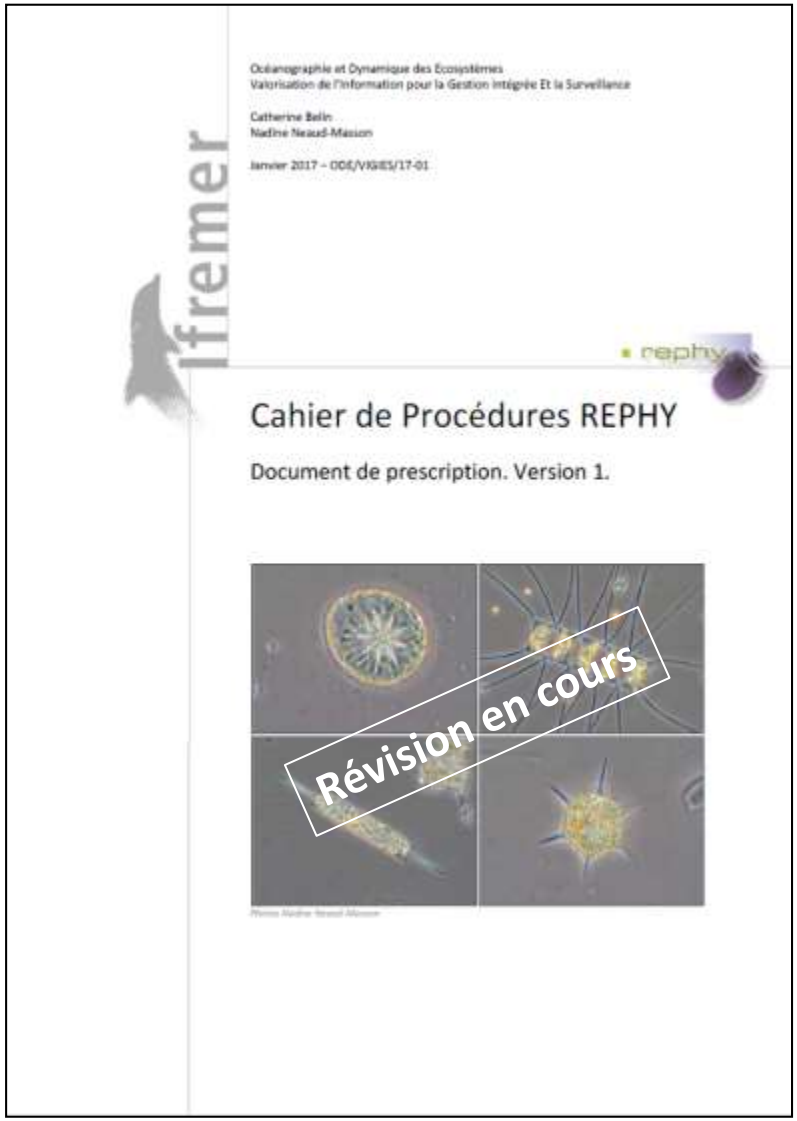
Toxines coquillages, AMOA

DGAL, LNRBM, GT

9 LER
4 labo accrédités EN 17025 Nutriments

24 analystes phytoplancton dont 15 analystes flores totales
126 agents (environ 28 ETP dont 2 ETP à la coordination)

Prescription nationale


Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes
Valorisation de l'information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance

Catherine Belin
Nadine Neaud-Masson

Janvier 2017 – ODE/VIGIES/17-01

Ifremer

nephy

Cahier de Procédures REPHY

Document de prescription. Version 1.

Révision en cours

Belin Catherine, Neaud-Masson Nadine (2017). **Cahier de Procédures REPHY. Document de prescription. Version 1** . ODE/VIGIES/17-01 . https://doi.org/10.13155/50389

Ifremer

Document de prescription

Ifremer

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

PROCEDURE NATIONALE DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES PHYCOTOXINES REGLEMENTÉES DANS LES ZONES DE PRODUCTION DE COQUILLAGES

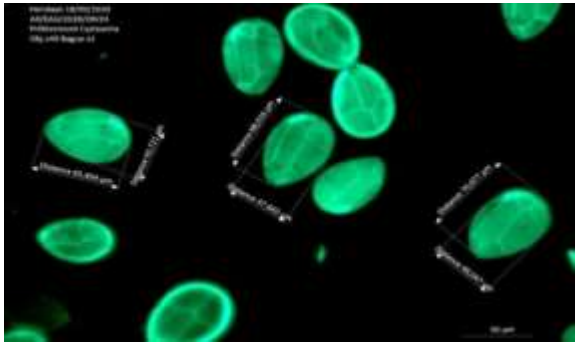
PRESCRIPTIONS DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES PHYCOTOXINES DANS LES ORGANISMES MARINS (REPHYTOX)
Version 5 de novembre 2020

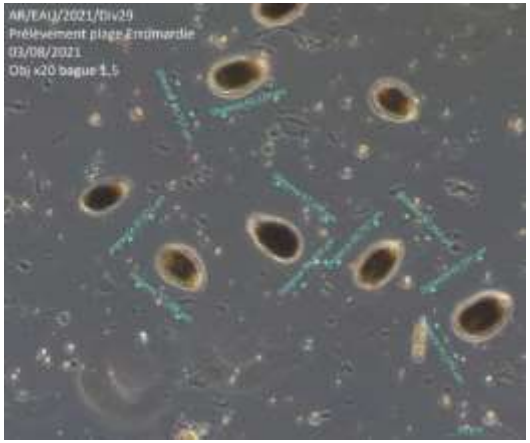
Neaud-Masson Nadine, Lemoine Maud (2020). **Procédure nationale de la surveillance sanitaire des phycotoxines réglementées dans les zones de production de coquillages. Prescriptions du réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX)** . Novembre 2020 - ODE/VIGIES/20-11 . https://doi.org/10.13155/56600

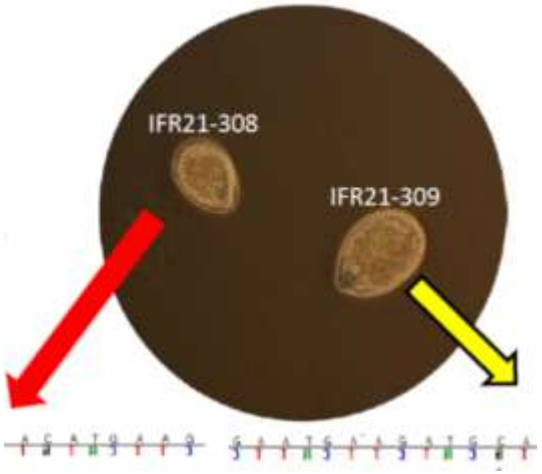
Ostreopsis 2021

Septembre 2020 : *Ostreopsis spp* détecté sur macroalgues près d'Hendaye (Pays Basque)
Août 2021 : alerte *Ostreopsis*

Erromardie 09/09/2021
mucus : 2 086 915 cell./L







O cf siamensis *O cf ovata*

Eaux colorées brun-rouge 2021

Phenomer.org → sciences participatives

- Détection d'un bloom d'*Alexandrium minutum* dans les rivières du sud Finistère (Août)
- Détection d'un bloom de *Lingulodinium polyedra* (du sud Finistère à la Vendée, Septembre)

REPHYTOX dans les zones de production : pas de dépassement du SR

Alexandrium 2021

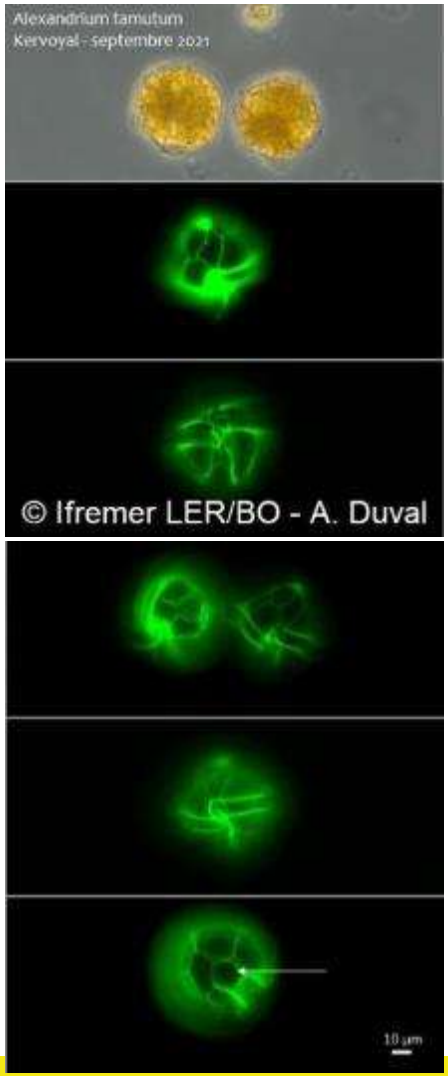
Alexandrium 2021

Source : Ifremer, Bing satellite

Pas de contaminations de coquillages

Alexandrium 2021

- Absence de PSP dans les coquillages de la baie de Vilaine
- Expertise
- Espèce n'appartenant pas au groupe des productrices de PSP ?



Alexandrium tamutum Montresor et al.

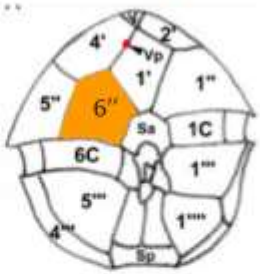
L : 19 – 33.7 µm ; D : 19 – 32. 6 µm (Montresor et al. 2004)

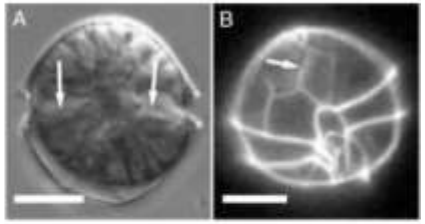
cellules solitaires

6'' large

pore ventral présent

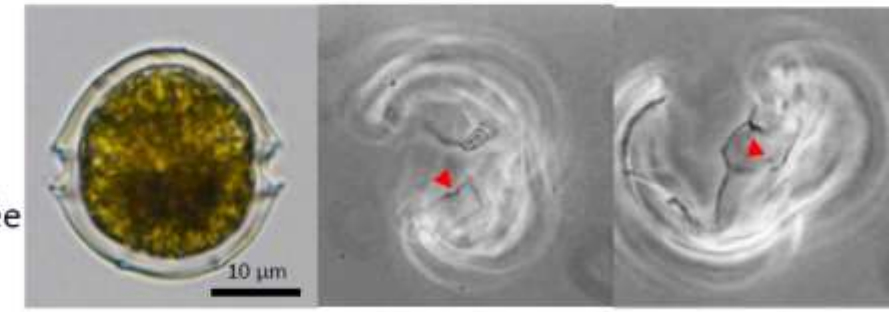
pores d'attachement rarement présents





Montresor et al. (2004)

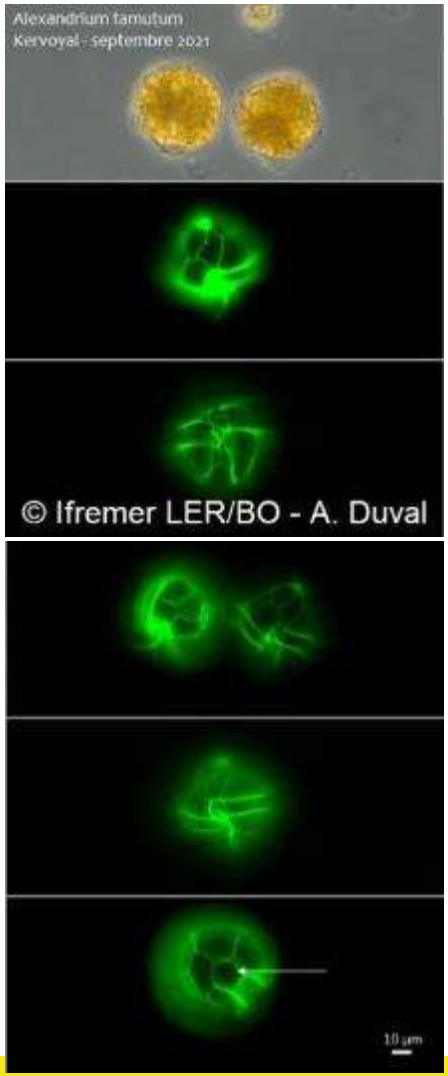
Distribution : Manche, Atlantique, Méditerranée



23 novembre 2017 ATELIER TAXINOMIE DU PHYTOPLANCTON REPHY/RESOMAR 18

Alexandrium 2021

- Absence de PSP dans les coquillages de la baie de Vilaine
- Expertise
- Espèce n'appartenant pas au groupe des productrices de PSP



Alexandrium tamutum Montresor et al.

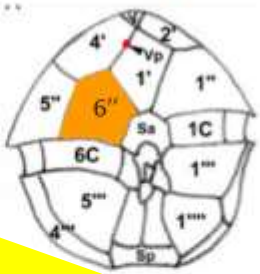
L : 19 – 33.7 µm ; D : 19 – 32. 6 µm (Montresor et al. 2004)

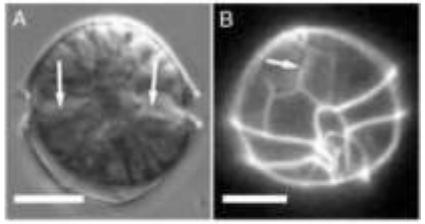
ellules solitaires

pore ventral prése

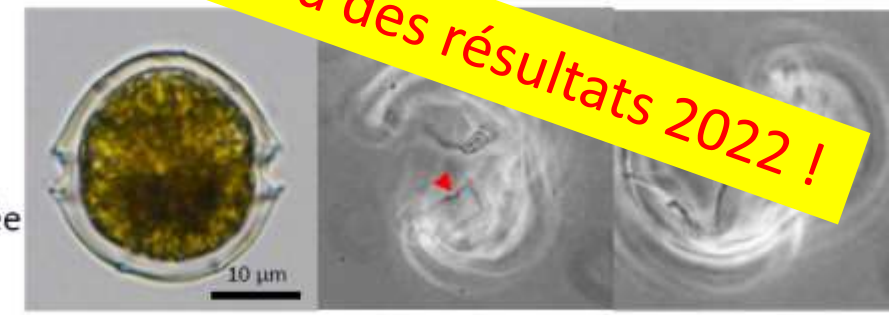
pores d'attachement rarement présents

Distribution : Manche, Atlantique, Méditerranée





Montresor et al. (2004)



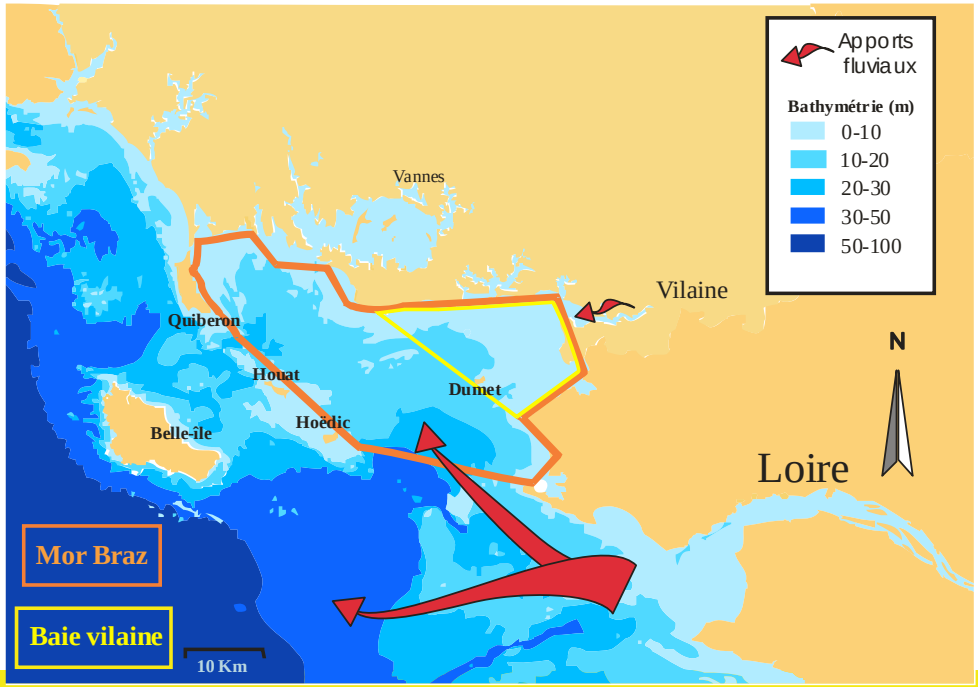
Nouvelle expertise requise au vu des résultats 2022 !

23 novembre 2017 ATELIER TAXINOMIE DU PHYTOPLANCTON REPHY/RESOMAR 18

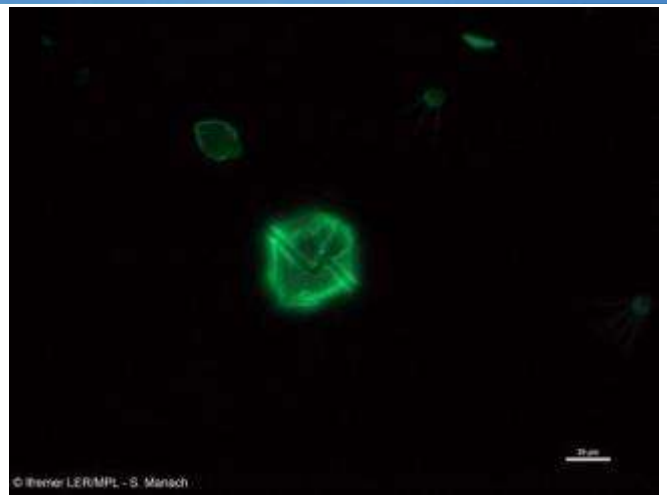
Lingulodinium polyedra 2021

septembre 2021, Pouliguen

septembre 2021, Baie de Vilaine

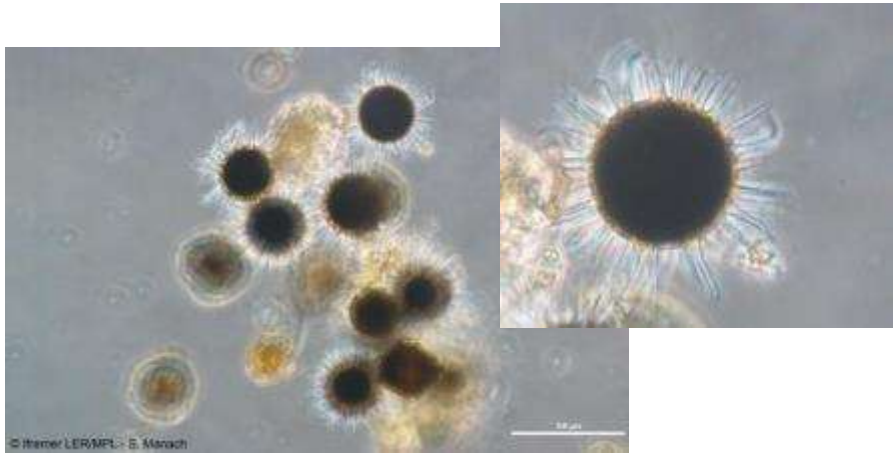


Lingulodinium polyedra 2021



- *Lingulodinium polyedra* (F.Stein) J.D.Dodge, 1989
Dinoflagellate, order: Gonyaulacales
Size: 30 to 50 µm

- Kystes s'accumulant dans les sédiments
⇒ germination possible dans des conditions favorables



- *Lingulodinium polyedra* produit des YTX, pas de cas humain rapportés jusqu'à ce jour.

Lingulodinium 2021

Eaux colorées – Bretagne - 2021

Photos aériennes CEVA 08/11/21 – baie de Vilaine

Côte de Damgan

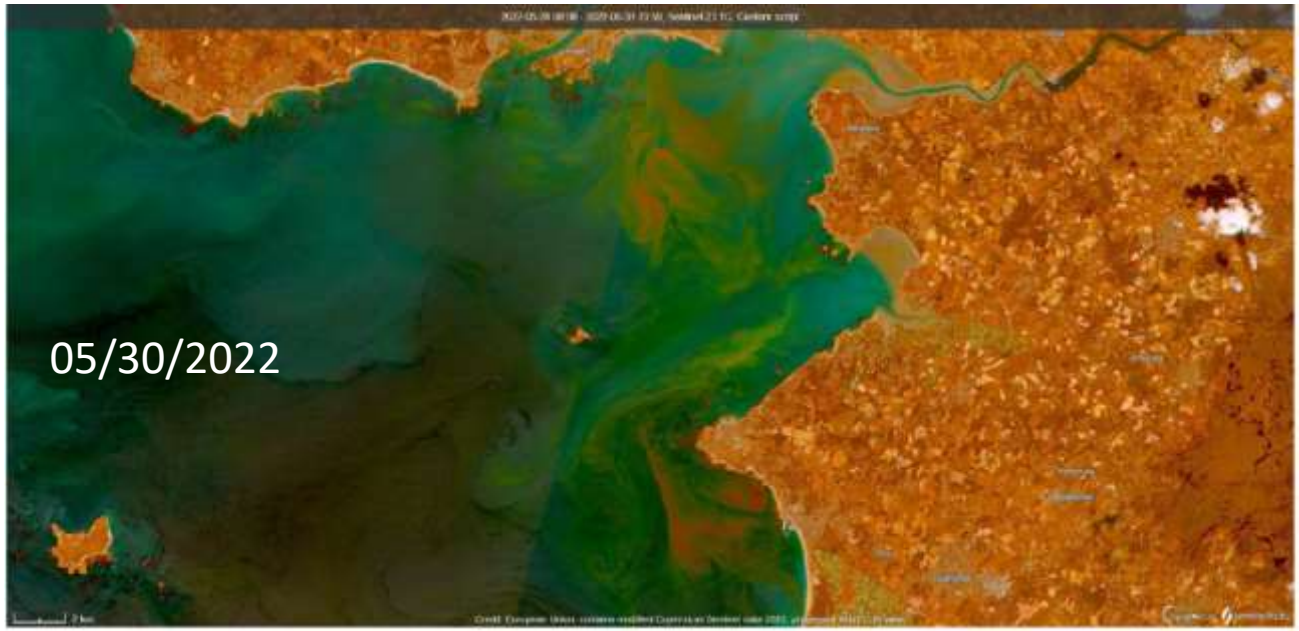
Pointe du Bile

Lingulodinium polyedra 2022

05/30/2022

Co-occurrence avec *Alexandrium* (max 8 000 000 cell/L)
Contamination des coquillages 2022 : 3,57 mg/kg dans les moules de l'Île Dumet le 20/06 (SR = 3,75mg/kg)…

Lingulodinium polyedra 2022



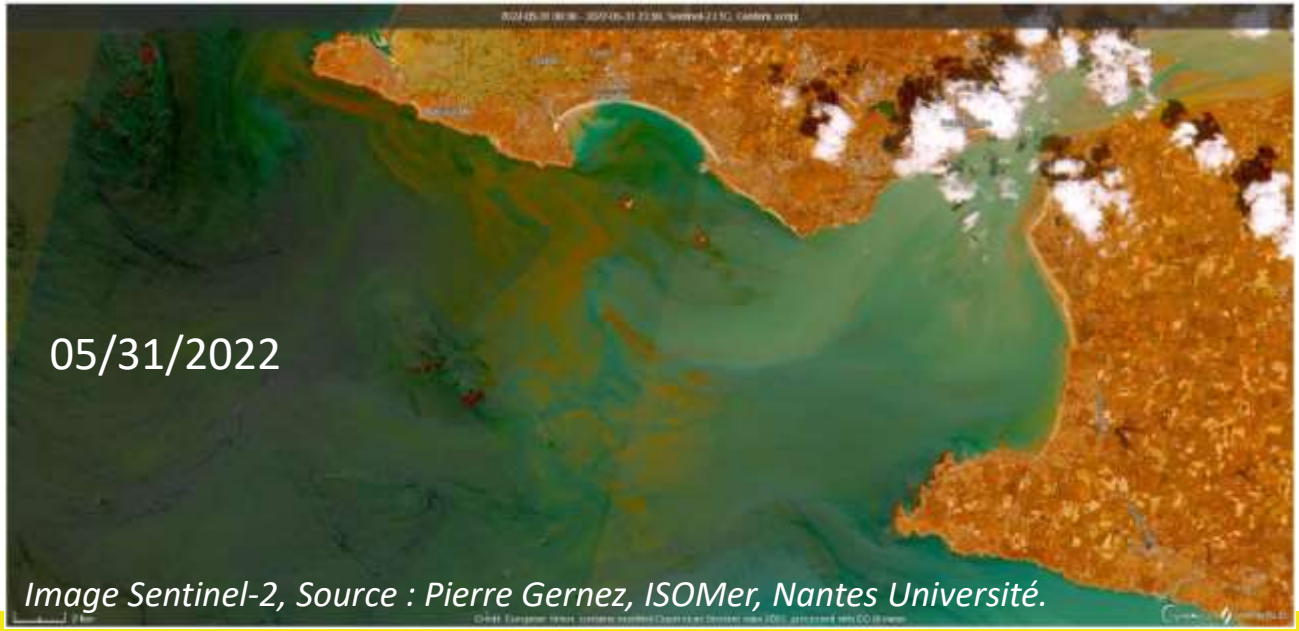


Image Sentinel-2, Source : Pierre Gernez, ISOMer, Nantes Université.

Bancarisation des résultats

- Base de données nationale Quadrige²
  - utilisée par Ifremer et par partenaires extérieurs
  - plus de 16 millions de données au total
- Toutes les données REPHY sont bancarisées dans Q²
- Toutes les informations dans Q² sont géo-référencées
- S'appuie sur des référentiels nationaux, ou internationaux
- Pérennité (sauvegarde, sécurité)
- Charte assurance qualité
- Assistance (cellule Quadrige²)

Bancarisation des résultats

- Quadrige² en quelques chiffres

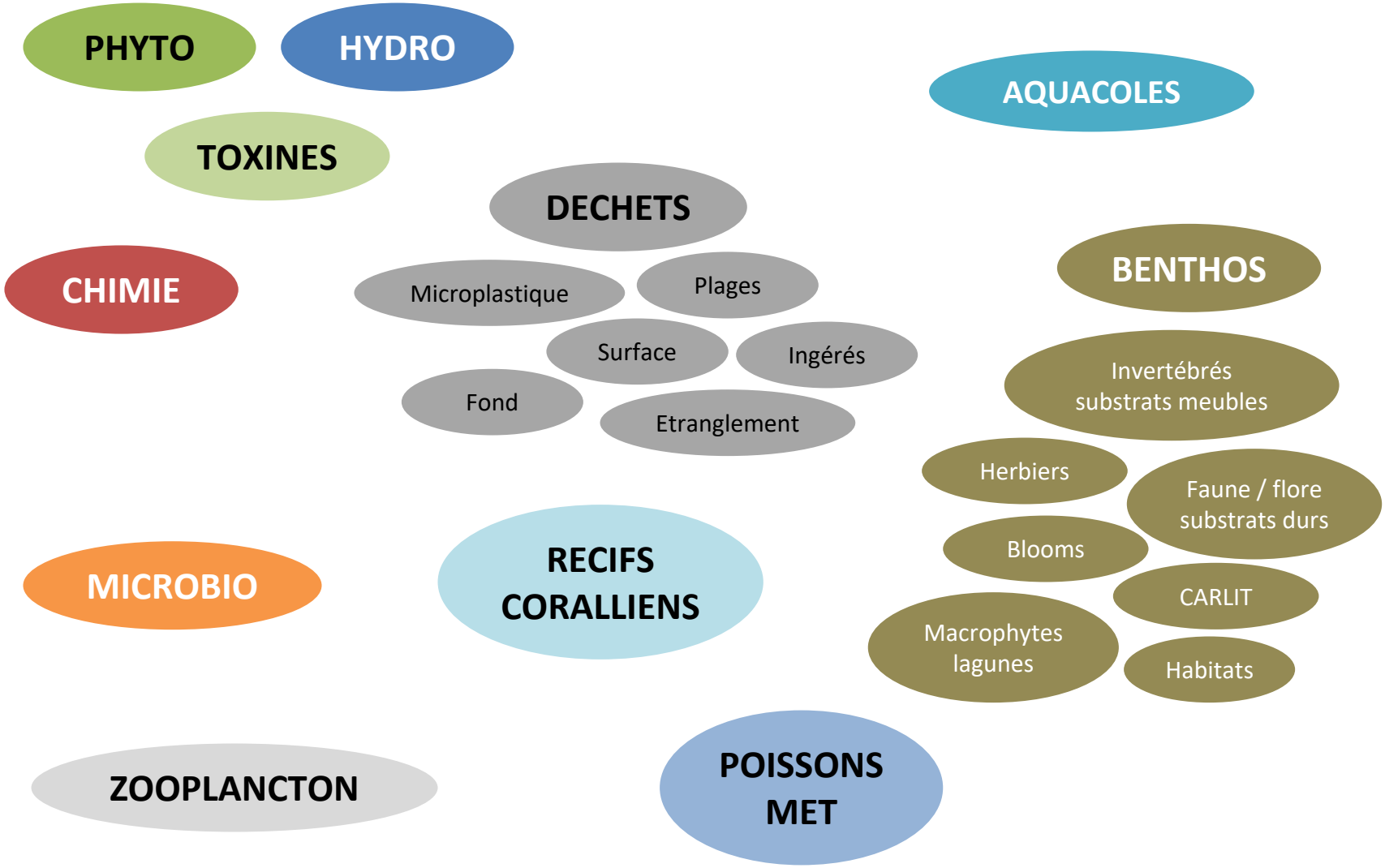
Séries temporelles
> 40 ans

>16 millions de résultats

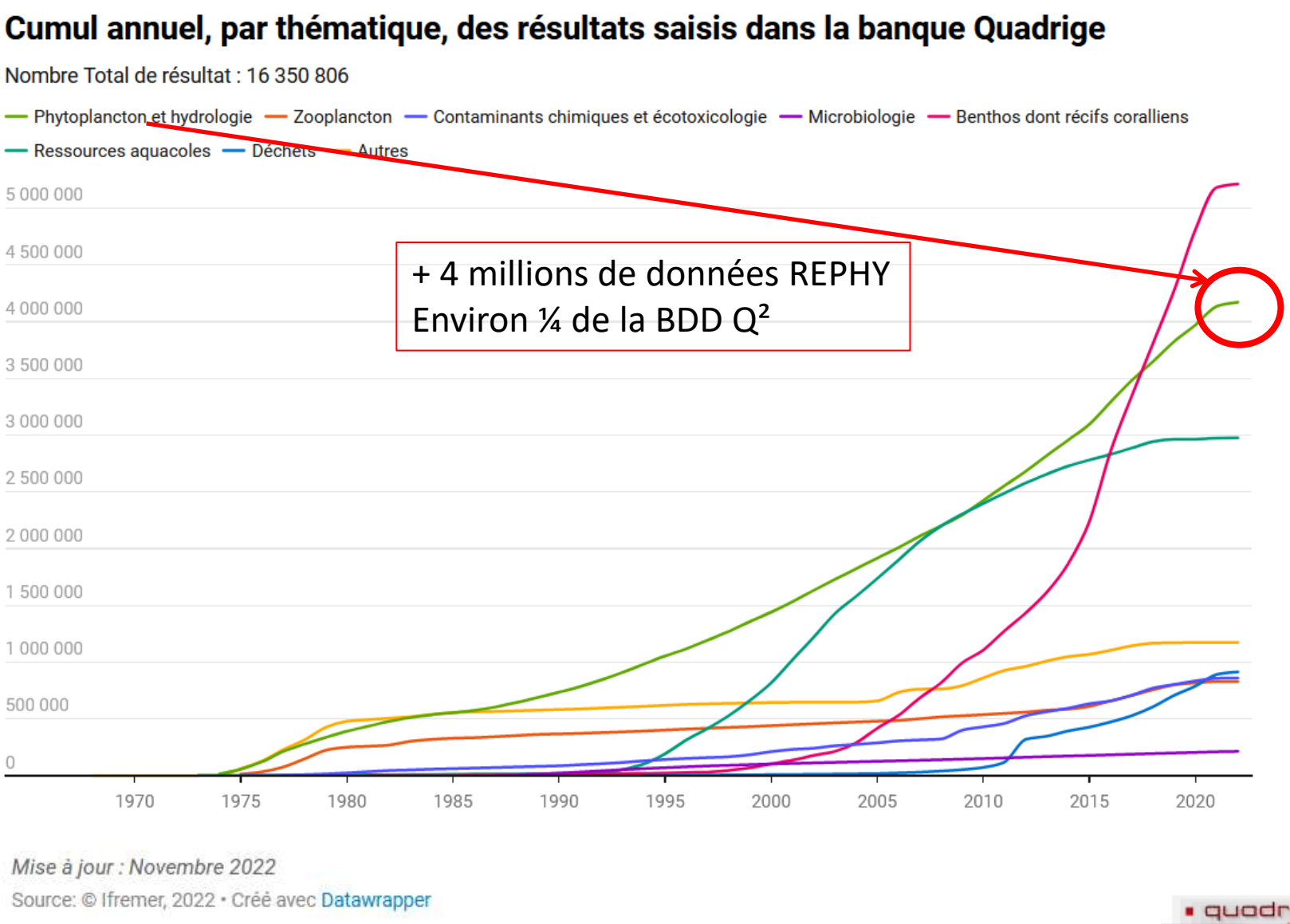
~550 utilisateurs actifs
50% hors Ifremer

Bancarisation des résultats

- Les différentes thématiques Quadrige



Bancarisation des résultats

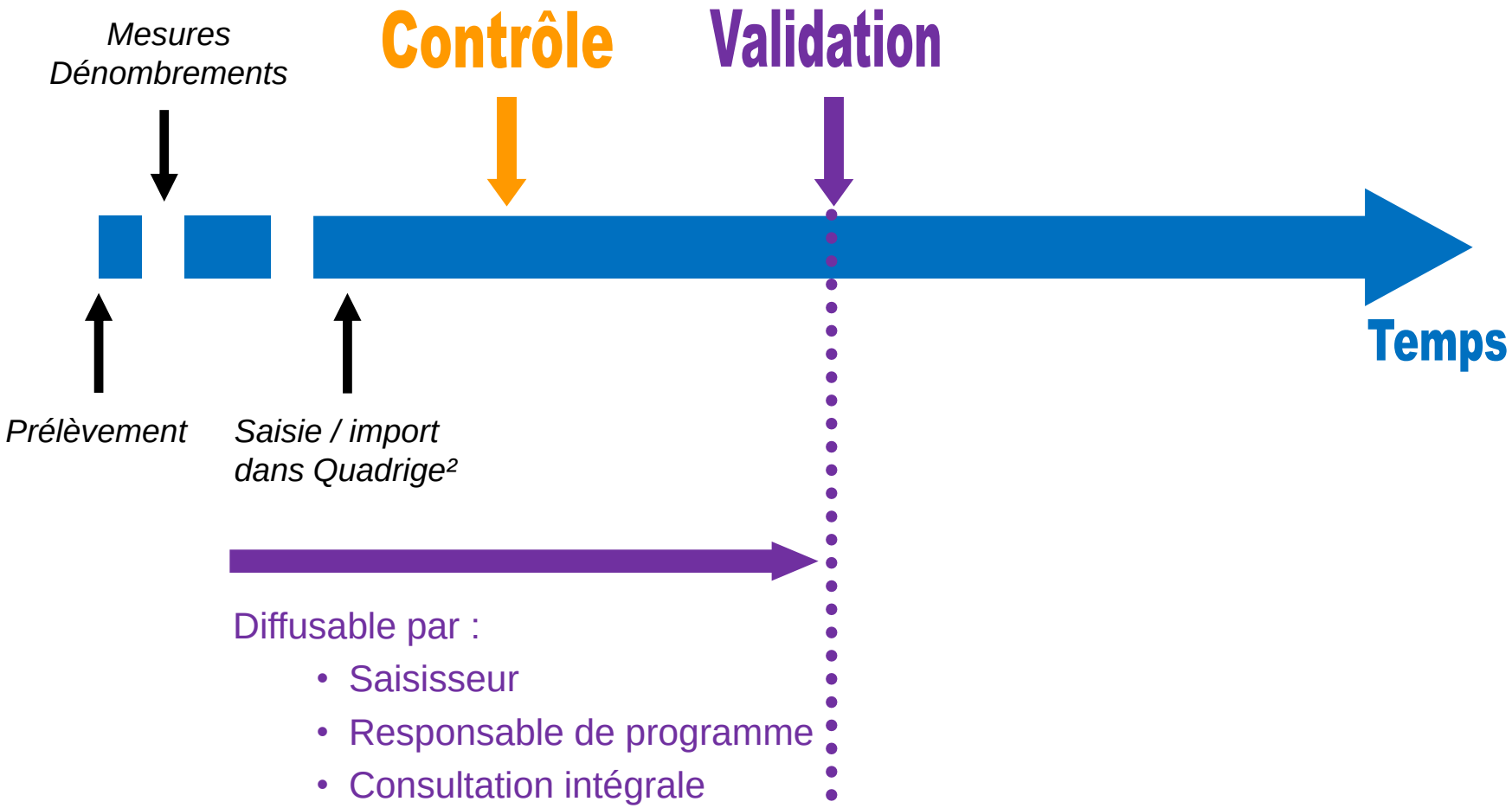


Bancarisation des résultats

- La vie des données dans Quadrige

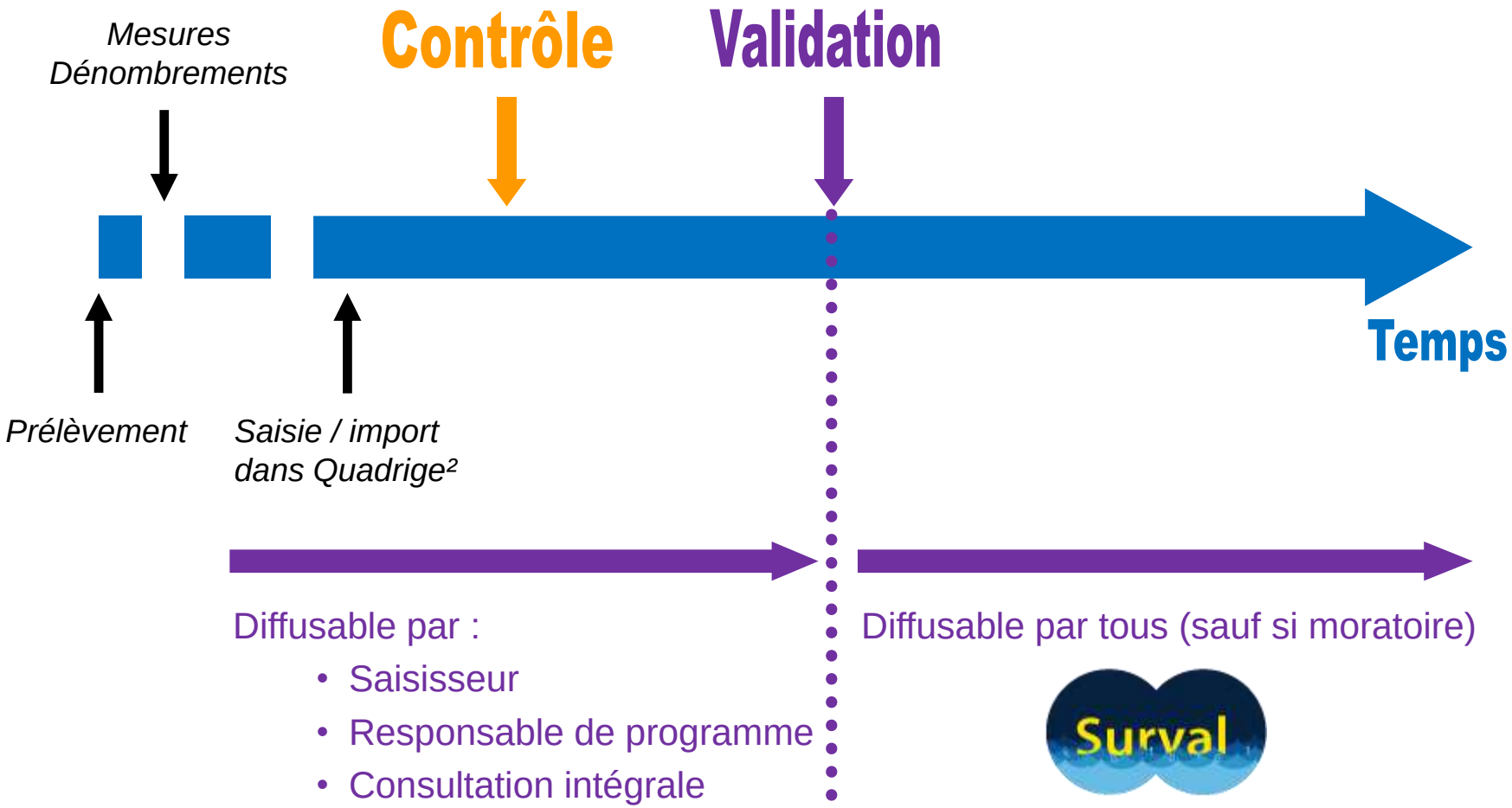
Bancarisation des résultats

- La vie des données dans Quadrige



Bancarisation des résultats

- La vie des données dans Quadrige



Bancarisation des résultats

- La vie des données dans Quadrige

Experts

* Bonne
* Douteuse
* Mauvaise

Mesures
Dénombrements

Contrôle

Validation

Qualification

Temps

Prélèvement

Saisie / import
dans Quadrige²

Diffusable par :

- Saisisseur
- Responsable de programme
- Consultation intégrale

Diffusable par tous (sauf si moratoire)

Surval

Diffusion des résultats

- Surval : c'est quoi?
  - Diffusion des données Quadrige
  - Tout public, donnée libre
  - Internet
  - Données validées sans moratoire à J+1
  - Cartographie interactive
  - Résultats sous forme graphique

Diffusion des résultats

SURVAL

https://surval.ifremer.fr/

Lié directement à la bancarisation dans Quadrige

Diffusion des résultats

Séries de données
Phytoplancton, hydrologie et phycotoxines

DOI REPHY : https://www.seanoe.org/data/00361/47248/
DOI REPHYTOX : https://www.seanoe.org/data/00361/47251/

SEANOE Sea scientific open data edition

REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data

Diffusion des résultats

SEANOE Sea scientific open data edition

SEANOE

REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data

Date	2021-07
Temporal extent	1987 -2020
Author(s)	REPHY - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters
Contributor(s)	Belin Catherine, Neaud-Masson Nadine, Lemoine Maud, Daniel Anne, Lassus Patrick, Berthomé Jean-Paul, Grossel Hubert, Abadie Eric, Allenou Jean-Pierre, Andral Bruno, Arnaud Christophe, Auby Isabelle, Bechemin Christian, Beliaeff Benoit, Billard Christian, Bizzozero Lucie, Blondel Camille, Bouchoucha Marc, Brach-Papa Christophe, Bruneau Audrey, Camus Patrick, ...
Affiliation(s)	Ifremer, France Ifremer, VIGIES, Nantes Ifremer, PELAGOS, Brest Ifremer LER : Boulogne sur mer, Port en Bessin, Dinard, Concarneau, La Trinité sur mer, Lorient, Nantes, L'Houmeau, La Tremblade, Arcachon, Sète, La Seyne sur mer, Bastia Université de La Rochelle, LIENSs UMR 7266 Université de Caen Normandie CNRS-INSU Banyuls – Laboratoire ARAGO
DOI	10.17882/47248
Publisher	SEANOE
Abstract	This REPHY dataset includes long-term time series on marine phytoplankton and physico-chemical measures, since 1987, along the whole French metropolitan coast. Some of these data are shared with those of the following regional networks: SRN (Hauts-de-France), RHLN (Normandy), ARCHYD (Arcachon), RSLHYD (Mediterranean lagoons). REPHY dataset from overseas departments (Martinique, Guadeloupe and French Guiana in West Atlantic waters; Reunion Island and Mayotte in Indian Ocean) will be available later. Phytoplankton data essentially cover microscopic taxonomic identifications and counts, but also pigments measures and flux cytometry measures in few regions. Physico-chemical measures include temperature, salinity, turbidity, dissolved oxygen, nutrients and chlorophylle a. The whole dataset is available, but is also divided into regions: North Sea + Channel + Atlantic, Mediterranean. For each of these two regional datasets, one includes only phytoplankton counts (PHYTO), the other (HYDRO) includes physico-chemical measures, pigments and flux cytometry measures.

Click to download the data

DATA

rephy

Download metadata
TXT, RIS, XLS, RTF, BIBTEX

Equipments
Quadrige (Coastal monitoring data)

References
Ifremer (2022). Journées Interne 2021 REPHY-HYDRO-REPHYTOX. 09 - 10 décembre 2021. Compilation des présentations. ODE/VIGIES /22-01.

Diffusion des résultats

SEANOE Sea scientific open data edition

REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data

Click to download the data

DATA

Date	2021-07
Temporal extent	1987 -2020
Author(s)	REPHY - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters
Contributor(s)	Belin Catherine, Neaud-Masson Nadine, Lemoine Maud, Daniel Anne, Lassus Patrick, Berthomé Jean-Paul, Grossel Hubert, Abadie Eric, Allenou Jean-Pierre, Andral Bruno, Arnaud Christophe, Auby Isabelle, Bechemin Christian, Beliaeff Benoit, Billard Christian, Bizzozero Lucie, Blondel Camille, Bouchoucha Marc, Brach-Papa Christophe, Bruneau Audrey, Camus Patrick,
Affiliation(s)	Ifremer, France Ifremer, VIGIES, Nantes Ifremer, PELAGOS, Brest Ifremer LER : Boulogne sur mer, Port en Bessin, D Nantes, L'Houmeau, La Tremblade, Arcachon, Sète, Université de La Rochelle, LIENSs UMR 7266 Université de Caen Normandie CNRS-INSU Banyuls – Laboratoire ARAGO
DOI	10.17882/47248
Publisher	SEANOE
Abstract	This REPHY dataset includes long-term time series measures, since 1987, along the whole French met with those of the following regional networks: SRN (Arcachon), RSLHYD (Mediterranean lagoons). (Martinique, Guadeloupe and French Guiana in West Atlantic waters; Reunion Island and Mayotte in Indian Ocean) will be available later. Phytoplankton data essentially cover microscopic taxonomic identifications and counts, but also pigments measures and flux cytometry measures in few regions. Physico-chemical measures include temperature, salinity, turbidity, dissolved oxygen, nutrients and chlorophylle a. The whole dataset is available, but is also divided into regions: North Sea + Channel + Atlantic, Mediterranean. For each of these two regional datasets, one includes only phytoplankton counts (PHYTO), the other (HYDRO) includes physico-chemical measures, pigments and flux cytometry measures.

Data

File	Size	Format	Processing	Access	Key
1987-2020 data	30 MB	CSV	Quality controlled data	Open access	85993
1987-2019 data	29 MB	CSV	Quality controlled data	Access on demand	81325
1987-2018 data	1 GB	CSV	Quality controlled data	Access on demand	66472

References

Ifremer (2022). Journées Interne 2021 REPHY-HYDRO-REPHYTOX. 09 - 10 décembre 2021. Compilation des présentations. ODE/VIGIES /22-01.

Diffusion des résultats

SEANOE Sea scientific open data edition

REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data

Click to download the data

DATA

Date	2021-07
Temporal extent	1987 -2020
Author(s)	REPHY - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters
Contributor(s)	Belin Catherine, Neaud-Masson Nadine, Lemoine Maud, Daniel Anne, Lassus Patrick, Berthomé Jean-Paul, Grossel Hubert, Abadie Eric, Allenou Jean-Pierre, Andral Bruno, Arnaud Christophe, Auby Isabelle, Bechemin Christian, Beliaeff Benoit, Billard Christian, Bizzozero Lucie, Blondel Camille, Bouchoucha Marc, Brach-Papa Christophe, Bruneau Audrey, Camus Patrick,
Affiliation(s)	Ifremer, France Ifremer, VIGIES, Nantes Ifremer, PELAGOS, Brest Ifremer LER : Boulogne sur mer, Port en Bessin, D Nantes, L'Houmeau, La Tremblade, Arcachon, Sète, Université de La Rochelle, LIENSs UMR 7266 Université de Caen Normandie CNRS-INSU Banyuls – Laboratoire ARAGO
DOI	10.17882/47248
Publisher	SEANOE
Abstract	This REPHY dataset includes long-term time series measures, since 1987, along the whole French met with those of the following regional networks: SRN (Arcachon), RSLHYD (Mediterranean lagoons). (Martinique, Guadeloupe and French Guiana in West Atlantic waters; Reunion Island and Mayotte in Indian Ocean) will be available later. Phytoplankton data essentially cover microscopic taxonomic identifications and counts, but also pigments measures and flux cytometry measures in few regions. Physico-chemical measures include temperature, salinity, turbidity, dissolved oxygen, nutrients and chlorophylle a. The whole dataset is available, but is also divided into regions: North Sea + Channel + Atlantic, Mediterranean. For each of these two regional datasets, one includes only phytoplankton counts (PHYTO), the other (HYDRO) includes physico-chemical measures, pigments and flux cytometry measures.

Kingdom
London
Paris

Data

File	Size	Format	Processing	Access	Key
1987-2020 data	30 MB	CSV	Quality controlled data	Open access	85993
1987-2019 data	29 MB	CSV	Quality controlled data	Access on demand	81325
1987-2018 data	1 GB	CSV	Quality controlled data	Access on demand	66472

References

Ifremer (2022). Journées Interne 2021 REPHY-HYDRO-REPHYTOX. 09 - 10 décembre 2021. Compilation des présentations. ODE/VIGIES /22-01.

Diffusion des résultats

SEANOE Sea scientific open data edition

SEANE

REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology i astal waters. Metropolitan data

Click to download the data

DATA

rephy

Contactez le producteur de la donnée
Citer le DOI → valorisation du travail du réseau !!!

Date	202
Temporal extent	1987 -
Author(s)	REPHY - French O plankton and Hydrology in coastal waters
Contributor(s)	Belin Catherine, Neaud-Masson Lassus Patrick, Berthomé Jean-Paul, Grossel Hubert, Abadie Arnaud Christophe, Auby Isabelle, Bechemin Christian, B Blondel Camille, Bouchoucha Marc, Brach-Papa Christop
Affiliation(s)	Ifremer, France Ifremer, VIGIES, Nantes Ifremer, PELAGOS, Brest Ifremer LER : Boulogne sur mer, Port en Bessin, D Nantes, L'Houmeau, La Tremblade, Arcachon, Sète, Université de La Rochelle, LIENSs UMR 7266 Université de Caen Normandie CNRS-INSU Banyuls – Laboratoire ARAGO
DOI	10.17882/47248
Publisher	SEANOE
Abstract	This REPHY dataset includes long-term time series measures, since 1987, along the whole French met with those of the following regional networks: SRN (Arcachon), RSLHYD (Mediterranean lagoons). (Martinique, Guadeloupe and French Guiana in West Atlantic waters; Reunion Island and Mayotte in Indian Ocean) will be available later. Phytoplankton data essentially cover microscopic taxonomic identifications and counts, but also pigments measures and flux cytometry measures in few regions. Physico-chemical measures include temperature, salinity, turbidity, dissolved oxygen, nutrients and chlorophylle a. The whole dataset is available, but is also divided into regions: North Sea + Channel + Atlantic, Mediterranean. For each of these two regional datasets, one includes only phytoplankton counts (PHYTO), the other (HYDRO) includes physico-chemical measures, pigments and flux cytometry measures.

Data

File			Processing	Access	Key
1987-2020 data			ity controlled ta	Open access	85993
1987-2019 data	29 MB	CSV	Quality controlled data	Access on demand	81325
1987-2018 data	1 GB	CSV	Quality controlled data	Access on demand	66472

References

Ifremer (2022). Journées Interne 2021 REPHY-HYDRO-REPHYTOX. 09 - 10 décembre 2021. Compilation des présentations. ODE/VIGIES /22-01.

Diffusion des résultats

https://envlit.ifremer.fr/

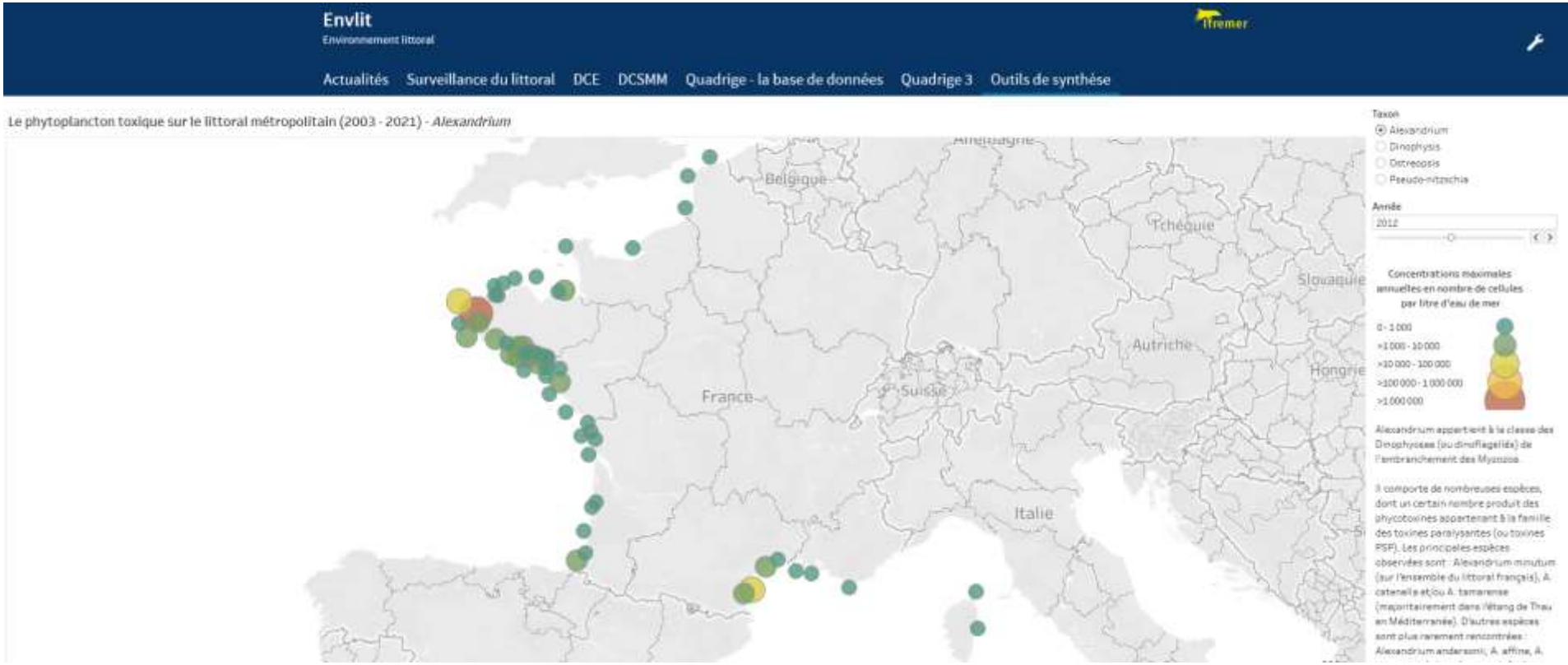
Synoptique

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Manche	Frontière belge - Cap Gris Nez	○	○	○	○	○	○	○	○	○	🟢	○	○
	Cap Gris Nez - Le Boulonnais	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Manche Nord Est - large	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🔴	🟡	🟡
	Baie de Canche	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Baie d'Authie	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Baie de Somme - large	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢	🟢
	Baie de Somme	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Pays de Caux Nord	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	○	🟢
	Pays de Caux Sud	🔴	🟡	🟡	🟡	🟡	🟢	🟡	🔴	🔴	🔴	🔴	🟡
	Baie de Seine et Orne	🟡	🟡	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴	🟡

Diffusion des résultats

Cartes

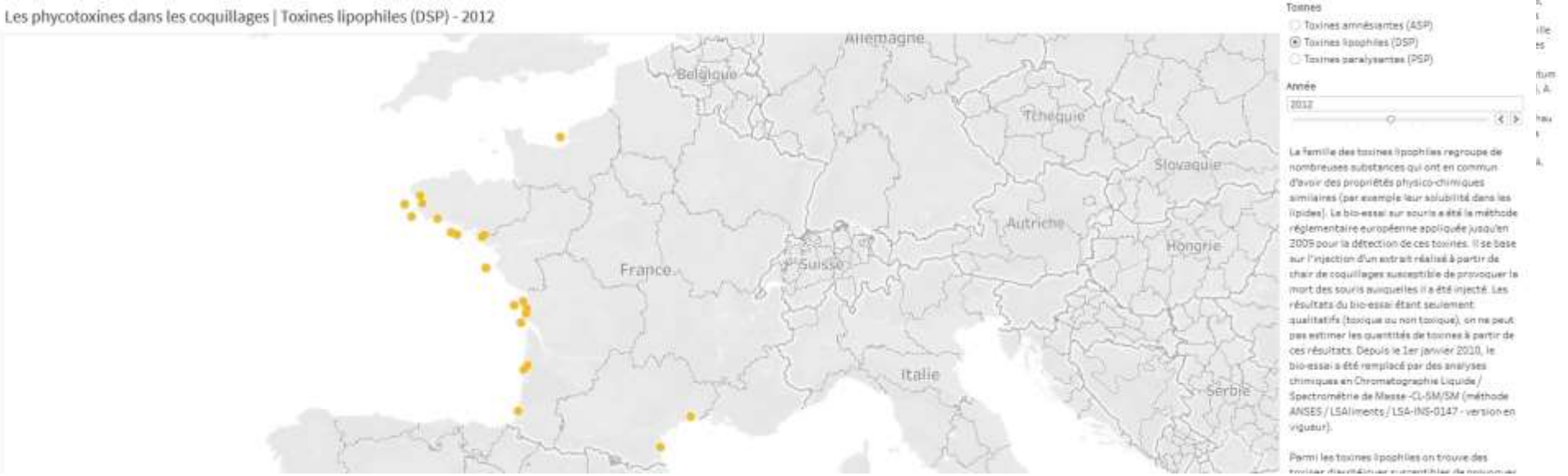
https://envlit.ifremer.fr/



Diffusion des résultats

Cartes

https://envlit.ifremer.fr/



REMERCIEMENTS

Unité Littorale

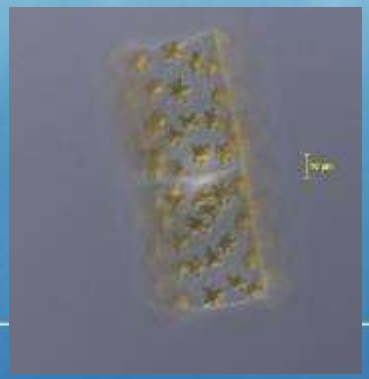
LER-PAC
LER-LR
LER-AR
LER-PC
LER-MPL
LER-BO
LER-BN
LER-N
LER-BL

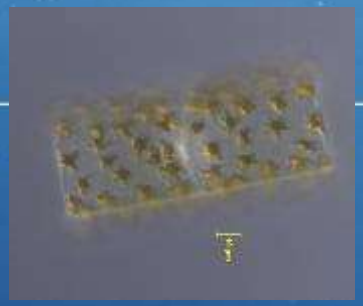
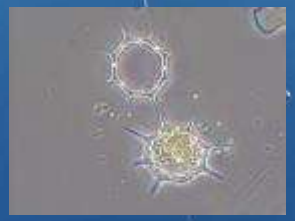
VIGIES
Cellule Quadrige
La Valo
Coordination REPHY

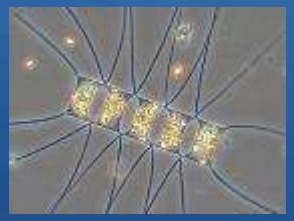
Correspondants REPHY
Correspondants DCE
Responsables des LER

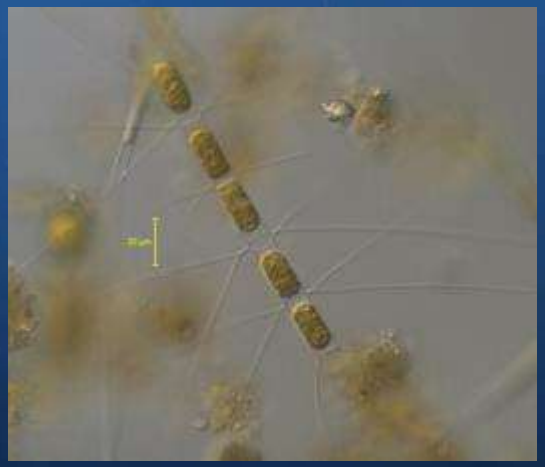
PHYTOX
DYNECO

DGAL
Agences de l'Eau
ANSES
OFB







Photos : Fabienne Rigaut-Jalabert et Nadine Neaud-Masson

Cinquante nuances de (marée) rouge : analyse de la diversité optique en fonction des espèces dominantes des blooms phytoplanctoniques par télédétection satellite

Pierre Gernez,
Nantes Université

Nantes Université

rephy
Les journées du réseau REPHY
30 novembre (interne), 1er – 2 décembre 2022
Ifremer Centre Atlantique, Nantes
Ifremer

AUTHORS & FUNDING

Pierre Gernez

Laura Zoffoli

Thomas Lacour
Tania Hernandez Fariñas

Gabriel Navarro
Isabel Caballero

Tristan Harmel

cnes CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Nantes Université

National Research Council of Italy

Ifremer

CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas

magellium

RED TIDES & HARMFUL ALGAL BLOOMS

Harmful phytoplankton blooms (toxins, anoxia)

Frequent occurrences worldwide (eutrophication)

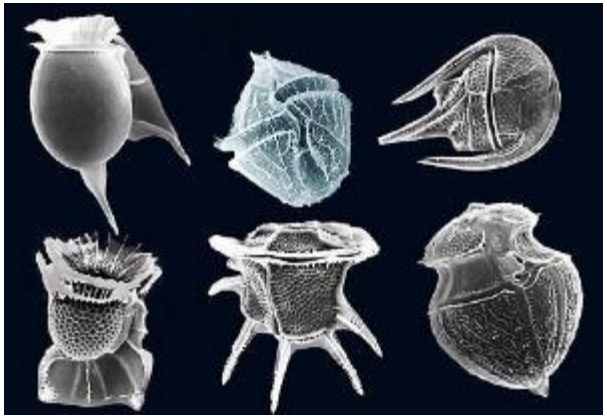
Generally patchy & nearshore

Largely undersampled by station-based monitoring

OBJECTIVE

Previous studies
HAB remote sensing with a regional focus
(*Karenia brevis* off Florida, *Lingulodinium polyedra* off California, etc.)

This study
Compile worldwide S2 red tide database in synergy with *in situ* taxonomic determination of predominant bloom-forming phytoplankton species



© fickleandfreckled

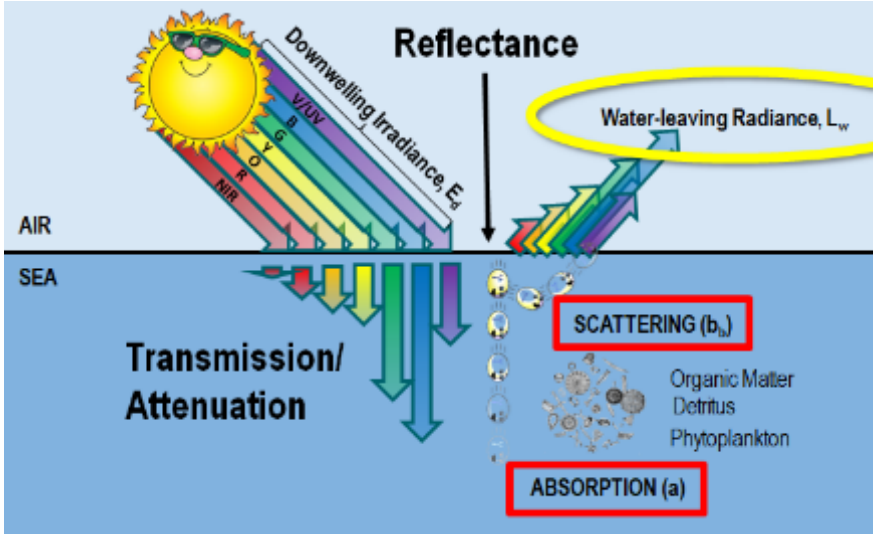
How many optical bloom types could be discriminated from space?

HIGH RES SATELLITE REMOTE SENSING

European Space Agency

Sentinel-2 (S2)

- Flying since 2015, long-term objective (2040s)
- Revisit time: 5 days (since 2017)
- Pixel size: 20 m

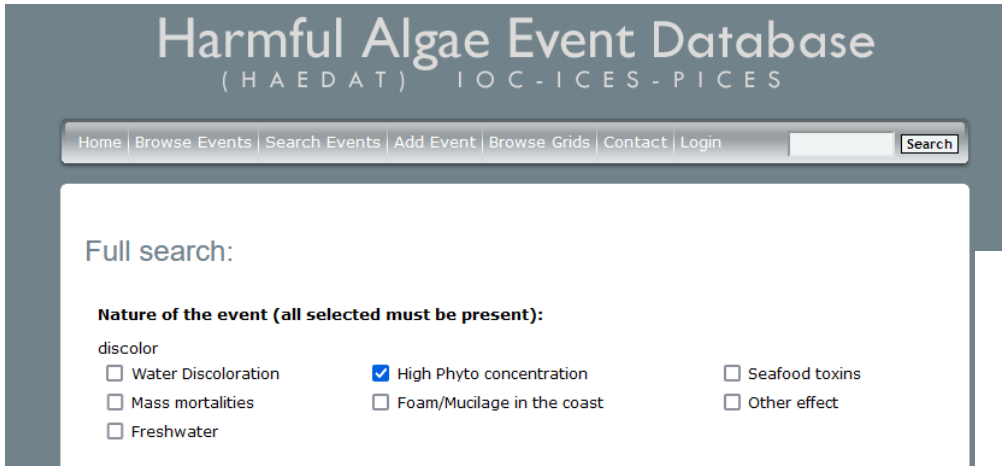


https://coastwatch.gitbook.io/satellite-course/

IN SITU PHYTOPLANKTON DATA

Searched bloom events concomittant to Sentinel-2 observation in

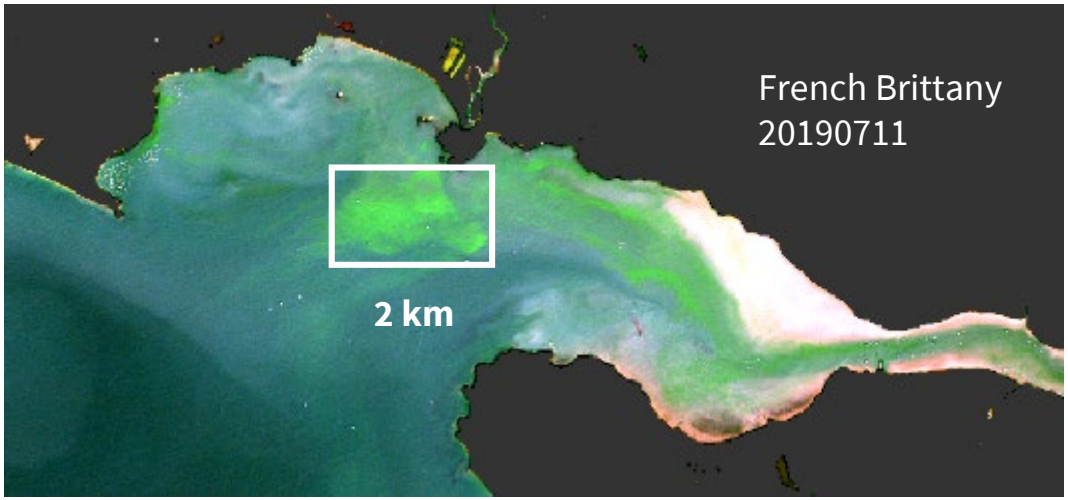
- Harmful algae event database (HAEDAT)
  selected 304 blooms with known causative species (2015 – 2021)
- French phytoplankton and phycotoxin monitoring network (REPHY)
  > 10^5 cells / L single dominant genus with > 85% diversity
- Scientific literature, regional monitoring reports, citizen science

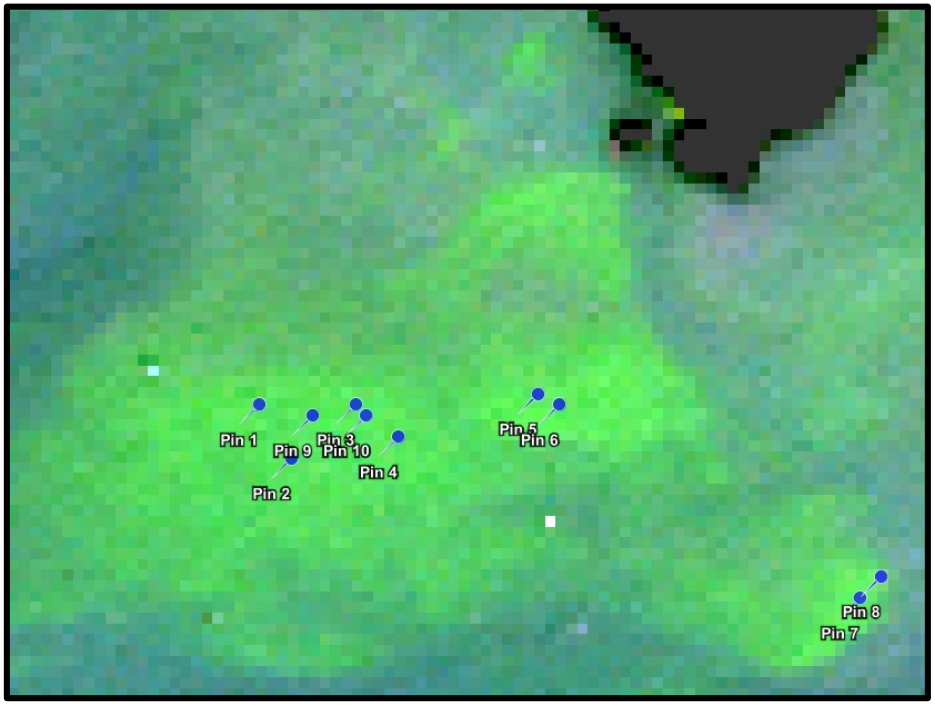


BLOOM OPTICAL FINGERPRINT

For each bloom, selected & averaged 10 pixels in high phyto patch

S2 high resolution (20 m) → no confusion with other coloured constituants

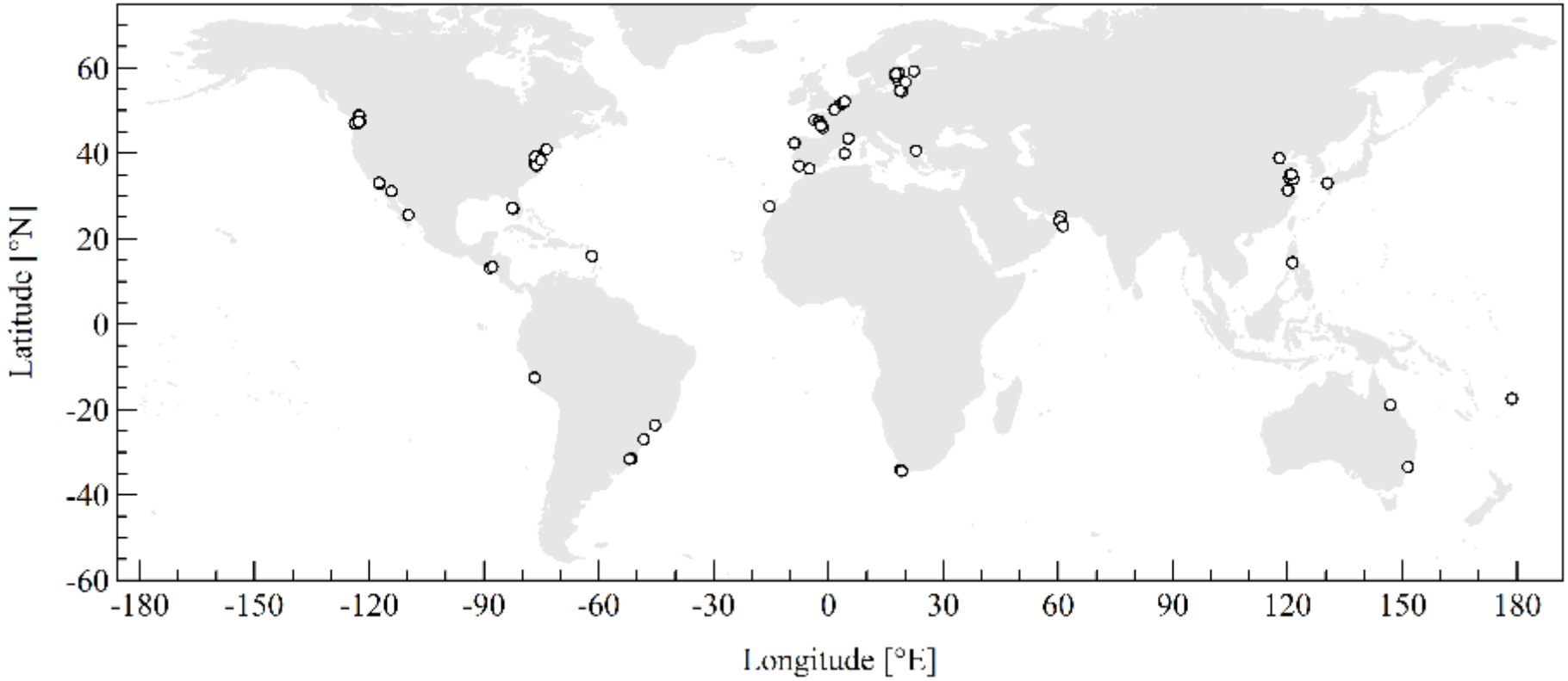




Bloom dominated by *Lepidodinium chlorophorum* (> 95% total microphytoplankton; N > 10^6 cells / L)

WORLDWIDE Sentinel-2 RED TIDE DATABASE

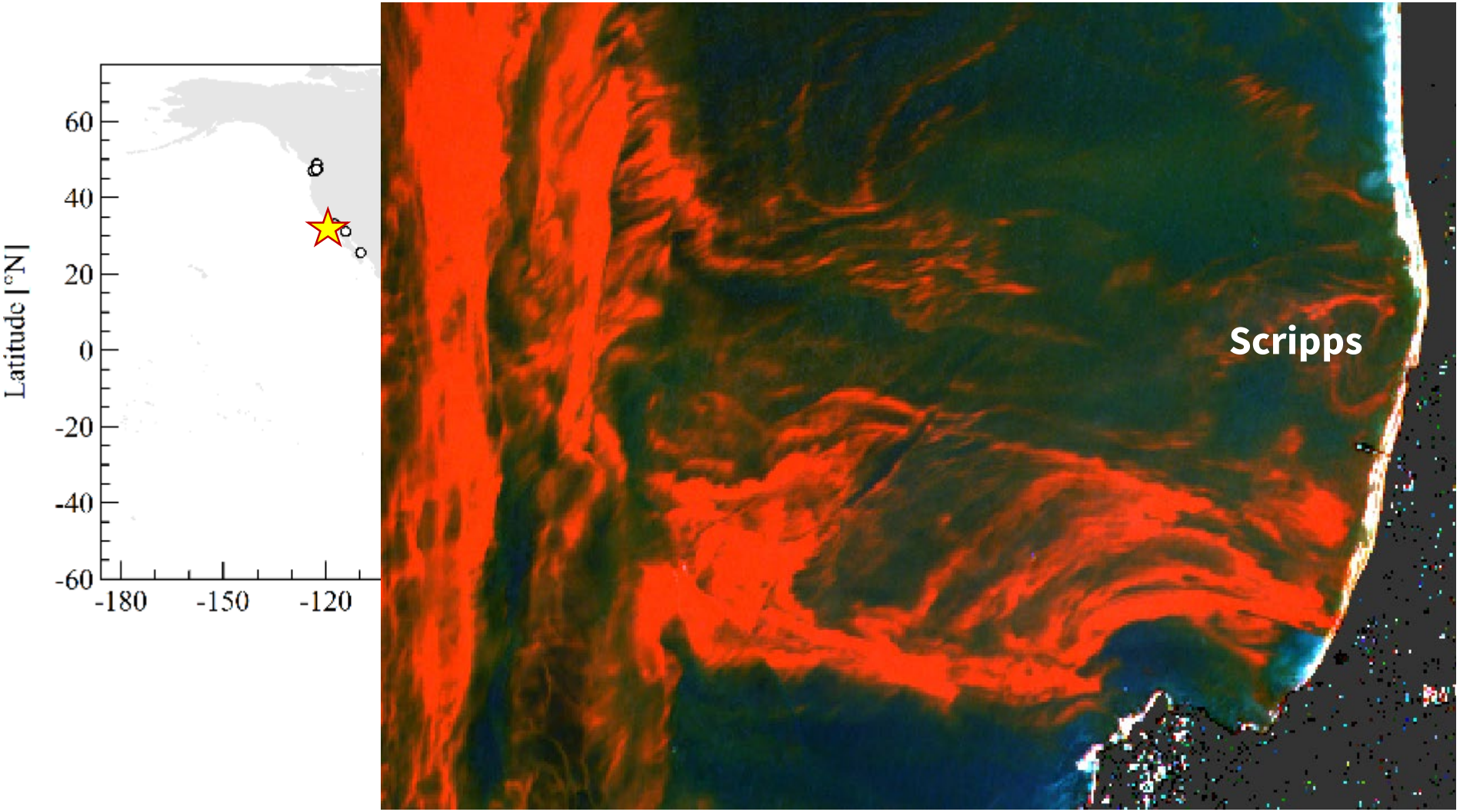
108 bloom events with dominant species identified & cloud-free S2 image



Classification of spectral library
(hierarchical cluster analysis with cosine distance, Millie et al., 1997)

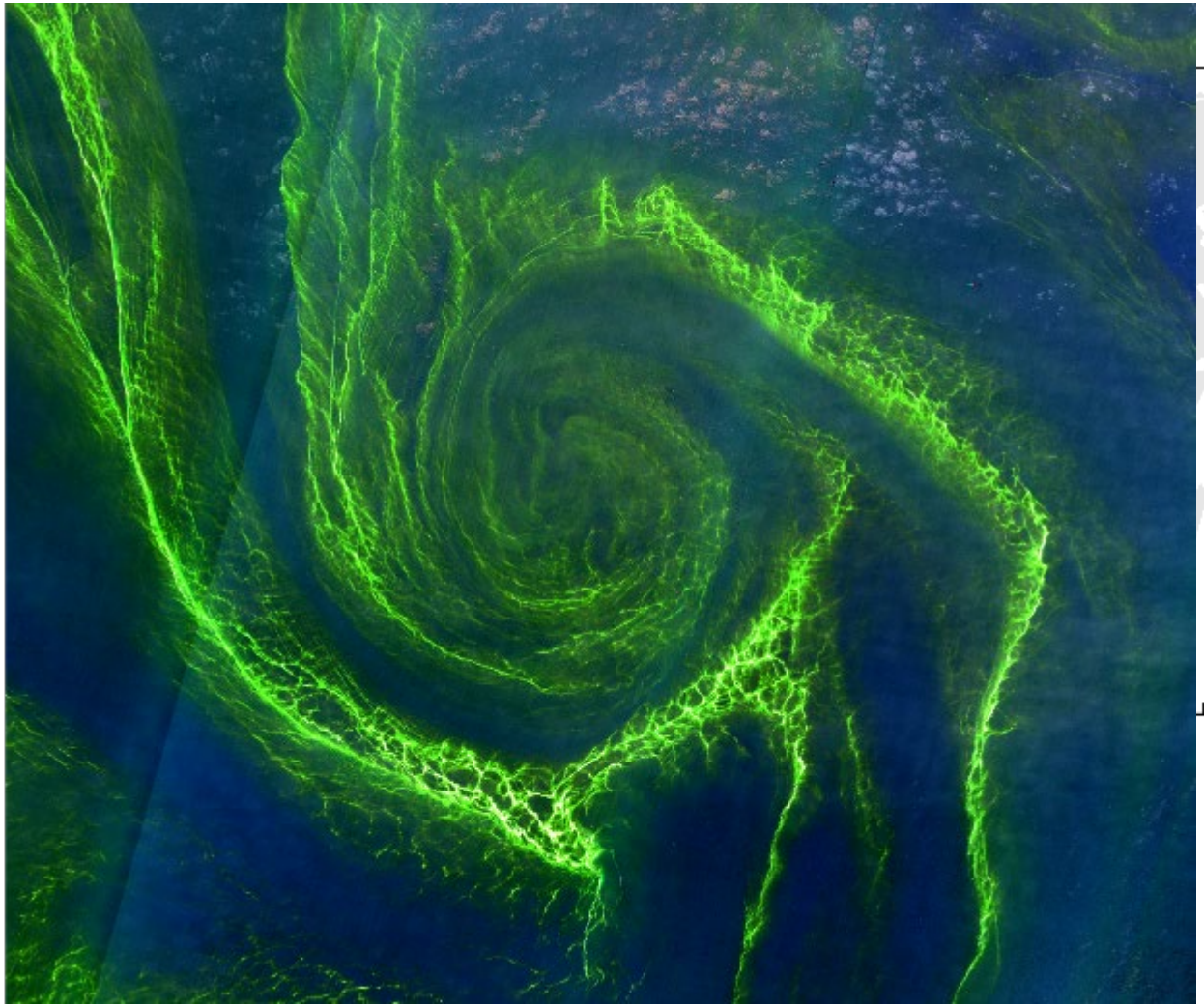
EXAMPLES

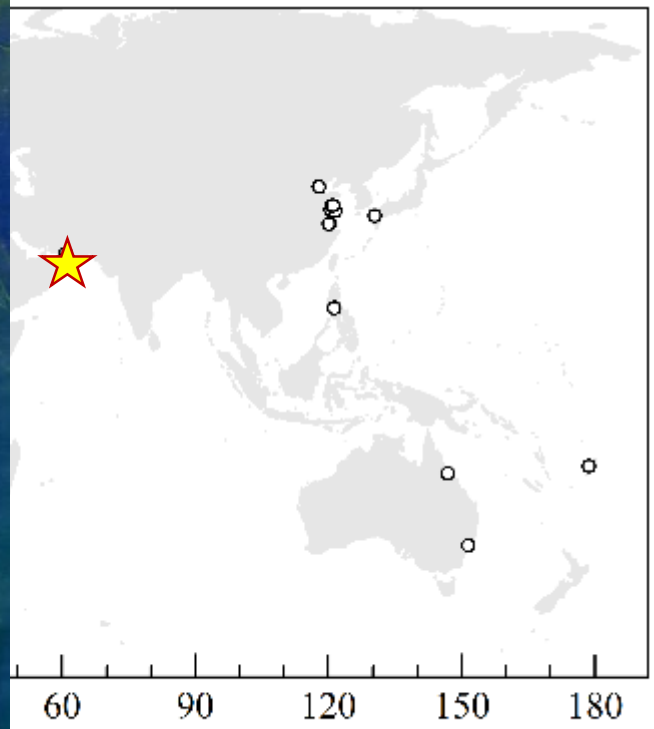
Bloom of *Lingulodinium polyedra* (Kahru et al., 2021)



EXAMPLES

Bloom of green *Noctiluca scintillans* (Qi et al., 2019)





TAXONOMIC DIVERSITY

- 27 species (12 Dinos)
- 20 genera
- 5 classes

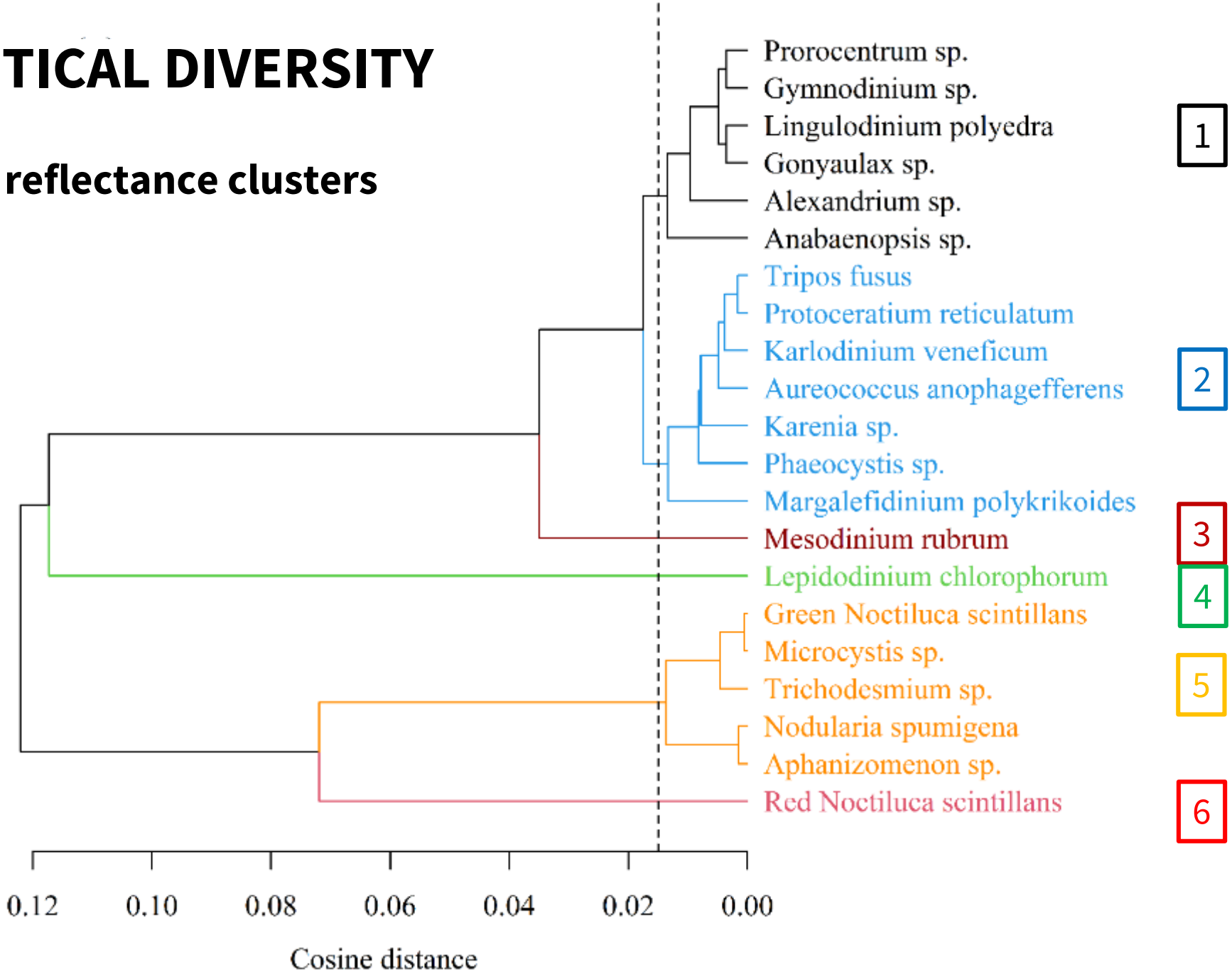
Class	Genus	Species	Blooms number	Countries
Dinophyceae	*Alexandrium*	*monilatum*	1	US
		ostenfeldi	2	Peru
	Gonyaulax	*digitale*	2	US
		polygramma	1	Iran
		spinifera	3	SA
	Gymnodinium	*aureolum*	1	Brazil
		catenatum	1	Mexico
		impudicum	3	France
	Karenia	*brevis*	2	US
		mikimotoi	1	Japan
	Karlodinium	*veneficum*	2	US
	Lepidodinium	*chlorophorum*	5	France
	Lingulodinium	*polyedra*	8	France, Spain, US
	Margalefidinium	*polykrikoides*	5	China, US
	Noctiluca	*scintillans* (green)	7	China, Oman
	Noctiluca	*scintillans* (red)	6	France, Greece, Spain, US
	Prorocentrum	*micans*	1	France
		minimum	4	US
	Protoceratium	*reticulatum*	3	US
	Tripos	*fusus*	2	US
Cyanophyceae	*Anabaenopsis*	*sp.*	5	Spain
	Aphanizomenon	*sp.*	8	ES, Latvia, Sweden
	Microcystis	*sp.*	8	Brazil, China, Philippines
	Nodularia	*spumigena*	4	Poland, Sweden
	Trichodesmium	*sp.*	7	Australia, Brazil, Fiji, France
Litostomatea	*Mesodinium*	*rubrum*	8	France, Iran, Mexico, Spain, US
Prymnesiophyceae	*Phaeocystis*	*sp.*	6	Belgium, ES, France, NL
Pelagophyceae	*Aureococcus*	*anophagefferens*	2	US

Dinos 55%

Cyanos 30%

OPTICAL DIVERSITY

➢ **6 reflectance clusters**

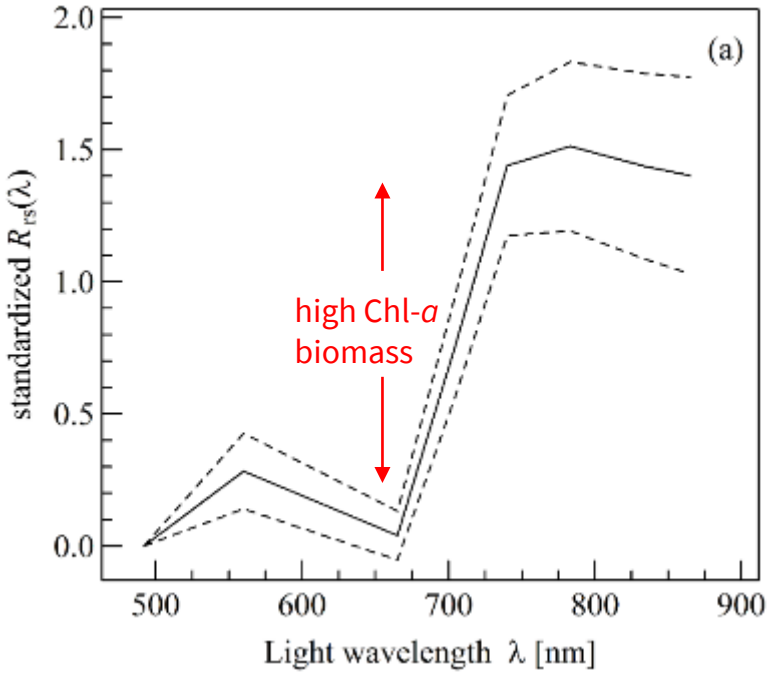


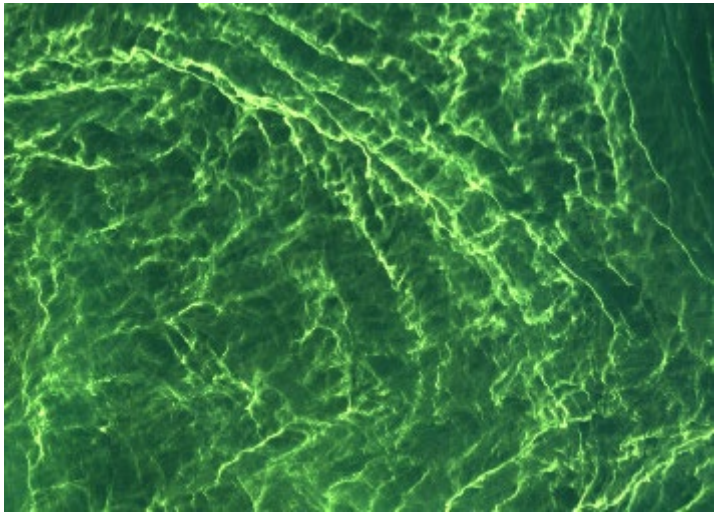
SURFACE ACCUMULATION FLOATING MICROALGAE

Buoyant filamentous cyanobacteria and green *Noctiluca scintillans*

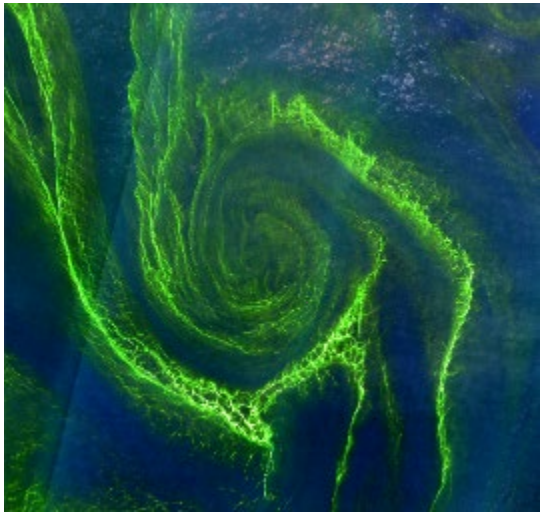
- *Aphanizomenon sp.*
- *Nodularia spumigena*
- *Trichodesmium sp.*
- *Microcystis sp.*

Spectral shape typical of floating algae (« red-edge »)





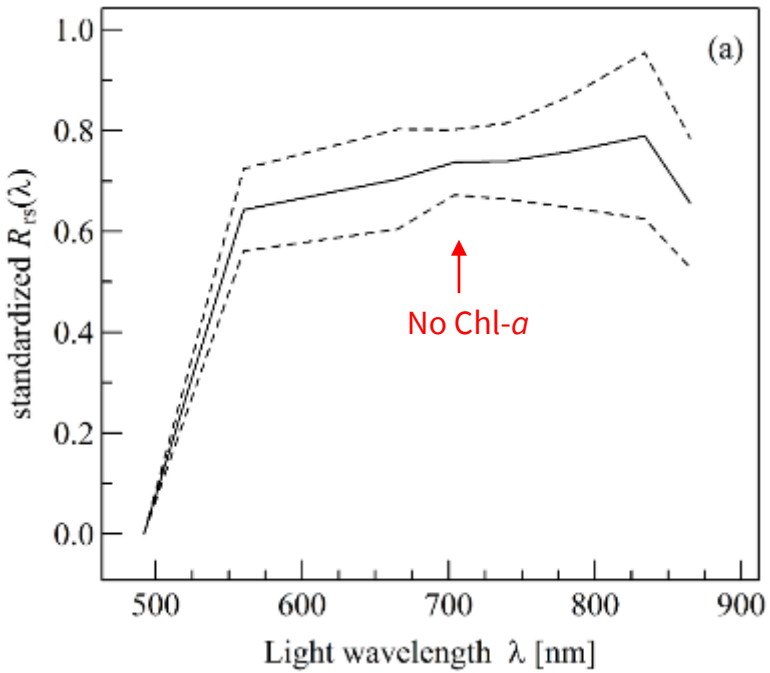
Aphanizomenon sp.
Baltic Sea 20190720

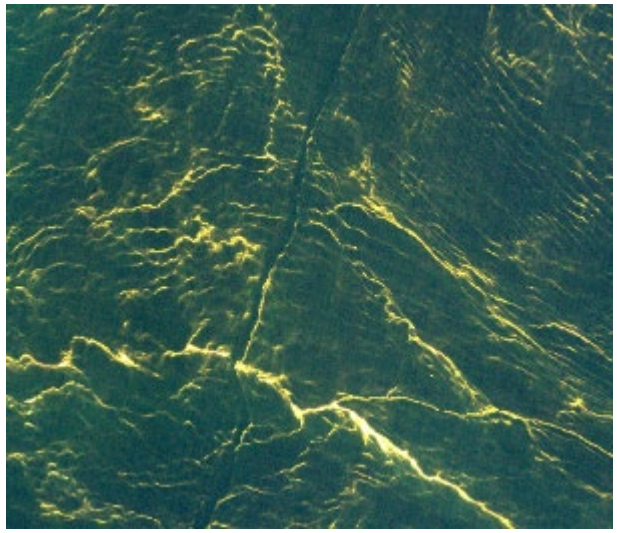


N. scintillans
Oman Sea 20190314

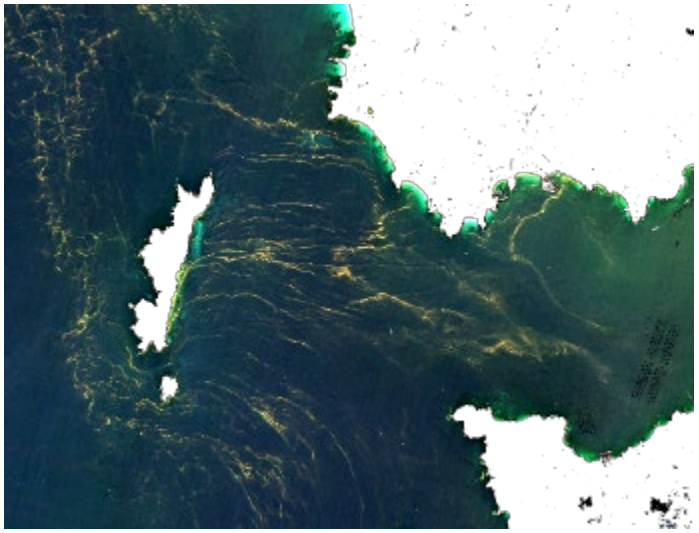
Red *Noctiluca* optical cluster

Unique spectral shape due to buoyancy & absence of chlorophyll-*a*





N. scintillans
Las Canarias 20160413



N. scintillans
Vigo Ria 20210904

Mesodinium rubrum optical cluster

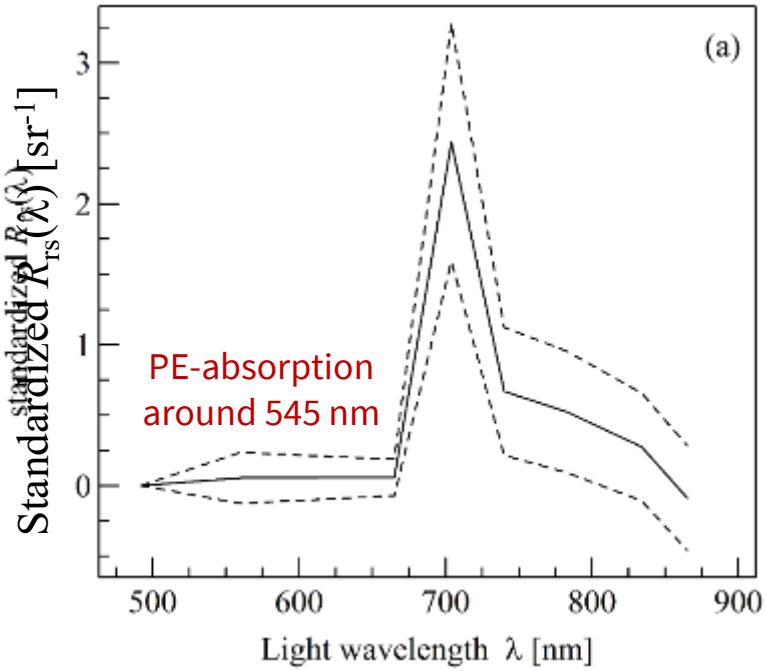
Unique flat spectral shape due to phycoerythrin (PE)

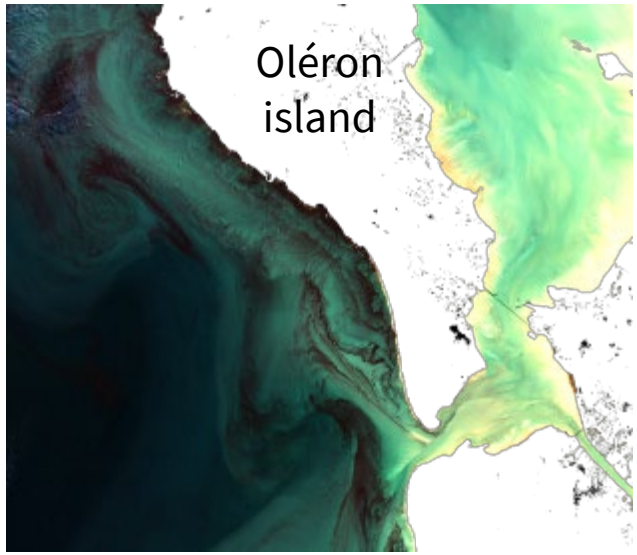
Vol. 465: 33–52, 2012
doi: 10.3354/meps09879
MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES
Mar Ecol Prog Ser
Published September 28

Pigment-based chloroplast types in dinoflagellates

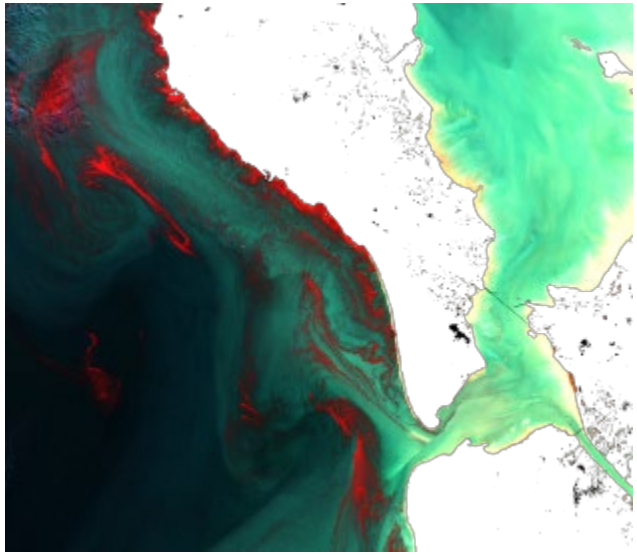
Manuel Zapata[1,†], Santiago Fraga[2], Francisco Rodríguez[2,*], José L. Garrido[1]

Unique pigment type « PE, Alloxanthin, chl c_2 » (Zapata et al., 2012)





Mesodinium rubrum
France 20200418

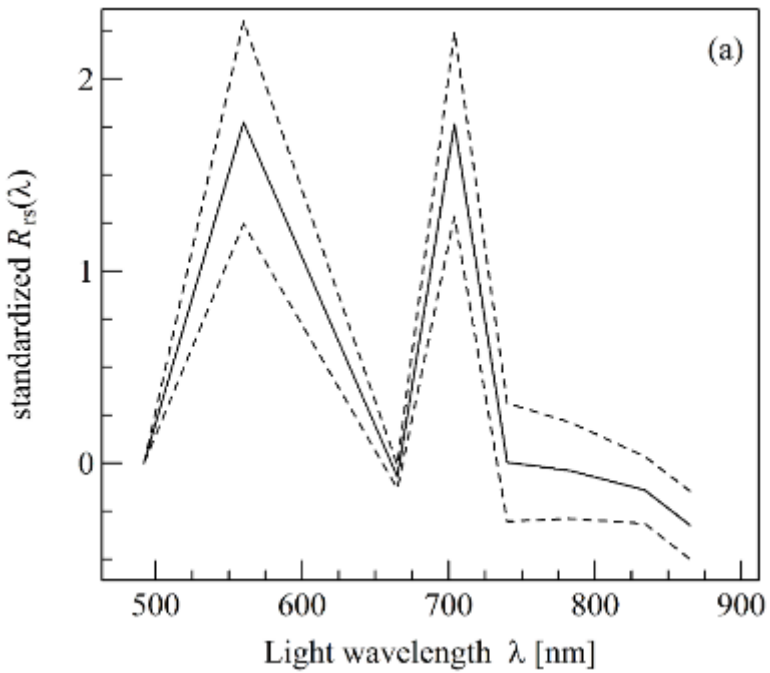


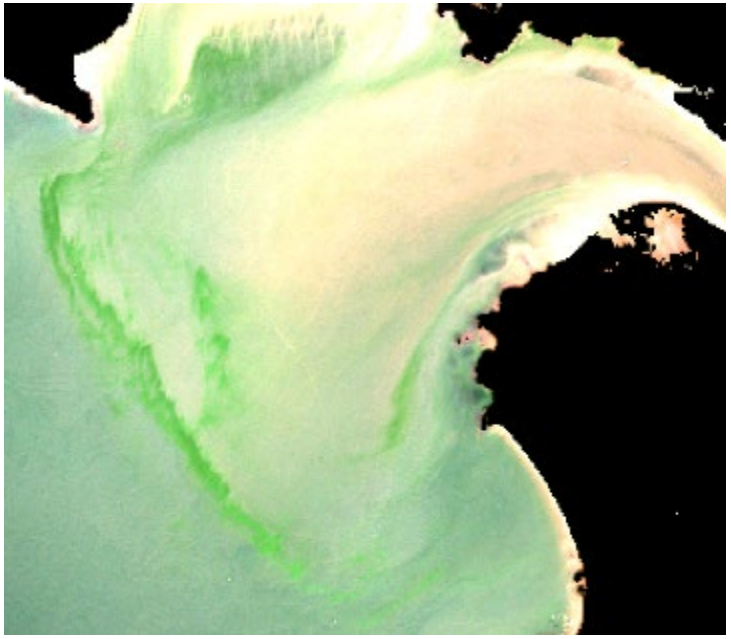
Same image in false colour to highlight bloom

Lepidodinium chlorophorum optical cluster

High green peak in reflectance spectrum
due to absence of peridin & fucoxanthin (see also Roux et al., 2022)

Unique pigment type (Zapata et al., 2012)



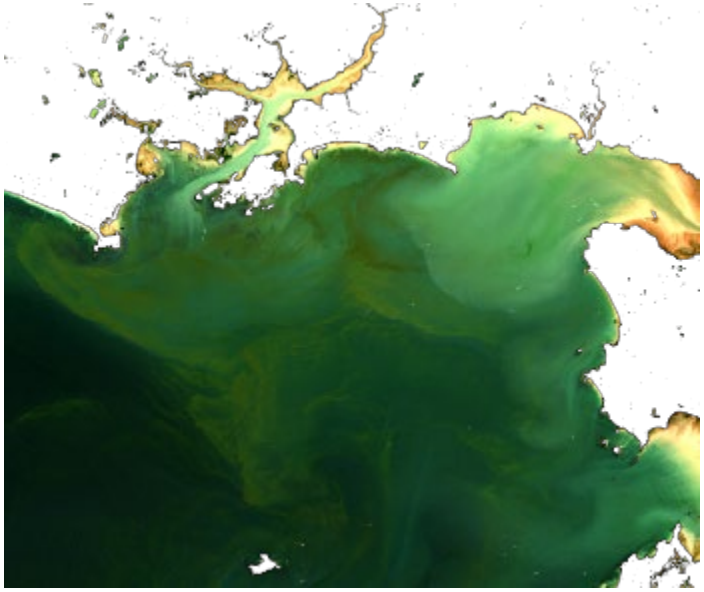


L. chlorophorum France 20190721

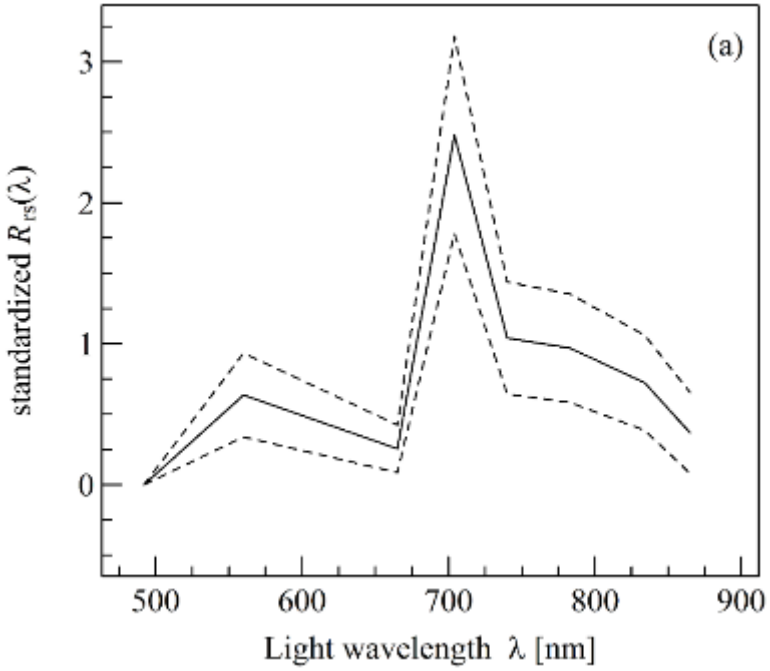
Dinoflagellates optical cluster

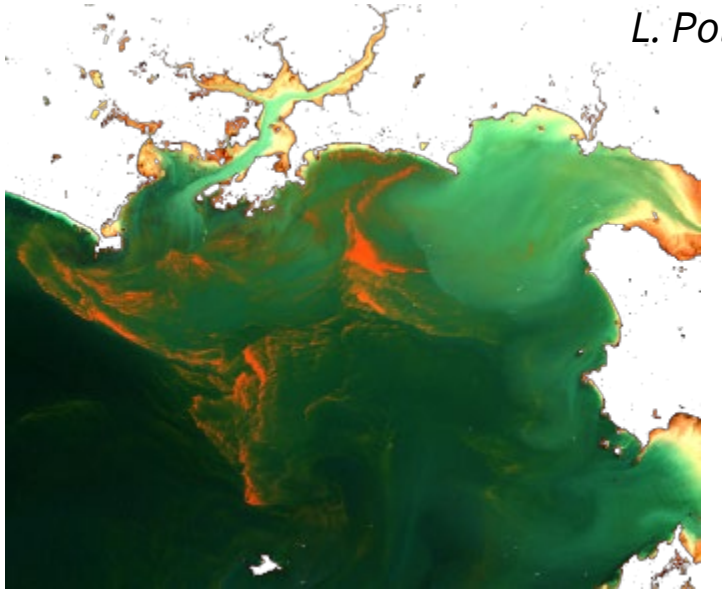
« peridinin » pigment type 1 (Zapata et al., 2012)

- *Prorocentrum sp.*
- *Gymnodinium sp.*
- *Lingulodinium polyedra*
- *Gonyaulax sp.*
- *Alexandrium sp.*



L. Polyedra France 20210814





Same image in false colour
to highlight bloom

Last optical cluster

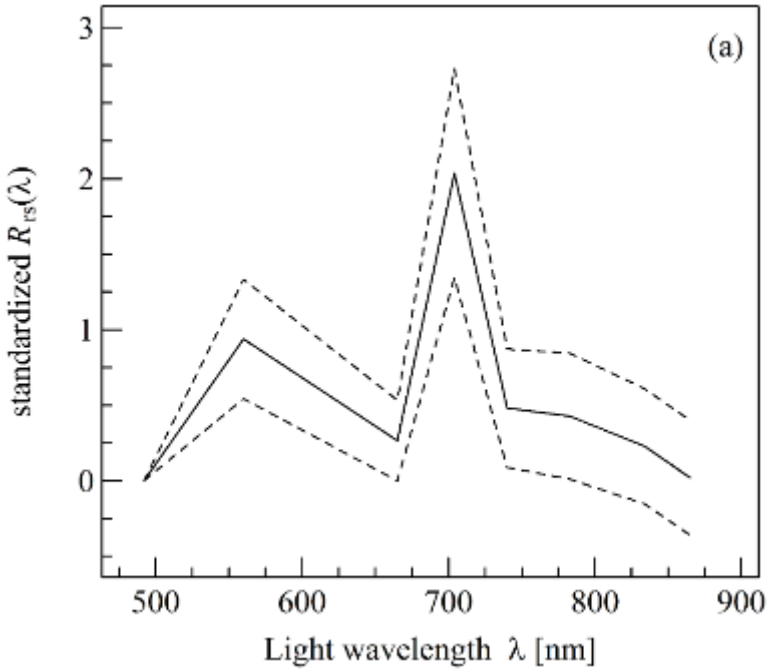
**** Fucoxanthin-bearing species***

Very diverse, dominated by Dinos

- *Protoceratium reticulatum*
- *Tripos fusus*
- *Karlodinium veneficum* *****
- *Karenia sp.* *****
- *Margalefidinium polykrikoide*

+ 2 other classes

- *Phaeocystis sp.******
- *Aureococcus anophagefferens* *****



Same image in false colour to highlight bloom

Phaeocystis Belgium 20160501

CONCLUSION

Three bloom-forming species with unique spectral fingerprint (pigments)

- *Lepidodinium chlorophorum* (no Peri, no Fuco),
- *Mesodinium rubrum* (PE, Allo),
- Red *Noctiluca scintillans* (absence of Chl-*a*)

} *no toxins*

Floating cyanobacteria + green *Noctiluca* cluster (biomass)

Two clusters dominated by various Dinoflagellates

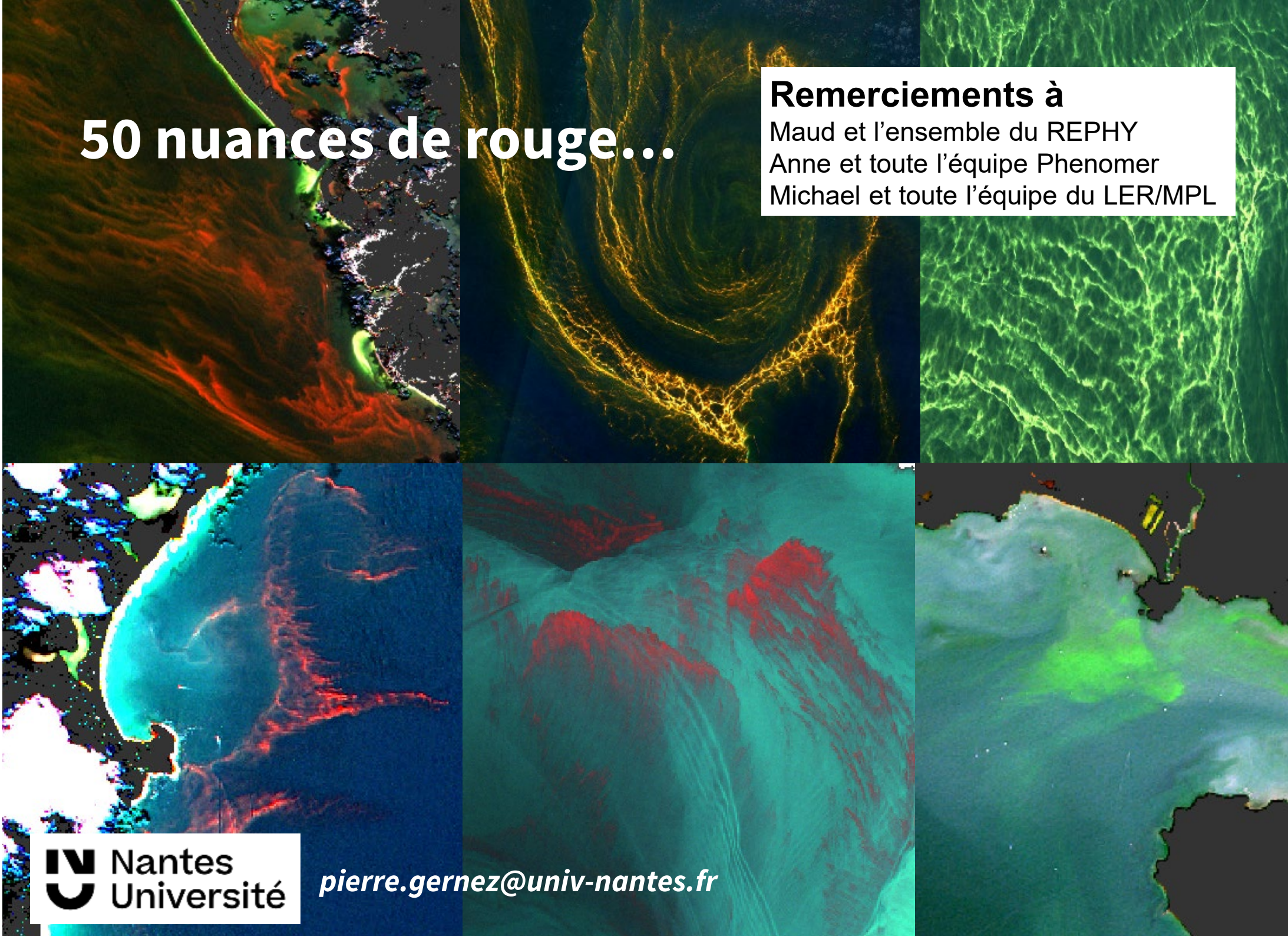
- very diverse (both optically and taxonomically)
- risk of confusion between classes (e.g. *Phaeocystis*)

} *Toxins!*

Blooms of Diatoms (absent of database) should be further investigated

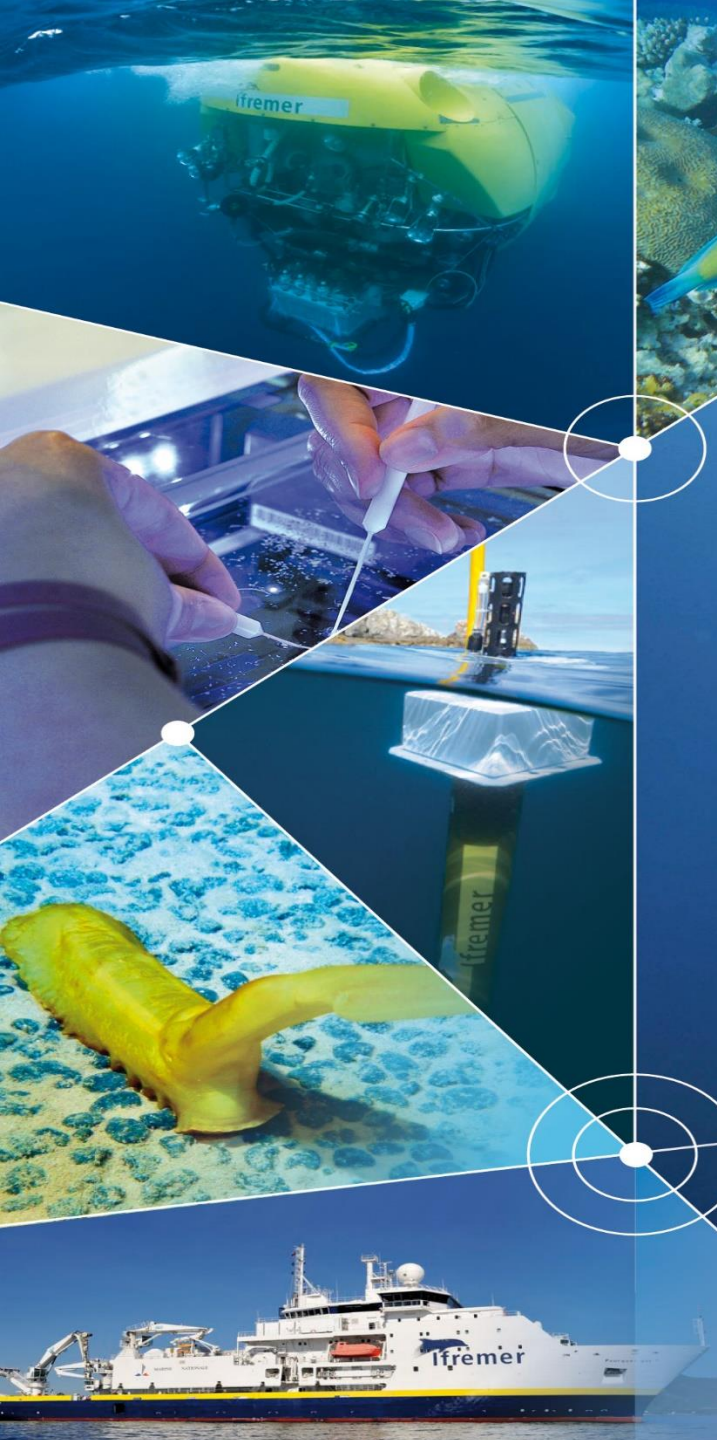
50 nuances de rouge…

Remerciements à
Maud et l'ensemble du REPHY
Anne et toute l'équipe Phenomer
Michael et toute l'équipe du LER/MPL



Nantes Université

pierre.gernez@univ-nantes.fr



LE SYSTÈME D'ALERTE WEB DES HAB EN MANCHE DU PROJET INTERREG S3-EUROHAB

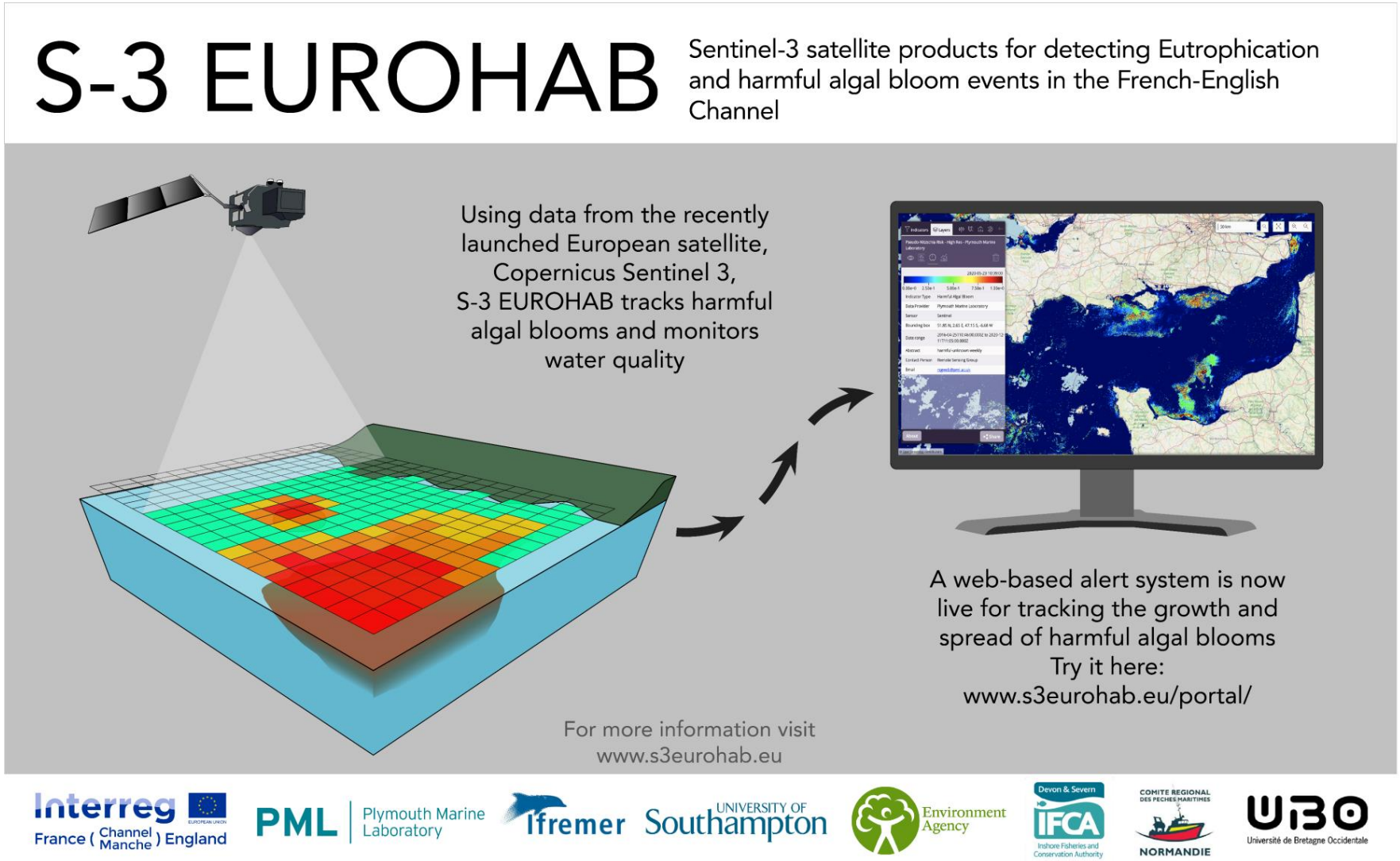
Lefebvre A.[1], Gohin F.[2], Tilstone G.[3] et le consortium S3-EUROHAB

1-IFREMER, Unité Littoral, Laboratoire Environnement & Ressources de Boulogne sur mer, France
2-IFREMER, Unité Littoral, Laboratoire DYNECO, Brest, France
3 – Plymouth Marine Laboratory (PML), United Kingdom

Contact: alain.lefebvre@ifremer.fr

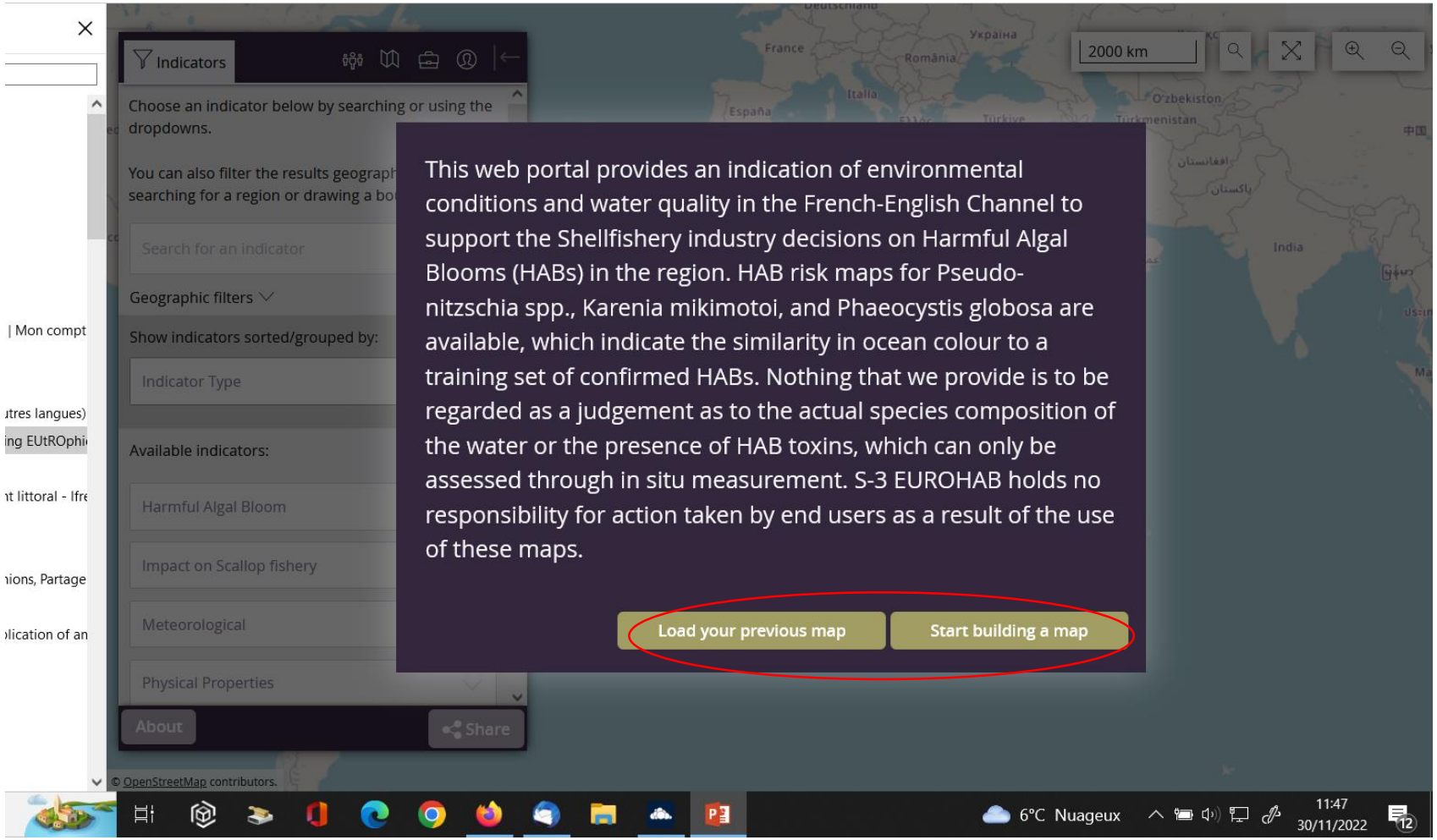
S-3 EUROHAB web portal

https://www.s3eurohab.eu/portal/

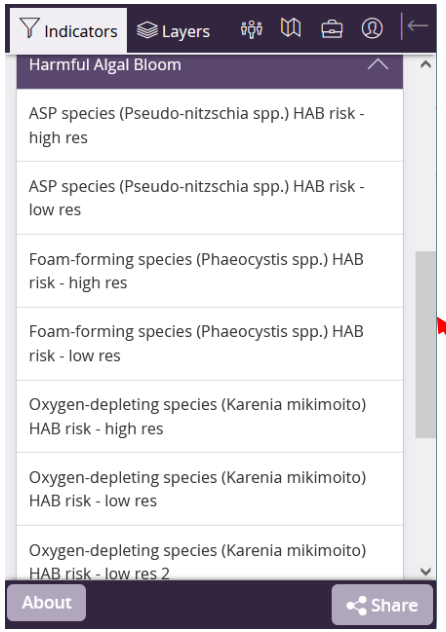


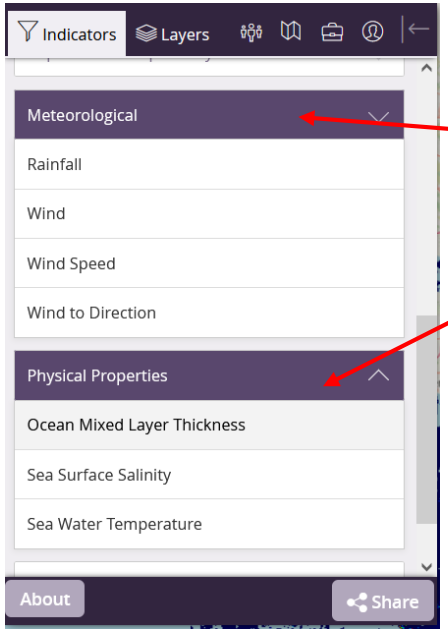
Accès au portail

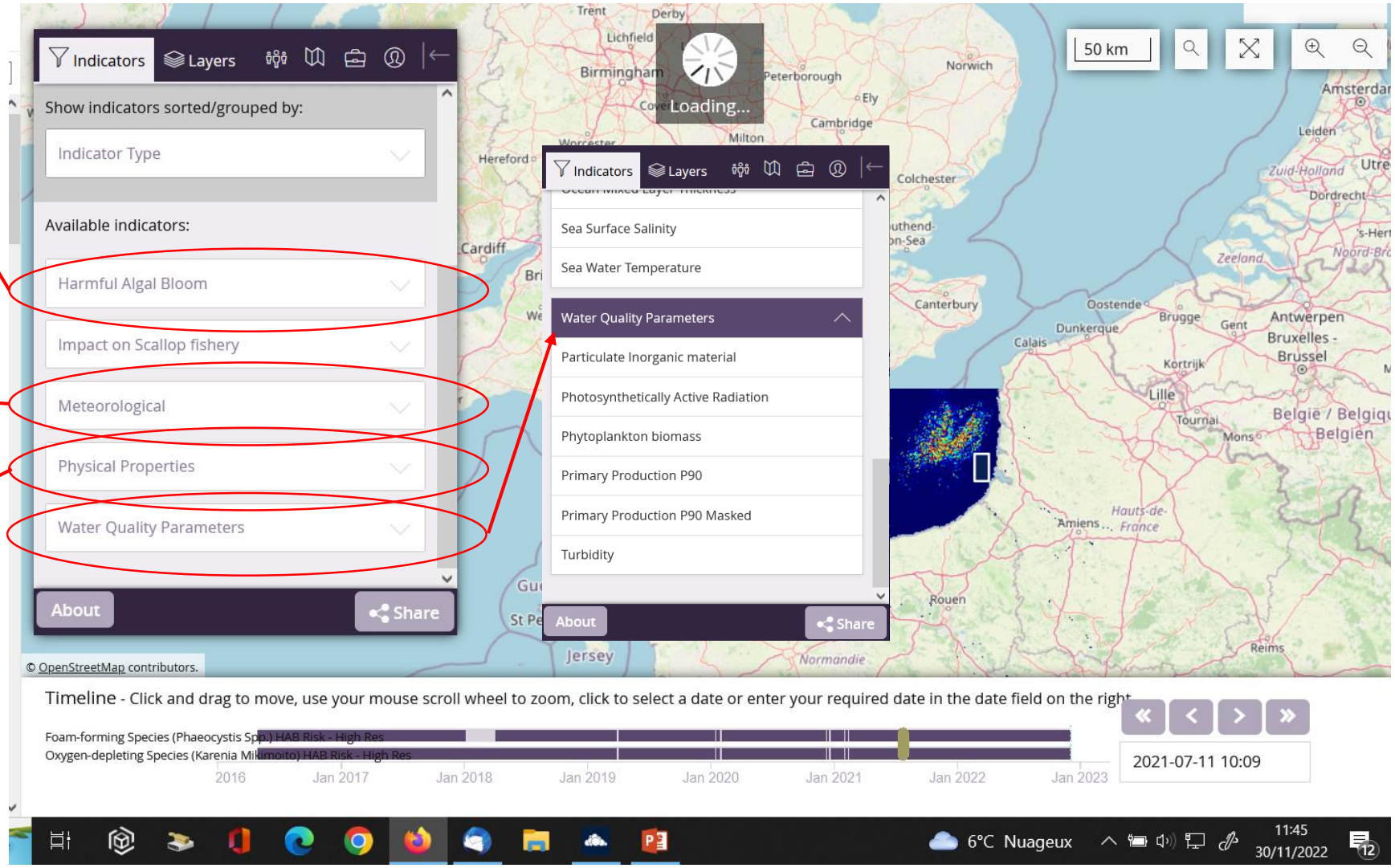
https://www.s3eurohab.eu/portal/



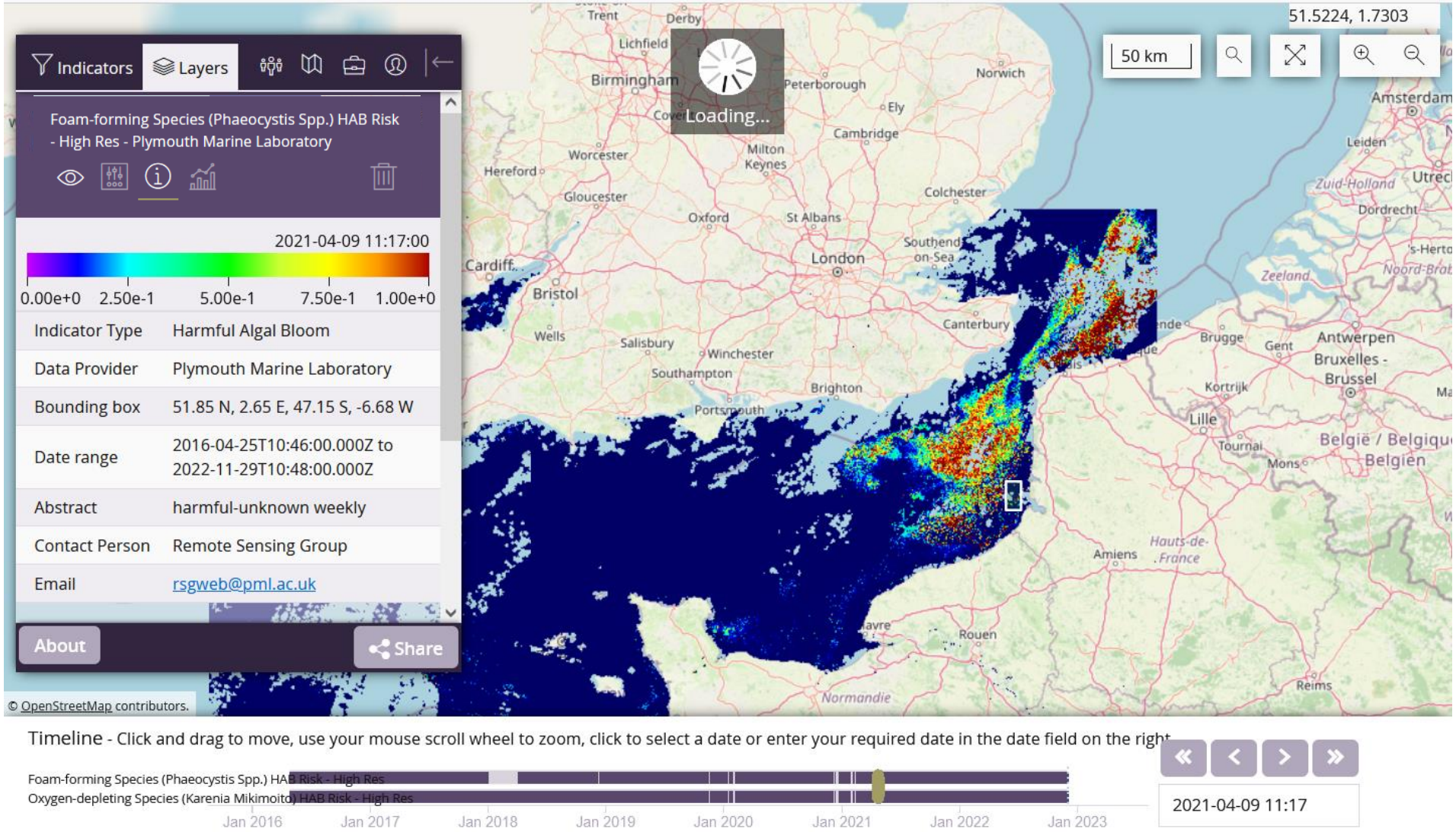
Sélection des « indicateurs »





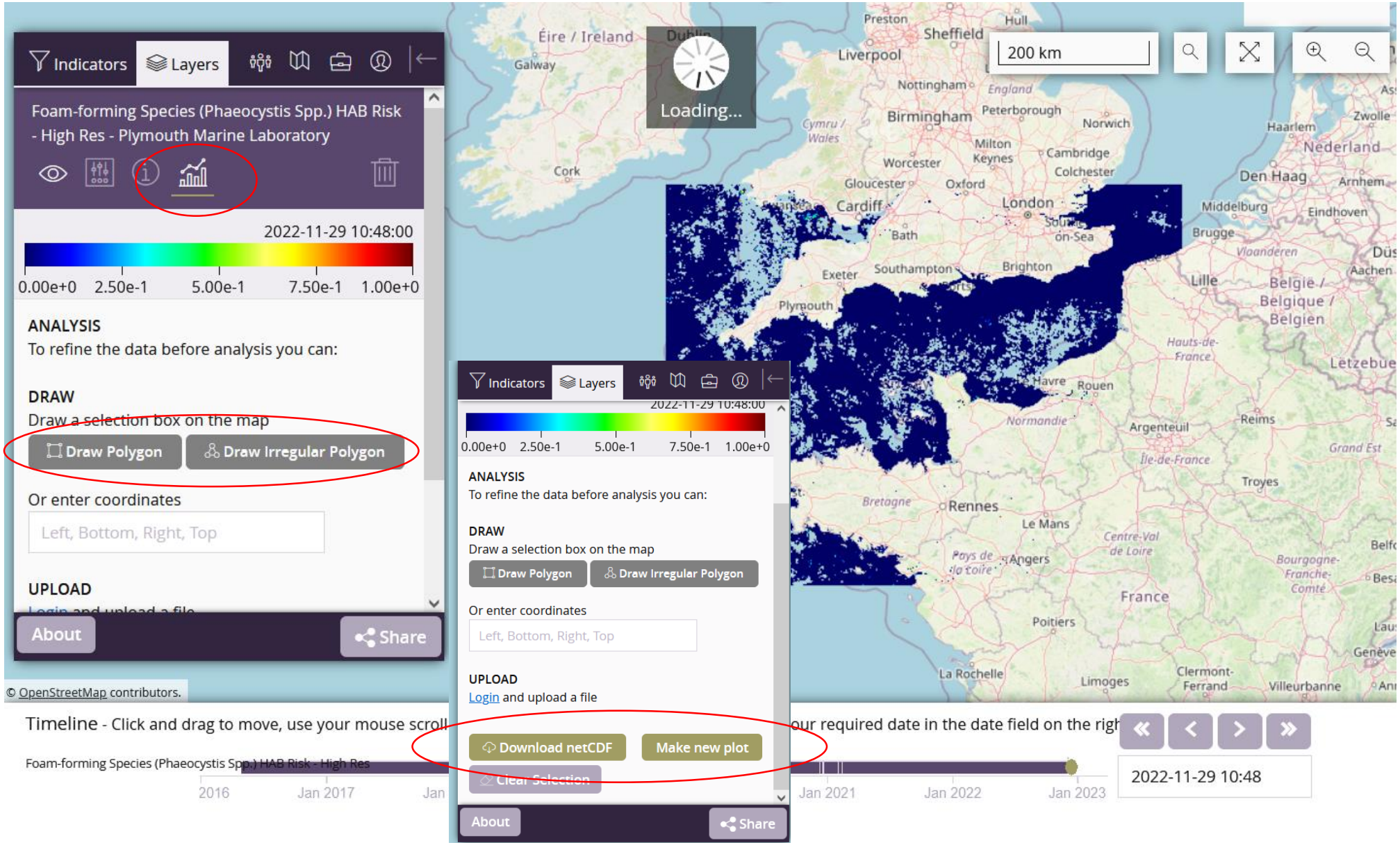


Visualisation des résultats



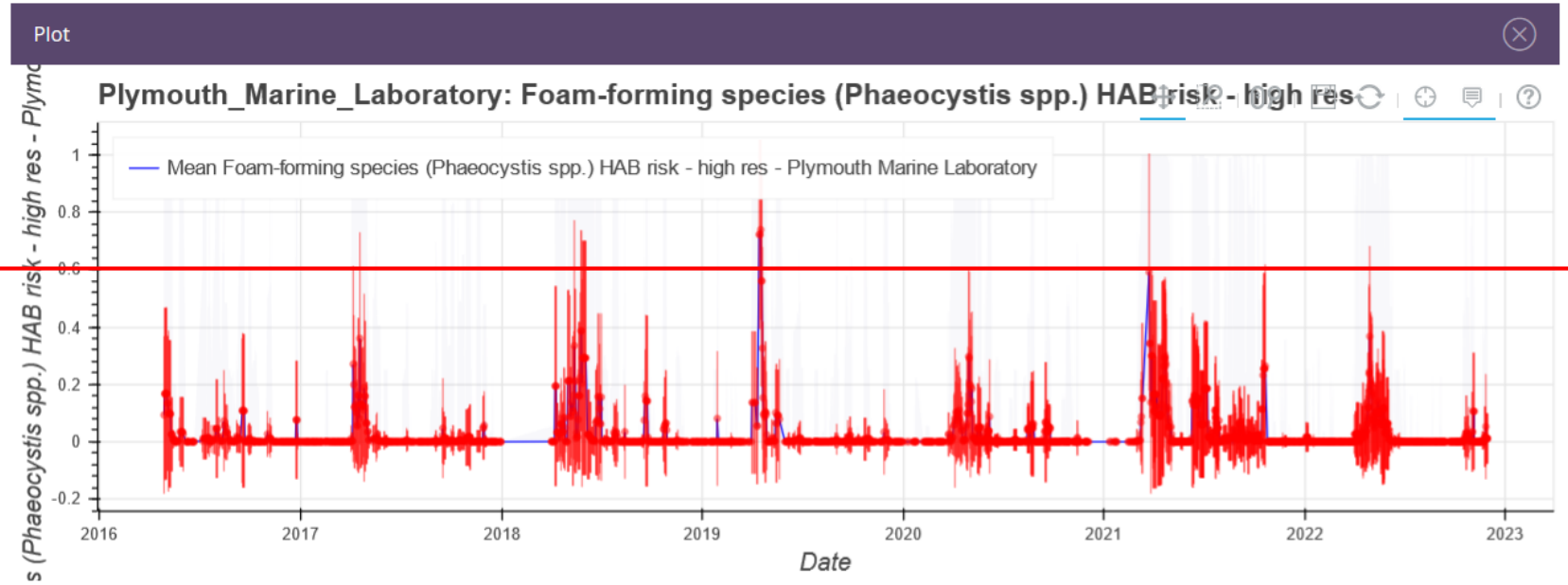
Timeline - Click and drag to move, use your mouse scroll wheel to zoom, click to select a date or enter your required date in the date field on the right

Création d'une série temporelle avec le risque HAB



Création d'une série temporelle avec le risque HAB

Seuil 0,6

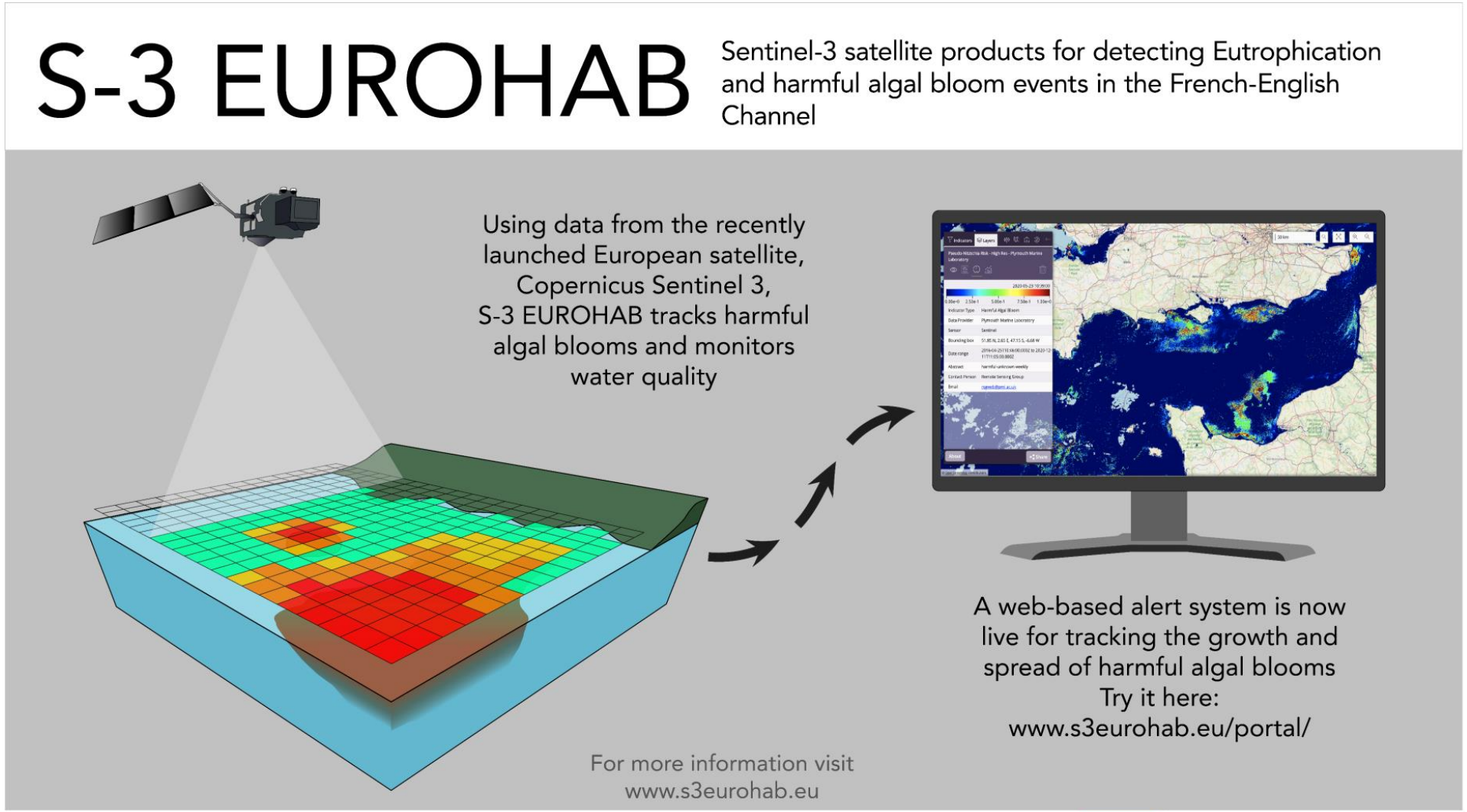


Metadata:

1) Foam-forming species (Phaeocystis spp.) HAB risk - high res - Plymouth Marine Laboratory
Region: undefined
Confidence: undefined
Provider: Plymouth_Marine_Laboratory
Interval: undefined
Bounding Box: 149816.575,6479414.014,164492.485,6507542.84

Download

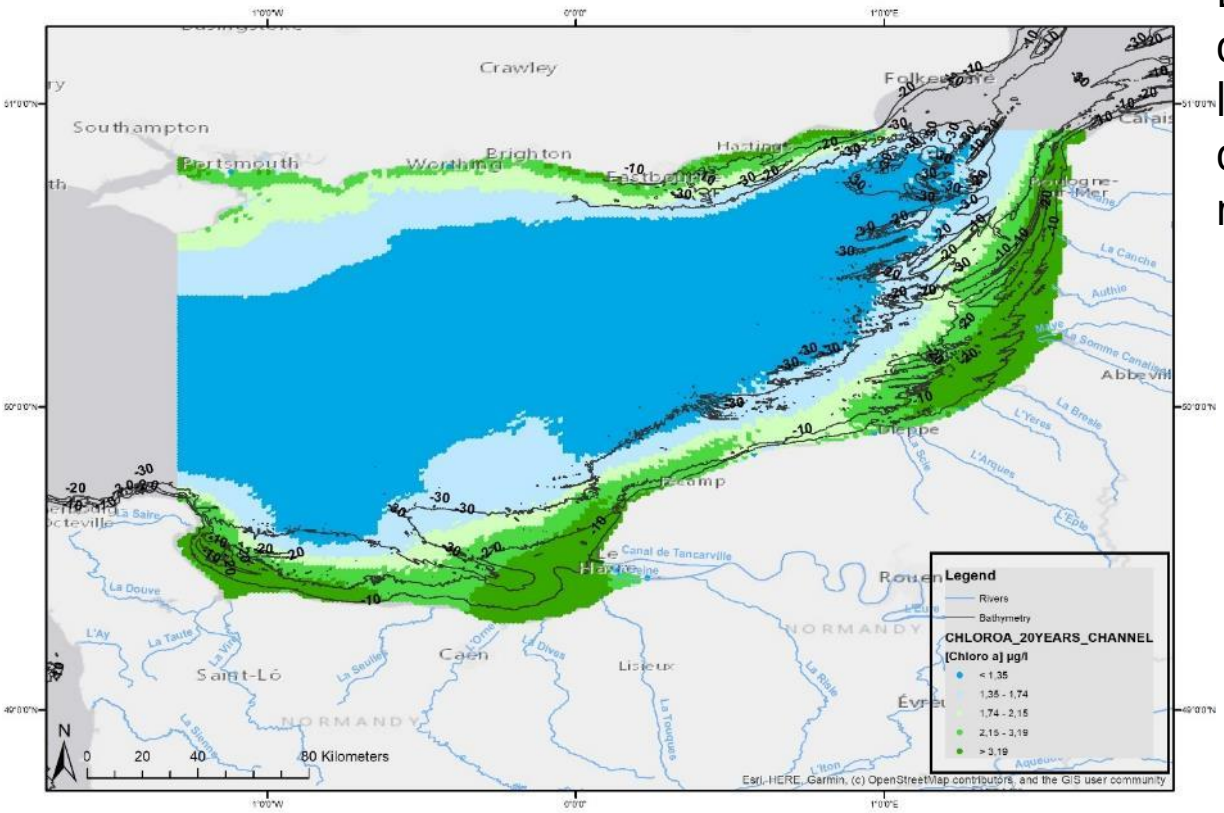
MERCI !


S-3 EUROHAB
Sentinel-3 satellite products for detecting Eutrophication and harmful algal bloom events in the French-English Channel
Using data from the recently launched European satellite, Copernicus Sentinel 3, S-3 EUROHAB tracks harmful algal blooms and monitors water quality
A web-based alert system is now live for tracking the growth and spread of harmful algal blooms
Try it here:
www.s3eurohab.eu/portal/
For more information visit
www.s3eurohab.eu
Interreg
France (Channel Manche) England
PML
Plymouth Marine Laboratory
Ifremer
UNIVERSITY OF Southampton
Environment Agency
Devon & Severn IFCA
Inshore Fisheries and Conservation Authority
COMITÉ RÉGIONAL DES PÊCHES MARITIMES NORMANDIE
UBO
Université de Bretagne Occidentale

Apport des modèles linéaires dynamiques pour l'analyse des tendances de la chlorophylle *a* dans la manche centrale et orientale au cours des deux dernières décennies

ANTOINE HUGUET (IFREMER)
FRANCIS GOHIN (IFREMER)
LAURENT BARILLÉ (NANTES UNIVERSITY)
DOMINIQUE SOUDANT (IFREMER)
PIERRE PETITGAS (IFREMER)

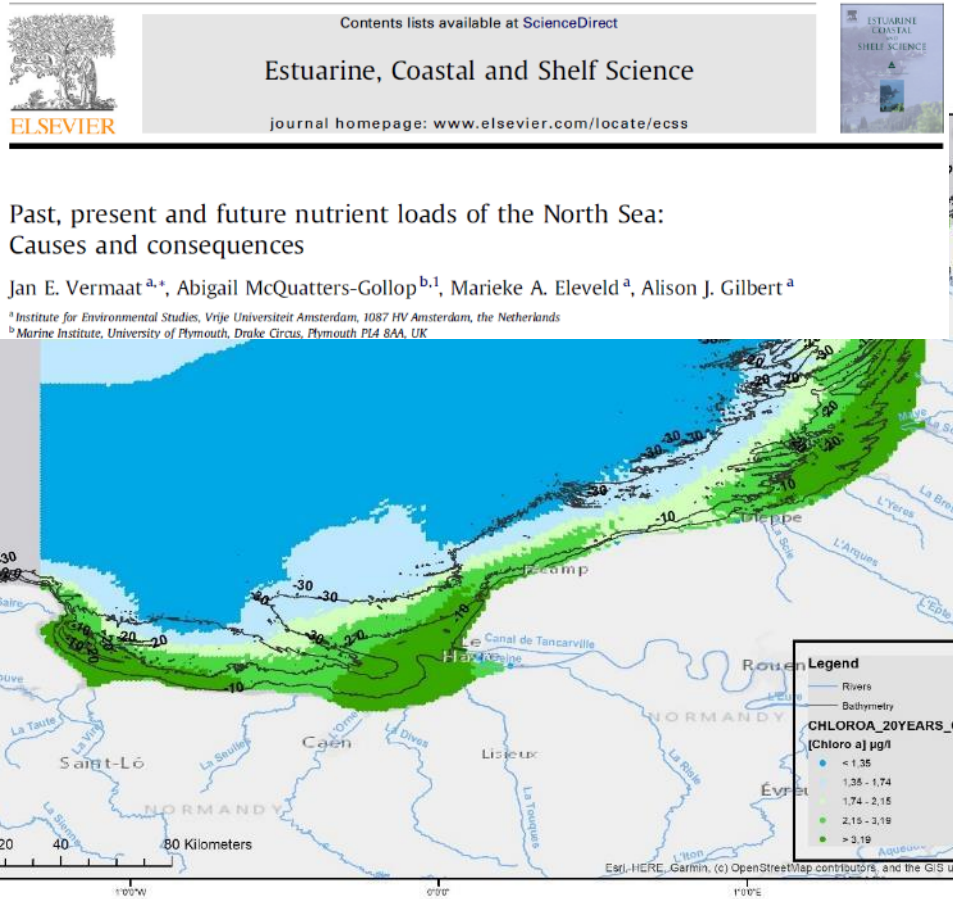
Introduction



Spatial distribution of summer chlorophyll-a mean concentrations from 1999 to 2019 - Calculated from L4 satellite data (OC5 algorithm)

La baisse de qualité des eaux côtières est liée en partie à l'apport de flux importants de nutriments

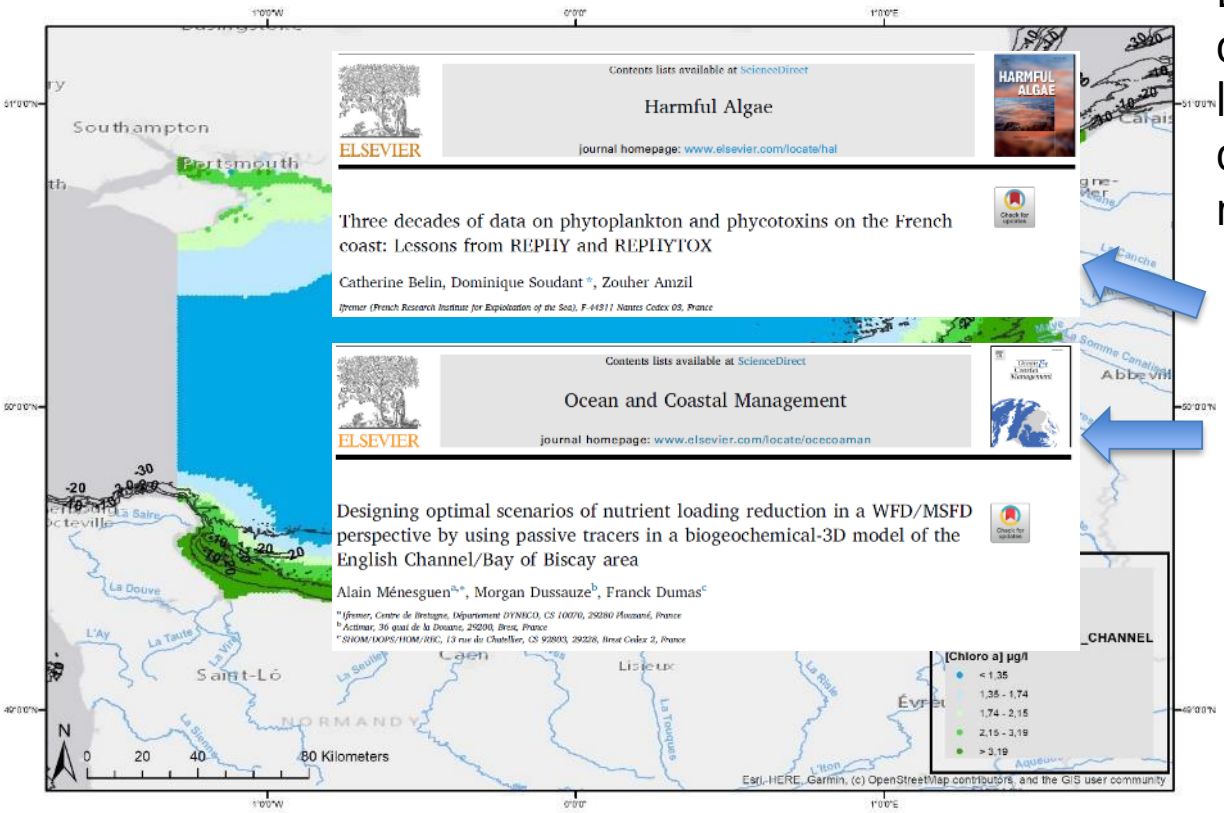
Introduction



La baisse de qualité des eaux côtières est liée en partie à l'apport de flux importants de nutriments

Spatial distribution of summer chlorophyll-a mean concentrations from 1999 to 2019 - Calculated from L4 satellite data (OC5 algorithm)

Introduction

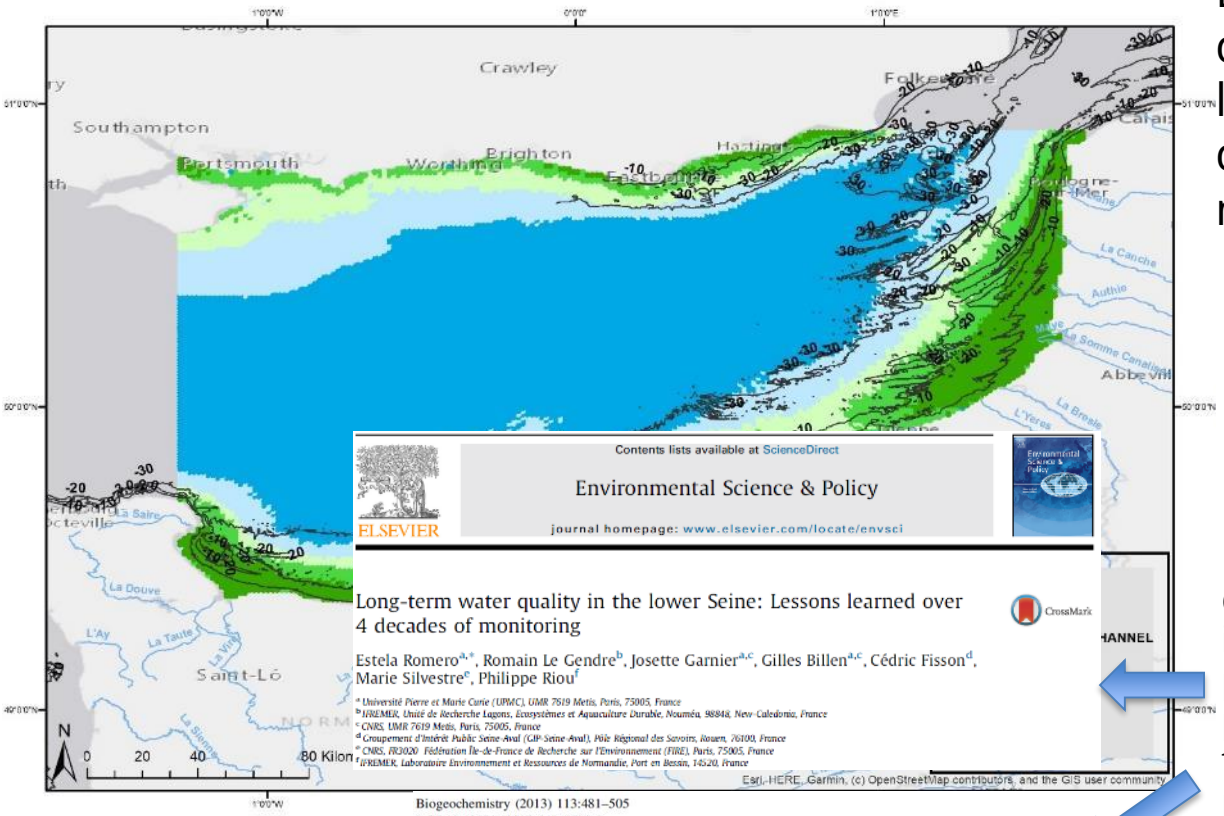


Spatial distribution of summer chlorophyll-a mean concentrations from 1999 to 2019 - Calculated from L4 satellite data (OC5 algorithm)

La baisse de qualité des eaux côtières est liée en partie à l'apport de flux importants de nutriments

La manche centrale et orientale reçoit parmi les eaux françaises le plus d'apports de nutriments

Introduction



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Science & Policy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envsci

Long-term water quality in the lower Seine: Lessons learned over 4 decades of monitoring

Estela Romero[a,*], Romain Le Gendre[b], Josette Garnier[a,c], Gilles Billen[a,c], Cédric Fisson[d], Marie Silvestre[e], Philippe Riou[f]

[a] Université Pierre et Marie Curie (UPMC), UMR 7619 Metis, Paris, 75005, France
[b] IFREMER, Unité de Recherche Lagons, Ecosystèmes et Aquaculture Durable, Nouméa, 98848, New-Caledonia, France
[c] CNRS, UMR 7619 Metis, Paris, 75005, France
[d] Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval (GIP Seine-Aval), Pôle Régional des Savoirs, Rouen, 76100, France
[e] CNRS, FR3020 Fédération Île-de-France de Recherche sur l'Environnement (FIRE), Paris, 75005, France
[f] IFREMER, Laboratoire Environnement et Ressources de Normandie, Port en Bessin, 14520, France

Biogeochemistry (2013) 113:481–505
DOI 10.1007/s10533-012-9778-0

Spatial distribution of summe
Calculated from L4 satellite da

Large-scale patterns of river inputs in southwestern Europe: seasonal and interannual variations and potential eutrophication effects at the coastal zone

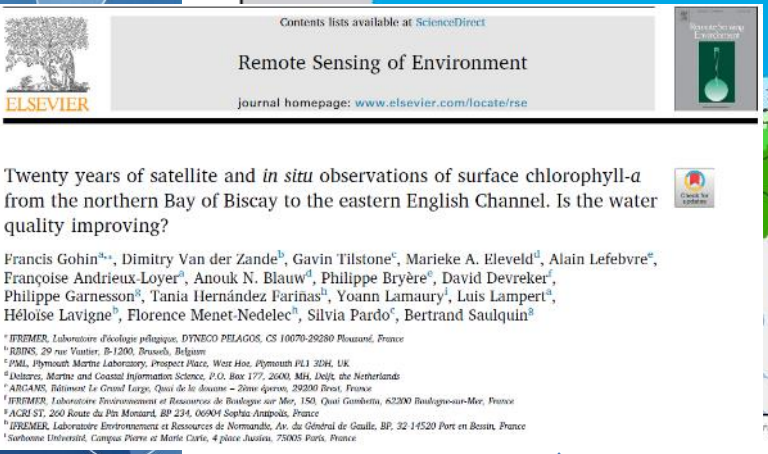
Estela Romero · Josette Garnier · Luis Lassaletta · Gilles Billen · Romain Le Gendre · Philippe Riou · Philippe Cugier

La baisse de qualité des eaux côtières est liée en partie à l'apport de flux importants de nutriments

La manche centrale et orientale reçoit parmi les eaux françaises le plus d'apports de nutriments

L'amélioration récente de la qualité des eaux douces a impacté la production de phytoplancton: cela pourrait être attribué à des flux moins importants de phosphore

Introduction


Contents lists available at ScienceDirect

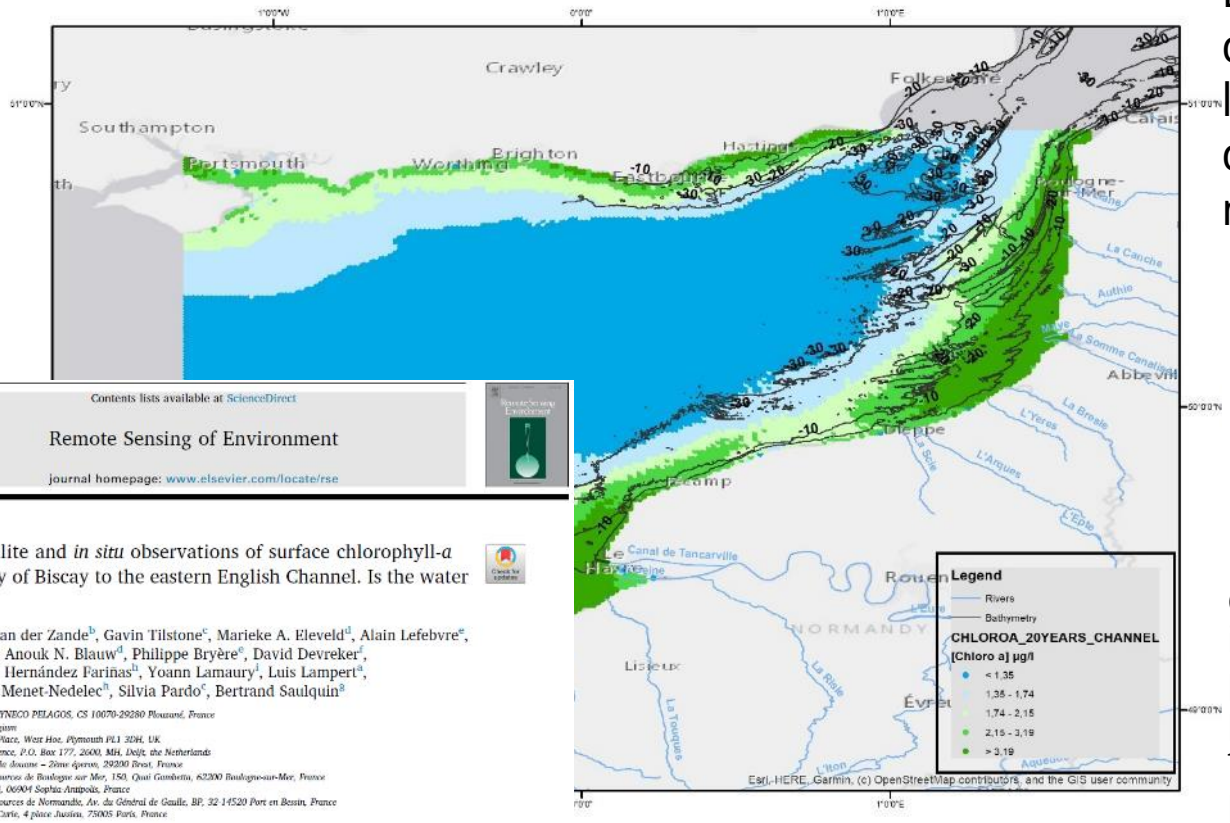
Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse

Twenty years of satellite and *in situ* observations of surface chlorophyll-*a* from the northern Bay of Biscay to the eastern English Channel. Is the water quality improving?

Francis Gohin[a,*], Dimitry Van der Zande[b], Gavin Tilstone[c], Marieke A. Eleveld[d], Alain Lefebvre[e], Françoise Andrieux-Loyer[a], Anouk N. Blauw[d], Philippe Bryère[e], David Devreker[f], Philippe Garnesson[g], Tania Hernández Fariñas[h], Yoann Lamaury[i], Luis Lampert[a], Héloïse Lavigne[b], Florence Menet-Nedelec[h], Silvia Pardo[c], Bertrand Saulquin[g]

[a] IFREMER, Laboratoire d'écologie pélagique, DYNECO PELAGOS, CS 10070-29280 Plouzané, France
[b] RBINS, 29 rue Vautier, B-1200, Brussels, Belgium
[c] PML, Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, West Hoe, Plymouth PL1 3DH, UK
[d] Deltares, Marine and Coastal Information Science, P.O. Box 177, 2600, MH, Delft, the Netherlands
[e] ARGANS, Bâtiment Le Grand Large, Quai de la douane – 2ème éperon, 29200 Brest, France
[f] IFREMER, Laboratoire Environnement et Ressources de Boulogne sur Mer, 150, Quai Gambetta, 62200 Boulogne-sur-Mer, France
[g] AGRI ST, 260 Route du Pin Montard, BP 234, 06904 Sophia Antipolis, France
[h] IFREMER, Laboratoire Environnement et Ressources de Normandie, Av. du Général de Gaulle, BP, 32 14520 Port en Bessin, France
[i] Sorbonne Université, Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France



Spatial distribution of summer chlorophyll-a mean concentrations from 1999 to 2019 - Calculated from L4 satellite data (OC5 algorithm)

La baisse de qualité des eaux côtières est liée en partie à l'apport de flux importants de nutriments

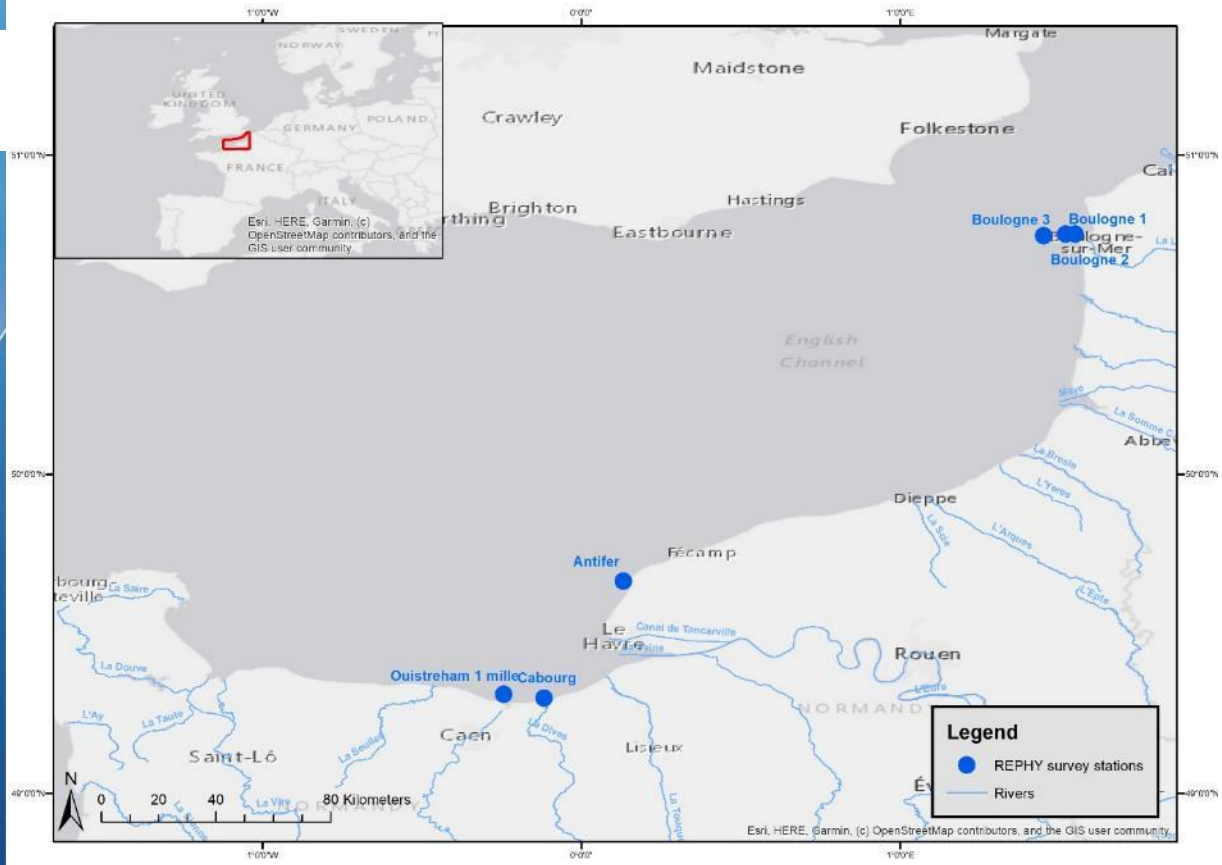
La manche centrale et orientale reçoit parmi les eaux françaises le plus d'apports de nutriments

L'amélioration récente de la qualité des eaux douces a impacté la production de phytoplancton: cela pourrait être attribué à des flux moins importants de phosphore

Mais le bloom printanier de chlorophylle *a* n'a pas évolué significativement dans la zone.

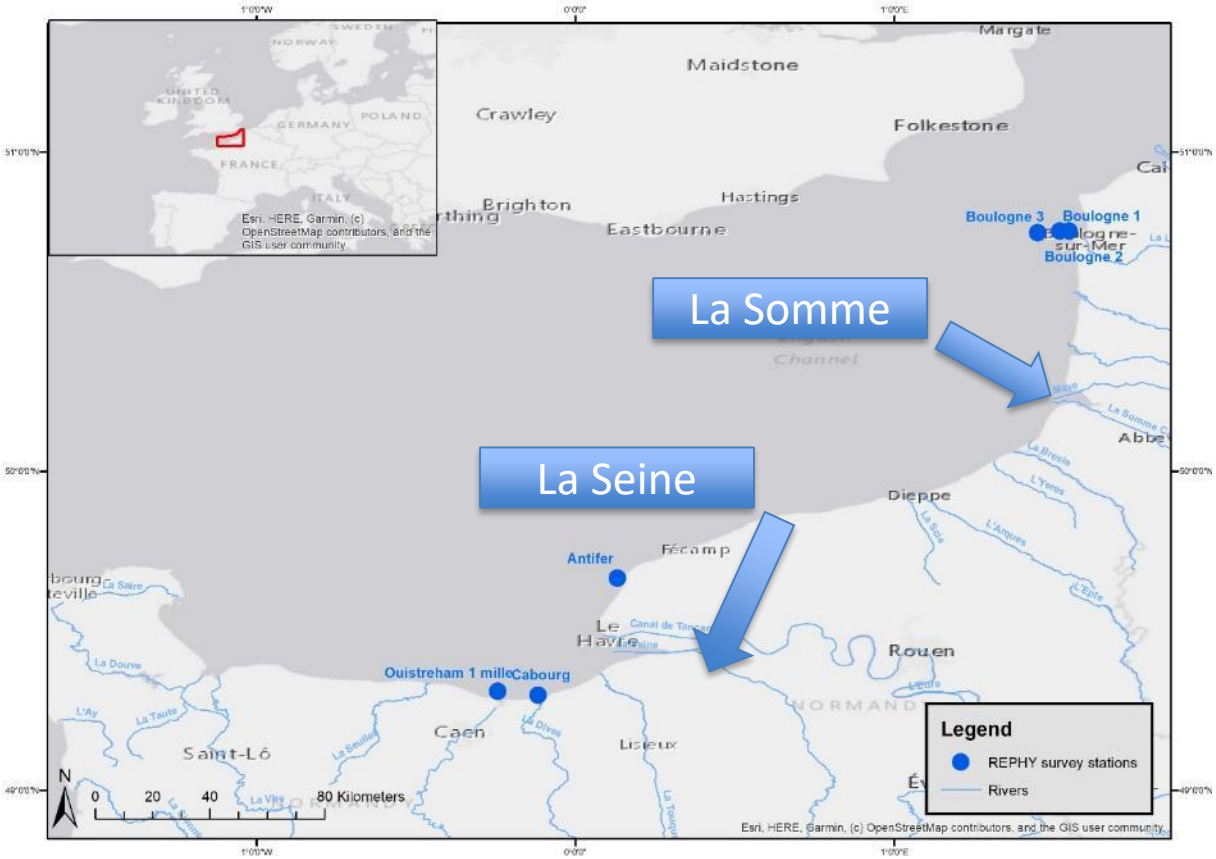
Quelle est la cause de ce déclin des concentrations en chlorophylle *a* : une baisse des apports anthropiques de phosphore ou la variabilité des débits des fleuves ?

Données



Study area and *in situ* REPHY monitoring stations

Données



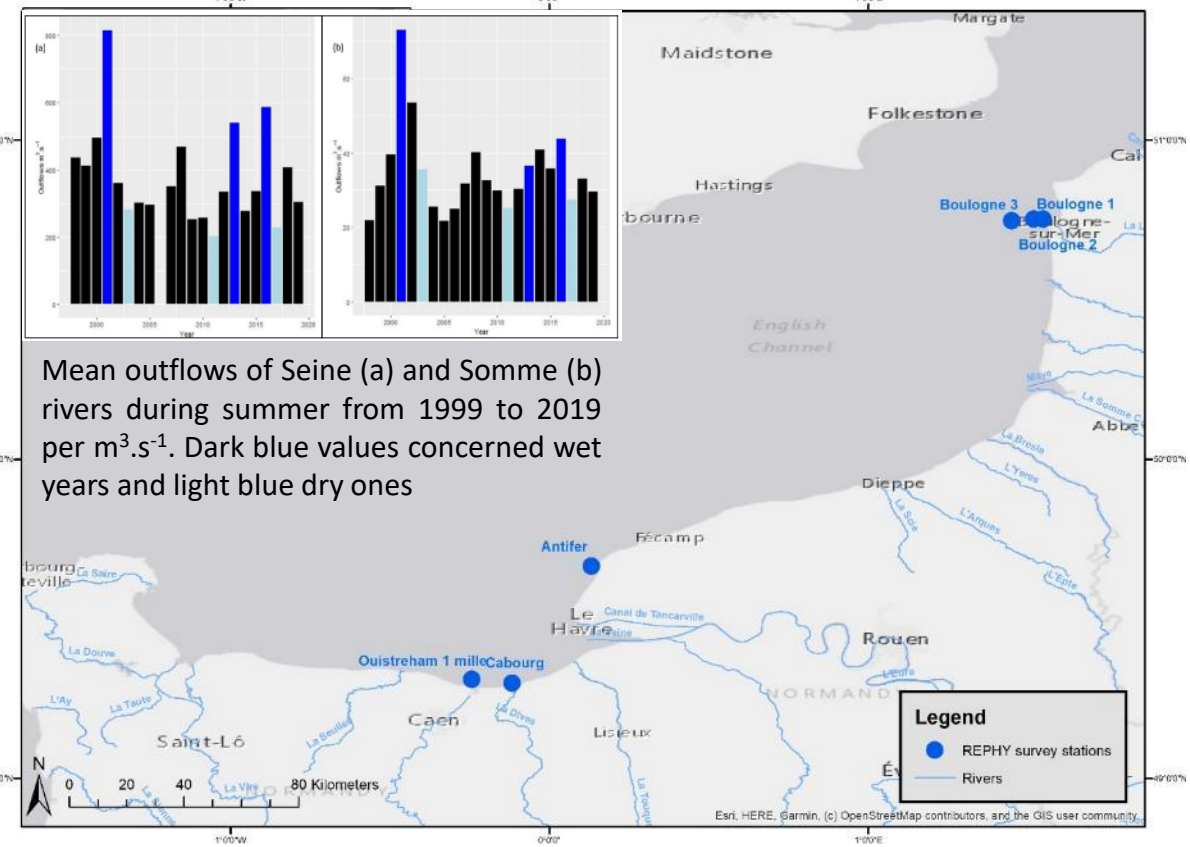
Study area and *in situ* REPHY monitoring stations

Parties centrale et orientale de la Manche

2 fleuves majeurs (Seine et Somme)

Données

Mean outflows of Seine (a) and Somme (b) rivers during summer from 1999 to 2019 per $m^3.s^{-1}$. Dark blue values concerned wet years and light blue dry ones

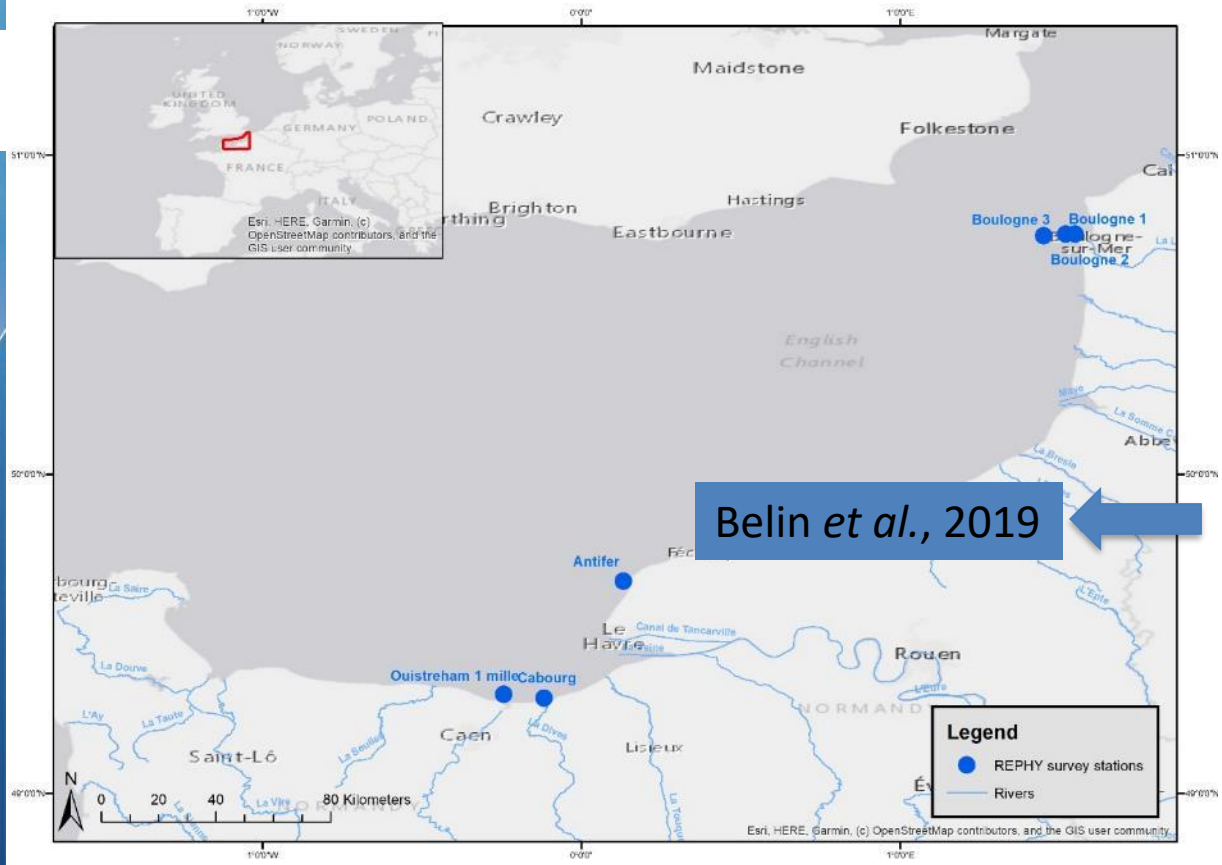


Study area and *in situ* REPHY monitoring stations

Parties centrale et orientale de la Manche

2 fleuves majeurs (Seine et Somme)

Données



Belin *et al.*, 2019

Parties centrale et orientale de la Manche

2 fleuves majeurs (Seine et Somme)

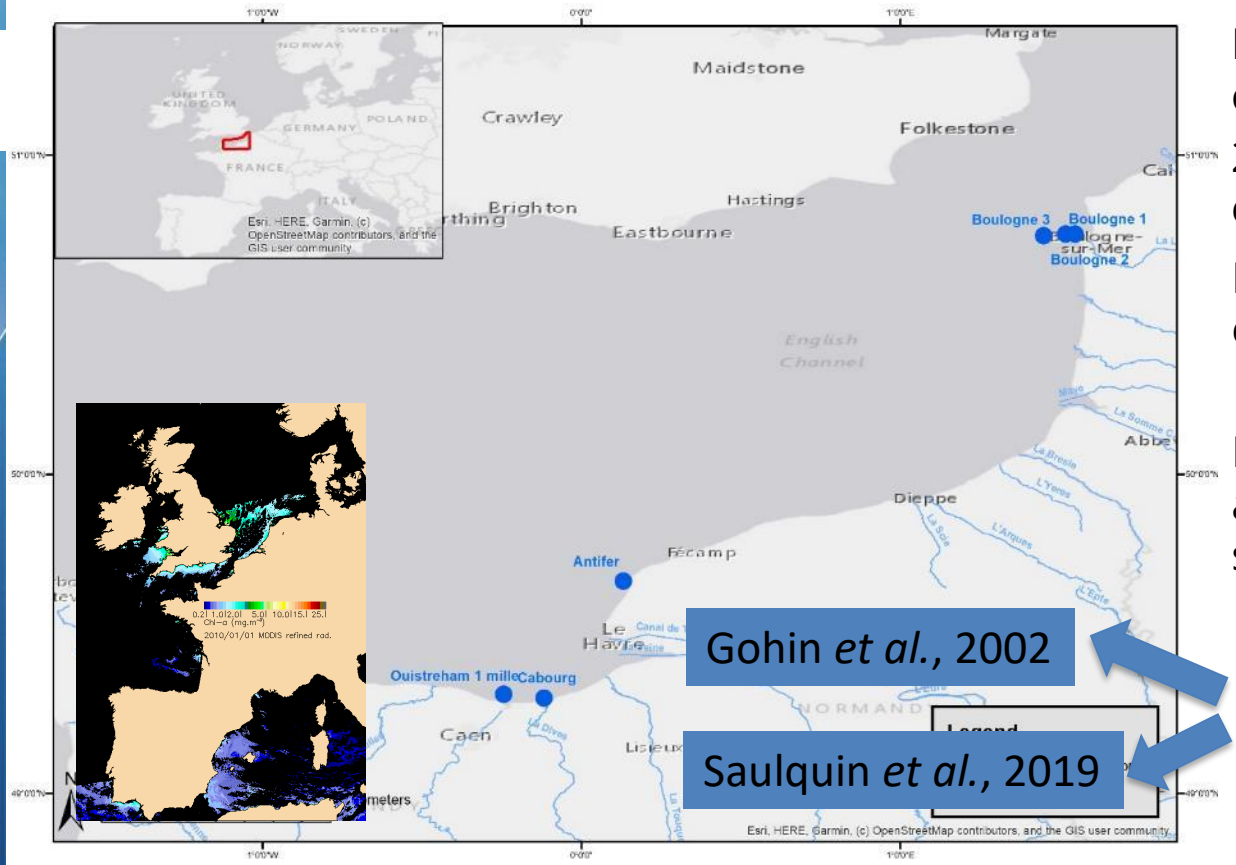
Débits des fleuves: MTE et « Banque hydro »

Données *in situ* : REPHY avec 6 lieux de surveillance

Study area and *in situ* REPHY monitoring stations

Monitoring stations	lat/lon (WGS84)	Parameters	Times series	Location
Boulogne 1	50.7531 1.5486	chlorophyll-a, NO3NO2, PO4	1998 - 2019	Coastal Station of Boulogne transect
Boulogne 2	50.7531 1.5189	chlorophyll-a, NO3NO2, PO4	1998 - 2019	Mid Station of Boulogne transect
Boulogne 3	50.7481 1.4494	chlorophyll-a, NO3NO2, PO4	1998 - 2019	Offshore Station of Boulogne transect
Antifer	49.6657 0.1316	chlorophyll-a, NO3NO2, PO4	2002 – 2019 for chlorophyll-a 2005 – 2019 for nutrients	In the coastal river plume created by the outflow of the Seine
Ouistreham 1 mille	49.3109 -0.2428	chlorophyll-a, NO3NO2, PO4	2002 – 2019 for chlorophyll-a 2005 – 2019 for nutrients	Bay of Seine
Cabourg	49.2984 -0.1170	chlorophyll-a, NO3NO2, PO4	2002 – 2019 for chlorophyll-a 2005 – 2019 for nutrients	Bay of Seine

Données



Study area and *in situ* REPHY monitoring stations

Parties centrale et orientale de la Manche

2 fleuves majeurs (Seine et Somme)

Débits des fleuves: MTE et « Banque hydro »

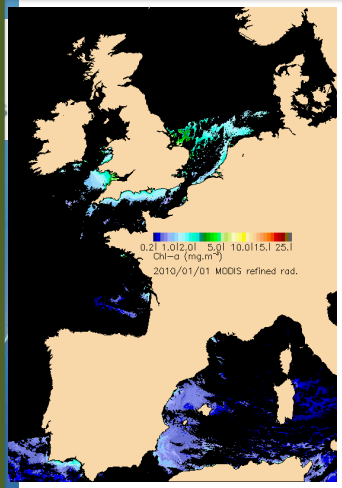
Données *in situ* : REPHY avec 6 lieux de surveillance

Gohin *et al.*, 2002

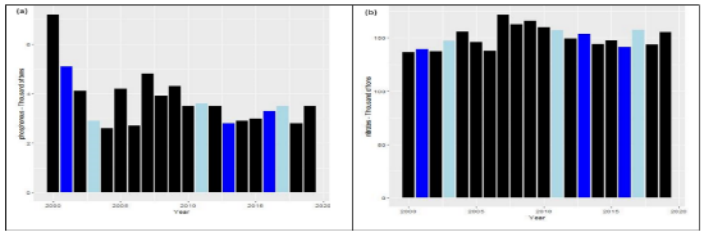
Saulquin *et al.*, 2019

Données satellite : images journalières, produit level 4, interpolation utilisant l'algorithme OC5 pour la chlorophylle *a*

Méthode



Extraction des données *in situ* et satellite pour constituer des séries temporelles [1998:2019]



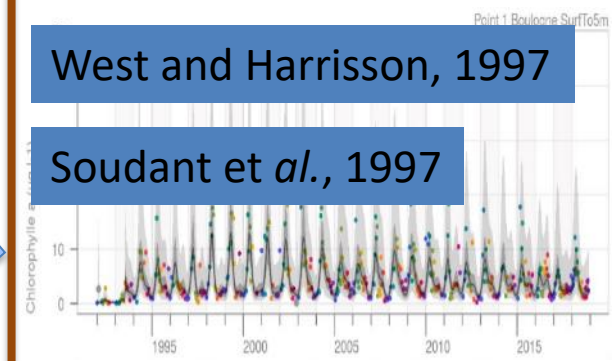
Phosphorus (a) and nitrates (b) fluxes for the french Channel facade per Kt.year^{-1}, Dark bl values concerned wet years and light blue dry

Modélisation des séries temporelles en utilisant des modèles linéaires dynamiques (DLM). On ne garde que les tendances

$$Y_t = \mu_t + FS_t + v_t,\ v_t \sim N(0, V)$$

West and Harrisson, 1997

Soudant et *al.*, 1997



Tendances testées par un test non paramétrique de Man Kendall

Si les tendances sont significatives, les changements sont calculés par la méthode « Sen's robust lin

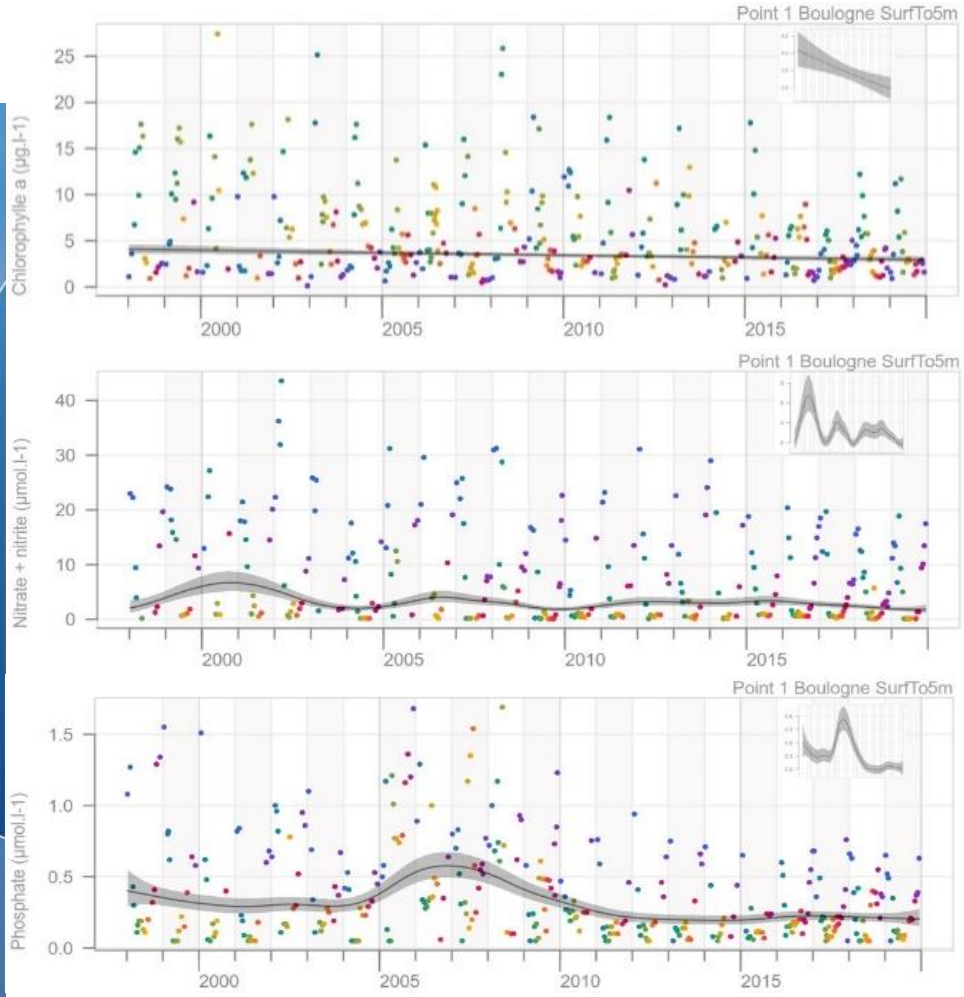
Mac Nally, 2000

Hamed and Rao, 1998

Helsel and Hirsh, 2002

Régressions multiples et partition hiérarchique

Analyse des données du REPHY (Exemple pour Boulogne 1)



Long term in situ chlorophyll *a* and nutrient concentrations seasonally adjusted from REPHY station Boulogne 1 using a DLM model. Shaded areas indicate the 90% confidence interval. Each dot in the trend plot represents a half month value, blue ones concerning winter, green spring, red summer and violet autumn. The insert represents the trend with an adapted scale

Les concentrations en chlorophylle *a* montrent une décroissance continue (de 25 µg.l^{-1} à moins de 10 µg.l^{-1}). Des décroissances similaires sont observées aux embouchures de la Seine et la Somme

Les tendances concernant les concentrations de la somme des nitrates+nitrites sont variables et dépendent des lieux

Sur les 10 dernières années, les concentrations de phosphore ont diminué d'un maximum de 2 µg.l^{-1} à moins de 0,6 µg.l^{-1}

Analyse des données du REPHY

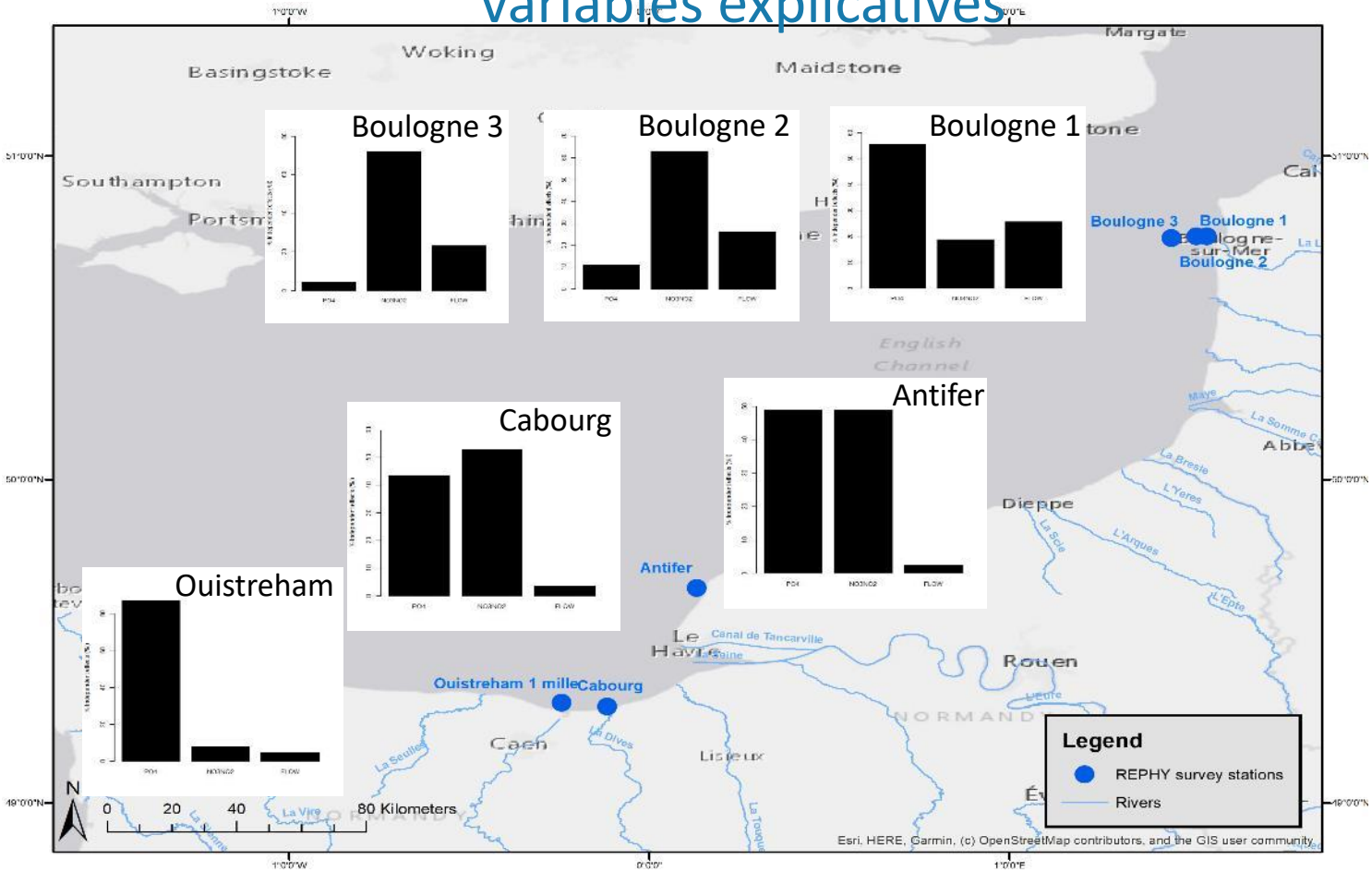
Monitoring stations		Chl *a* ($\mu g.l^{-1}$)	NO3NO2 ($\mu mol.l^{-1}$)	PO_4 ($\mu mol.l^{-1}$)
Boulogne 1	Changes (%)	**-0.76 (-19.8%)**	-0.84 (-25.6%)	**-0.25 (-59.4%)**
	PValue	0.027	NS	< 10**-4
Boulogne 2	Changes (%)	**-0.71 (-26.3%)**	**-1.10 (-42.4%)**	-0.26 (-54.4%)
	PValue	0.020	0.003	NS
Boulogne 3	Changes (%)	-0.27 (-17.5%)	**-1.04 (-46.5%)**	-0.27 (-17.5%)
	PValue	NS	0.016	NS
Antifer	Changes (%)	**-0.34 (-16.7%)**	**-8.70 (-30.5%)**	**-0.85 (-81.1%)**
	PValue	0.032	< 10**-4	0.003
Ouistreham 1 mille	Changes (%)	**-1.08 (-34.7%)**	**5.89 (50%)**	**-0.75 (-83.3%)**
	PValue	0.012	0.042	< 10**-4
Cabourg	Changes (%)	**-0.93 (-30%)**	1.46 (9.8)	**-0.80 (-82%)**
	PValue	0.004	NS	< 10**-4

Results of Mann Kendall test of *in situ* time series and variation of each parameters in % and unit of measure

La tendance désaisonnalisée estimée montre une décroissance monotone significative pour la chlorophylle *a* pour 5 des 6 lieux étudiés.

Les concentrations de phosphore ont une tendance monotone significative à la baisse pour les stations côtières, qui peut atteindre 80% en 20 ans à l'embouchure de la Seine

Analyse des séries temporelles de chlorophylle *a* et variables explicatives

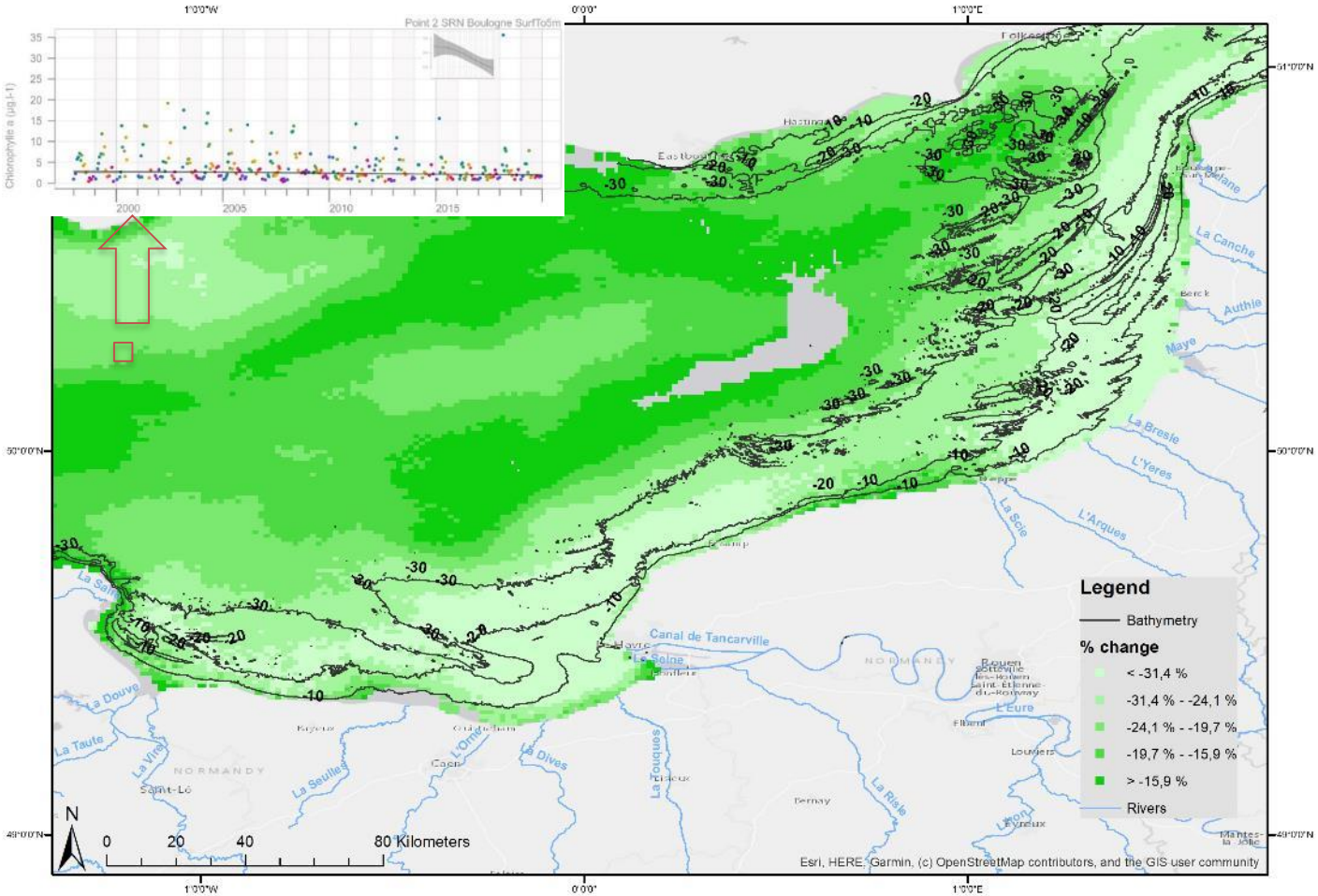


Independent explanatory power of nutrients and flow variables through multiple regressions for REPHY in situ monitoring locations

Le phosphore garde une puissance explicative significative pour les lieux côtiers, il semble moins signifiant au large

Les débits n'ont jamais une puissance explicative comparable aux nutriments

Analyse des séries temporelles satellite de chlorophylle *a*



Changes in chlorophyll *a* concentration (expressed in percent change) from 1998 to 2019. Calculated from L4 satellite data (OC5 algorithm) – Only pixels with significant monotonic trends are showed

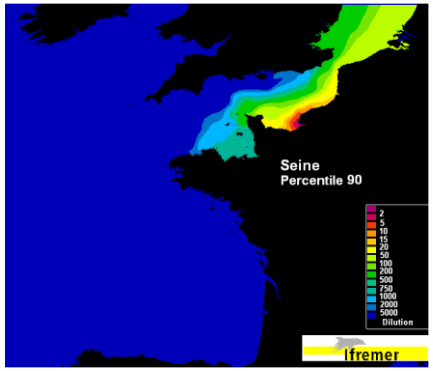
Même méthode que les données *in situ* (DLM + données désaisonnalisées)

Changements très significatif dans les concentrations de chlorophylle *a*, qui décroissent de plus de 25% sur toute la partie française de la Manche.

Présence d'un gradient spatial de la côte vers le large.

Conclusion

Menesguen *et al*, 2018

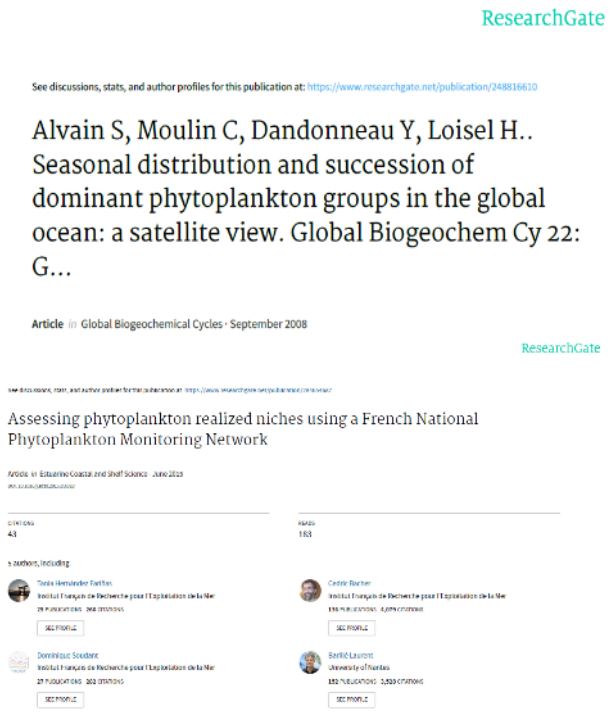


La concentration en chlorophylle *a* des zones côtières est impactée de façon significative par la baisse des apports de phosphore

Les zones plus au large, dans la zone centrale du Channel, sont probablement sujettes à d'autres effets que les apports anthropiques

- **Apports venus de l'Atlantique**
- **Des phénomènes plus globaux limitant la production de chlorophylle *a***

Conclusion



La concentration en chlorophylle *a* des zones côtières est impactée de façon significative par la baisse des apports de phosphore

Les zones plus au large, dans la zone centrale du Channel, sont probablement sujettes à d'autres effets que les apports anthropiques

- **Apports venus de l'Atlantique**
- **Des phénomènes plus globaux limitant la production de chlorophylle *a***

La baisse de chlorophylle *a* peut-elle être liée avec l'hypothèse d'un changement dans les communautés phytoplanctoniques ?

Conclusion

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/248816610

Alvain S, Moulin C, Dandonneau Y, Loisel H.. Seasonal distribution and succession of dominant phytoplankton groups in the global ocean: a satellite view. Global Biogeochem Cy 22: G...

Article in Global Biogeochemical Cycles · September 2008

ResearchGate

Assessing phytoplankton realized niches using a French National Phytoplankton Monitoring Network

Article in Estuarine Coastal and Shelf Science · June 2015

La concentration en chlorophylle *a* des zones côtières est impactée de façon significative par la baisse des apports de phosphore

Les zones plus au large, dans la zone centrale du Channel, sont probablement sujettes à d'autres effets que les apports anthropiques

Apports venus de l'Atlantique

Des phénomènes plus globaux limitant la production de chlorophylle *a*

frontiers in Marine Science

ORIGINAL RESEARCH
published: 12 August 2021
doi: 10.3389/fmars.2021.669951

Climate Change Induced Trends and Uncertainties in Phytoplankton Spring Bloom Dynamics

Lőrinc Mészáros[1,2], Frank van der Meulen[2], Geurt Jongbloed[2] and Ghada El Serafy[1,2]*

[1] Marine and Coastal Systems, Deltares, Delft, Netherlands, [2] Applied Mathematics, Delft University of Technology, Delft, Netherlands

La baisse de chlorophylle *a* peut-elle être liée avec l'hypothèse d'un changement dans les communautés phytoplanctoniques ?

La généralisation et le développement des modèles linéaires pourrait amener à de nombreuses applications. Par exemple: la spatialisation des débuts et fin de bloom et leur évolution dans le temps, la caractérisation de typologies liées à la phénologie détectées dans les séries temporelles …

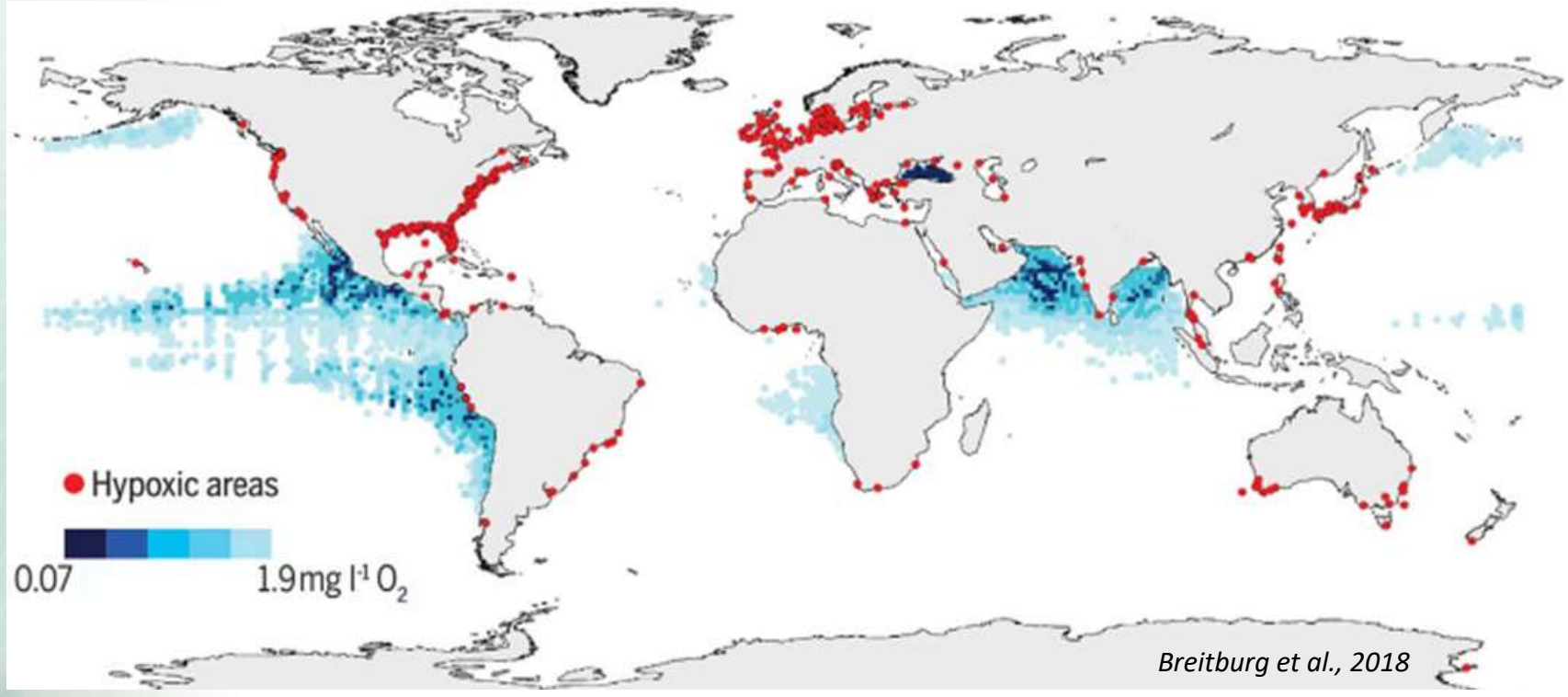
Développement et mise en œuvre d'une instrumentation low-tech pour le suivi haute fréquence de O_2

Exemple du suivi effectué en baie de Vilaine

Anne DANIEL, *Michel REPECAUD, Florian CARADEC, Loïc QUEMENER, Emilie RABILLER*

IFREMER Brest – DYNECO/PELAGOS, RDT/LDCM

Enjeux et problématique scientifique

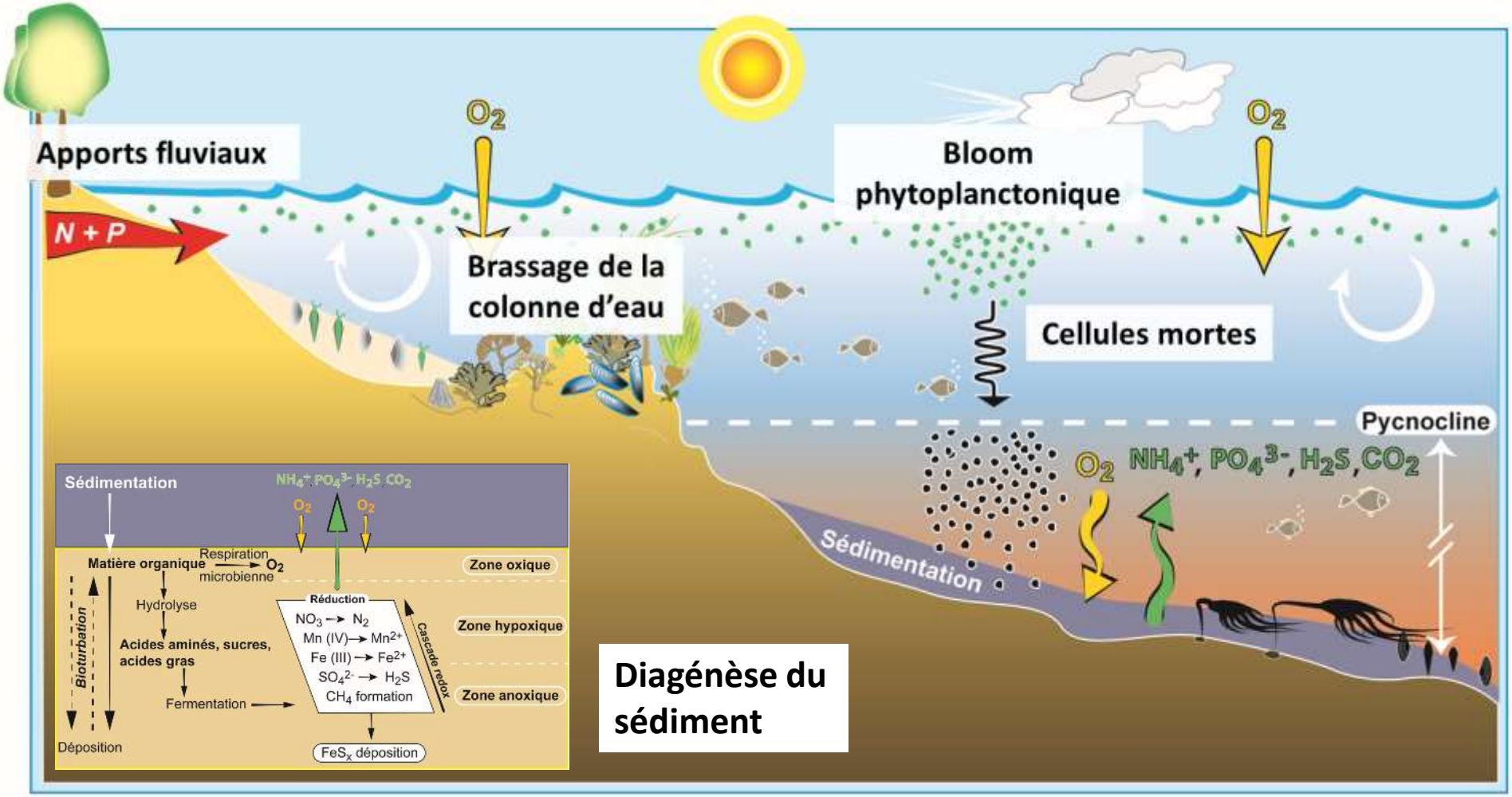


Déoxygénation des eaux océaniques et côtières (programme GOOD)

- très peu de données O_2 disponibles en milieu côtier
- hypoxie surtout présente au fond de la colonne d'eau en milieu côtier
- suivi basse fréquence non pertinent pour l'observation d'évènements fugaces

-> besoin d'un suivi HF sur le fond pour suivre la dynamique temporelle et spatiale de l'oxygène

Enjeux et problématique scientifique



Processus général de déclenchement d'une crise hypoxique en milieu côtier

Genèse du projet Mastodon

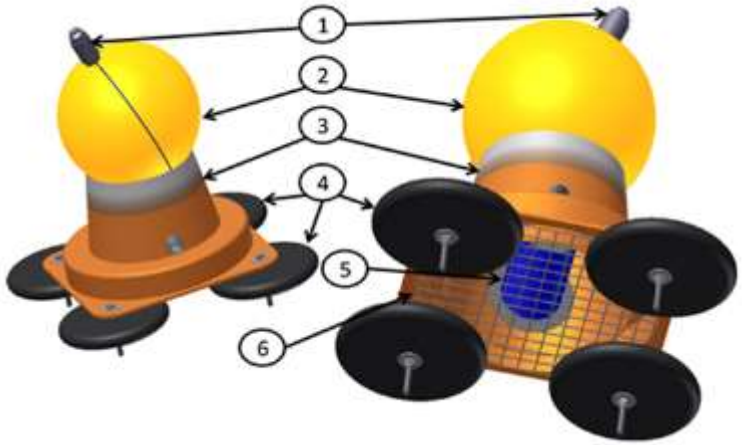
Objectif scientifique

Mesurer la température de fond sur le plateau continental durant plusieurs mois sur des sites multiples

Spécifications instrumentales

Concevoir un système instrumental (mouillage et capteur) à bas cout de construction et de mise en œuvre

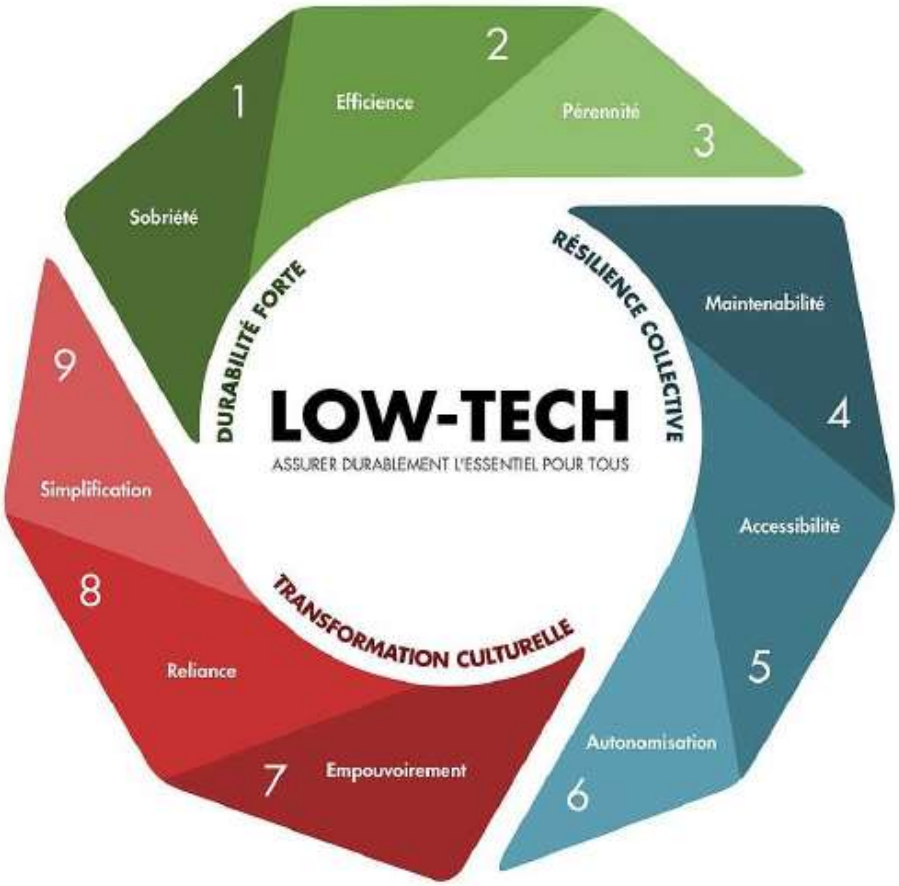
Première version de 2014



1: Conteneur électronique
2: Bouée de type Nokalon
3: Cône de chantier
4: Lest (haltère de 5kg)
5: Bobine de bout
6: Grillage de protection

Poids total dans l'air : 28 kg
dans l'eau : 10 kg

Démarche low tech



LES CRITÈRES DE TOUTE DÉMARCHE D'INNOVATION LOW-TECH :

DURABILITÉ FORTE

1 Sobriété
Recentre sur l'essentiel et tend vers l'optimum technologique : plus basse intensité et plus grande simplicité technologiques permettant d'assurer les besoins avec un haut niveau de fiabilité

2 Efficience
Minimise la consommation d'énergie et de ressources, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie en passant par la production, la distribution et l'utilisation

3 Pérennité
Présente une viabilité technique, fonctionnelle, écologique et humaine maximale à court, moyen et long terme

RÉSILIENCE COLLECTIVE

4 Maintenabilité
Peut être entretenu et réparé par les utilisateurs eux-mêmes autant que possible, avec des pièces et matériaux standards

5 Accessibilité
Offre une simplicité d'utilisation maximum

6 Autonomisation
Est fabriqué à partir de ressources exploitées et transformées le plus localement possible

TRANSFORMATION CULTURELLE

7 Empouvoirement
Facilite l'appropriation par le plus grand nombre, confère du pouvoir aux citoyens et aux territoires

8 Reliance
Favorise le partage de savoirs et de savoir-faire, la coopération, la solidarité, la cohésion sociale et les liens entre collectivités

9 Simplification
Décomplexifie la société aux niveaux socio-économique et organisationnel à partir d'une réflexion sur les besoins et les vulnérabilités

Conception et réalisation : Arthur Keller et Émilien Bournigal

Guimbretière et al. 2022

ROEC

Ifremer

Spécifications Mastodon version O_2

Le **moins cher possible** (≈ low-cost) par rapport à un mouillage classique dans une démarche low-tech :

- **Pas de bouée en surface** vandalisme, tempêtes, gêne à la navigation
- **Robustesse** risque dragage, chalutage
- **Durabilité** récupérable et ré-utilisable
- **Modularité** installation de tout capteur disponible dans le commerce
- **Opérabilité** toute nature de sédiment (vase, sablo-vaseux, graviers)
- **Sobriété énergétique** faible besoin énergétique
- **Léger et peu encombrant** -> mise en oeuvre à partir d'un semi-rigide
- **Simplicité** -> pas d'intervention de plongeurs
- **Faible coût RH** -> 2 agents max. lors du déploiement

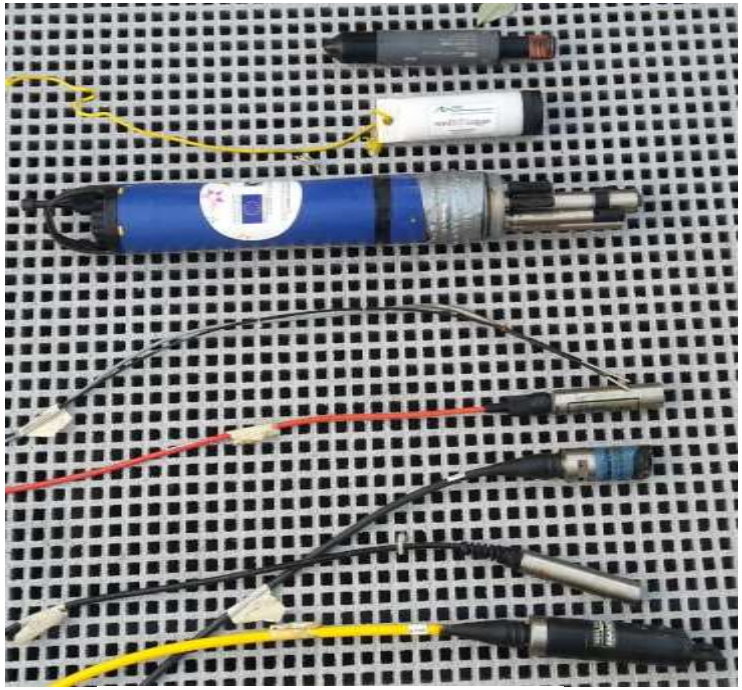
ROEC

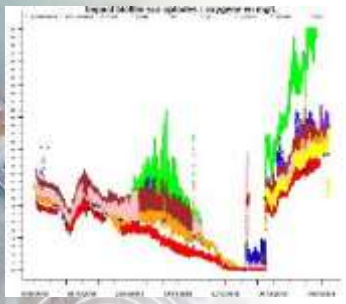
Ifremer

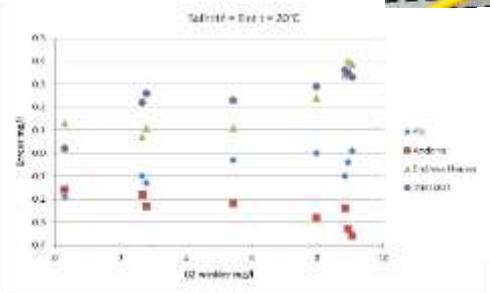
Mastodon O_2 - capteurs

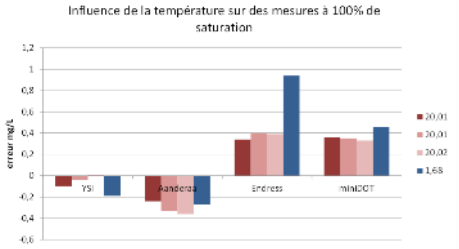
Comparaison des principaux capteurs autonomes existants sur le marché :

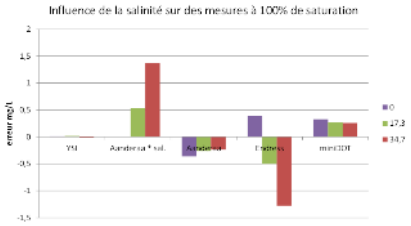
- influence t°, salinité, turbidité
- influence biofouling
- dérive dans le temps
- temps de réaction après anoxie prolongée







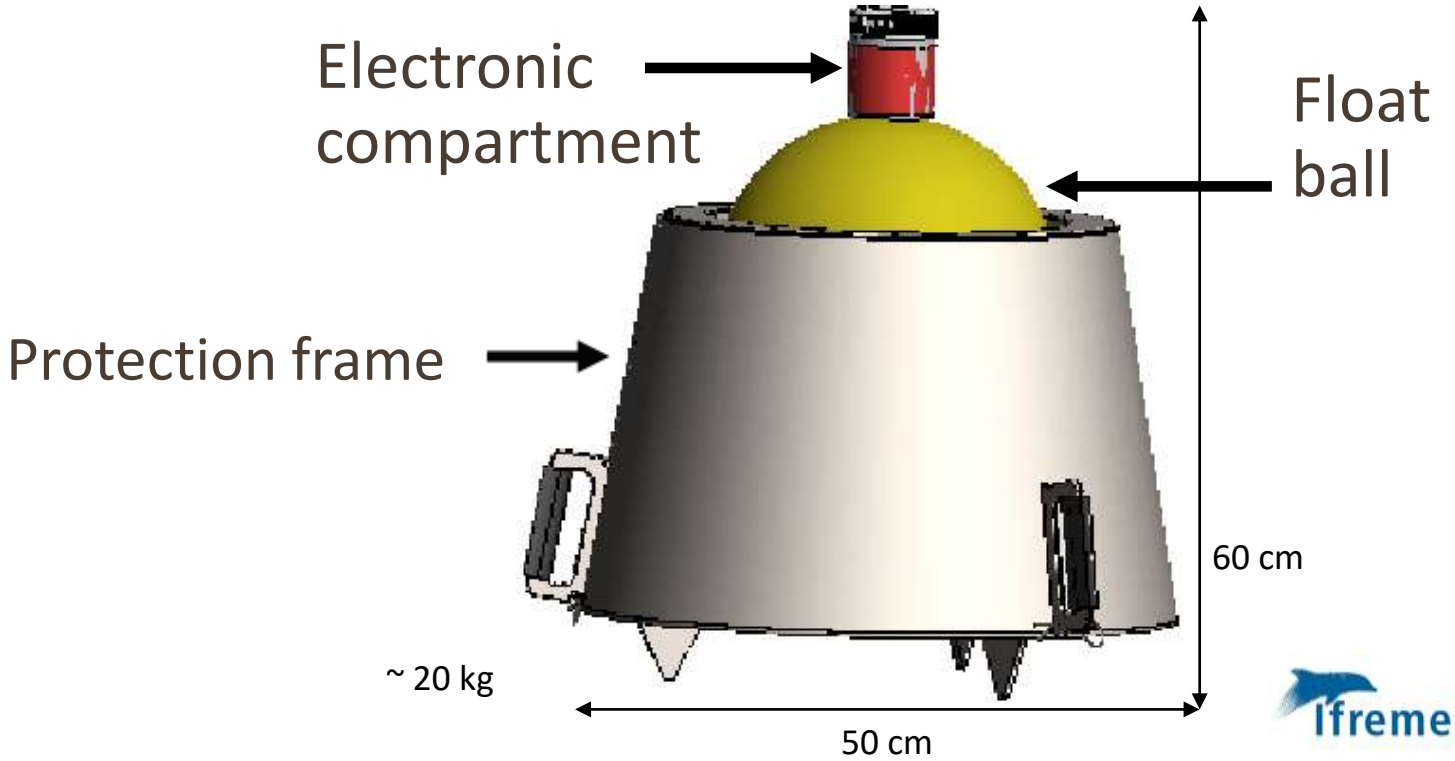




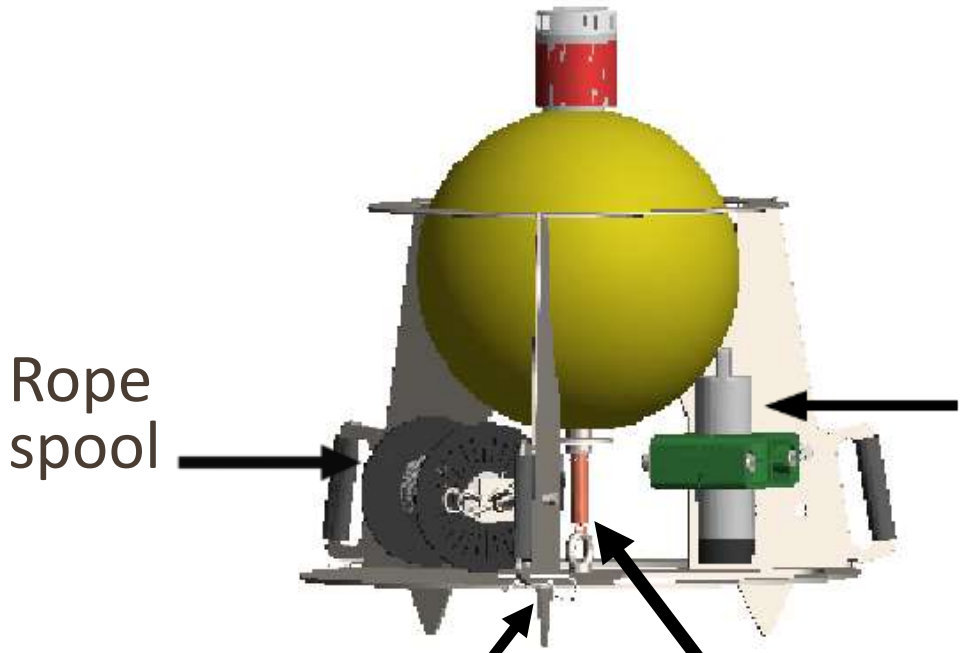
ROEC

Ifremer

Description du « Mastodon O_2 »

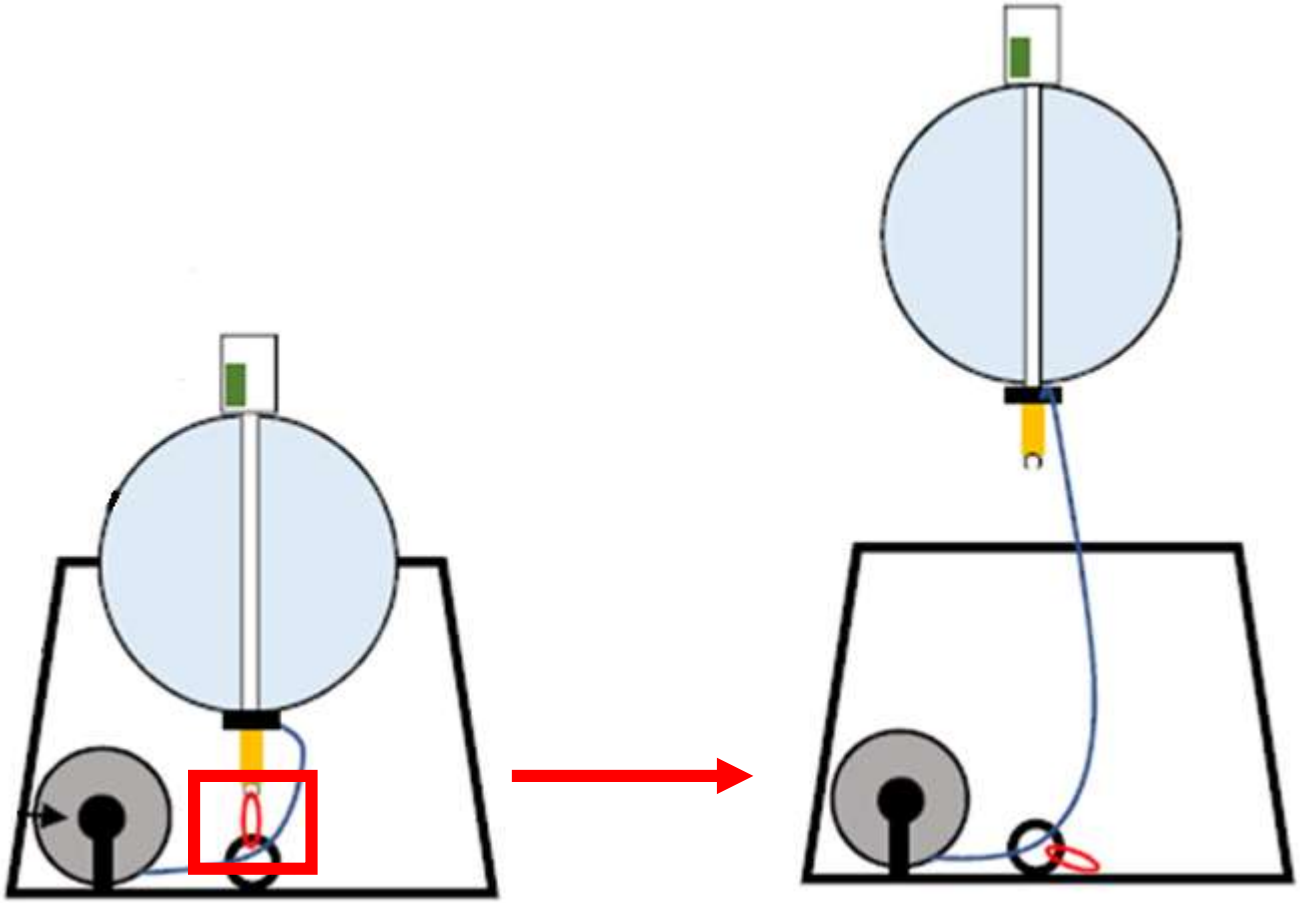


Description du « Mastodon O_2 »



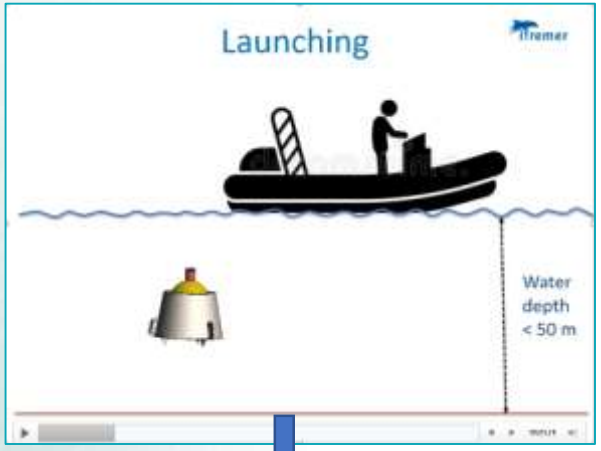
Description du « Mastodon O_2 »

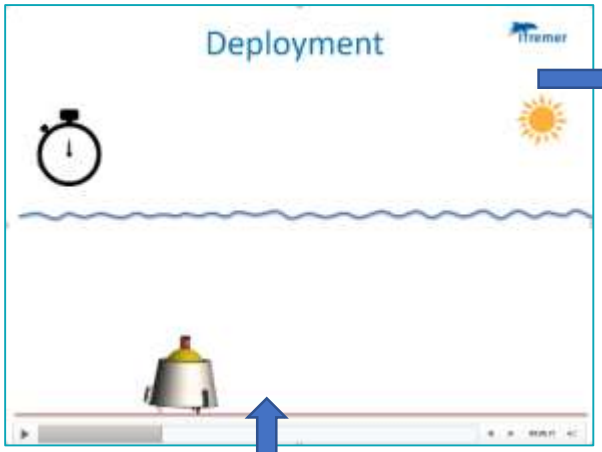
"Burnwire" release system



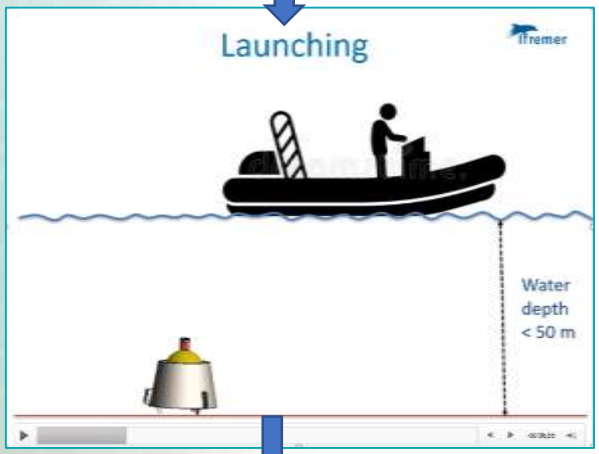
Electrolytic erosion of a copper wire

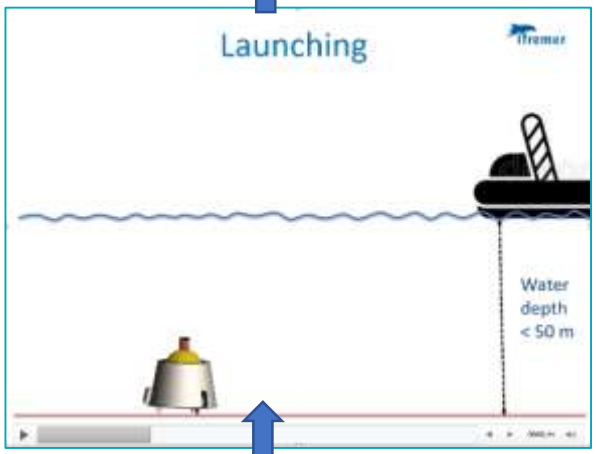
Launching
Ifremer
Water depth < 50 m

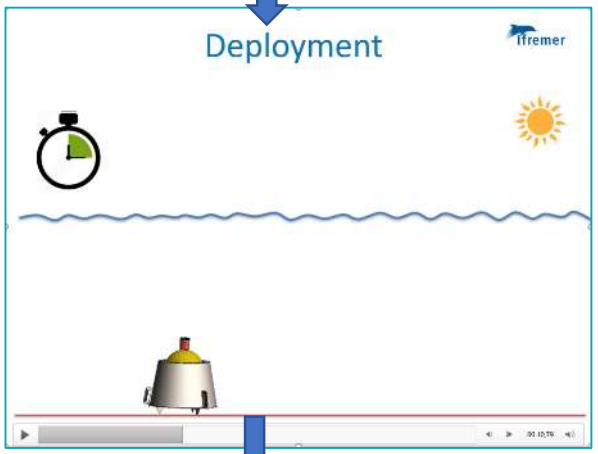

Launching
Ifremer
Water
depth
< 50 m

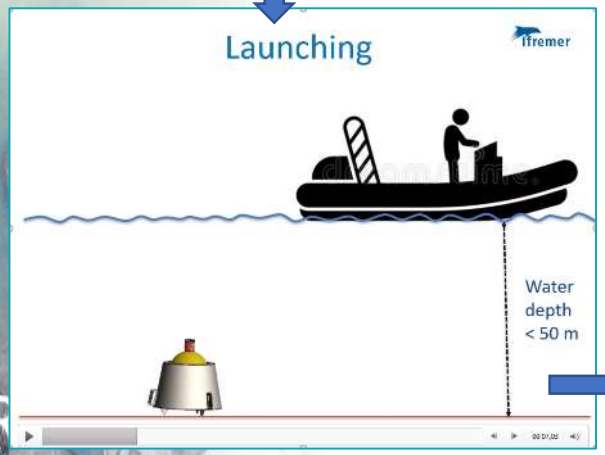

Deployment
Ifremer

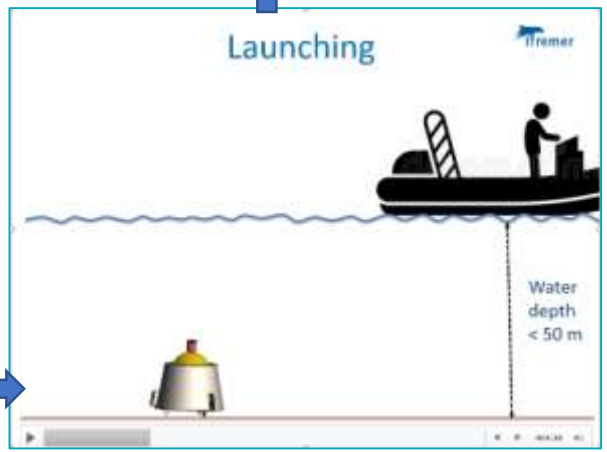
Deployment
Ifremer

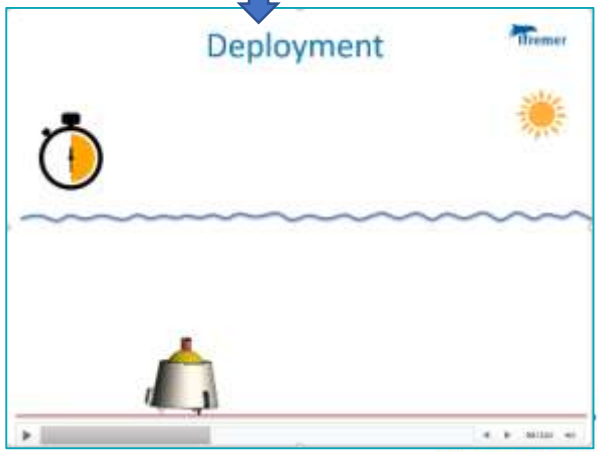

Launching
Ifremer
Water
depth
< 50 m

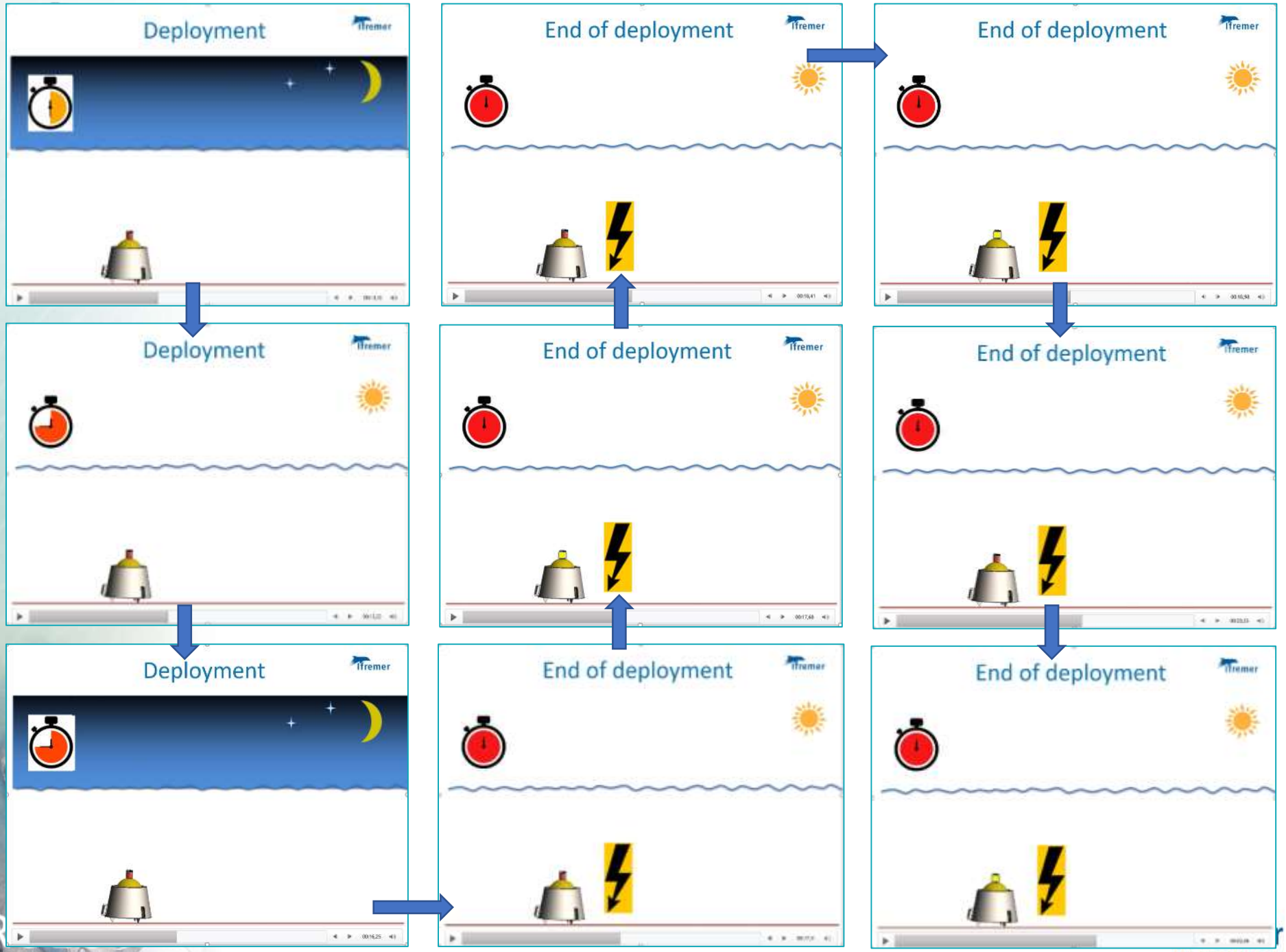

Launching
Ifremer
Water
depth
< 50 m

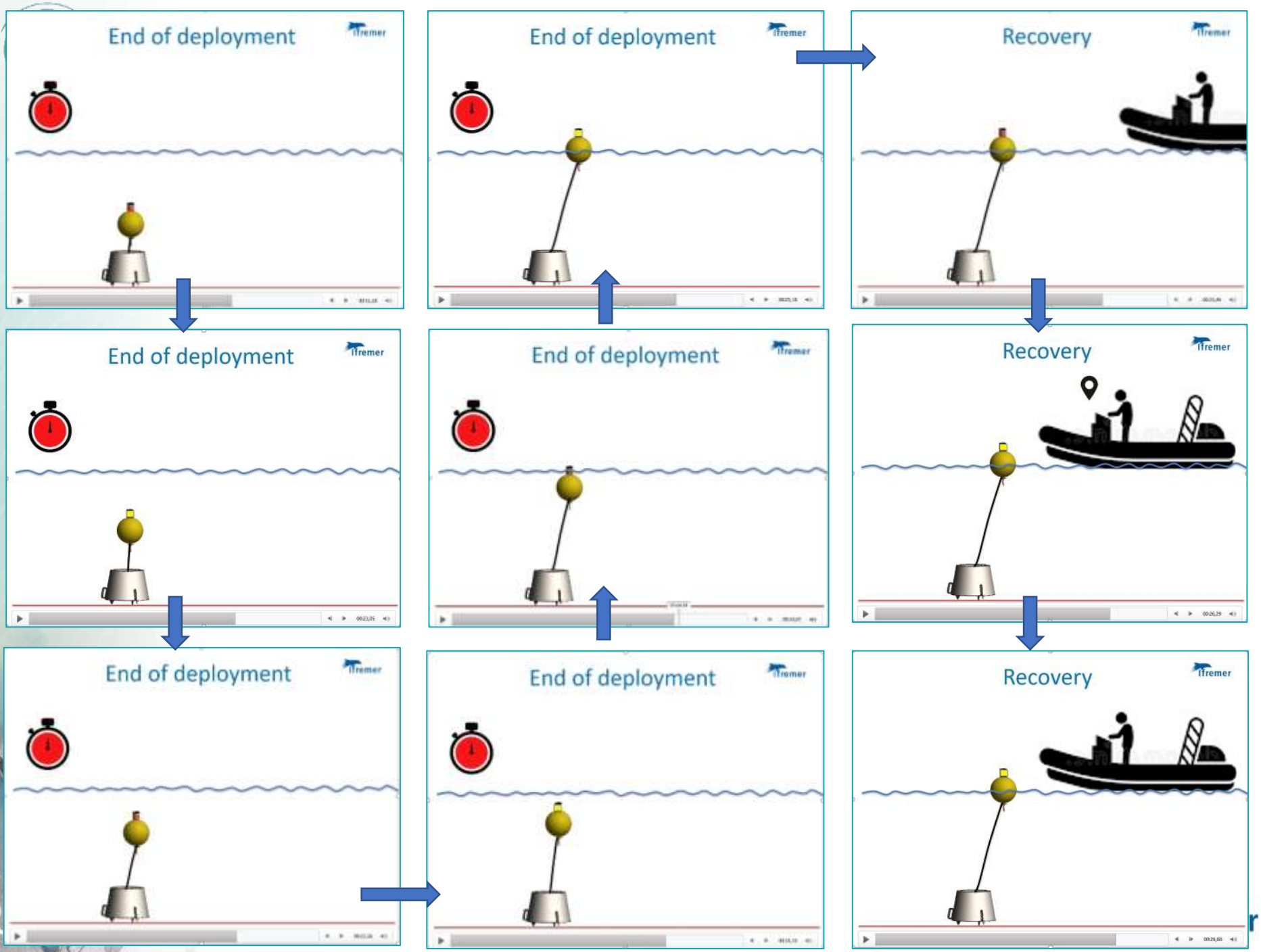

Deployment
Ifremer

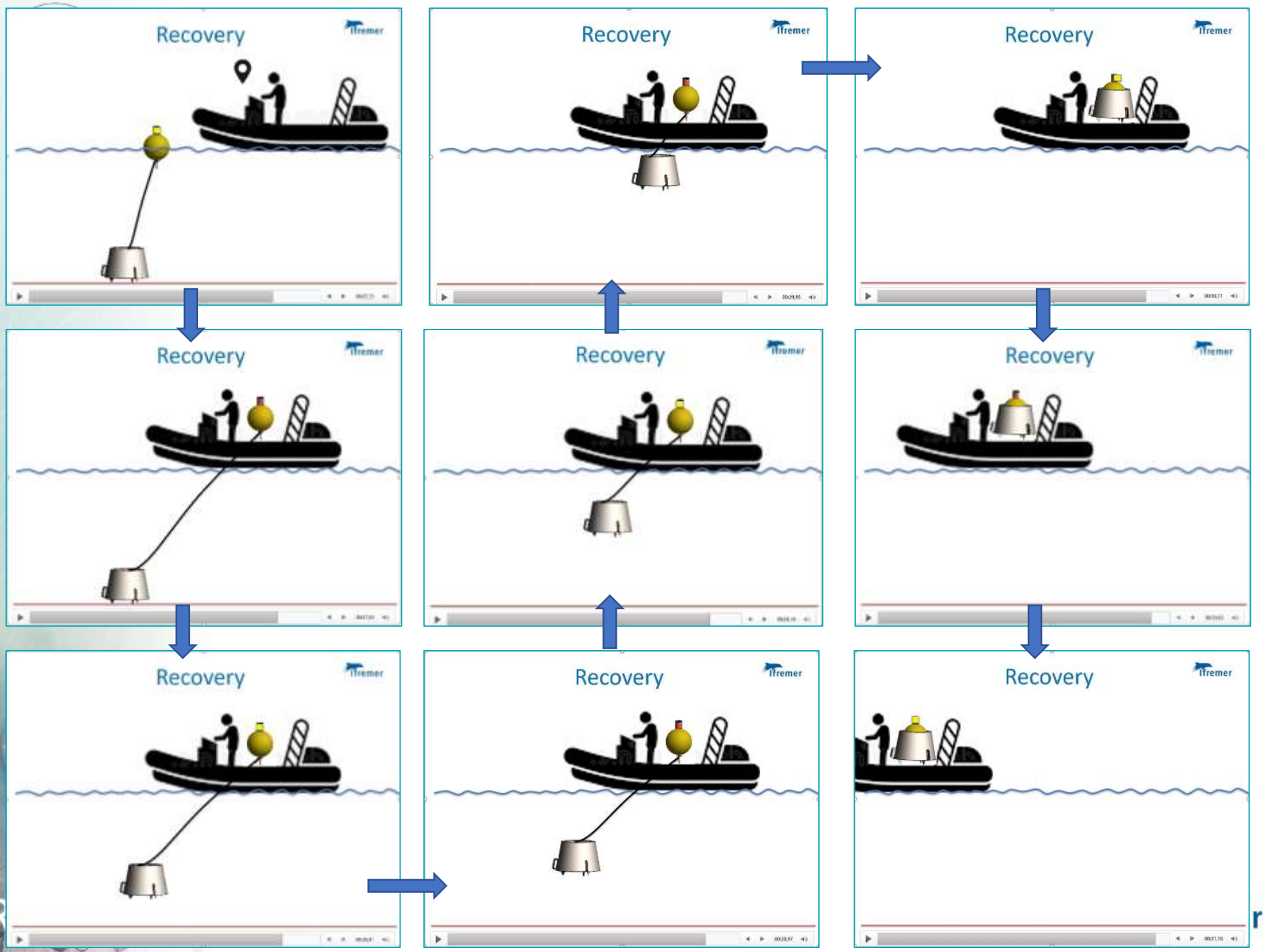

Launching
Ifremer
Water
depth
< 50 m


Launching
Ifremer
Water
depth
< 50 m


Deployment
Ifremer


Deployment
End of deployment
End of deployment
Deployment
End of deployment
End of deployment
Deployment
End of deployment
End of deployment


End of deployment
End of deployment
Recovery
End of deployment
End of deployment
Recovery
End of deployment
End of deployment
Recovery


Recovery
Recovery
Recovery
Recovery
Recovery
Recovery
Recovery
Recovery
Recovery

Recovery
Ifremer

Recovery
Ifremer

Déploiement Mastodon O_2

Un des écosystèmes côtier français le plus sensible aux problèmes d'eutrophisation

- eaux colorées massives au printemps et en été

(*Lingulodinium polyedra, Lepidodinium chlorophorum, Mesodinium rubrum,…)*

- conditions hypoxiques pratiquement tous les ans depuis 1982

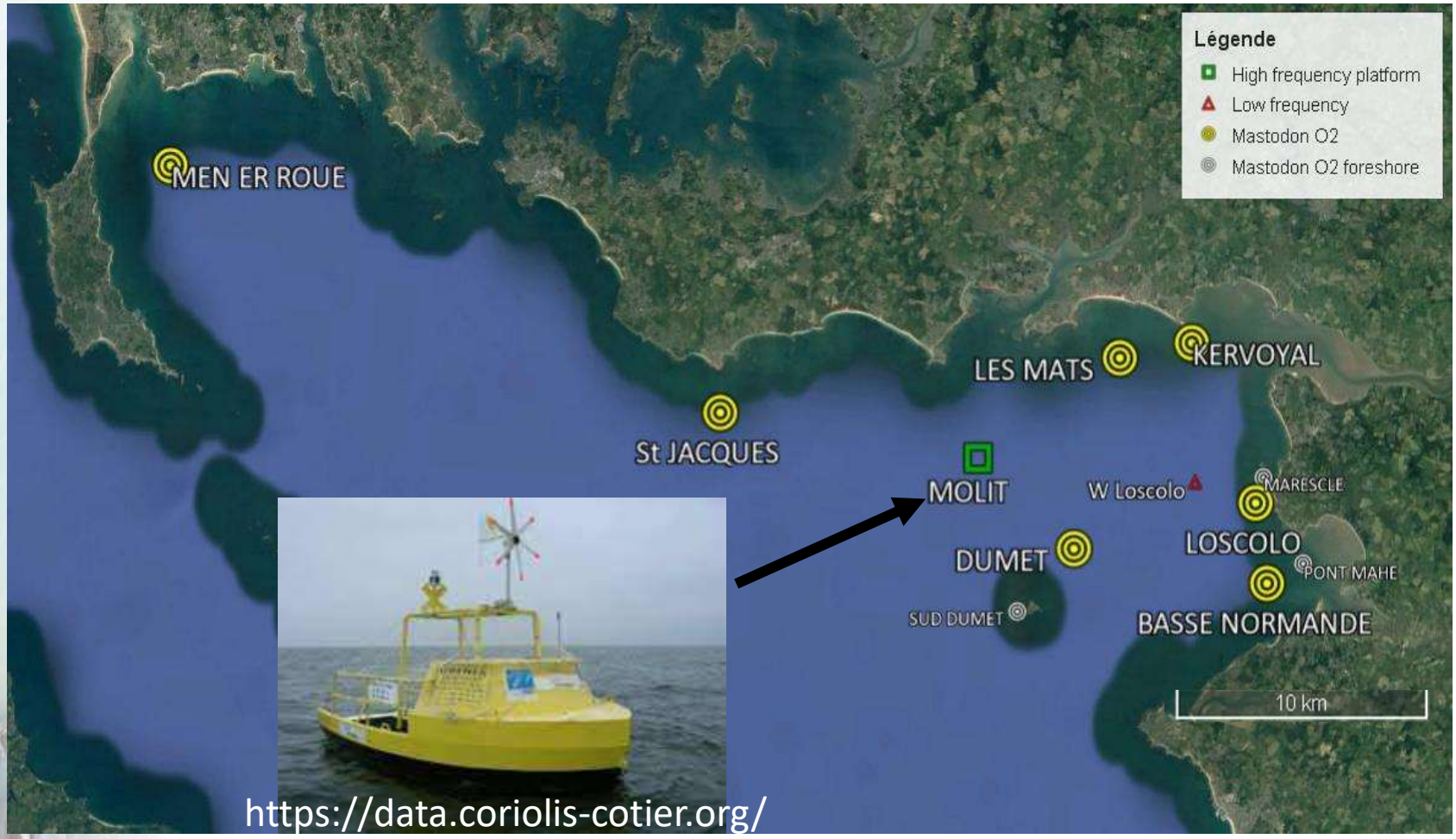
- anoxies sévères en 1982 et 2014

-> Problème environnemental et économique

Déploiement Mastodon O_2

- Période : entre mai et octobre
- Fréquence : 1 mesure /10 min
- Profondeur : 15 cm au dessus du sédiment

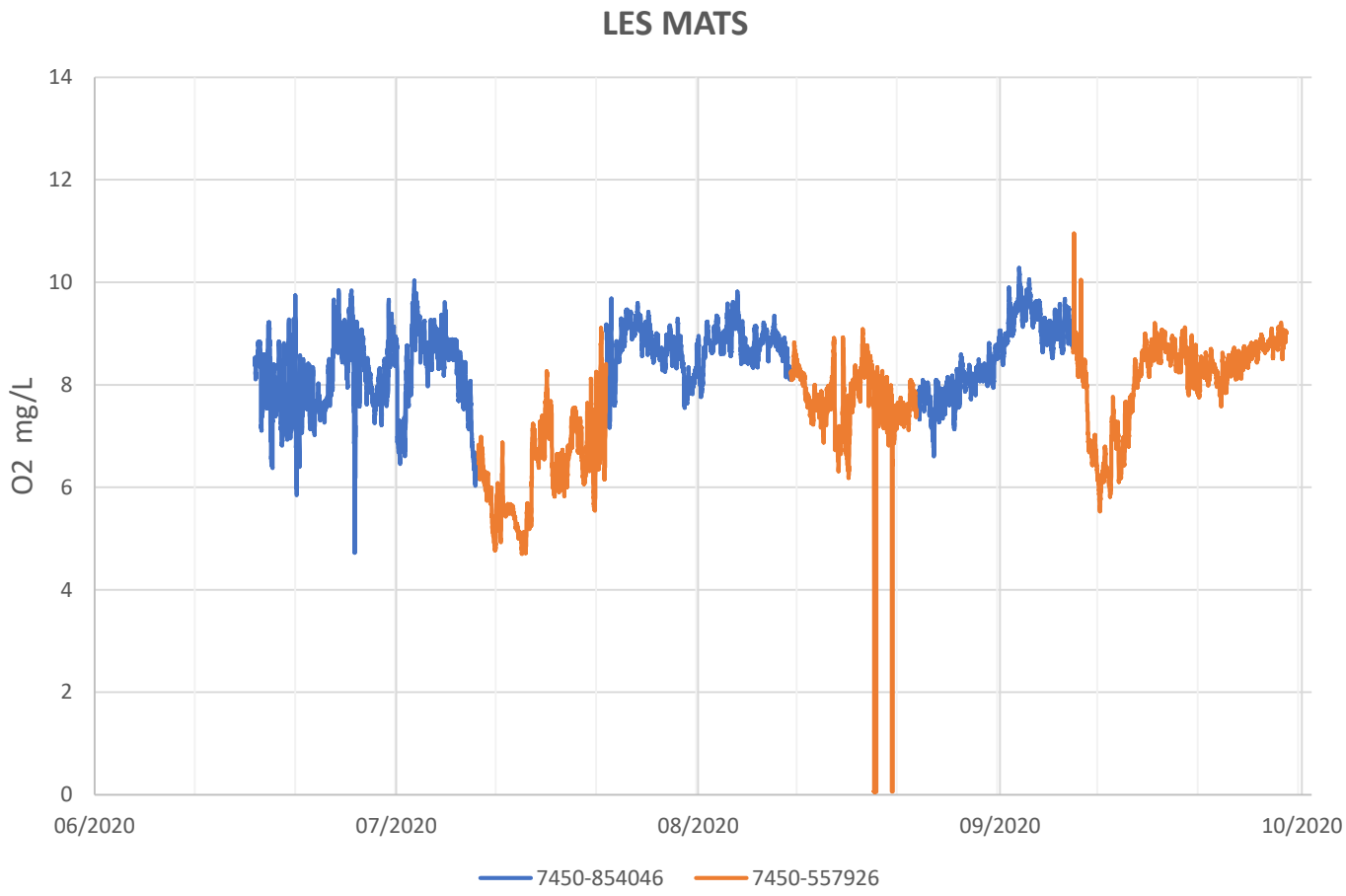
Déploiement Mastodon O_2



https://data.coriolis-cotier.org/

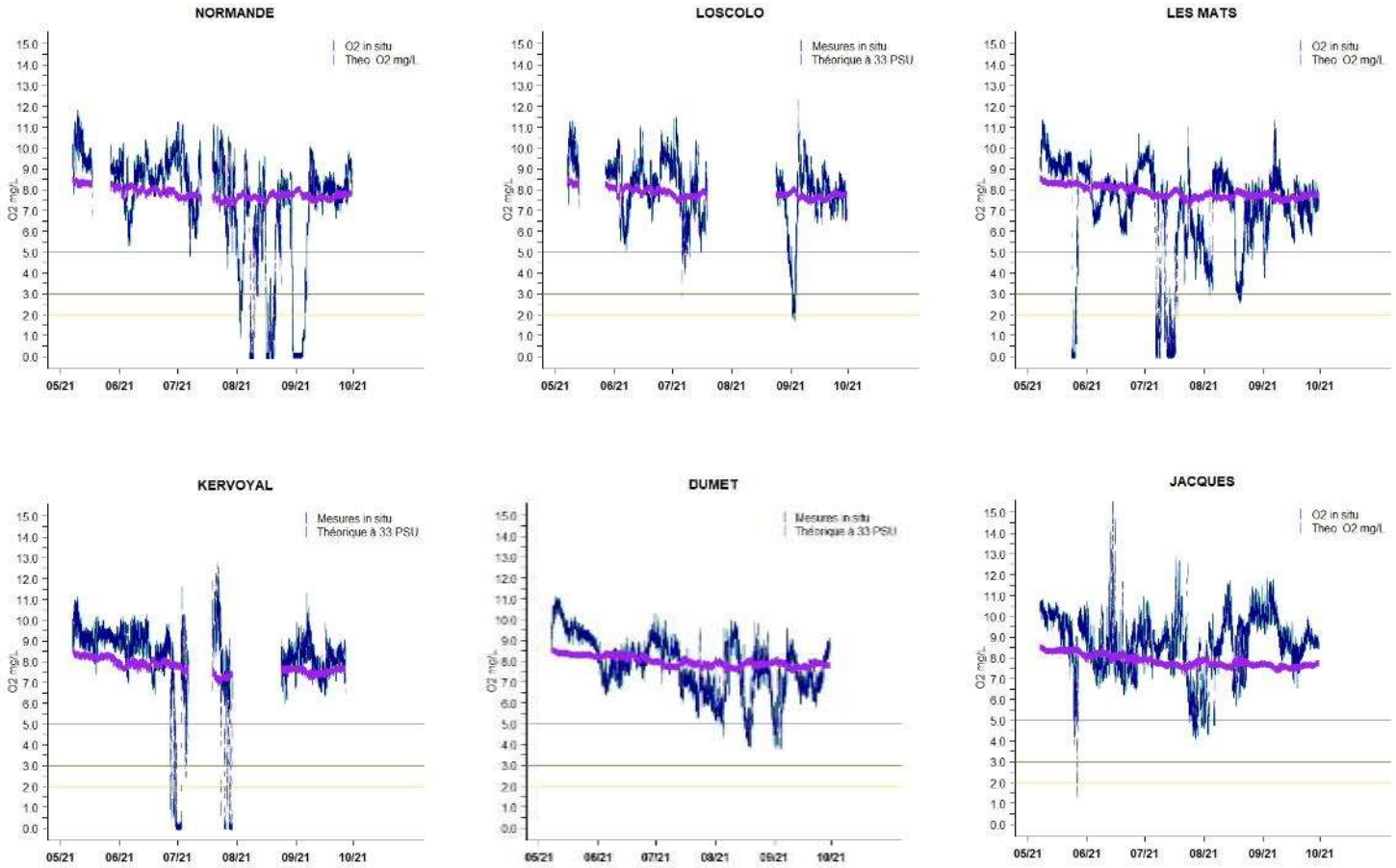
- Période : toute l'année
- Fréquence : 1 mesure/heure
- Profondeur : sub-surface et 3 m au dessus du sédiment

Déploiement Mastodon O_2



Système de mesure éprouvé

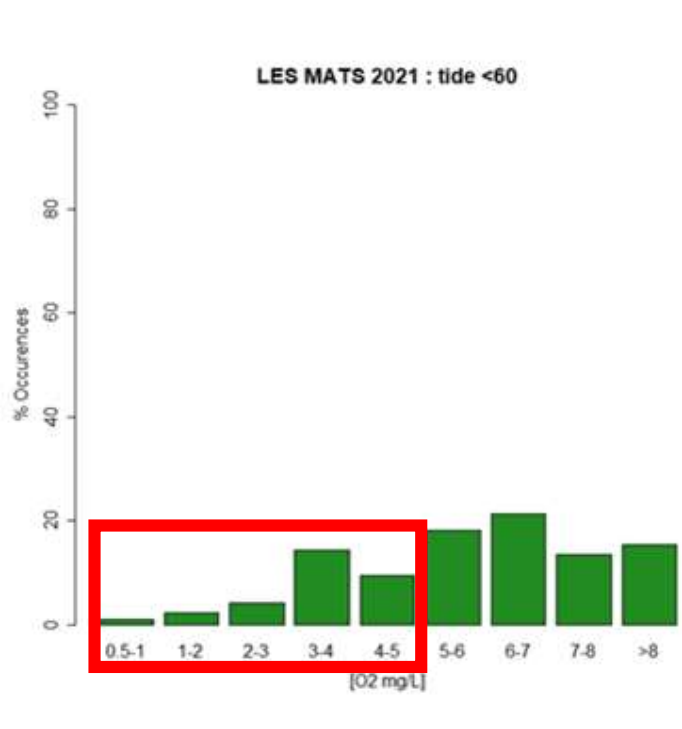
Déploiement Mastodon O_2



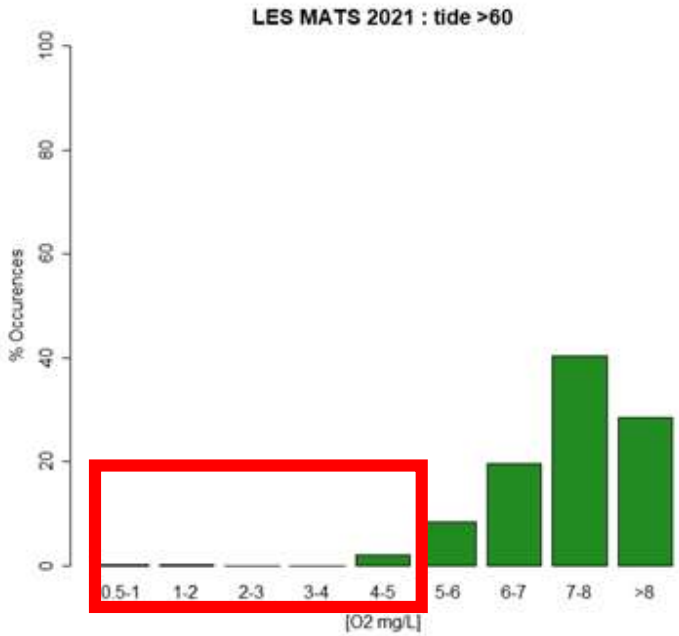
Variations O_2 très brèves et pouvant atteindre l'anoxie sur certaines stations

Déploiement Mastodon O_2

Mortes eaux



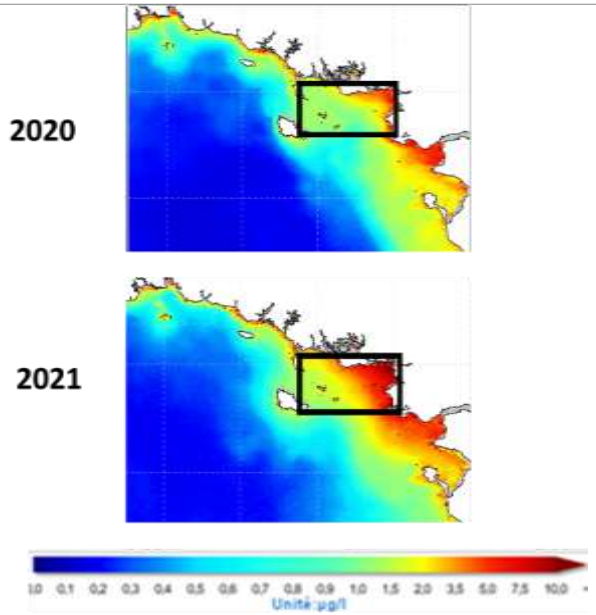
Vives eaux



-> les évenements hypoxiques observés principalement en mortes eaux

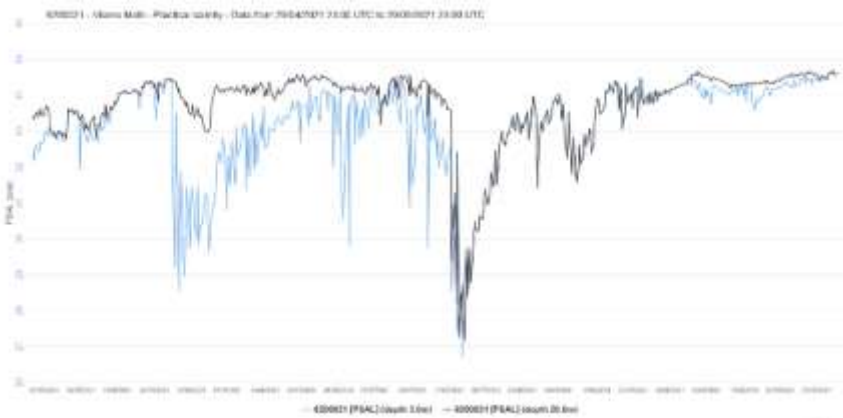
Causes des hypoxies

- Quantité de biomasse produite en surface

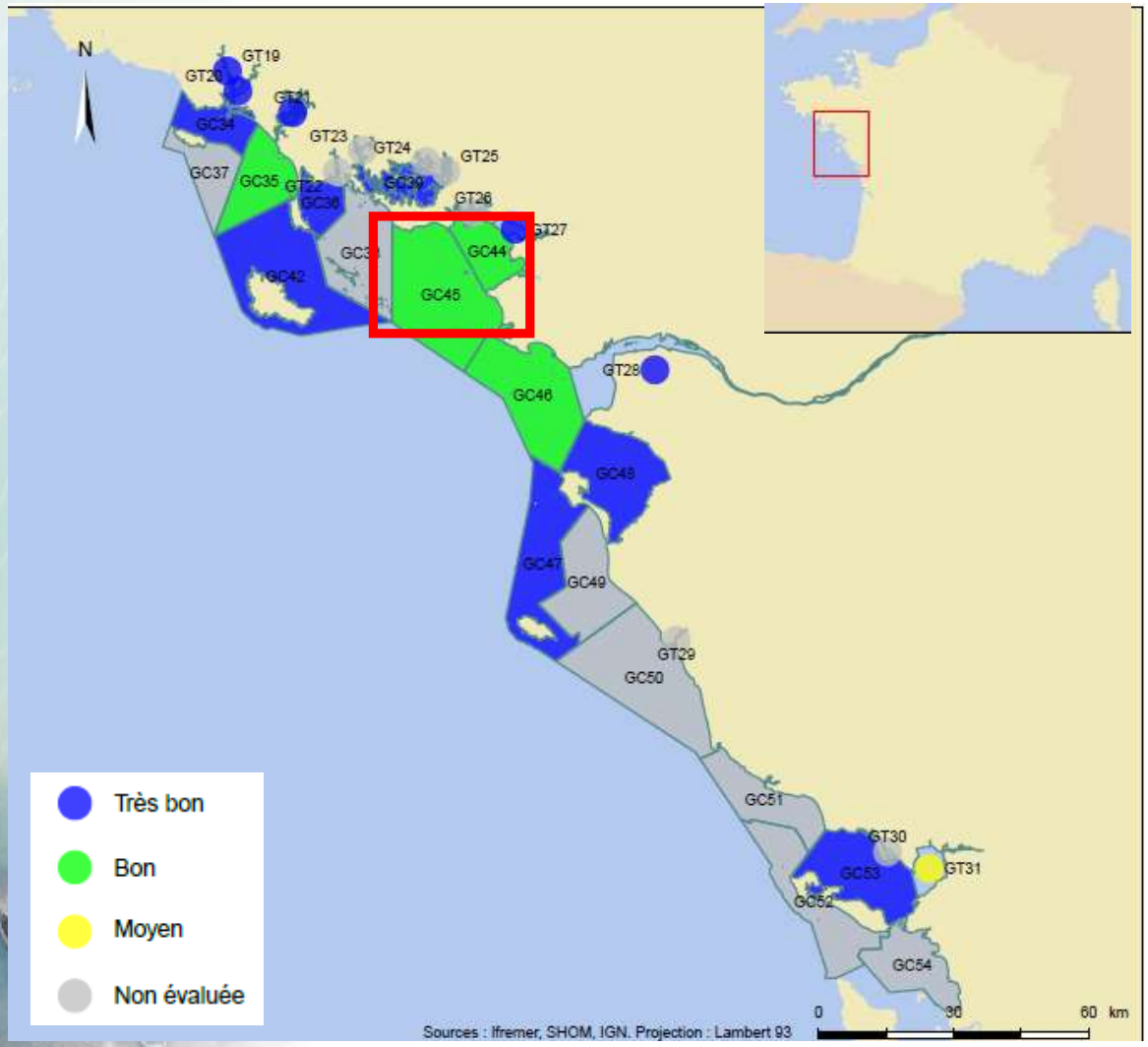


MERIS (ESA) MODIS (NASA) algorithme Ifremer OC5

- Stabilité de la colonne d'eau
(thèse de Coline Poppeschi)



Indicateur de qualité O_2



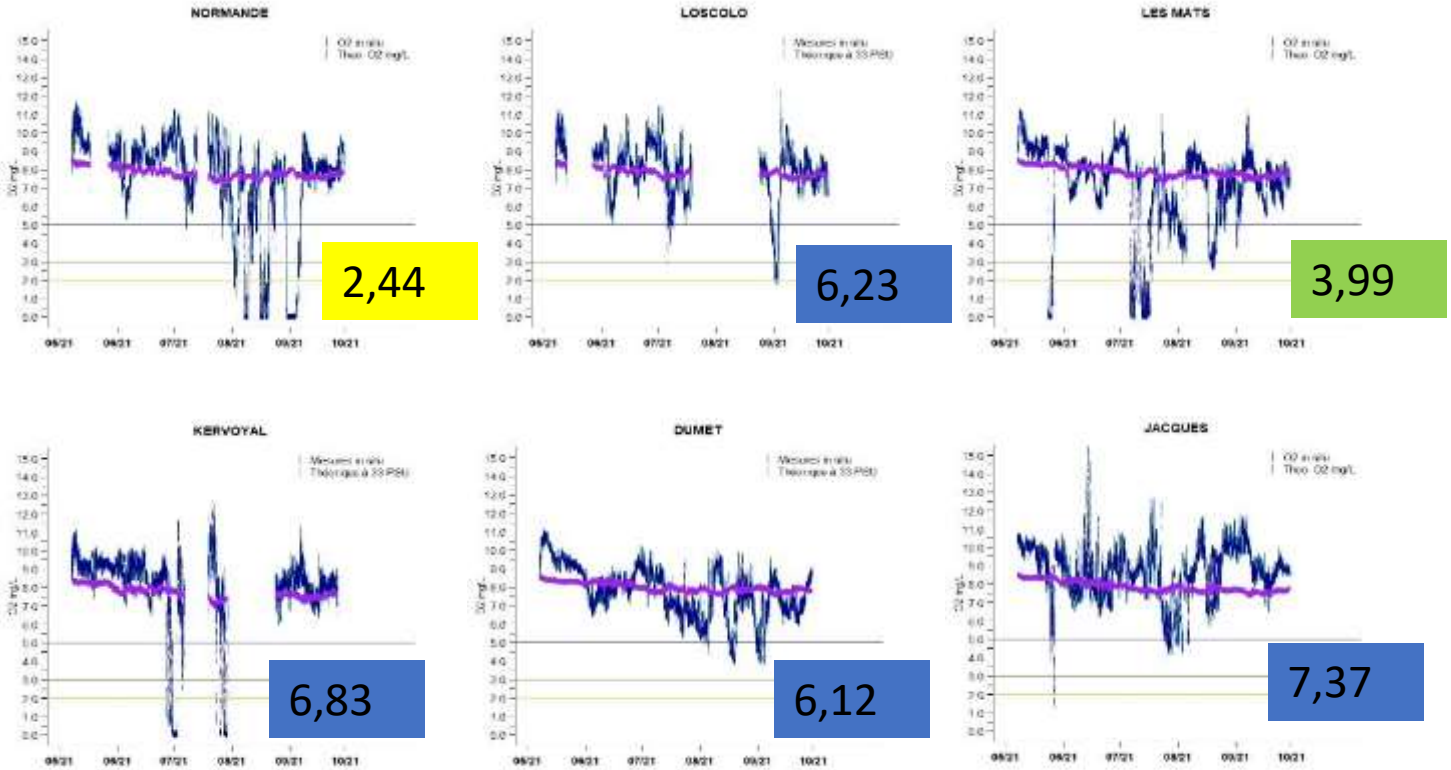
Evaluation DCE

- 1 mesure/mois
- juin à septembre
- 24 données par plan de gestion

Indicateur de qualité O_2 : nouvelle métrique

-> Percentile 10

> 5 mg/l	High
3< x < 5 mg/l	Good
< 3 mg/l	Moderate

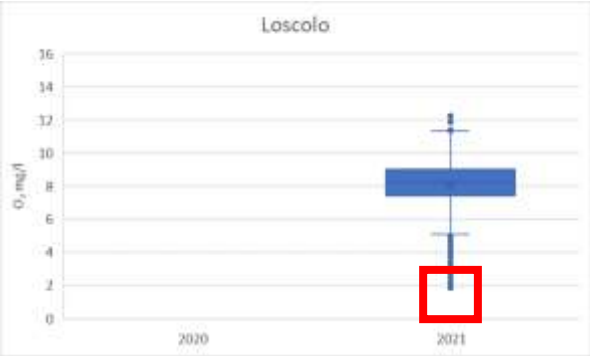


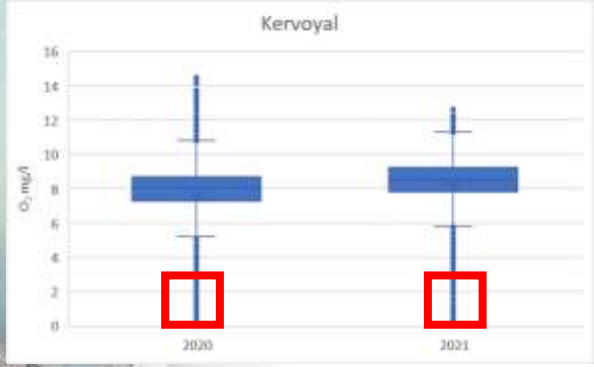
ROEC

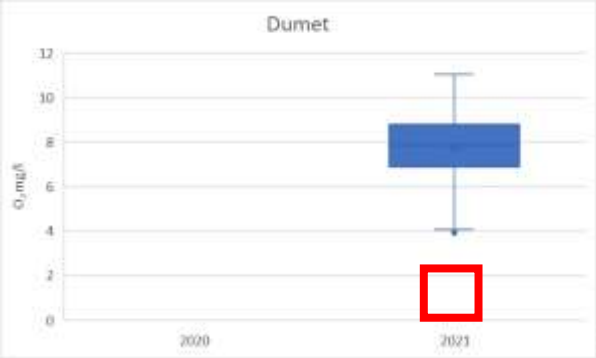
Ifremer

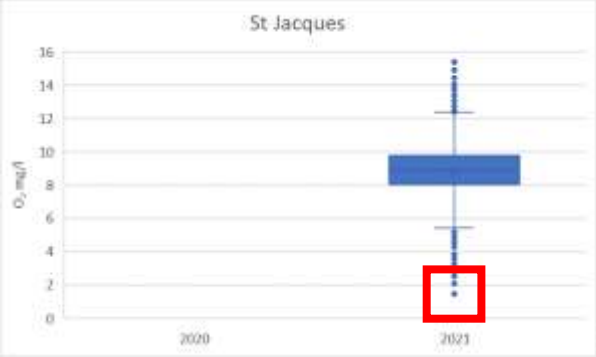
Indicateur de qualité O_2 : nouvelle métrique

-> Nombre d'événements hypoxiques









Indicateur de qualité O_2 : nouvelle métrique

-> Durée maximale des événements hypoxiques

	Max. duration of depletion event (hours < 3 mg/l)
Les Mâts	230
Kervoyal	144
Dumet	0
Basse normande	162
Loscolo	46
St Jacques	5
Men Er Roué	0

ROEC

Ifremer

Conclusion

- Système éprouvé pour effectuer un suivi benthique HF avec un budget limité (3000 €)
- Mastodon O_2 commercialisé par la société Néotek (Lorient)
- Extension du suivi à d'autres zones d'études

Conclusion

- Meilleure compréhension des relations entre facteurs physiques et biogéochimiques qui contrôle le processus de développement des hypoxies

  -> amélioration du module O_2 des modèles biogéochimiques

- Influence des événements extremes sur le processus d'apparition des hypoxies

- Révision des seuils et de la métrique de l'indicateur de qualité O_2

Le Transfer Learning en Écologie Marine

Focus sur la reconnaissance automatisée du phytoplancton en Manche et Mer du Nord grâce au package R 'EcoTransLearn'

Wacquet Guillaume, **Lefebvre Alain**

IFREMER
Unité LITTORAL
Laboratoire Environnement Ressources
Boulogne-sur-Mer

Journées REPHY-REPHYTOX
1er et 2 décembre 2022
Ifremer Centre Atlantique, Nantes

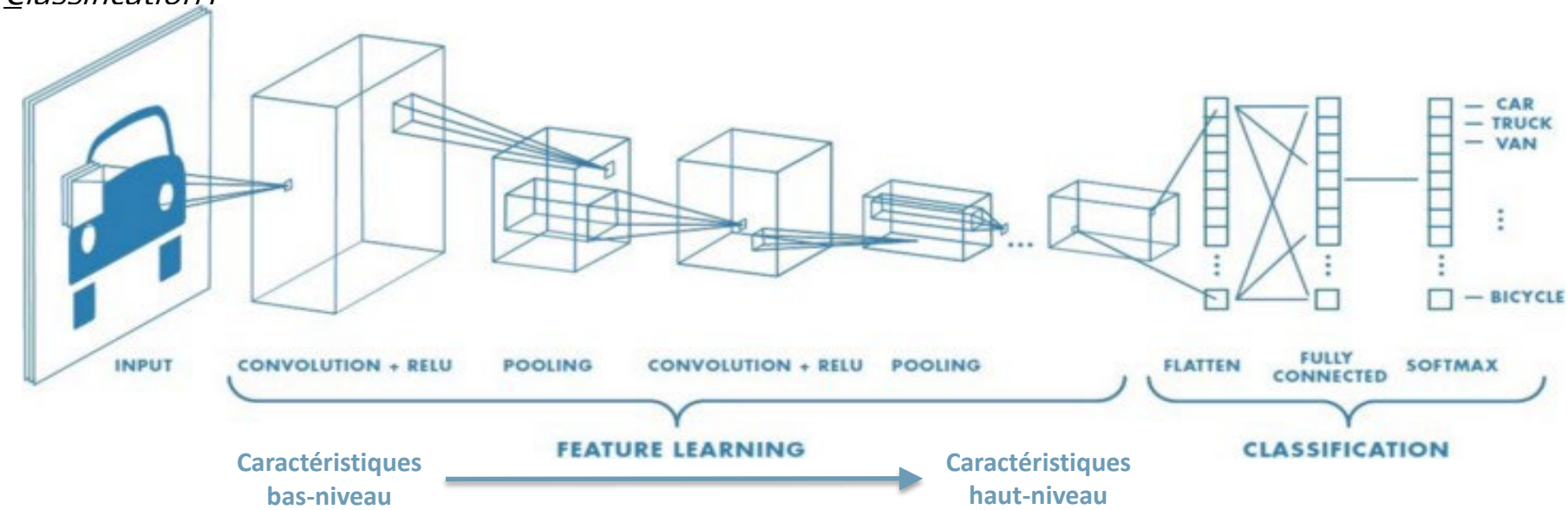
Réseau de neurones convolutif (CNN)

Réseau neuronal <u>approprié</u> à l'analyse d'images

Succession de <u>plusieurs couches</u> composées de <u>plusieurs filtres</u> ('*<u>Deep Learning</u>*')

appliqués sur les différentes sous-régions de l'image ('*<u>Feature Learning</u>*')

pour obtenir une carte de caractéristiques haut-niveau en entrée d'un classifier ('*<u>Classification</u>*')

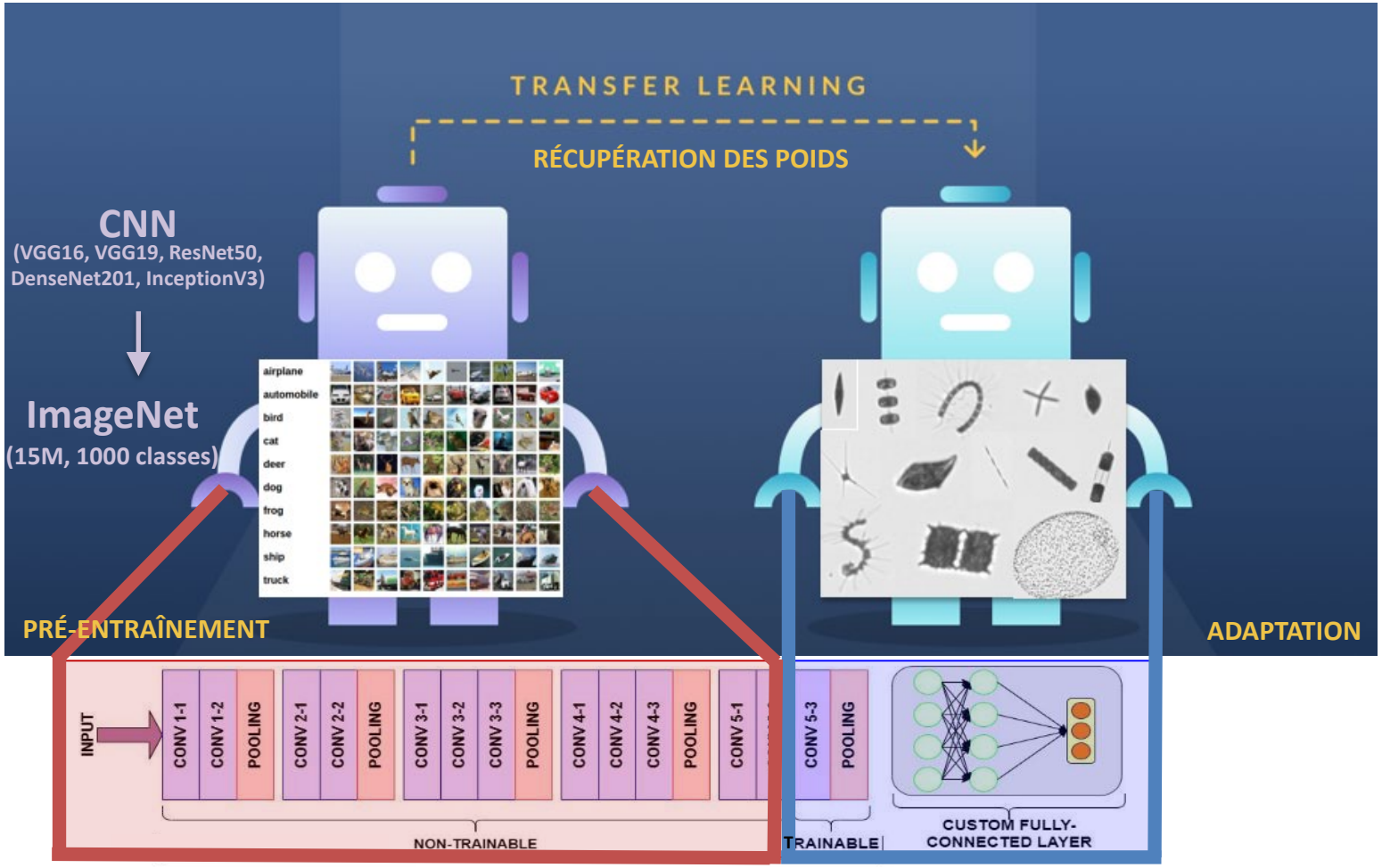


✖ **Construction d'un nouveau modèle à partir de zéro → <u>très long</u>**

✖ **Obtention de résultats de haute précision → nécessite <u>beaucoup d'images</u>**

Apprentissage par transfert (Transfer Learning)

« Il est plus facile d'apprendre à jouer du piano quand on sait déjà comment jouer de la guitare! »

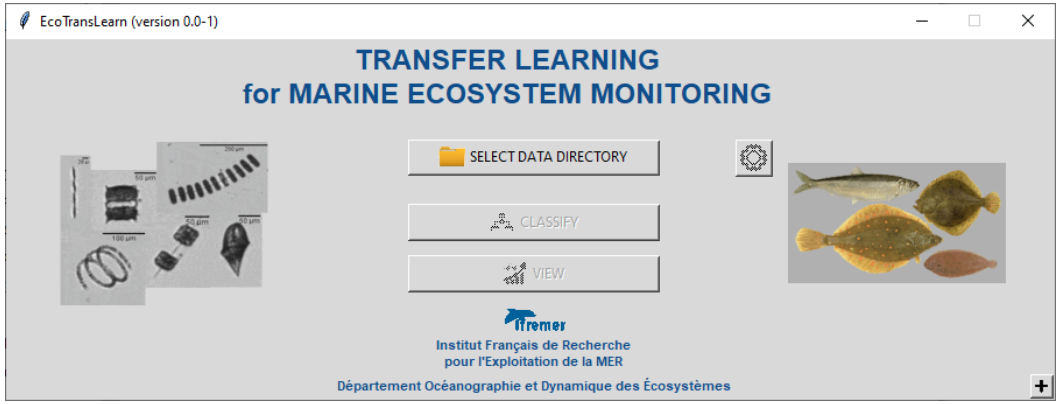


Sponsorisé par :

Google
NVIDIA
PRINCETON UNIVERSITY
Stanford University
UNIVERSITY OF OXFORD

Base de données ImageNET **Jeu de données spécifique**

Package R ‘EcoTransLearn’



Pourquoi?

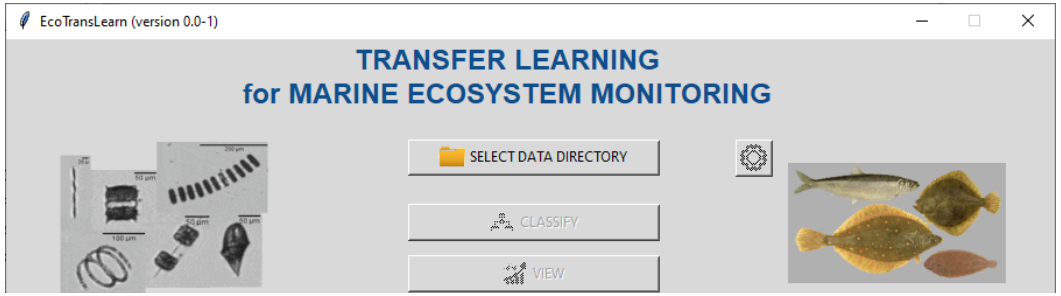
Difficultés pour acquérir **assez de données** dans certain(e)s domaines/zones
Peu de logiciels « faciles d’utilisation » disponibles pour le Transfer Learning

Comment?

Utilisation conjointe de **R** (traitement des images/sorties graphiques/GUI)
et **Python** (Deep Learning)
Traitement de **tous types** d’images numériques grâce à une interface ergonomique

Package disponible sur GitHub
https://github.com/IFREMER-LERBL/EcoTransLearn

Package R ‘EcoTransLearn’



Bioinformatics, 2022, 1–3
https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btac703
Advance Access Publication Date: 25 October 2022
Applications Note

OXFORD

Bioimage informatics

EcoTransLearn: an R-package to easily use transfer learning for ecological studies—a plankton case study

Guillaume Wacquet * and Alain Lefebvre

IFREMER (French Research Institute for Exploitation of the Sea), Unité Littoral, Laboratoire Environnement et Ressources, Boulogne-sur-Mer 62200, France

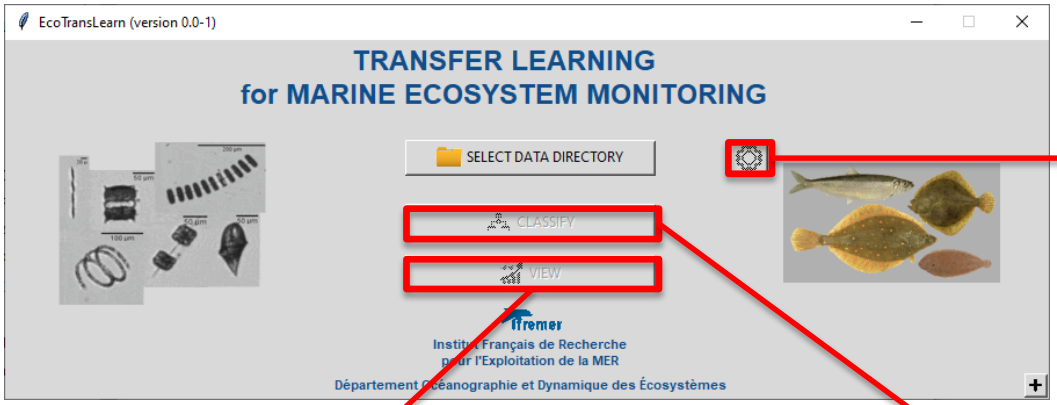
*To whom correspondence should be addressed.

Associate Editor: Hanchuan Peng

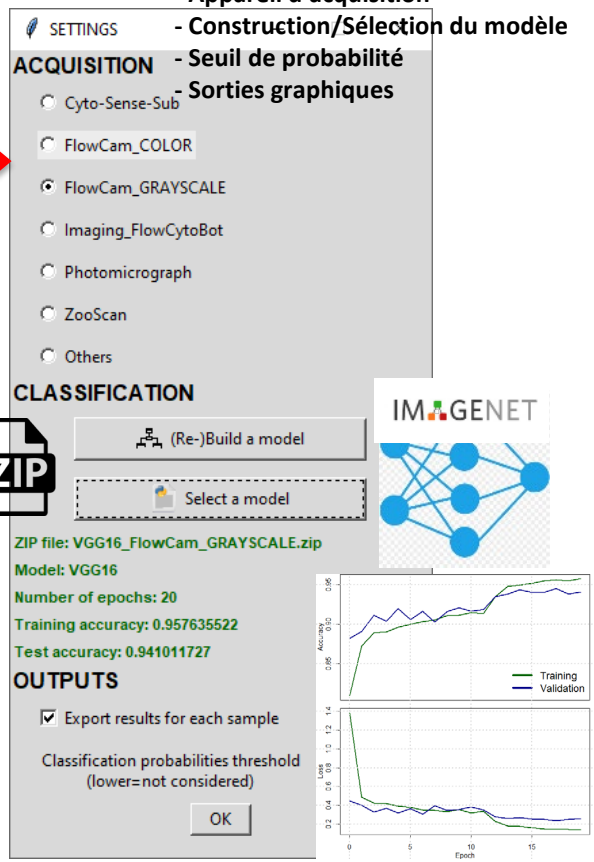
Received on July 21, 2022; revised on September 16, 2022; editorial decision on October 17, 2022; accepted on October 24, 2022

Package disponible sur GitHub
https://github.com/IFREMER-LERBL/EcoTransLearn

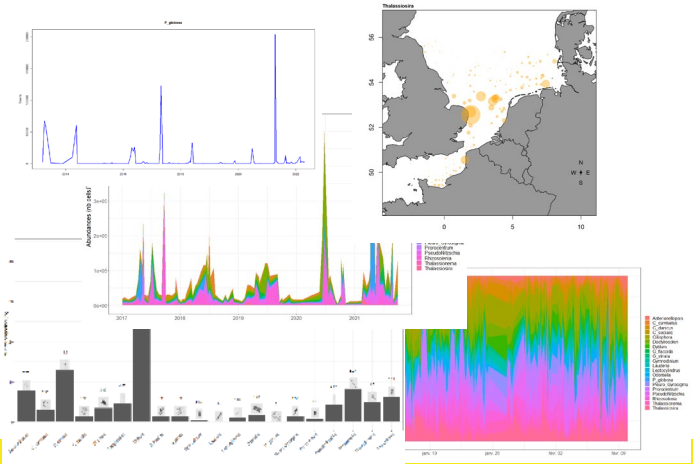
Package R ‘EcoTransLearn’

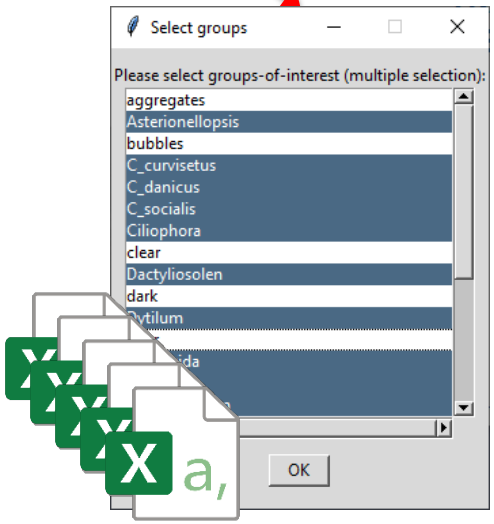


- Appareil d’acquisition
- Construction/Sélection du modèle
- Seuil de probabilité
- Sorties graphiques



Fichier METADATA
- Dates
- Heures
- Volumes
- Profondeur
- Coordonnées GPS
- Autres…





EcoTransLearn_package_tutorial.pdf - Adobe Acrobat Reader DC (64-bit)

Fichier Edition Affichage Signer Fenêtre Aide

Accueil Outils EcoTransLearn_pac... Se connecter

1 / 16 65.1%

EcoTransLearn R-package

Version 1.0-0

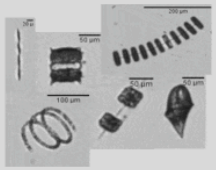
Manuel Utilisateur

G. Wacquet

Ifremer
Laboratoire Environnement Ressources
Centre Manche Mer du Nord

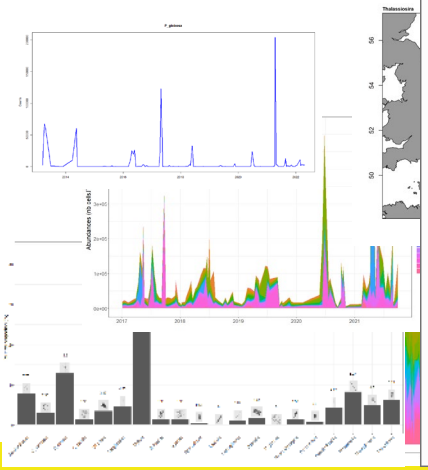
EcoTransLearn (version 0.0-1)

TR
for MARINE

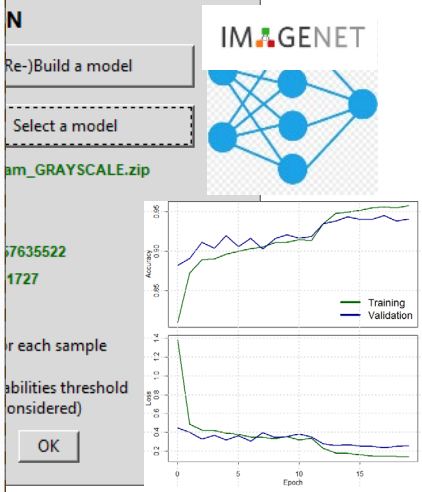


Départem

Fichier METADATA
- Dates
- Heures
- Volumes
- Profondeur
- Coordonné
- Autres…



- Appareil d'acquisition
- Construction/Sélection du modèle
- Seuil de probabilité
- Sorties graphiques



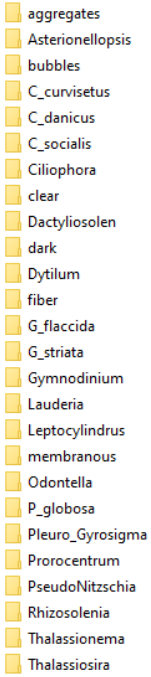
Set d'apprentissage 'Plancton'

FlowCam VS Series

Système optique :

Dimension cellule de flux = 300µm

Magnification = 4X



Taxon		Nb Set apprentissage (~60%)	Nb Set validation (~40%)
Asterionellopsis_glacialis		1321	840
Chaetoceros curvisetus		377	252
Chaetoceros danicus		1295	849
Chaetoceros socialis		1012	600
Ciliophora		80	53
Dactyliosolen_spp		1254	778
Ditylum brightwellii		1490	962
Guinardia flaccida		1237	794
Guinardia striata		1251	808
Gymnodinium		114	76
Lauderia		97	64
Leptocylindrus danicus		1359	837
Odontella_mobiliensis		1284	801
Phaeocystis_globosa		1549	976
Pleuro_Gyrosigma		256	170
Prorocentrum		83	56
Pseudo_Nitzschia_spp		1267	774
Rhizosolenia_spp		1307	850
Thalassionema_nitzschioides		302	202
Thalassiosira_rotula		197	131
aggregates		1315	781
bubbles		286	191
clear_detritic		1268	809
dark_detritic		1288	744
fiber		398	265
membranous		111	74
Total		**19497**	**12203**

20 groupes 'phyto'

6 groupes 'débris'

Apprentissage **Validation**

Set d'apprentissage 'Plancton'

FlowCam VS Series

Système optique :

Dimension cellule de flux = 300µm

Magnification = 4X

validation

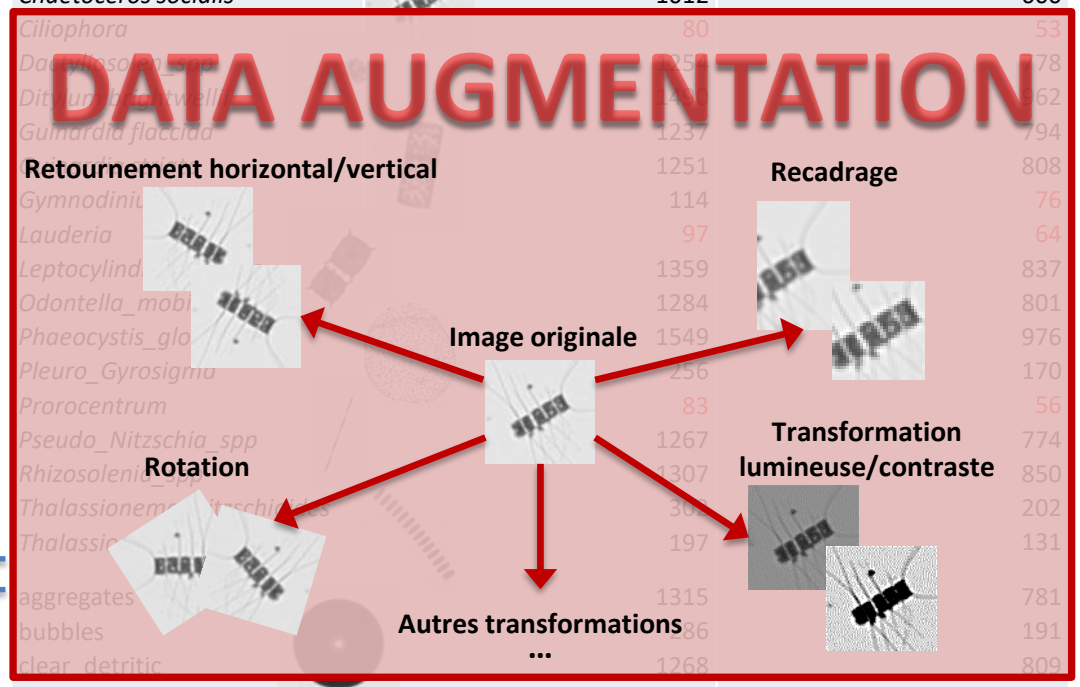
train

- aggregates
- Asterionellopsis
- bubbles
- C_curvisetus
- C_danicus
- C_socialis
- Ciliophora
- clear
- Dactyliosolen
- dark
- Dytilum
- fiber
- G_flaccida
- G_striata
- Gymnodinium
- Lauderia
- Leptocylindrus
- membranous
- Odontella
- P_globosa
- Pleuro_Gyrosigma
- Prorocentrum
- PseudoNitzschia
- Rhizosolenia
- Thalassionema
- Thalassiosira

20 groupes 'phyto'

6 groupes 'débris'

Taxon	Nb Set apprentissage (~60%)	Nb Set validation (~40%)
Asterionellopsis_glacialis	1321	840
Chaetoceros curvisetus	377	252
Chaetoceros danicus	1295	849
Chaetoceros socialis	1012	600
Ciliophora	80	53
Dactyliosolen_spp	[illegible]	778
Dytilum_brightwell	[illegible]	962
Guinardia flaccida	1237	794
Gymnodinium	1251	808
Lauderia	114	76
Leptocylindrus	97	64
Odontella_mobi	1359	837
Phaeocystis_glo	1284	801
Pleuro_Gyrosigma	1549	976
Prorocentrum	256	170
Pseudo_Nitzschia_spp	83	56
Rhizosolenia_spp	1267	774
Thalassionema_nitzschioides	1307	850
Thalassio	302	202
	197	131
aggregates	1315	781
bubbles	286	191
clear_detritic	1268	809
dark_detritic	1288	744
fiber	398	265
membranous	111	74
Total	**19497**	**12203**


DATA AUGMENTATION

Apprentissage

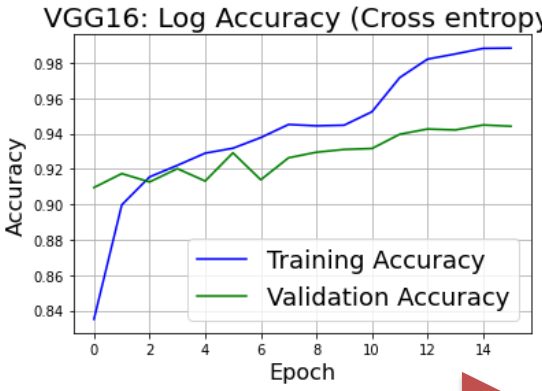
Validation

Évaluation : modèle VGG16

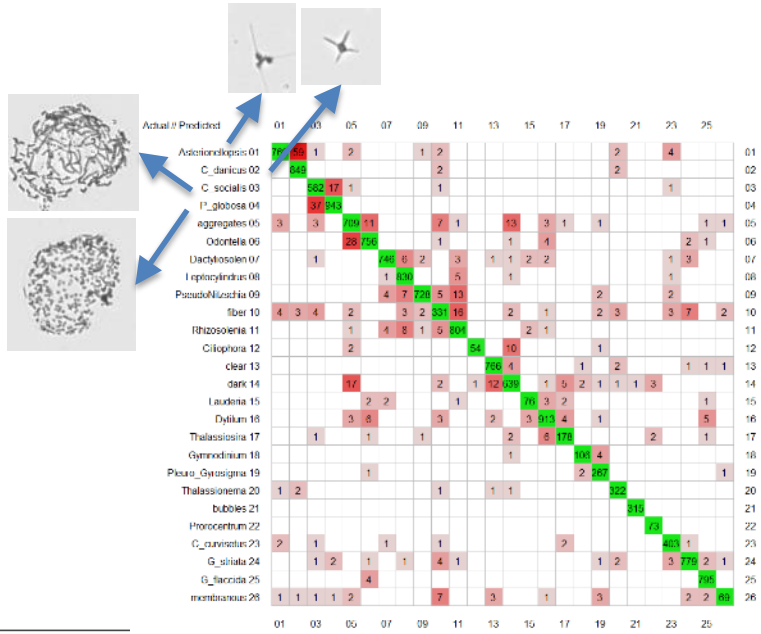
Set d'apprentissage (SRN-REPHY 2013-2016)

26 classes : 20 'phyto' + 6 'débris'

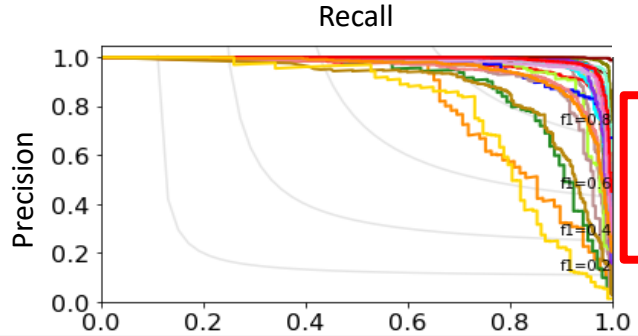
31700 images : 60% pour apprentissage, 40% pour validation



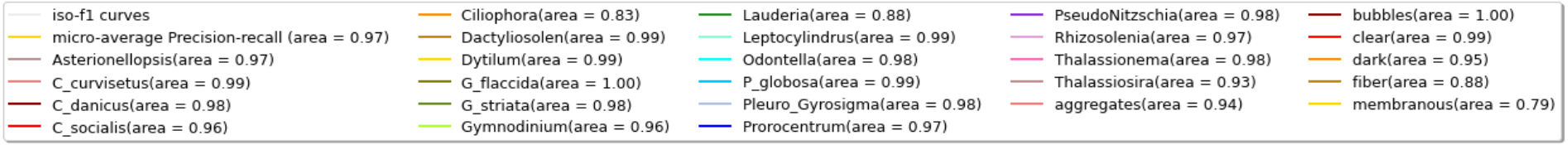
Précision :
Score apprentissage ≈ **0.9883**
Score validation ≈ **0.9442**



Mise à jour des poids



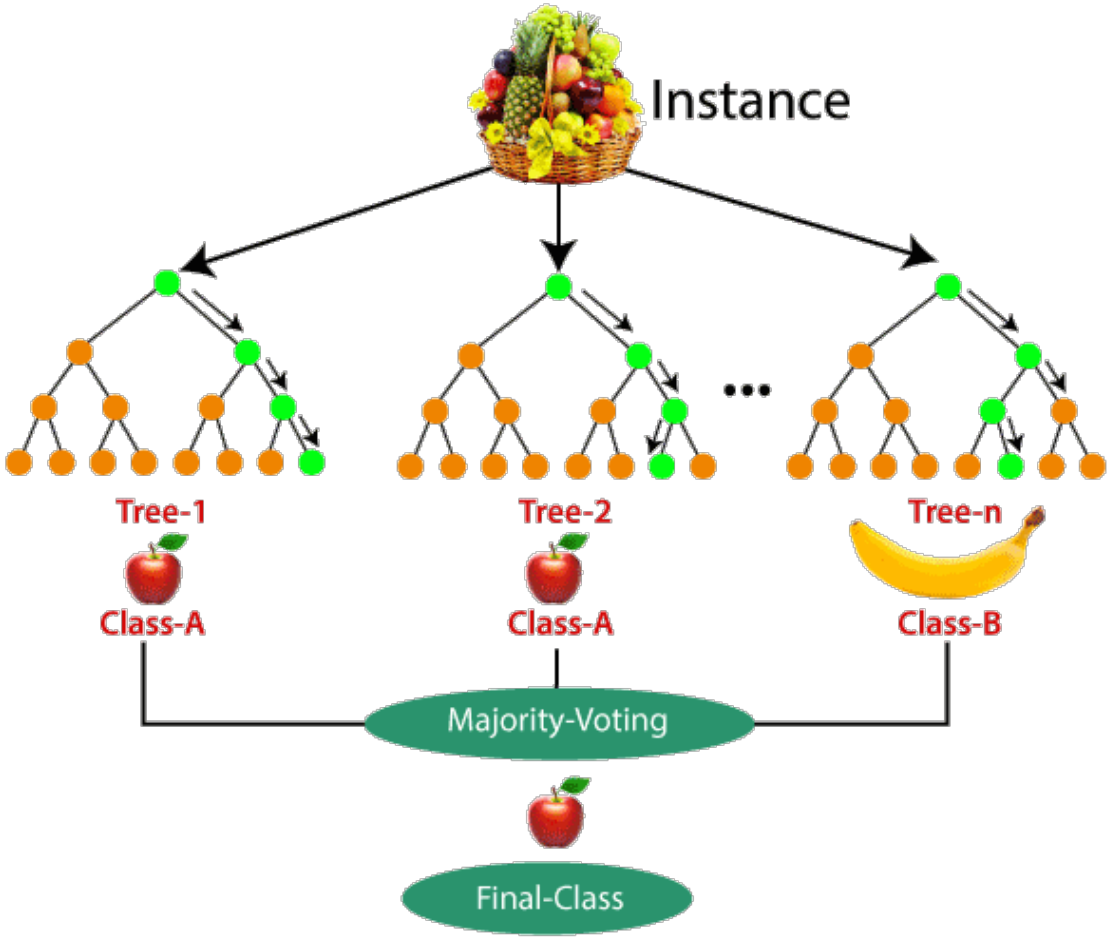
Area Under Curve (AUC) :
AUC max = 1.00
AUC min = 0.79
AUC moyen = **0.96**



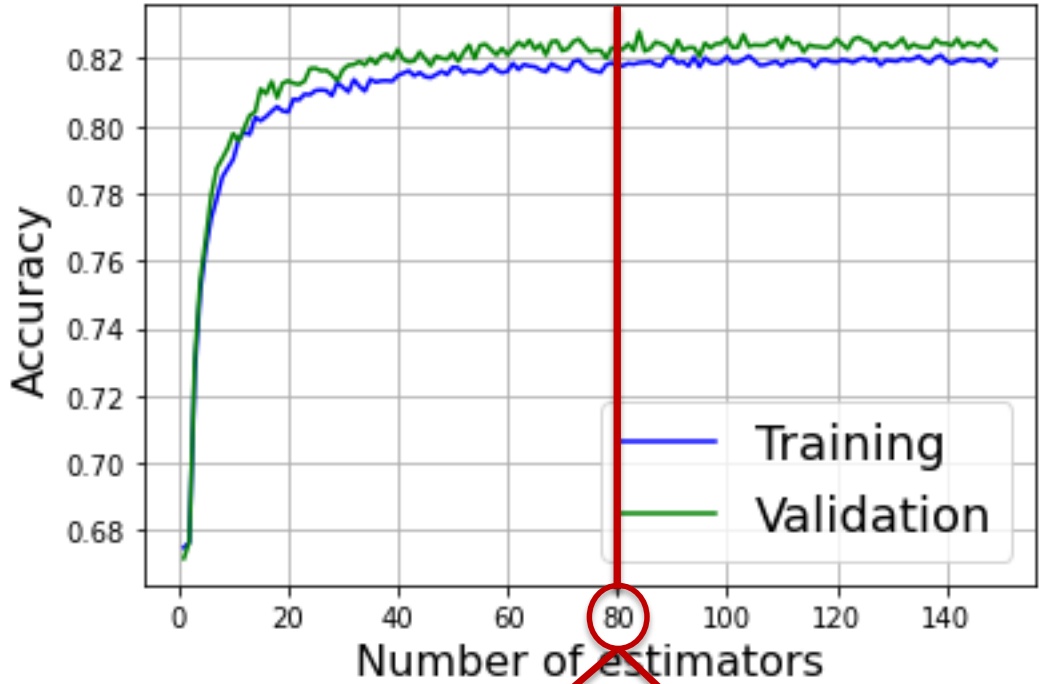
** Visual Geometry Group*

Comparaison avec une méthode plus « classique » : Random Forest

Random Forest = forêt d'arbres décisionnels (estimateurs)



Comparaison avec une méthode plus « classique » : Random Forest



Apprentissage (validation croisée)
Score apprentissage = ~ 0.8178

Validation
Score validation = ~ 0.8227

VGG16

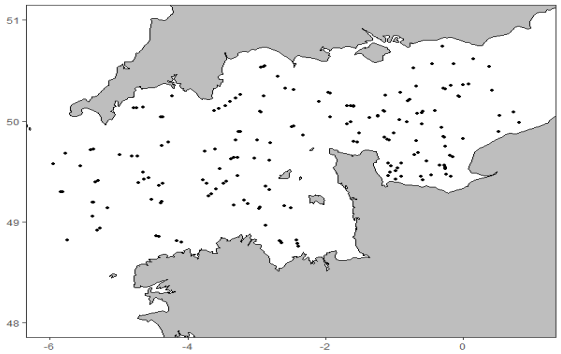
Score apprentissage = ~ 0.9883

Score validation = ~ 0.9442

Résultats - Campagnes

CAMANOC 2014

16/09 – 12/10 2014 (Manche)
N/O « Thalassa »



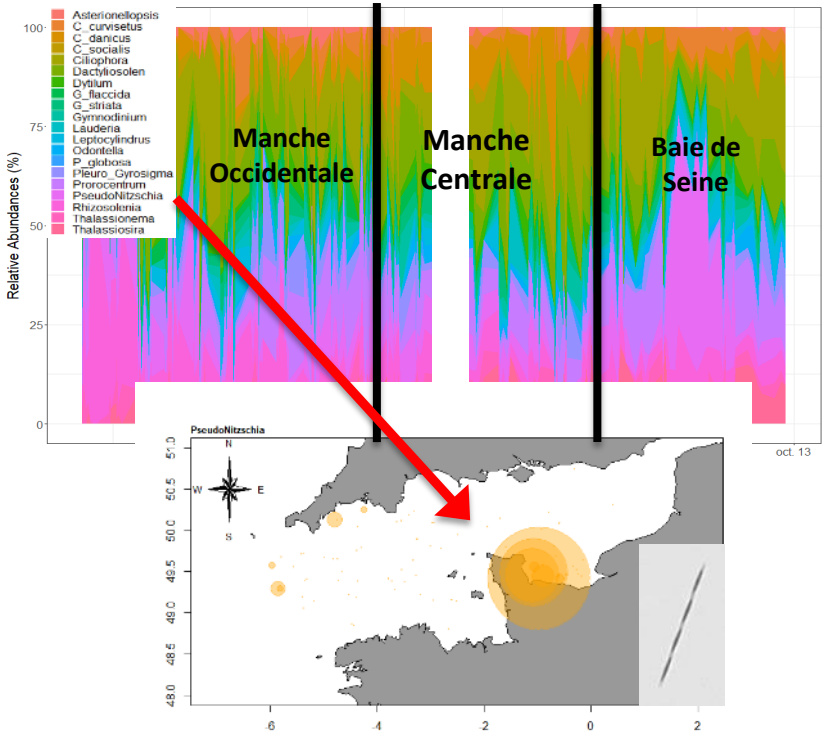
IBTS 2016

19/01 – 22/02 2016 (Manche-Mer du Nord)
N/O « Thalassa »

Résultats - Campagnes

CAMANOC 2014

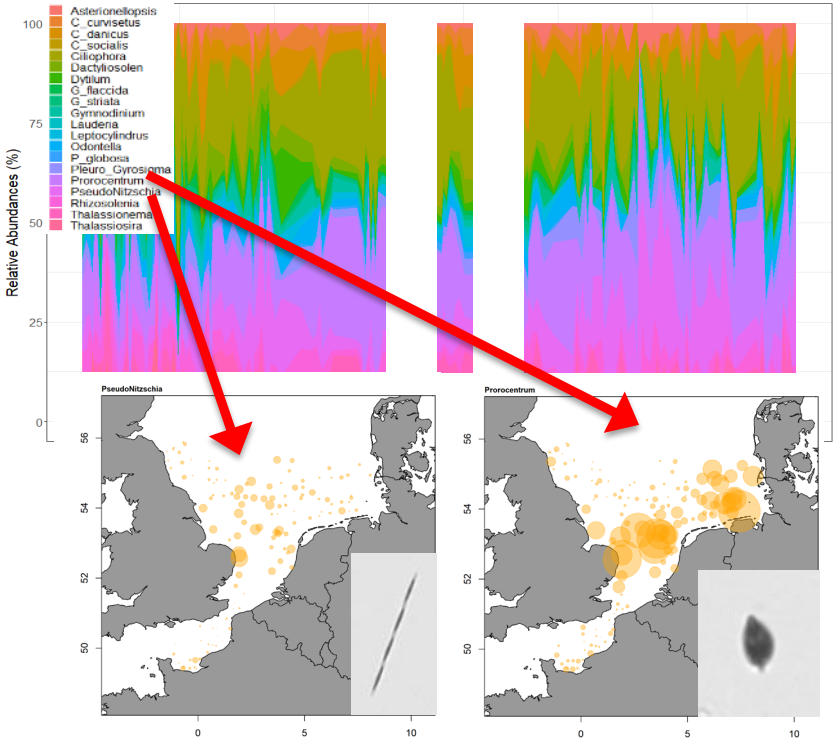
16/09 – 12/10 2014 (Manche)
N/O « Thalassa »



Pseudo-nitzschia

IBTS 2016

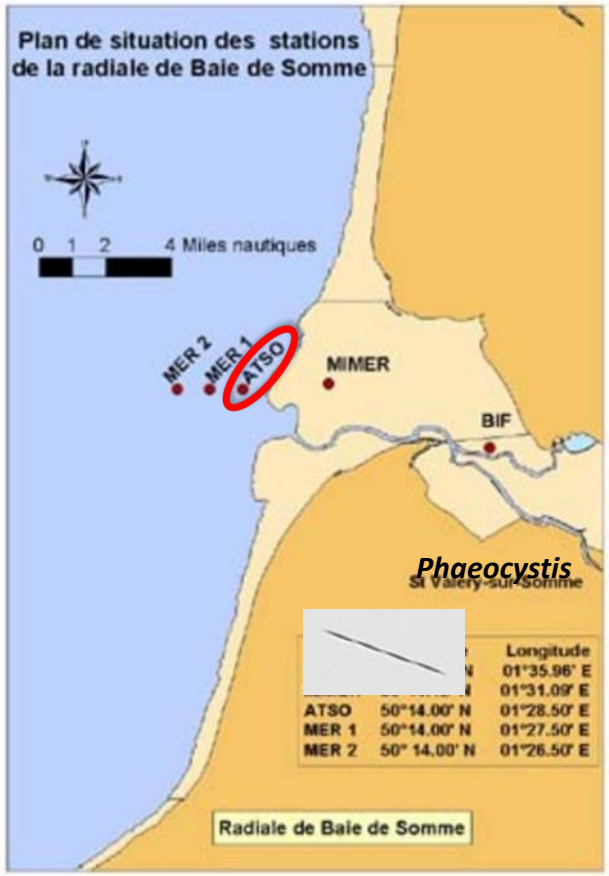
19/01 – 22/02 2016 (Manche-Mer du Nord)
N/O « Thalassa »



Pseudo-nitzschia ***Prorocentrum***

Résultats – Réseaux SRN-REPHY

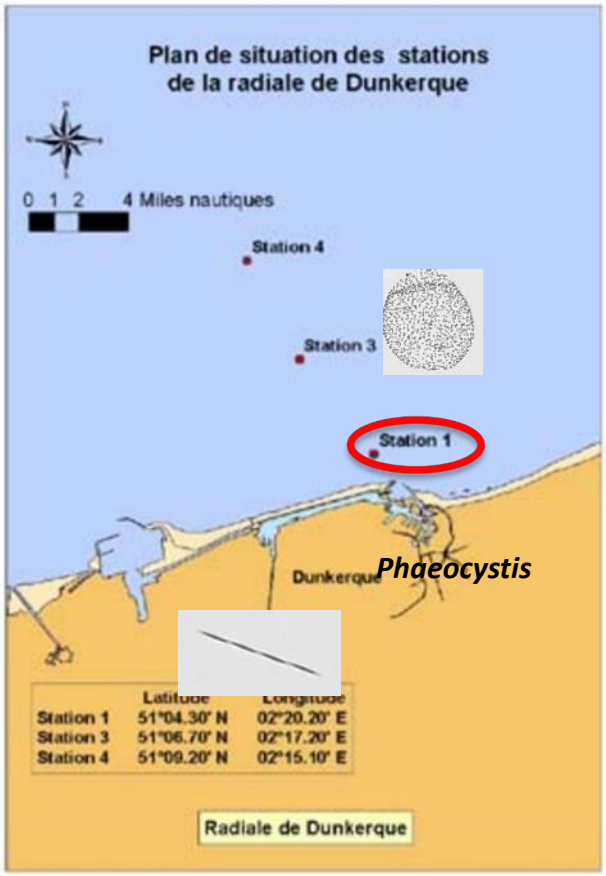
BAIE DE SOMME (ATSO)



Phaeocystis

Pseudo-nitzschia

DUNKERQUE (DK1)

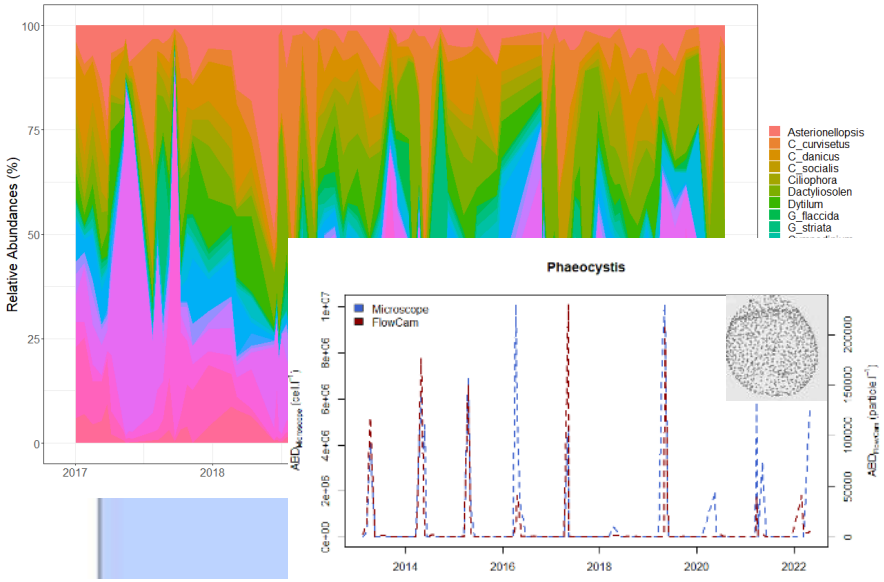


Phaeocystis

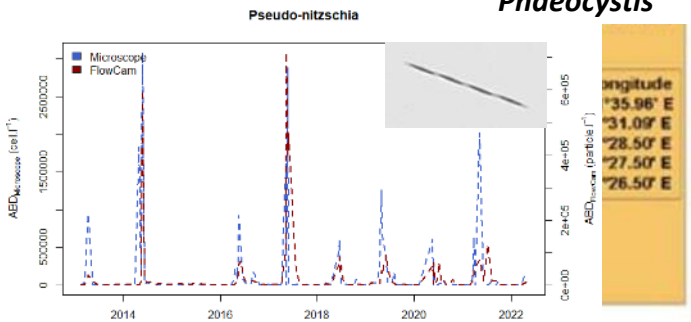
Pseudo-nitzschia

Résultats – Réseaux SRN-REPHY

BAIE DE SOMME (ATSO)

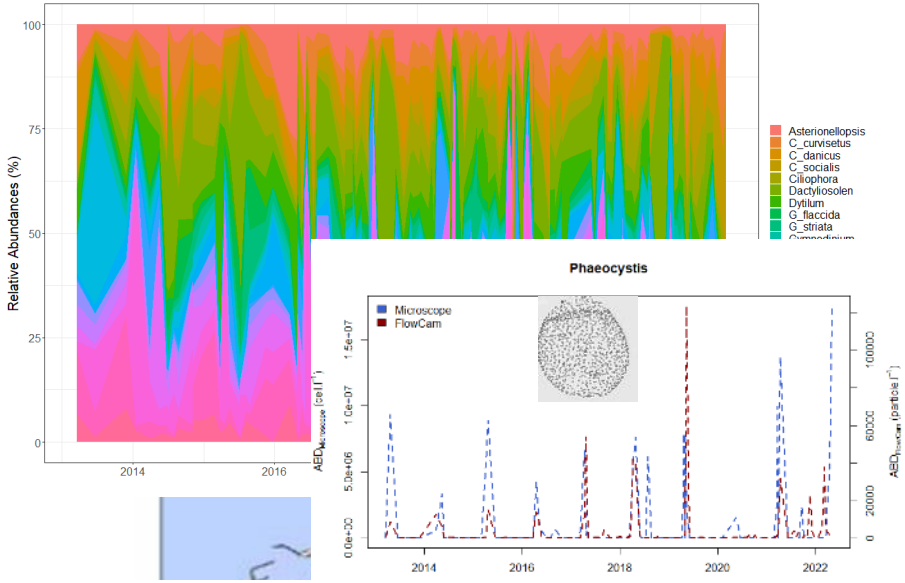


Phaeocystis

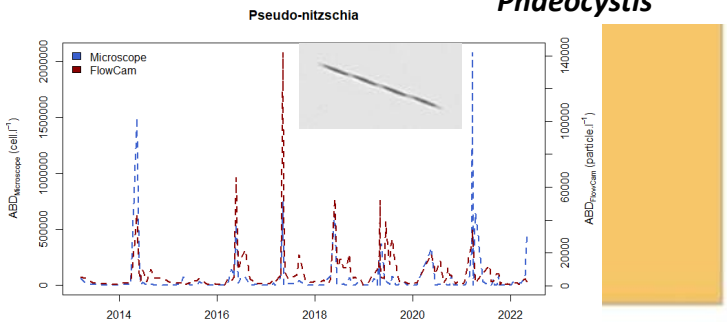


Pseudo-nitzschia

DUNKERQUE (DK1)

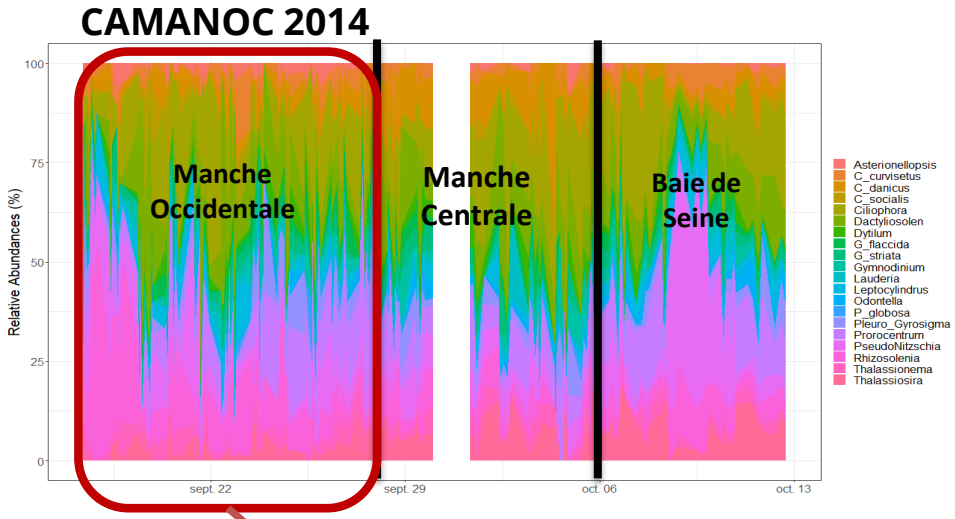


Phaeocystis

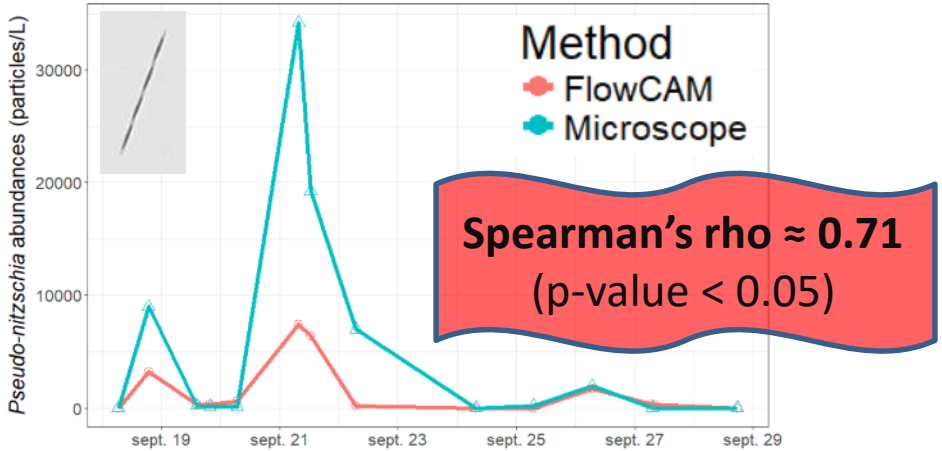


Pseudo-nitzschia

Pour aller plus loin avec le machine learning…



Aujourd'hui, pour la plupart des systèmes d'imagerie,
1 image = 1 particule = 1 cellule



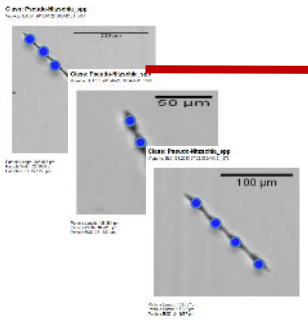
Spearman's rho ≈ 0.71
(p-value < 0.05)

Dynamiques globales des abondances obtenues par microscopie et FlowCam pour le genre *Pseudo-Nitzschia* sont **proches** :

➡ Estimation des abondances du FlowCam **inférieure** à celle du microscope.

Dénombrement des cellules en colonie

Calibration de ***modèles prédictifs*** (un par groupe taxonomique) pour l'estimation du ***nombre de cellules en colonies***, basé sur des ***comptages manuels*** réalisés sur les images du training set.

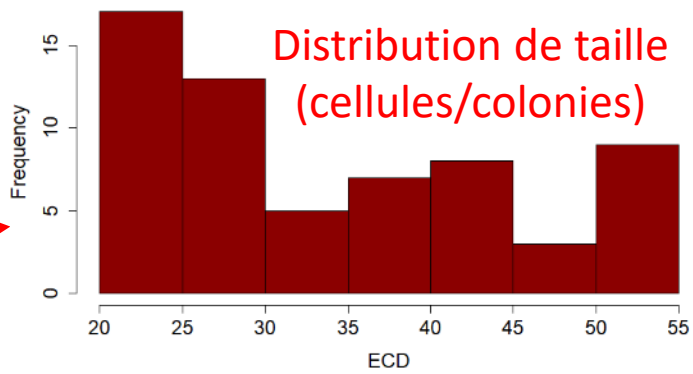


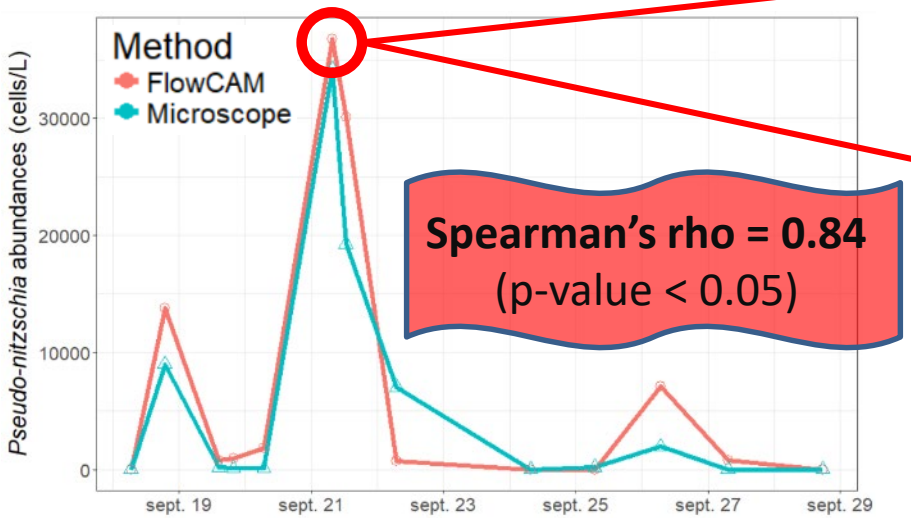
Multivarié
NbCells ~ mesures morphologiques
(longueur, hauteur, périm, aire, …)

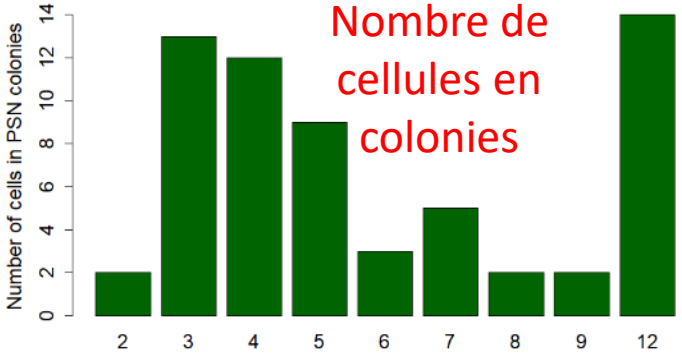
Modèle prédictif
Random Forest

Prédiction

Traits fonctionnels



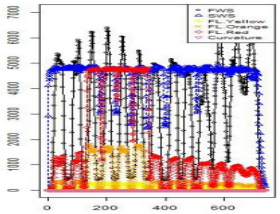


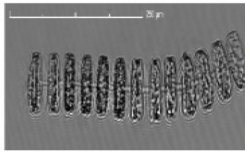


Dénombrement des cellules en colonie

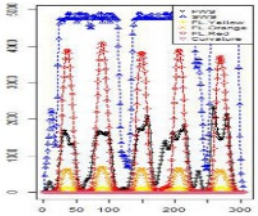
Quelques résultats sur différents taxons…

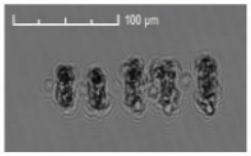
Thalassiosira rotula





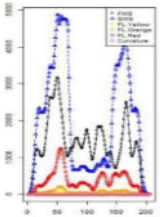
Manual: 13
Proposed: 12



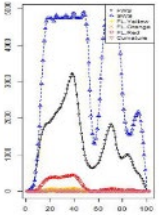


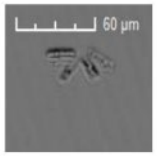
Manual: 4
Proposed: 4

Thalassionema nitzschioides



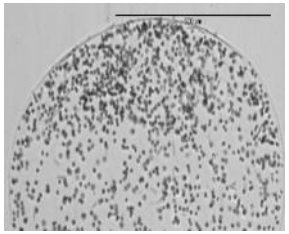
Manual: 7
Proposed: 6



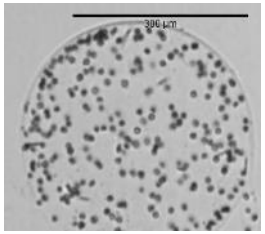


Manual: 4
Proposed: 4

Phaeocystis globosa



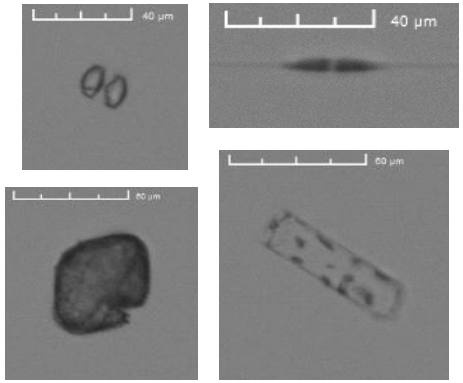
Proposed: 229

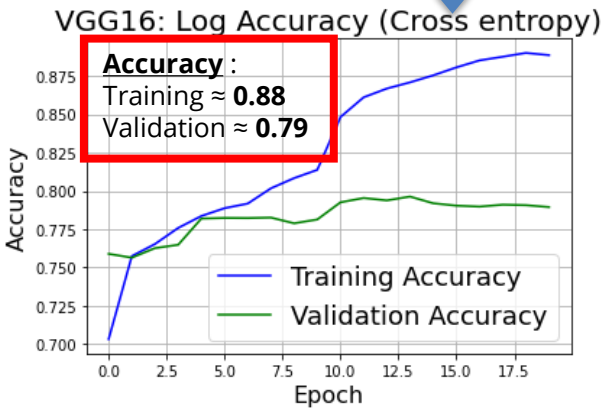


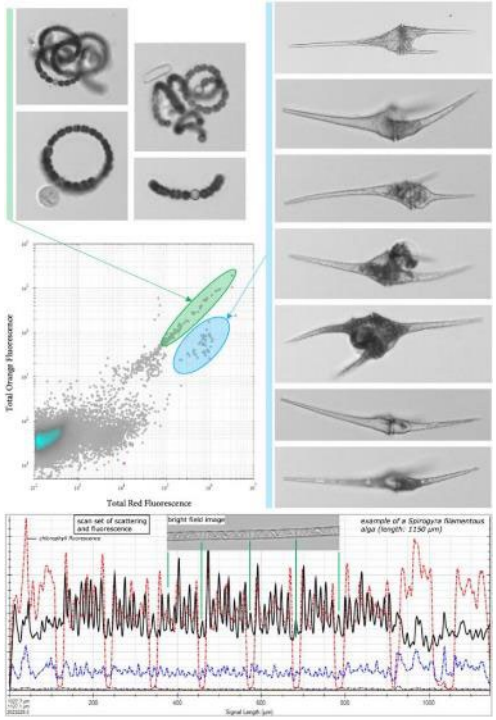
Proposed: 92

Perspectives

- Utilisation lors de campagnes exploratoires/halieutiques
  - ‘Quasi temps réel’ : protocole à définir
  - Optimisation de la stratégie d’échantillonnage
- Contribution à l’étude de la biomasse, abondance, diversité et dynamique du phytoplancton
  - Etude et résultats intégrés plus largement dans d’autres travaux orientés "Machine Learning" (PhD R. Halawi Ghosn)
- Développement/amélioration des sorties graphiques
  - Carte interactive? Autres representations graphiques?
- Test sur données acquises avec d’autres systèmes
  - ZooScan, photographies (poisson, benthos, CytoSense/Sub, ...)







MERCI DE VOTRE ATTENTION!

This work has been financially supported by the European Union (ERDF), the French State, the French Region Hauts-de-France and Ifremer, in the framework of the project CPER MARCO 2015-2021.

The JERICO-S3 project is funded by the European Commission's H2020 Framework Programme under grant agreement No. 871153. Project coordinator: Ifremer, France.

This work has been carried out through the project S3-EUROHAB (Sentinel-3 products for detecting EUtROphication and Harmful Algal Bloom events) funded by the European Regional Development Fund through the INTERREG France-Channel-England.

INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE
LITTORALE & CÔTIÈRE

L'Infrastructure de Recherche ILICO

Co-directeurs : C. Delacourt (CNRS) & A. Lefebvre (Ifremer)
Chargés de missions : L. Cocquempot (Ifremer), B. Mostajir (CNRS)
Responsable Administration et Pilotage : J. Burden (IUEM)

Journée REPHY, 1-2 Décembre 2022

Nous contacter : direction@ir-ilico.fr

L'Infrastructure de Recherche (IR) ILICO – en bref :

- Résulte de la volonté MESRI **de fédérer** les services d'observation **des différents organismes de recherche**
- Labellisée en 2016
- 10 M€/an de coûts complets, ~90 ETP
- Associe le **CNRS/INSU, l'Ifremer**, l'IRD, le SHOM, l'IGN, le réseau des Universités Marines, le BRGM, le CEREMA, Météo-France, le MNHN, l'OFB
- Infrastructure de recherche ***distribuée***, ILICO regroupe des services d'observation portant sur la physique, la biogéochimie, la biologie **de la zone littorale et côtière marine.**
- Nœud Français de **JERICO-RI** (ouverture EU)

Affichage dans la Stratégie Nationale

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

http://www. https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/la-feuille-de-route-nationale-des-infrastructures-de-recherche-2021-84056

ILICO

Infrastructure de Recherche LIttorale et COtière

L'infrastructure de recherche littorale et côtière (ILICO) est l'infrastructure de recherche française dédiée à l'observation et à la compréhension des évolutions à long-terme des milieux marins côtiers et littoraux, de métropole et outre-mer. ILICO occupe une position stratégique de structuration de l'observation et de la recherche sur les milieux naturels situés à l'interface entre le Continent et l'Océan. L'IR fédère des dispositifs d'observation inter-organismes pérennes (dont 8 « Services Nationaux d'Observation » (SNO) labellisés). ILICO a également pour mission de veiller à ce que les observations dans les milieux littoraux et côtiers répondent aux enjeux sociétaux et questions scientifiques associées. Elle est garant de l'interopérabilité et de la qualité des observations effectuées par les différents systèmes d'observation. ILICO pilote un réseau d'animation scientifique qui assure la réflexion et la prospective scientifique transversale, et favorise l'interdisciplinarité, via des actions structurantes transversales. Ce réseau inter-organismes est composé de plus de 60 laboratoires (implantés en métropole et en outre-mer) qui mènent une recherche sur les milieux marins côtiers et littoraux. L'IR ILICO est le nœud français du projet d'infrastructure européenne en cours de construction JERICO-RI (Joint European Research Infrastructure for Coastal Observatories).

Relations avec les acteurs économiques et/ou impact socio-économique

- Liens avec les services de l'État, chargés de la gestion de l'environnement, en métropole et en outre-mer (santé des écosystèmes côtiers, qualité des eaux, risques littoraux, impacts des changements globaux); -Développements exploratoires avec PME et industries (développement technologique, traitement et mutualisation de ressources); -Rapprochement avec le secteur privé et/ou la société autour de nouveaux produits/services, méthodes d'acquisition.

Science ouverte et données

- Production annuelle de données : 5 To
- Infrastructure dotée d'une politique de données FAIR en application
- Les données validées et décrites sont publiées sur un entrepôt de données www.odatis-ocean.fr/donnees-et-services/acces-aux-donnees

Catégorie : IR
Type d'infrastructure : distribuée
Localisation du siège de l'infrastructure (en France) : Plouzané
Établissement(s) français porteur(s) : CNRS, Ifremer

Directeurs de l'infrastructure ou représentant(s) en France : J. Paillet, C. Delacourt
Année de création : 2016
Année d'exploitation : 2016
Tutelles/Partenaires : IRD, SHOM, IGN, Université de Bretagne Occidentale, Sorbonne Université, Aix-Marseille Université, Université Bretagne Sud, Université de Caen Normandie, Université de Lille, Université du Littoral Côte d'Opale, Université de Nantes, La Rochelle Université, Université de Bordeaux, Université Toulouse III - Paul Sabatier, Université de Perpignan Via Domitia, Université de Montpellier, Université Côte d'Azur, Université de Toulon, Université Le Havre Normandie, MNHN, Météo-France, BRGM, CEREMA, OFB
Site web : www.ir-ilico.fr

Dimension internationale

JERICO-RI : **Site internet :** www.jerico-ri.eu

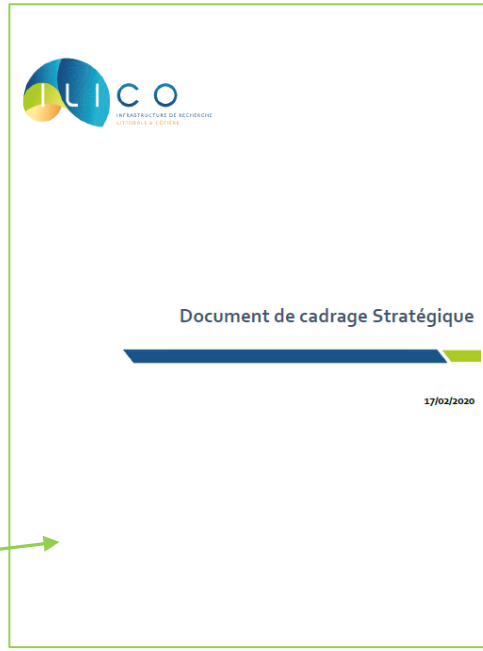
Sciences du système Terre et de l'environnement

208 Stratégie nationale des infrastructures de recherche

Convention-cadre inter-organismes ILICO

Pourquoi ?

- Donner un statut à l'IR (accord de consortium)
- Etablir les engagements des partenaires (y compris sur les moyens)
- Faciliter les relations entre les organismes tutelles d'ILICO

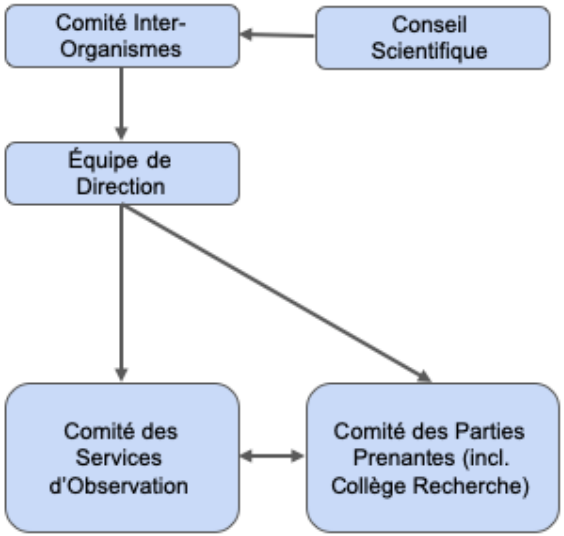


Structure

- Corps de convention + document stratégique en annexe

Nouveautés

- Nouvelle **gouvernance** (compatible EU)
- Nouveau site **web** www.ir-ilico.fr
- Nouveau **portail** (en cours)
- Nouvelle stratégie de **communication**



IR ILICO – 9 réseaux élémentaires d'observation : les SNO

- **COAST HF** Paramètres Physiques / Chimiques Haute Fréquence
  SNO* *IFREMER – CNRS/INSU - Univ* *National*

- **CORAIL** Evolution des écosystèmes coralliens tropicaux
  SNO *CNRS/INSU – Univ* *Régional*

- **DYNALIT -** Trait de côte, morpho-dynamique du littoral
  SNO *CNRS - INSU – Univ* *National*

- **MOOSE -** Suivi intégré multidisciplinaire de la Méditerranée
  SNO *CNRS/INSU – Univ* *Régional*

- **PHYTOBS - REPHY, SOMLIT phyto -** Micro-phytoplancton
  SNO* *IFREMER – CNRS – Univ* *National*

- **REEFTEMPS** Evolution des températures de surface de l'océan dans le Pacifiqu
  SO-IRD *IRD* *Régional*

- **SONEL** Niveau de la Mer
  SNO *IGN – CNRS/INSU - SHOM - Univ* *National*

- **SOMLIT** – Evolution physico-chimique des eaux littorales
  SNO *CNRS – Univ* *National*

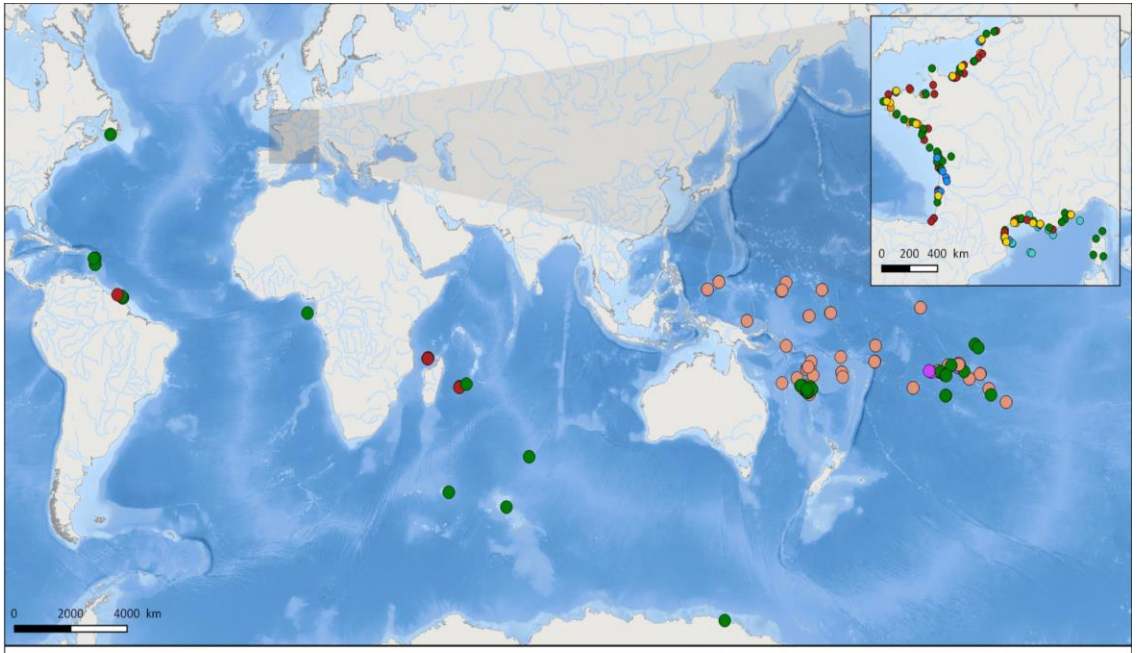
benthOBS + **BenthObs** – Suivi macrofaune benthique (en incubation depuis 2019)
Bientôt SNO *CNRS - Univ - Ifremer* *National*

ILICO INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE LITTORALE & COTIÈRE

ILICO
INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE
LITTORALE & CÔTIÈRE

Des pressions et des impacts divers, complexes

=> une infrastructure (très) distribuée



Field sites of the French research infrastructure on Coastal Ocean and Seashore observations
- ILICO -

COAST-HF · CORAIL · DYNALIT · MOOSE · PHYTOBS · REEF TEMPS · SOMLIT · SONEL

-9500 -7000 -4500 -1000 -150 0 m Depth — Main rivers

Sources : Dynalit, GEBCO, OSM, GSHHG, IGN - Projection : WGS 84 / Pseudo Mercator (EPSG:3857) - Lon0=90

Des enjeux de recherche majeurs (observer pour comprendre…)

- Comprendre le fonctionnement de ces milieux
- Comprendre et prévoir leur évolution à long terme
- Etudier les évènements extrêmes et leurs impacts
- Distinguer et comprendre les impacts anthropiques
- *Optimiser l'observation*

www.ir-ilico.fr/

IR ILICO – des dispositifs d'observation très divers:

IR ILICO – missions :

Sur le milieu marin côtier et littoral :

- Observer le milieu marin côtier et littoral, en veillant à ce que cette observation réponde aux grands enjeux scientifiques et sociétaux (…)
- Assurer le transfert et la valorisation des données avec les pôles de données (ODATIS, THEIA) de l'IR DATA TERRA.
- Fédérer et valoriser les compétences des équipes françaises pour positionner l'expertise nationale [en observation…] dans le contexte européen
- Optimiser la mise en cohérence des réseaux d'observation
- Assurer l'animation et la prospective scientifique de la communauté de la recherche sur les milieux naturels littoraux et côtiers.
- Renforcer les compétences et les échanges entre les communautés «instrumentation », « modélisation », « expérimentation », « télédétection » etc.

ILICO : Un élément structurant à l'échelle nationale, européenne, internationale

Echelles

Nationale

IR
multi-plateformes
multi-paramètres

Liens avec les Infrastructures de Recherche nationales

Marines
- EMSO
- EURO-ARGO
- Projet OHIS

Terrestres
- OZCAR
- RZA
- RESIF

Atmosphère
- ACTRIS
- ICOS

Domaines transverses
- FOF
- DATA TERRA
- RESIF

Européenne

IR
pluri-organismes

Préparation de la candidature ESFRI :

JERICO-RI (2021)

Liens avec les projets européens :
- JERICO-DS
- JERICO-S3
- JERICO-Next
- JERICO-FP7

Interactions avec d'autres infrastructures Européennes :
- SOCIB (ESP)
- POSEIDON (HE)
- FINMARI (FI)
- EIROOS (IRL)
- KKOB (CRO), etc.

Internationale

IR
aux multiples interfaces

Interfaces internationales ultramarines:
- Océan Pacifique
- *Océan Indien*
- *Caraïbes*

Participation à des réseaux internationaux
- GLOSS
- GCRMN

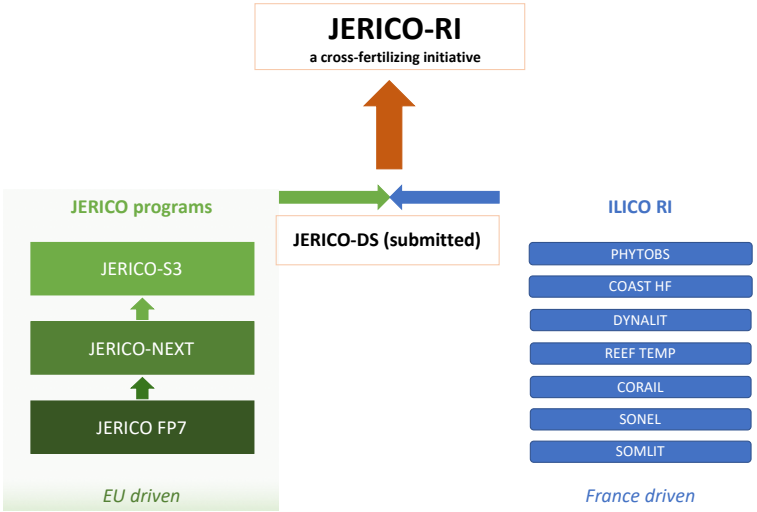
IR ILICO – Objectif européen

- **Objectif : ILICO « nœud Français » d'une future Infra européenne « JERICO-RI »**
- **France = leader grâce à JERICO 1, 2, 3… et à ILICO (modèle d'intégration nationale et interdisciplinaire le plus abouti)**
- **Chantier : ré-inscription à la feuille de route ESFRI**

Étape nécessaire pour l'émergence de **JERICO-RI, faire converger :**

- les initiatives pilotées par la **communauté scientifique européenne**
- les initiatives pilotées par les **États** (pour la France: **ILICO**).

JERICO-RI: a convergence between JERICO and ILICO



ILICO : Un élément structurant et facilitateur pour soutenir :

- La pérennisation des séries de données ;
- La bonne gestion, la visibilité, l'exploitation des données ;
- L'animation et la mutualisation inter-réseaux ;
- Le réseautage européen et international ;
- La communication :
- (etc.)

ILICO, ce n'est pas « eux », c'est « nous »!

Actions prioritaires - perspectives

Objet	Action(s) 2022-2023	Objectif / finalité
Convention Cadre	Finalisation, signature Mise en oeuvre de la nouvelle gouvernance	Formalisation du consortium Rôles précisés
Animation scientifique	Refonte de l'organisation en actions Prise en main de la plateforme collaborative (nouveau site web)	Renforcer l'animation transversale et la visibilité d'ILICO
Renouvellement Direction	Appel à candidatures INSU Chargés de mission	Ressourcement et renforcement de l'équipe de direction
Outre-mer	Réalisation SWO activités périmètre ILICO Définition des sites Pilotes Ultramarins	Mise en oeuvre des sites pilotes ultramarins- Stratégie OM ILICO
Européanisation	Rapprochement ILICO / JERICO & alignement stratégies, gouvernance, modèle économique	Préparation demande ESFRI 2024 Mise en oeuvre du French GOOS
Données	Poursuite FAIRisation avec SNO -Catalogue données non labellisées- Portail données ILICO - Réflexion produits / services inter-SNO	Projet Gaia Data, Pérennisation poste ingénieur gestion de données mutualisé avec IR Data Terra
Projets PIA	Equipex + EMBRC-OA, Gaia Data, TerraForma… PPR RiOMaR, Futurisk, FUTURE-OBS, MEDIATION PEPR OneWater, FAIR Carbon, TRAACS, (…)	Lancement des projets et cohérence avec ILICO Valorisation (recherche) de l'observation Observation « augmentée » Renforcement liens entre IRs

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

MERCI POUR VOTRE IMPLICATION
DANS L'**OBSERVATION**

Observer une fois, utiliser plusieurs fois !

Réseau d'observation du phytoplancton

Maud LEMOINE & Pascal CLAQUIN
Ifremer-Nantes & Université de Caen-Normandie

IR-ILICO et PHYTOBS

ILICO
INFRASTRUCTURE DE RECHERC
LITTORALE & CÔTIÈRE

COAST-HF

Coastal ocean observing system - High frequency

Fiche identité du réseau

CORAIL

Service d'observation des récifs coralliens de Polynésie française

Fiche identité du réseau

DYNALIT

Dynamique du littoral et du trait de côte

Fiche identité du réseau

MOOSE

Mediterranean ocean observing system for the environment

Fiche identité du réseau

PHYTOBS

Réseau d'observation du phytoplancton

Fiche identité du réseau

ReefTemps

Réseau d'observation des eaux côtières dans la région du Pacifique sud, ouest et sud-ouest

Fiche identité du réseau

SOMLIT

Service d'observation en milieu littoral

Fiche identité du réseau

SONEL

Système d'observation du niveau des eaux littorales

Fiche identité du réseau

BENTHOBS ***(en cours de labellisation)***

Observation de la macrofaune benthique

Fiche identité du réseau

IR-ILICO et PHYTOBS

INFRASTRUCTURE DE RECHERC
LITTORALE & CÔTIÈRE

COAST-HF

Coastal ocean observing system - High frequency

Fiche identité du réseau

CORAIL

Service d'observation des récifs coralliens de Polynésie française

Fiche identité du réseau

DYNALIT

Dynamique du littoral et du trait de côte

Fiche identité du réseau

MOOSE

Mediterranean ocean observing system for the environment

Fiche identité du réseau

PHYTOBS

Réseau d'observation du phytoplancton

Fiche identité du réseau

ReefTemps

Réseau d'observation des eaux côtières dans la région du Pacifique sud, ouest et sud-ouest

Fiche identité du réseau

SOMLIT

Service d'observation en milieu littoral

Fiche identité du réseau

SONEL

Système d'observation du niveau des eaux littorales

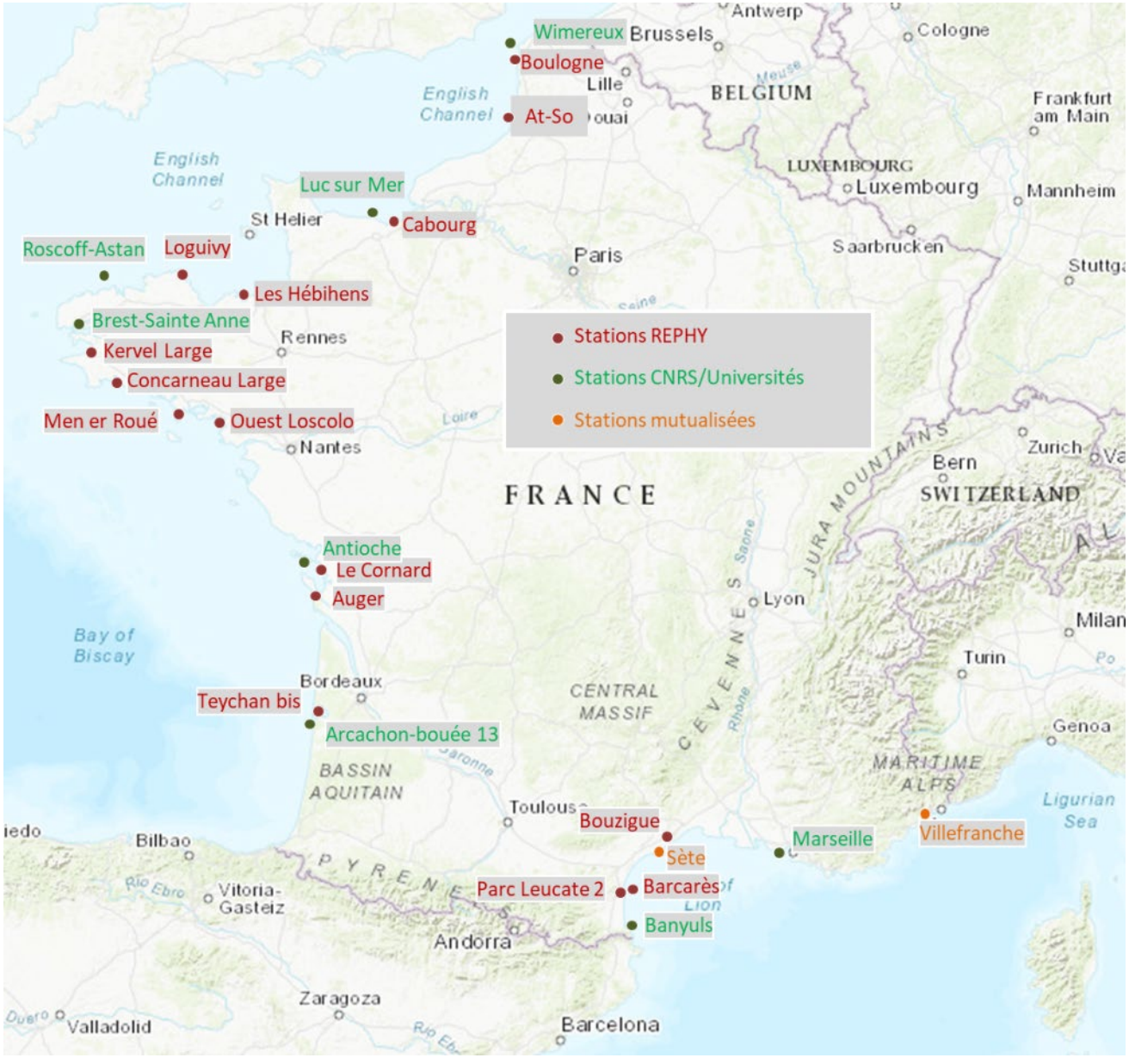
Fiche identité du réseau

BENTHOBS ***(en cours de labellisation)***

Observation de la macrofaune benthique

Fiche identité du réseau

Carte des stations



Paramètre labellisé

- Labellisation des séries de données phytoplancton

- Labellisation de regroupements taxinomiques

→ Résultat analyste = meilleur niveau « individuel »

→ Résultat labellisé = meilleur niveau « commun » certain et partagé

SNO liés à PHYTOBS

COAST-HF

Coastal ocean observing system - High frequency

Fiche identité du réseau

SOMLIT

Service d'observation en milieu littoral

Fiche identité du réseau

BENTHOBS *(en cours de labellisation)*

Observation de la macrofaune benthique

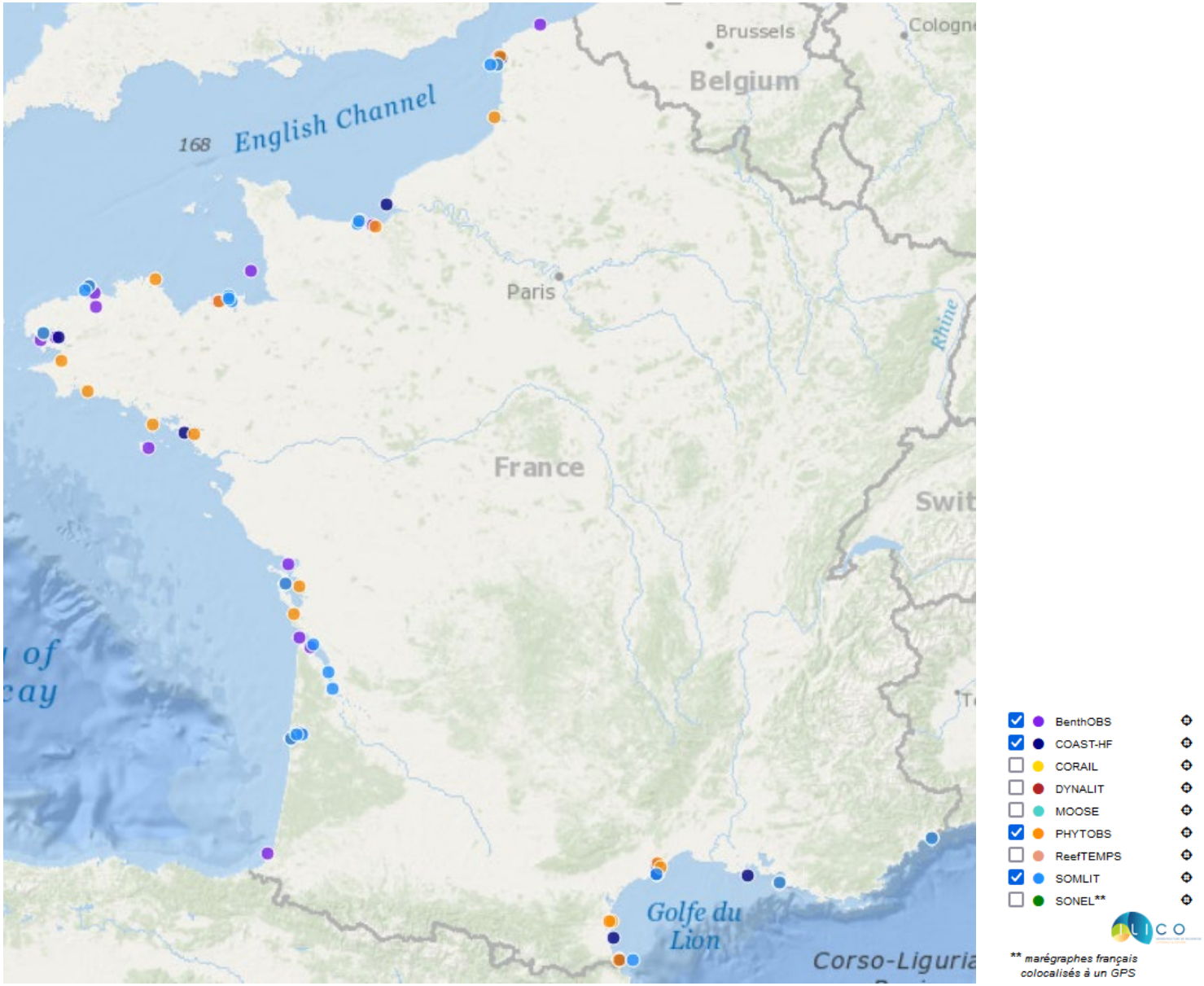
Fiche identité du réseau

PHYTOBS

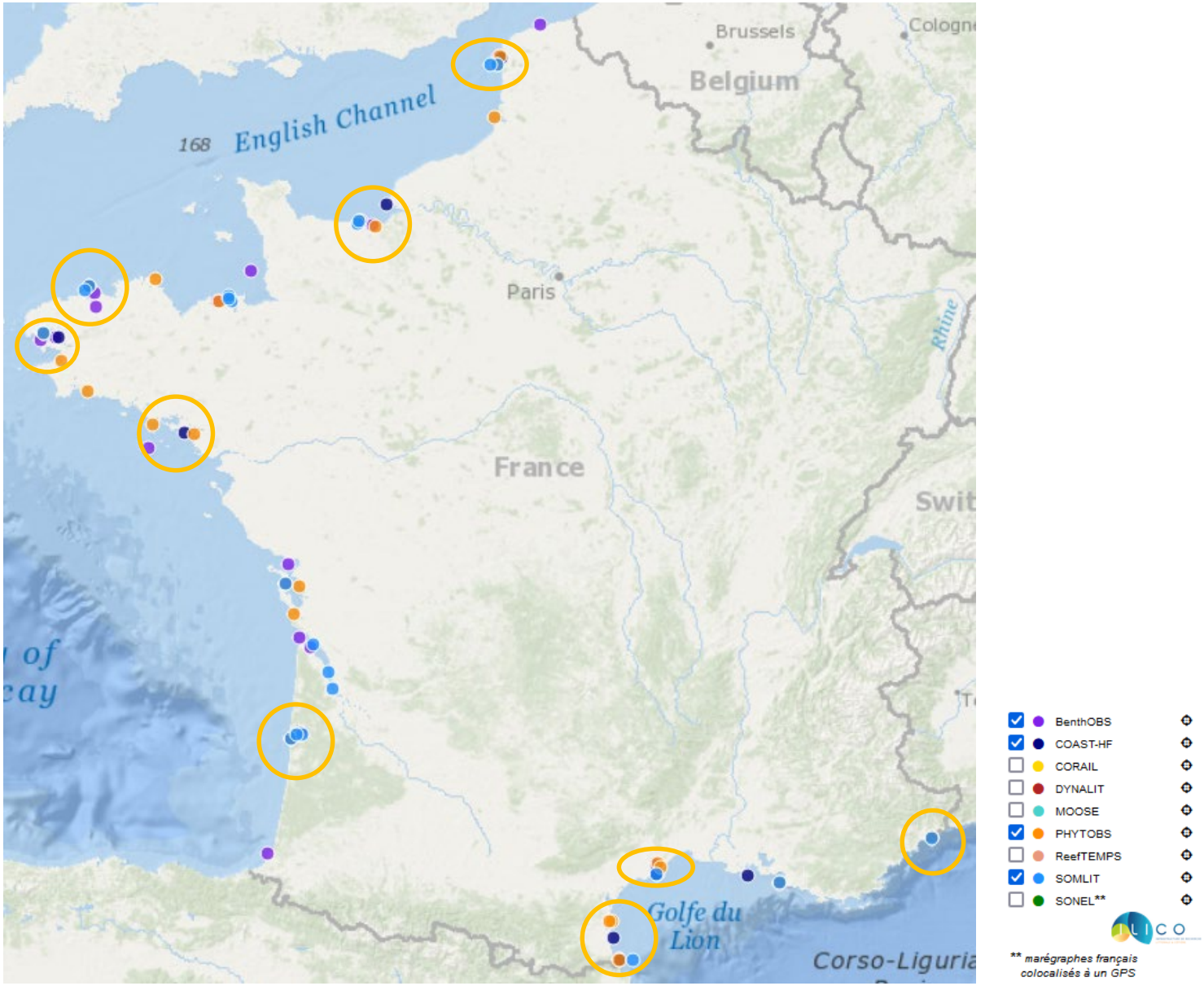
Réseau d'observation du phytoplancton

Fiche identité du réseau

Carte des SNO liés à PHYTOBS



Carte des SNO liés à PHYTOBS



PHYTOBS en 2022

Atelier et journées scientifique
Station Biologique de Roscoff
27-30 septembre 2022

PHYTOBS en 2022

Colloque Annuel ILICO

Atelier d'Observation régionale intégrée et multidisciplinaire en Méditerranée nord-occidentale (**Workshop NWMed**)

Villefranche sur Mer 15-18 novembre 2022

https://www.ir-ilico.fr/?colloque2022

PHYTOBS - données

SEANOE Sea scientific open data edition SEANOE

PHYTOBS dataset - French National Service of Observation for Phytoplankton in coastal waters

Date	2021
Temporal extent	1987 -2019
Author(s)	PHYTOBS
Contributor(s)	Lemoine Maud, Claquin Pascal, Abadie Eric, Arnaud Christophe, Artigas Felipe, Blondel Camille, Breton Elsa, Carpentier Liliane, Chomerat Nicolas, Christaki Urania, Conan Pascal, Cornet Véronique, Coste Laurence, Courtay Gaelle, Dagault Francoise, Del Amo Yolanda, Delebecq Gaspard, Doner Anne, Dupuy Christine, Fauchot Juliette, Francoise Sylvaine, Gabellec Raoul, ...
Affiliation(s)	Ifremer, France Ifremer, VIGIES, Nantes Ifremer, DYNECO-PELAGOS, Brest Ifremer LER : Boulogne sur mer, Port en Bessin, Dinard, Concarneau, Lorient, La Tremblade, Sète, La Seyne sur Mer CNRS Sorbonne Université Université de Lille – CNRS - UMR 8187 LOG ULCO Université de Caen Normandie - CREC Université de Caen Normandie - Laboratoire BOREA Université de Bretagne Occidentale - UBO Université de La Rochelle, LIENSs UMR 7266 Université de Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC Observatoire Océanologique de Banyuls/mer - CNRS - Sorbonne Université - UMR7621 Observatoire Océanologique de Banyuls/mer - CNRS - Sorbonne Université - FR3724 CNRS-INSU Banyuls – Laboratoire ARAGO OSU-OREME Univ Montpellier, CNRS, IRD, Sète FRANCE MARBEC Univ Montpellier, CNRS, IFREMER, IRD, Sète FRANCE GEOSCIENCES Montpellier, Univ Montpellier, CNRS MIO – UMR 110 Aix-Marseille Université/CNRS/IRD/Université de Toul Institut de la Mer de Villefranche, IMEV - CNRS UMR7093
DOI	10.17882/85178

Click to download the data DATA

5178/

Download metadata
TXT, RIS, XLS, RTF, BIBTEX

References
Lefebvre Alain, Devreker David How to learn more about hydrological conditions and phytoplankton dynamics and diversity in the eastern

Data

File	Size	Format	Processing	Access
phytobs SNO full 2021-01 (ODV format)	53 MB	ODV	Quality controlled data	Open access
phytobs SNO full 2021-01 (CSV format)	54 MB	CSV	Quality controlled data	Open access

PHYTOBS - données

https://www.phytobs.fr/

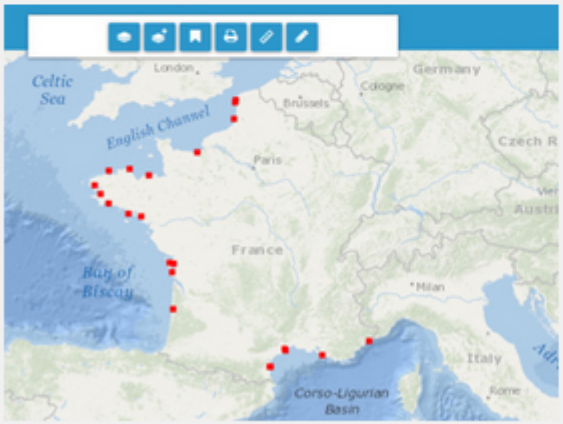
PHYTOBS
Réseau d'observation du phytoplancton

Phytobs Stations Données

PHYTOBS est un Service National d'Observation (SNO) du microphytoplancton déployé sur les côtes françaises métropolitaines et porté par l'Ifremer, le CNRS et les Universités Marines. Un protocole commun s'applique pour les prélèvements, les analyses et l'identification. Les paramètres physico-chimiques associés à chaque échantillon sont disponibles avec les données PHYTOBS. Ces paramètres sont acquis par l'Ifremer ou par le réseau SOMLIT (www.somlit.fr), selon le site considéré.

PHYTOBSa été labellisé comme SNO (Service National d'Observation) en 2018.

Coordinateurs : Maud Lemoine (Ifremer maud.lemoine@ifremer.fr) & Pascal Claquin (Université de Caen Normandie - pascal.claquin@unicaen.fr)

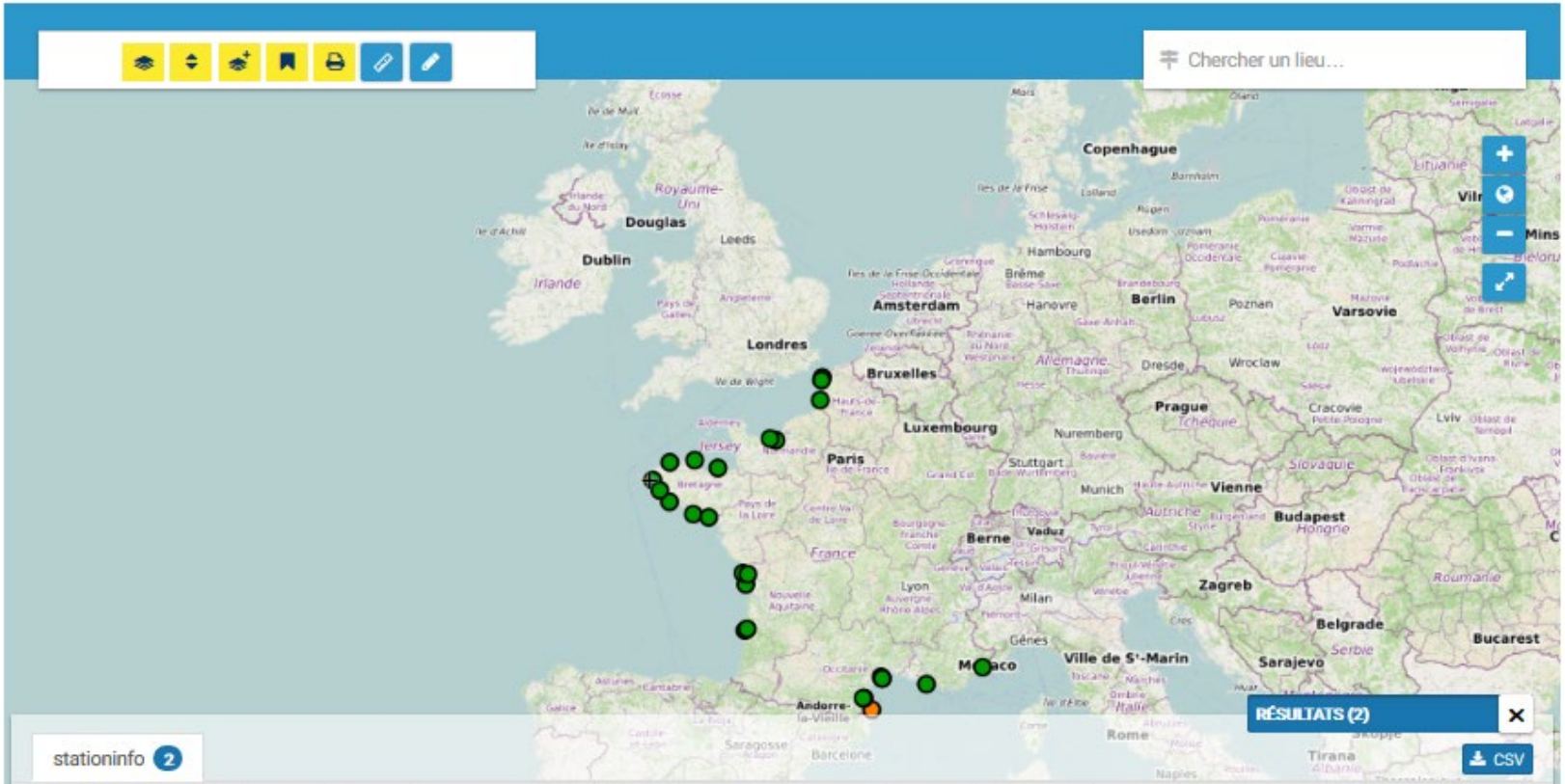


Stations

Arcachon - Bouée 13 62581	At-So 62568	Auger 62579
Banyuls - Sola 62582	Barcarès 62583	Boulogne 62567
Bouzigues 62586	Brest Sainte-Anne 62572	Cabourg 62569

PHYTOBS - données

Stations



stationinfo 2

Station_Info	Graphs	Files	Name	MRGID	Source	First_Sample	Latest_Sample	Sample_Count
			Brest	62572	PELAGOS	1998-03-25	2019-12-30	829
			Kervel Large	62573	REPHY	2007-03-12	2019-12-30	250

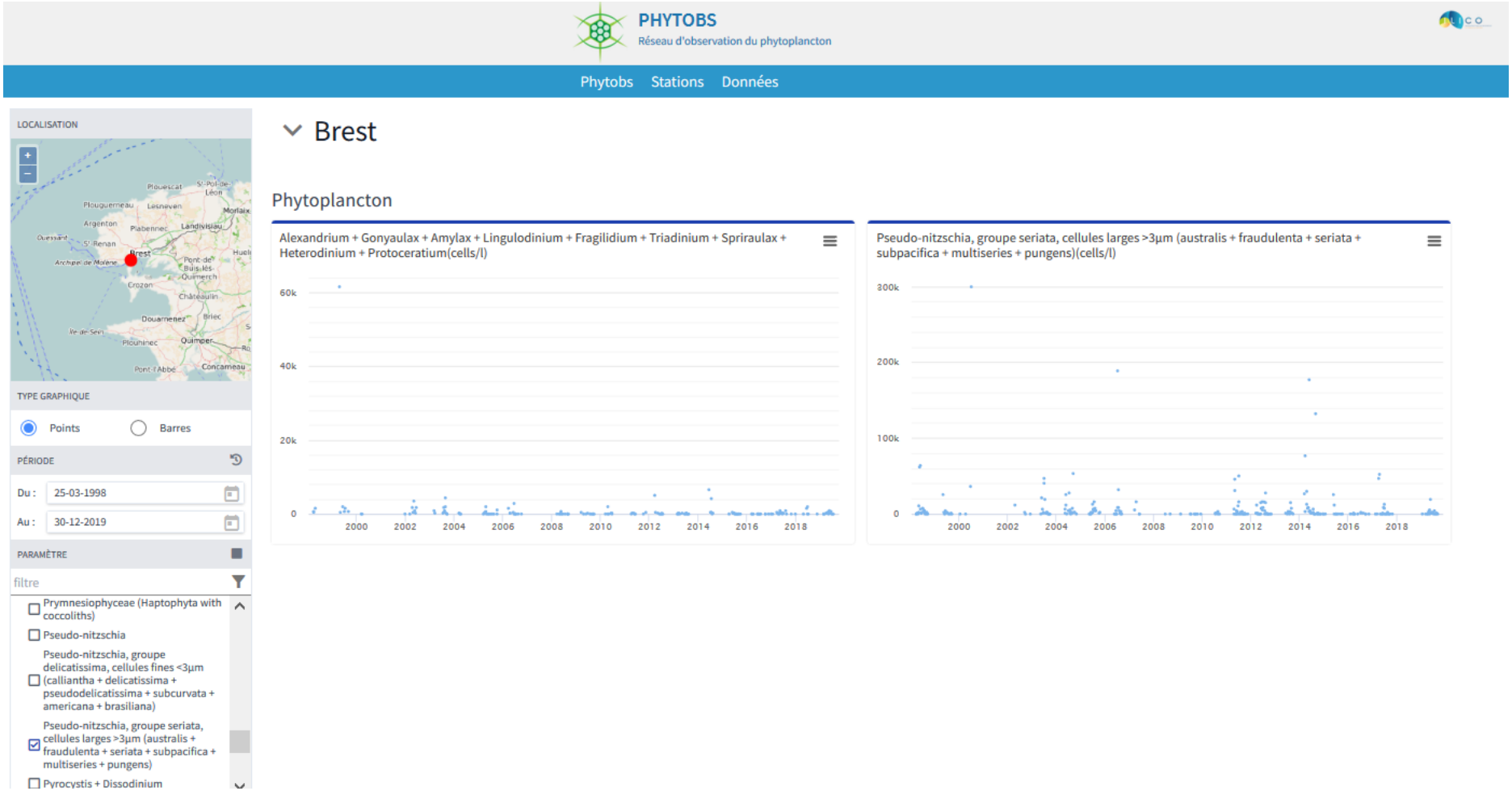
PHYTOBS - données

Stations | Brest Sainte-Anne

Brest Sainte-Anne

Nom du lieu	Brest - Sainte-Anne
Code/Mnémo	62572
Département	29-Finistère
Laboratoire responsable	UMS 3113 / LEMAR UMR 6539
Contact	aude.leynaert@univ-brest.fr cecile.klein@univ-brest.fr peggy.rimmelinmaury@univ-brest.fr
Masse d'eau DCE	
Latitude	48.358925
Longitude	-4.5519972222222
Début de la série	1998
Fréquence de suivi	Hebdomadaire
Paramètres suivis	Température Salinité PAR Oxygène pH MES Nutriments : NH_4^+ ; $NO_3 + NO_2$; PO_4^- ; $SiOH_4$ POC-PON Chlorophylle *a*/Phéophytine a δ13C - δ15N Pico-nanophytoplancton
Proximité d'autres SNO	SOMLIT COAST-HF DYNALIT
Accès direct aux données	http://data.phytobs.fr/files/latest/62572/
Commentaires	La station de prélèvement, ouverte à l'influence océanique, est située devant Ste-Anne-du-Portzic à la jonction entre la Mer d'Iroise et la Rade de Brest (200 m de la côte, 10 m de hauteur d'eau à plein mer).
Bibliographie associée au lieu	

PHYTOBS - données



PHYTOBS - données

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
Brest-Analyst.csv	2021-11-13 00:26	4.0M	
Brest-Analyst_odv.txt	2021-11-13 00:26	3.7M	
Brest-Phytobs.csv	2021-11-13 00:26	3.7M	
Brest-Phytobs_odv.txt	2021-11-13 00:26	3.1M	
Brest-combined.csv	2021-11-13 00:26	7.8M	
Brest-combined_odv.txt	2021-11-13 00:27	6.9M	

Taxon saisi par l'analyste

Taxon niveau labellisé

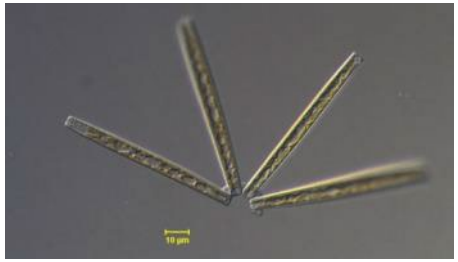
Taxon saisi par l'analyste + taxon labellisé

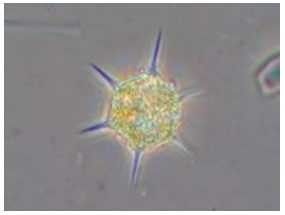
Questions de recherche autour de PHYTOBS à l'échelle du réseau

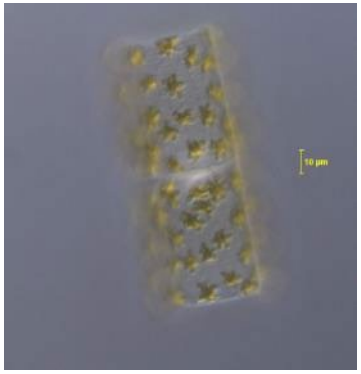
- Dynamique à long terme des communautés
- Comparaison des résultats obtenus à partir de la base brute (taxons identifiés) et à partir de la base de taxons labellisés : appréhender les limites et les atouts de la stratégie Phytobs
- Analyses des données en fonction des gradients d'eutrophisation mis en avant dans le choix des stations
- Mieux appréhender les données pico/nano en parallèle des données microphytoplancton

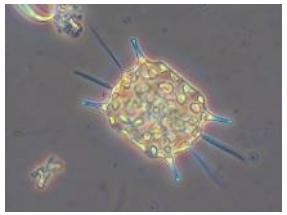
Perspectives

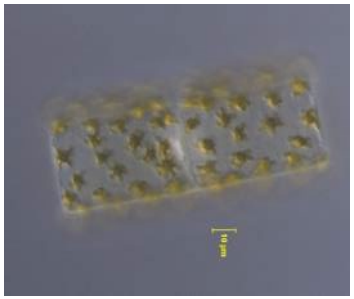
- Action à réaliser en 2023
  - IPI : 3 stations IFREMER + 5 stations CNRS/UNIV
  - Pour CNRS/UNIV : formation pour mettre en place une interface de saisie de données permettant de générer les fichiers CSV insérés dans Pelagos
  - Atelier /AG/COPIL
- Atelier et travaux inter SNO
  - Développer les outils d'imagerie automatique
  - Mieux appréhender les classes de taille

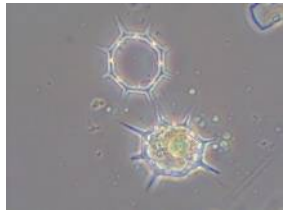


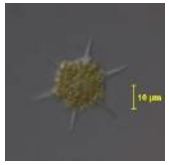


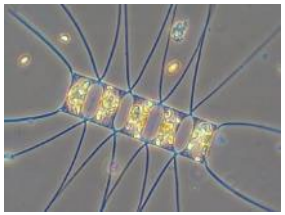


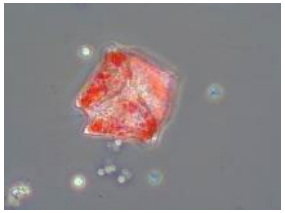


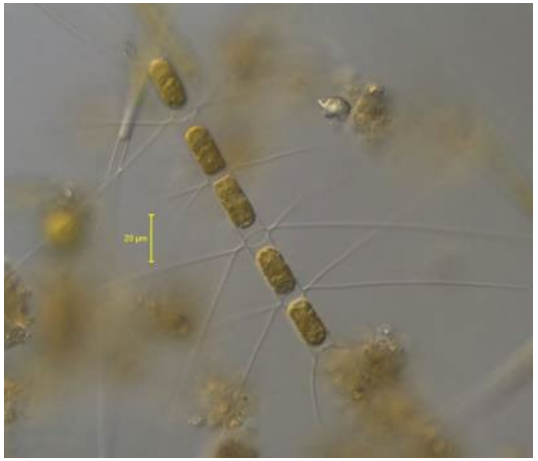












Photos : Fabienne Rigaut-Jalabert et Nadine Neaud-Masson

Environnement changeant et communautés primaires : apports d'une approche fonctionnelle à l'étude des assemblages phytoplanctoniques

Angéline Lefran

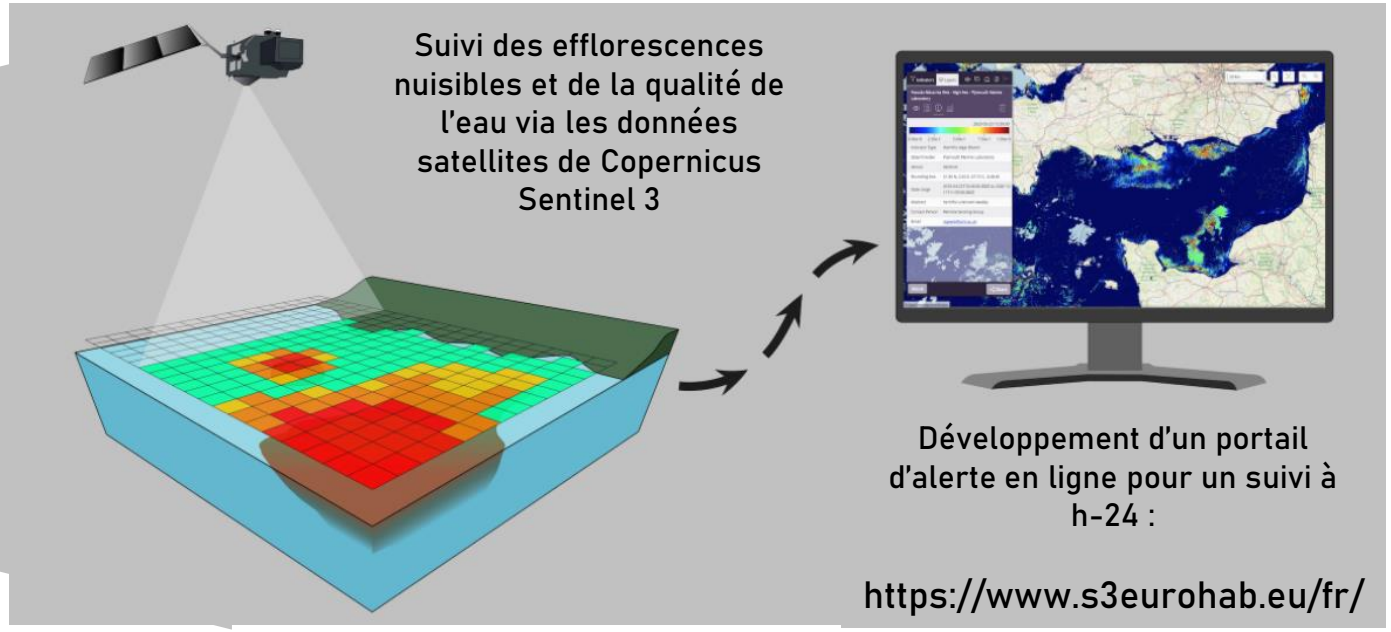
Tania Hernandez Farinas & Pascal Claquin

Contact : angeline.lefran@gmail.com

Journées REPHY – 1 et 2 décembre 2022

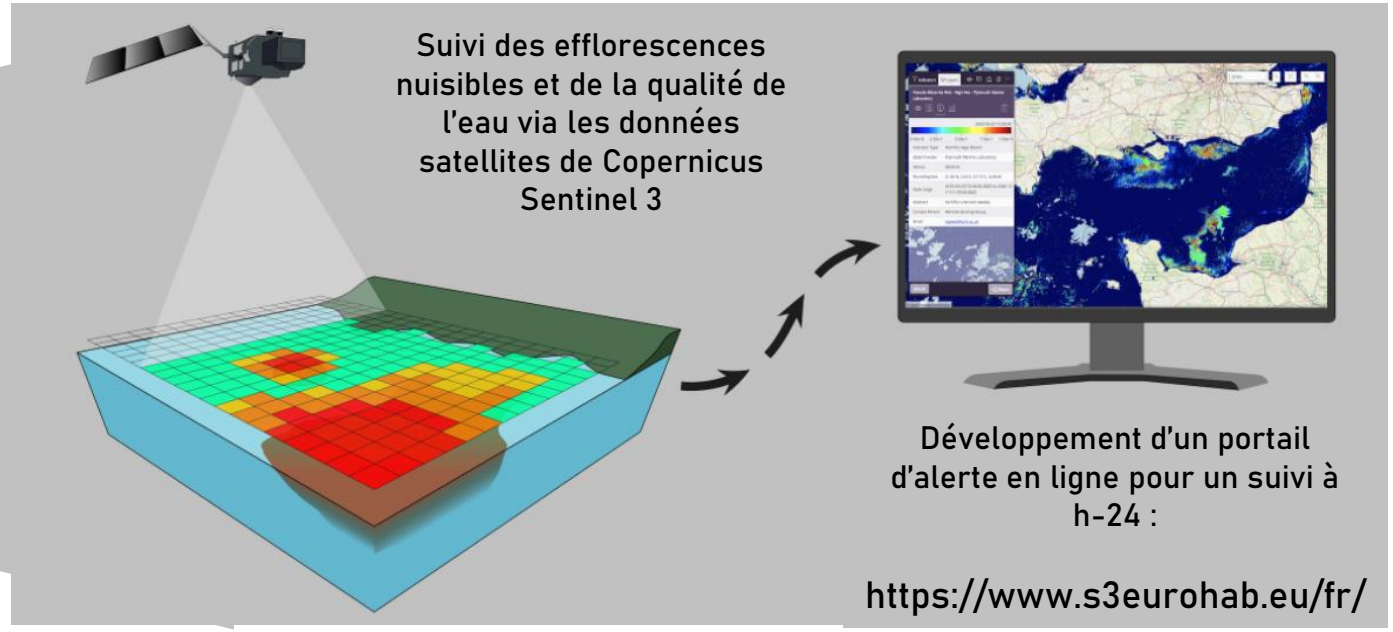
Contexte du projet doctoral

Projet trans-Manche : Interreg S3-EuroHAB



Contexte du projet doctoral

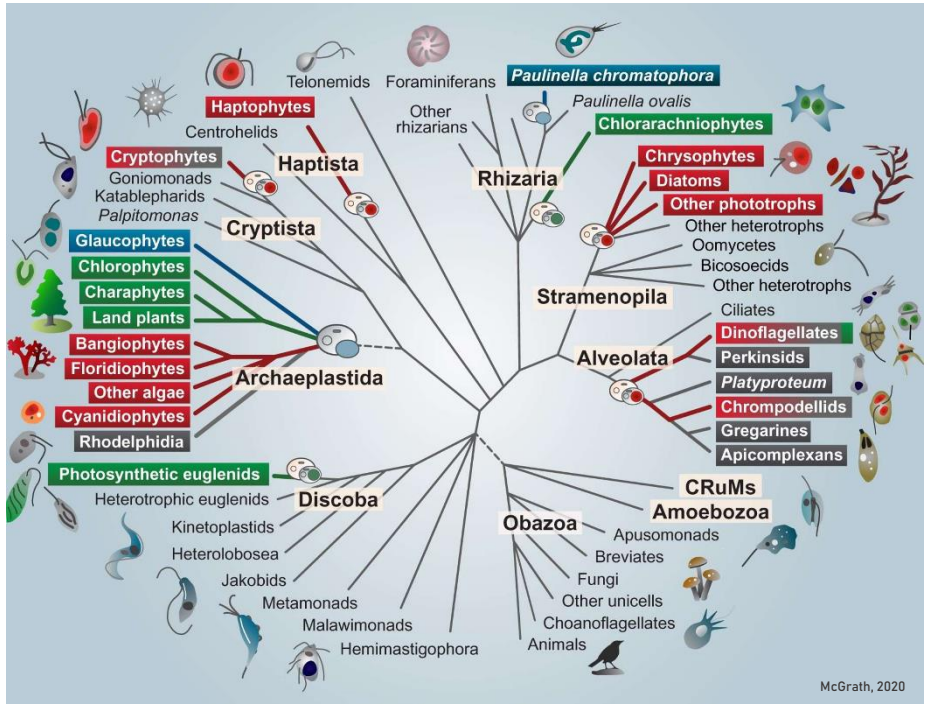
Projet trans-Manche : Interreg S3-EuroHAB



- Objectifs du doctorat :
  - Identifier les circonstances biotiques et abiotiques des apparitions des efflorescences nuisibles.
    - Connaître les facteurs de variabilité de la communauté phytoplanctonique.

Suivi de la diversité taxonomique

Diversité taxonomique



- Polyphylétique, 6 lignées dont celles des straménopiles et des alvéolées :

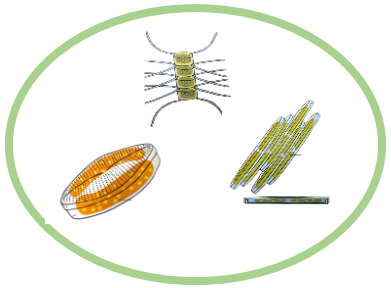
Diatomées

Dinoflagellées

60%

29 %

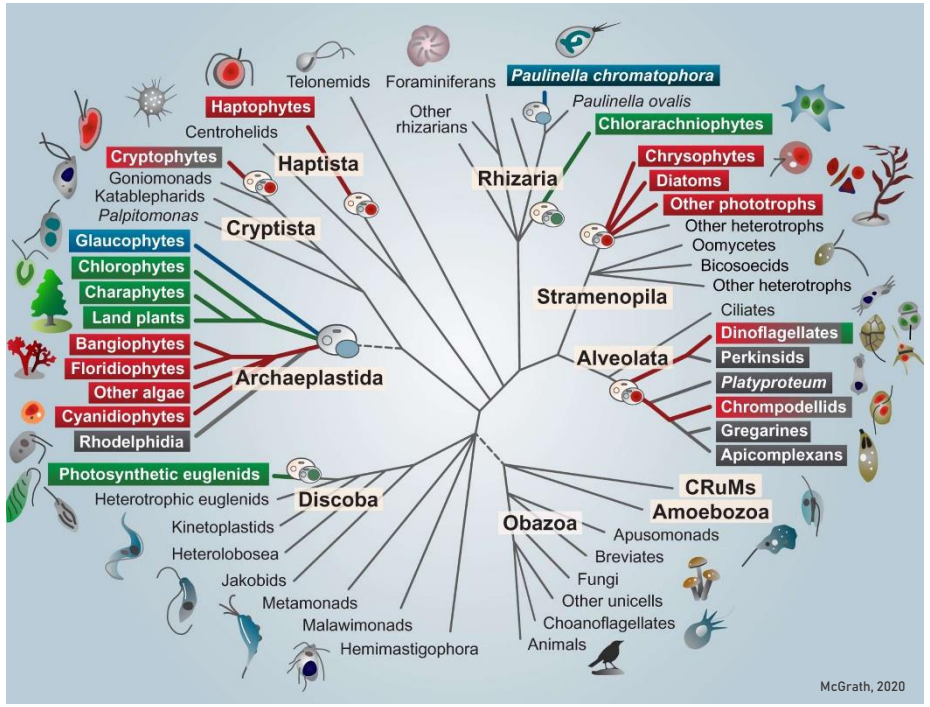
Part de la diversité micro-phytoplanctonique identifiée en Manche Est



@ Société Japonaise de Plancton., 2011

Suivi de la diversité taxonomique

Diversité taxonomique

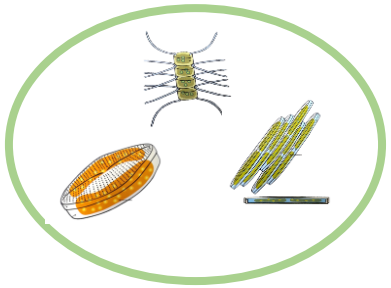


- Polyphylétique, 6 lignées dont celles des straménopiles et des alvéolées :

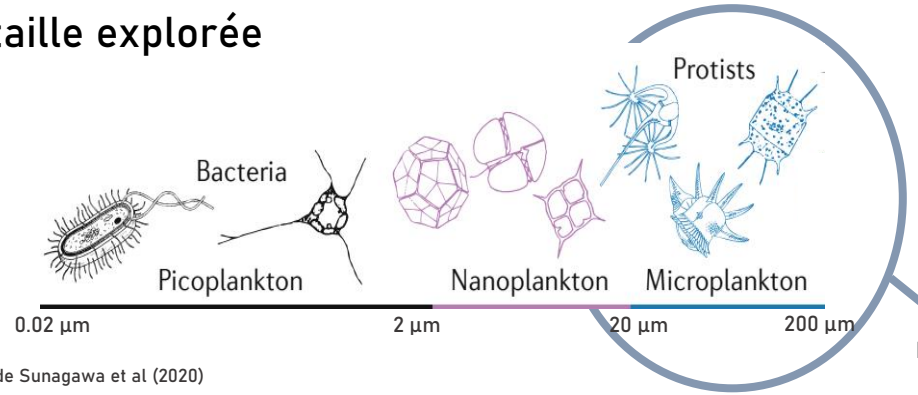
Diatomées → 60%

Dinoflagellées → 29 %

Part de la diversité micro-phytoplanctonique identifiée en Manche Est



- Classe de taille explorée



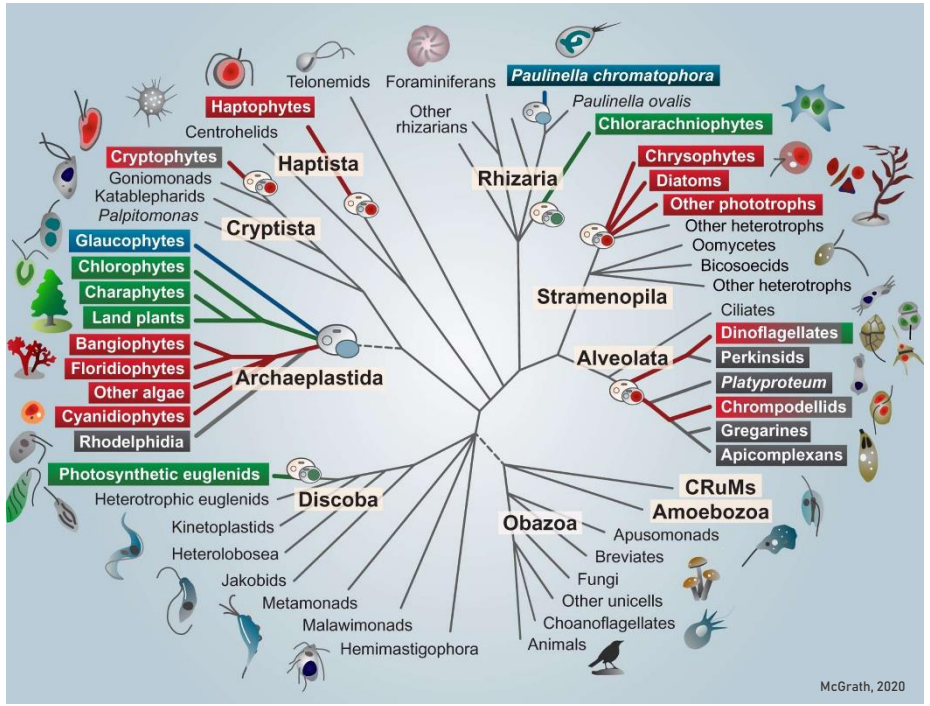
Accessible par microscopie optique

Adapté de Sunagawa et al (2020)

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

Suivi de la diversité taxonomique

Diversité taxonomique



- Réseaux de suivi ; cas du REPHY (1982) en France, de Helgoland (1962) en Allemagne

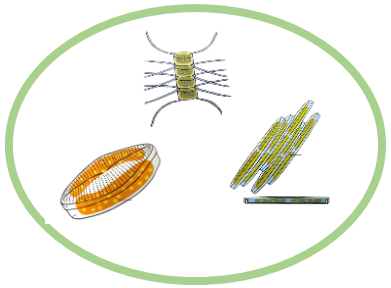
Longues séries et accessibles

- Polyphylétique, 6 lignées dont celles des straménopiles et des alvéolées :

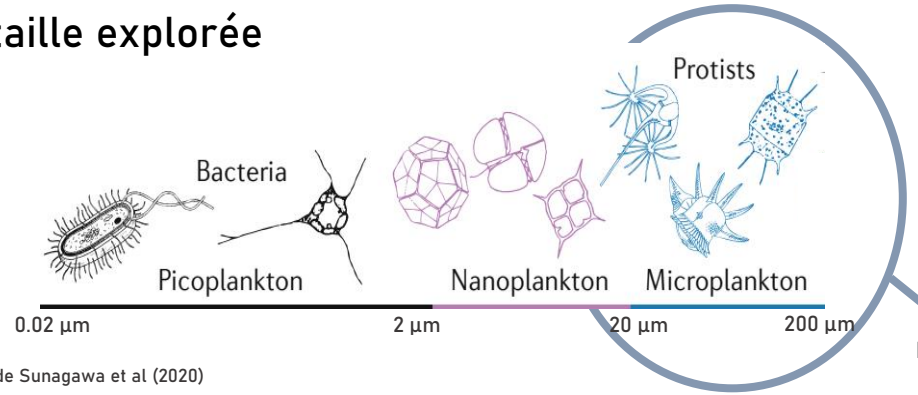
Diatomées → 60%

Dinoflagellées → 29 %

Part de la diversité micro-phytoplanctonique identifiée en Manche Est



- Classe de taille explorée



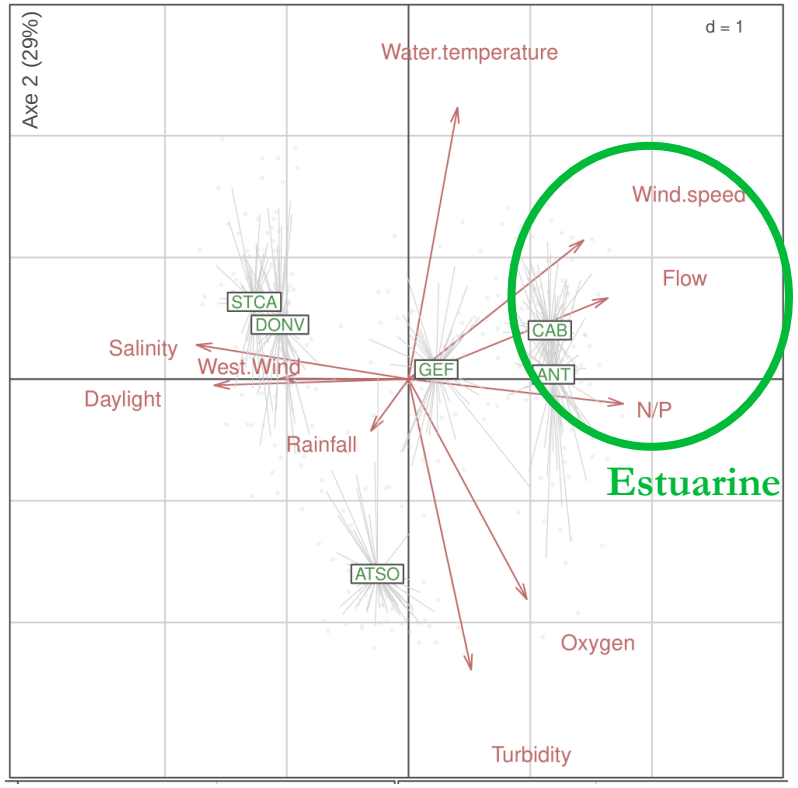
Accessible par microscopie optique

Adapté de Sunagawa et al (2020)

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

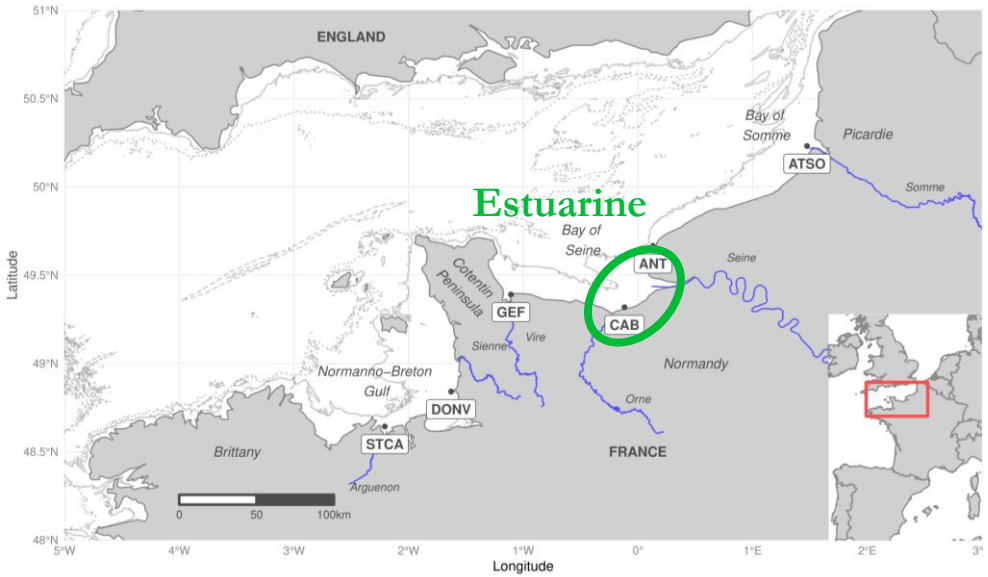
Diversité spatiale des systèmes de la Manche

Distinction taxonomique & environnementale



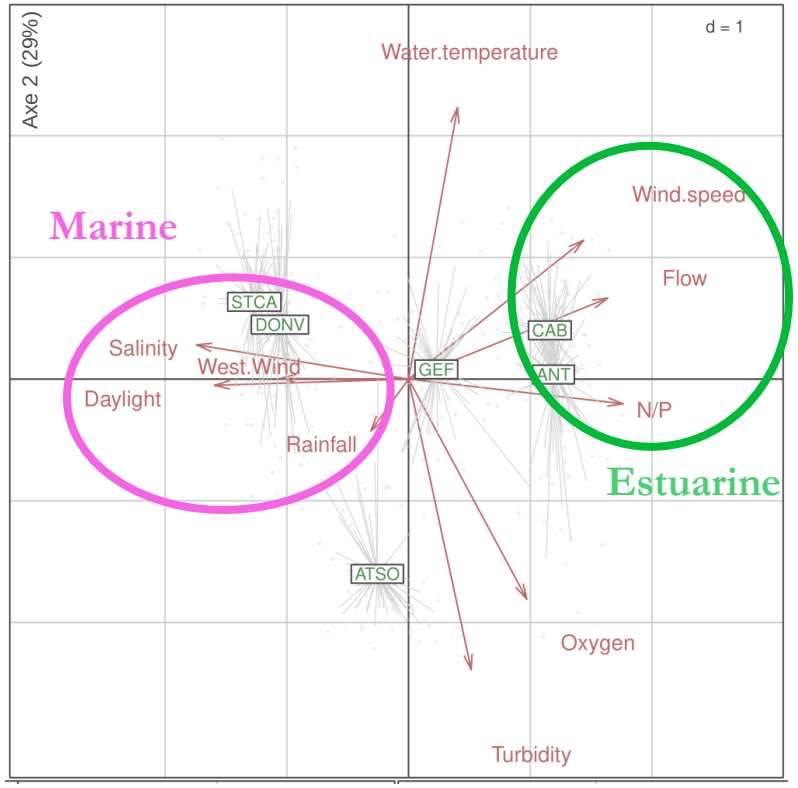
COSTATIS intégrant les matrices biotique, abiotique et temporelle

Placement géographique



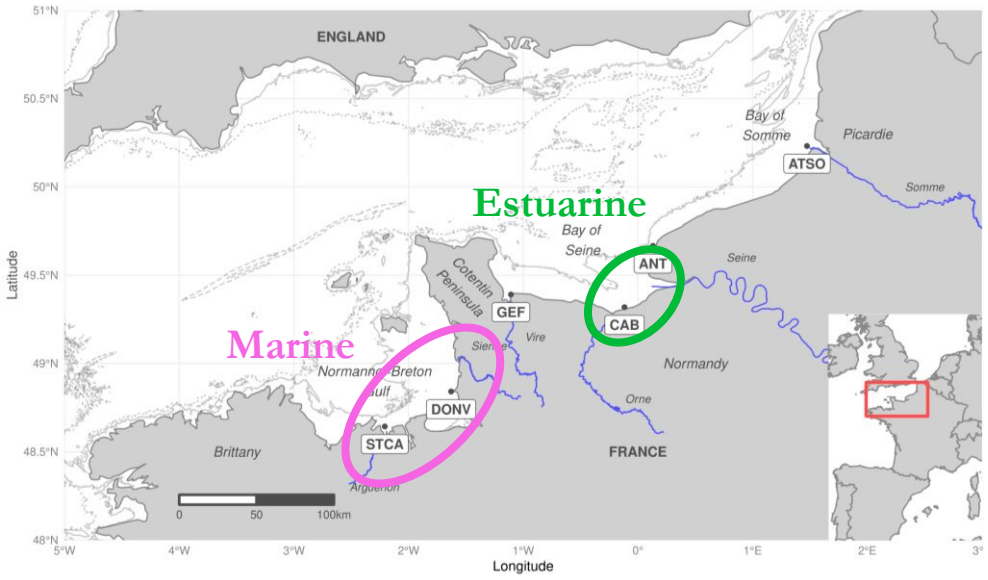
Diversité spatiale des systèmes de la Manche

Distinction taxonomique & environnementale



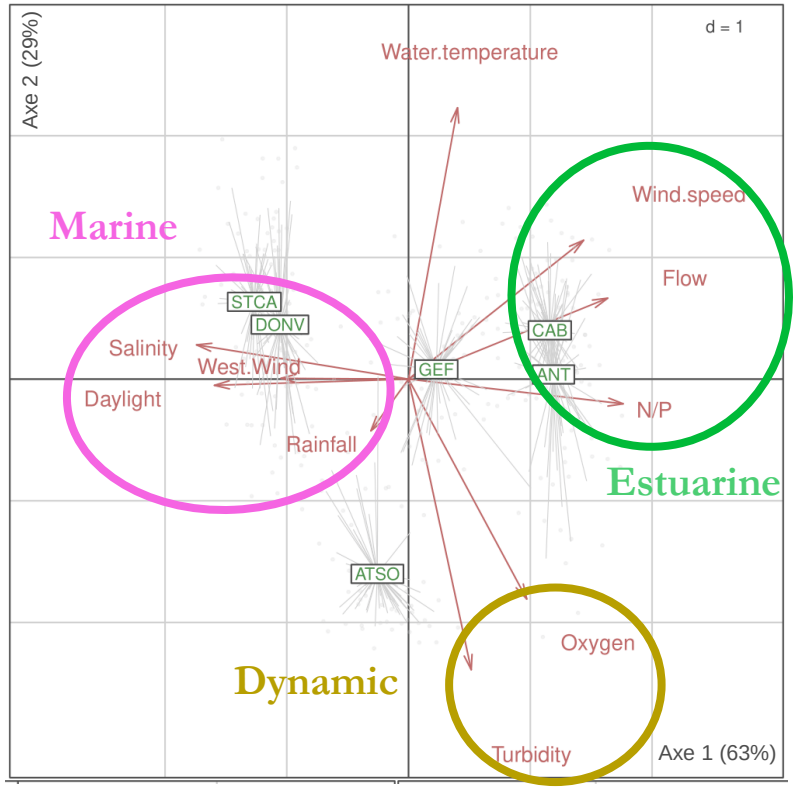
COSTATIS intégrant les matrices biotique, abiotique et temporelle

Placement géographique



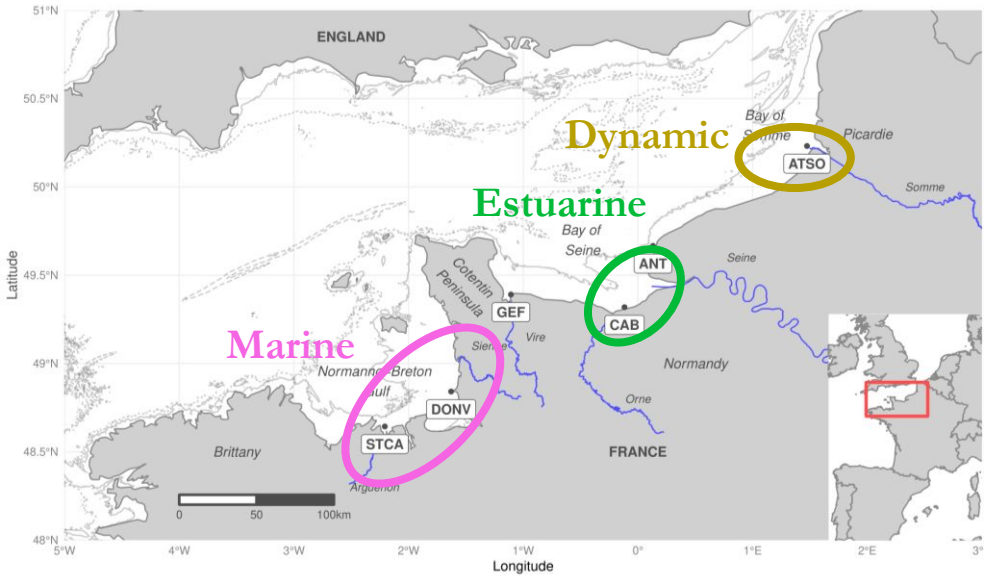
Diversité spatiale des systèmes de la Manche

Distinction taxonomique & environnementale



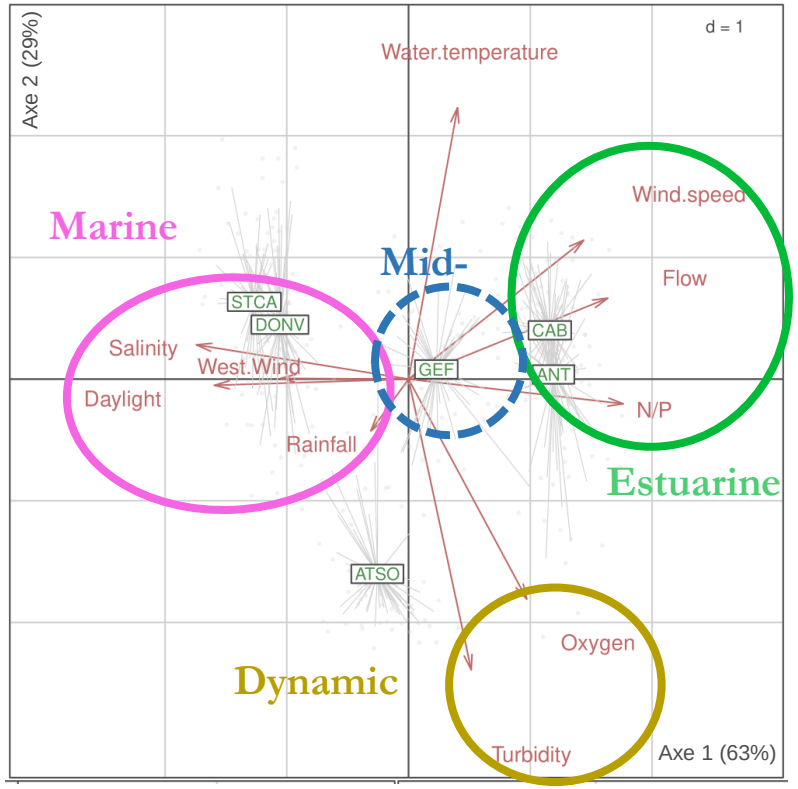
COSTATIS intégrant les matrices biotique, abiotique et temporelle

Placement géographique



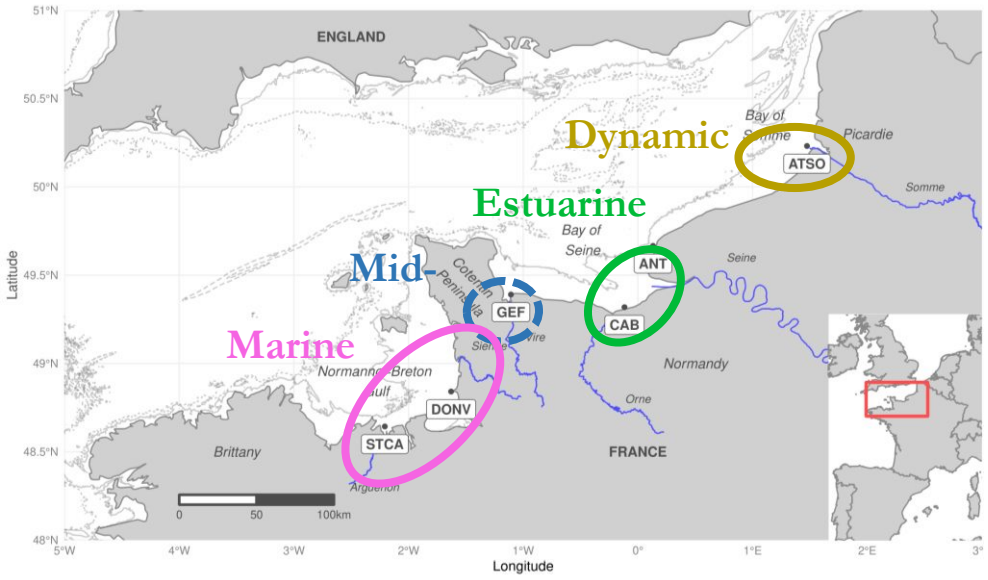
Diversité spatiale des systèmes de la Manche

Distinction taxonomique & environnementale



COSTATIS intégrant les matrices biotique, abiotique et temporelle

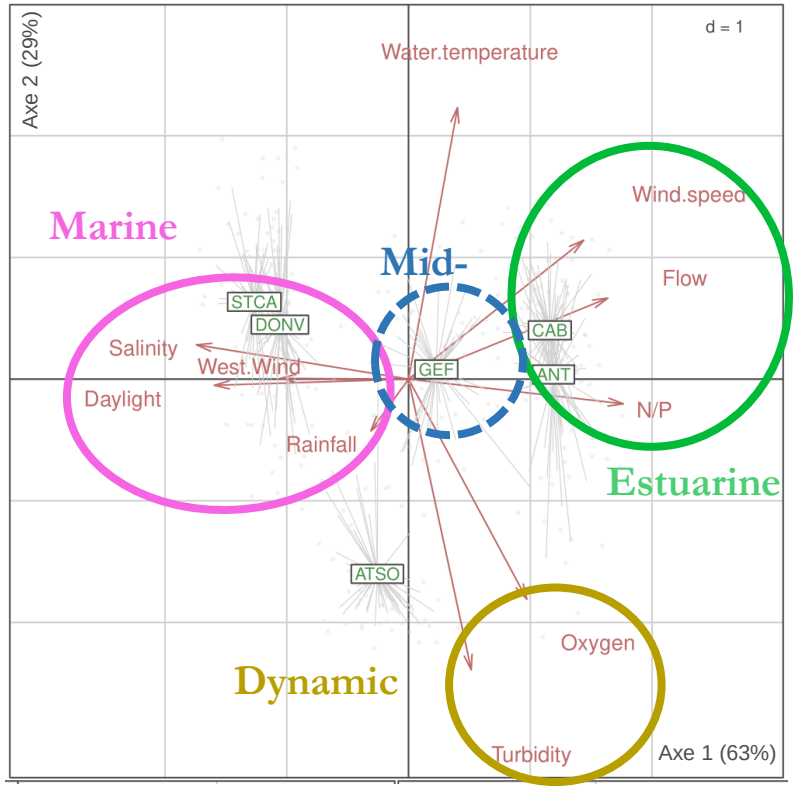
Placement géographique



Variable explicative non identifiée :
- pression de filtration ?

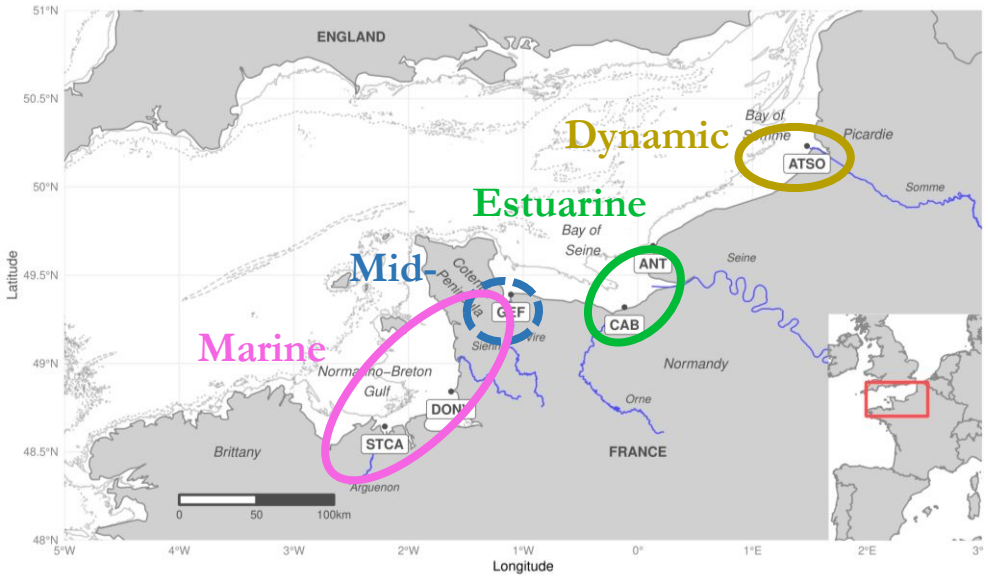
Diversité spatiale des systèmes de la Manche

Distinction taxonomique & environnementale



COSTATIS intégrant les matrices biotique, abiotique et temporelle

Placement géographique



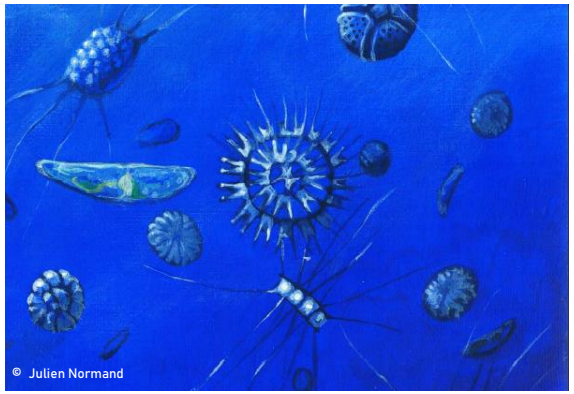
- Caractérisation spatiale :
  - Environnementale
  - Biologique : structure des communautés primaires

- Importance de la relation environnement-taxons :

  >> Que nous apprend l'approche fonctionnelle ? <<

Variable explicative non identifiée :
- pression de filtration ?

Suivi de la diversité fonctionnelle



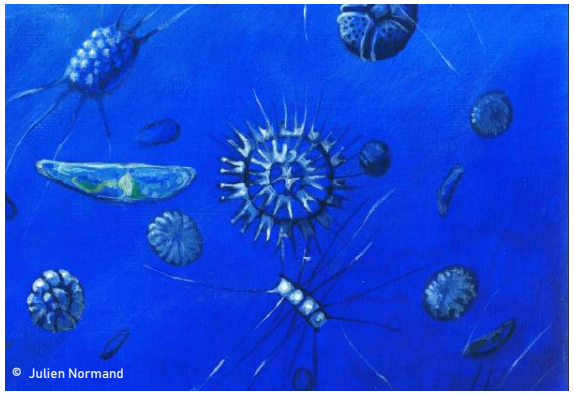
Trait : caractéristique bien définie et mesurable d'un organisme.

McGill et al. (2006)

Trait fonctionnel : trait influençant les performances de l'organisme dans son écosystème.

McGill et al. (2006)

Suivi de la diversité fonctionnelle

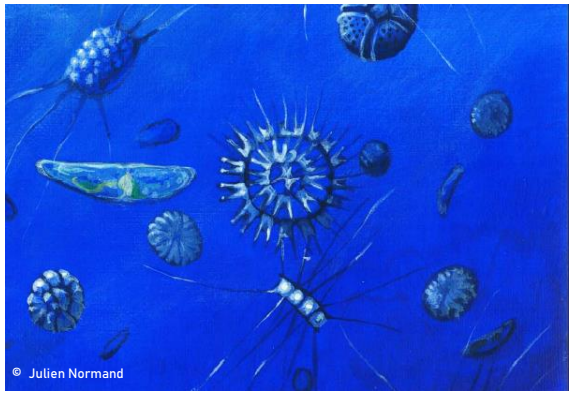


Trait : caractéristique bien définie et mesurable d'un organisme.
McGill et al. (2006)

Trait fonctionnel : trait influençant les performances de l'organisme dans son écosystème.
McGill et al. (2006)

Lien entre type de trait et fonction écologique
Litchman & Klausmeier (2008)

Suivi de la diversité fonctionnelle

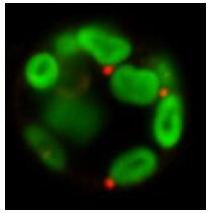


Trait : caractéristique bien définie et mesurable d'un organisme.
McGill et al. (2006)

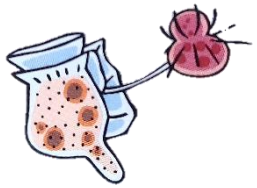
Trait fonctionnel : trait influençant les performances de l'organisme dans son écosystème.
McGill et al. (2006)

Lien entre type de trait et fonction écologique
Litchman & Klausmeier (2008)

Formes élongées
& acquisition de lumière
(Stanca et al., 2013)



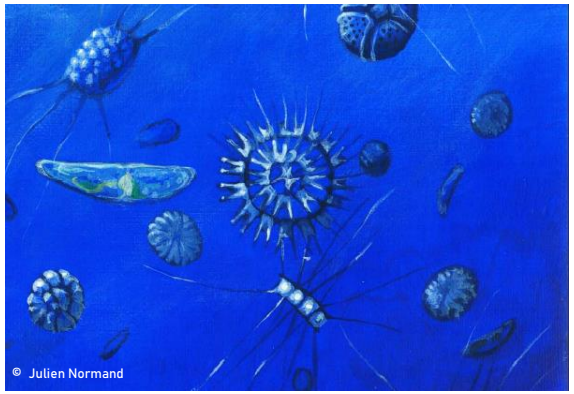
Surface/Volume
& acquisition de nutriments
(Friebele et al., 1978; Stanca et al., 2013).



Mixotrophie
& limitation en nutriments

@ Société Japonaise de Plancton

Suivi de la diversité fonctionnelle



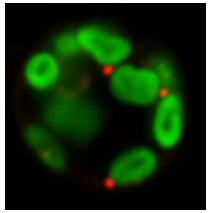
Trait : caractéristique bien définie et mesurable d'un organisme.
McGill et al. (2006)

Trait fonctionnel : trait influençant les performances de l'organisme dans son écosystème.
McGill et al. (2006)

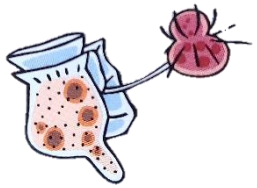
Lien entre type de trait et fonction écologique
Litchman & Klausmeier (2008)

- Accessible par
  - Données bibliographiques
  - Données expérimentales locales.

Formes élongées
& acquisition de lumière
(Stanca et al., 2013)



Surface/Volume
& acquisition de nutriments
(Friebele et al., 1978; Stanca et al., 2013).



Mixotrophie
& limitation en nutriments

@ Société Japonaise de Plancton

Concret et appliqué

Suivi de la diversité fonctionnelle

Diversité phytoplanctonique

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

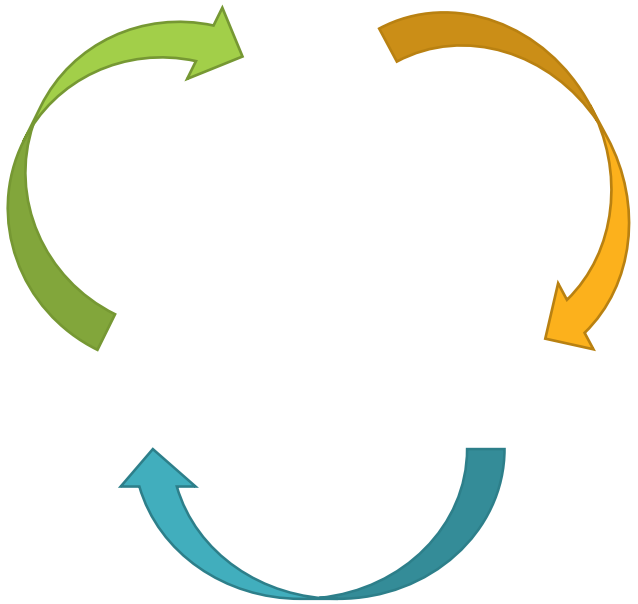
Suivi de la diversité fonctionnelle

Diversité phytoplanctonique

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

Création d'une table :

31 traits fonctionnels, 10 catégories pour 87 taxons



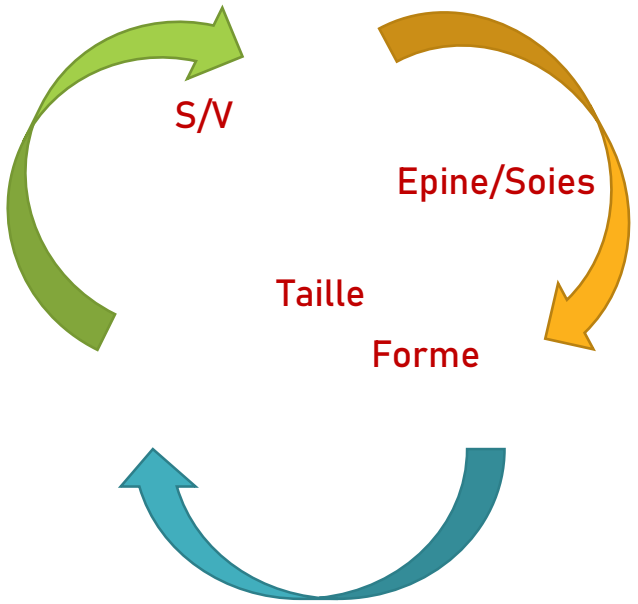
Suivi de la diversité fonctionnelle

Diversité phytoplanctonique

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

Création d'une table :

31 traits fonctionnels, 10 catégories pour 87 taxons



Suivi de la diversité fonctionnelle

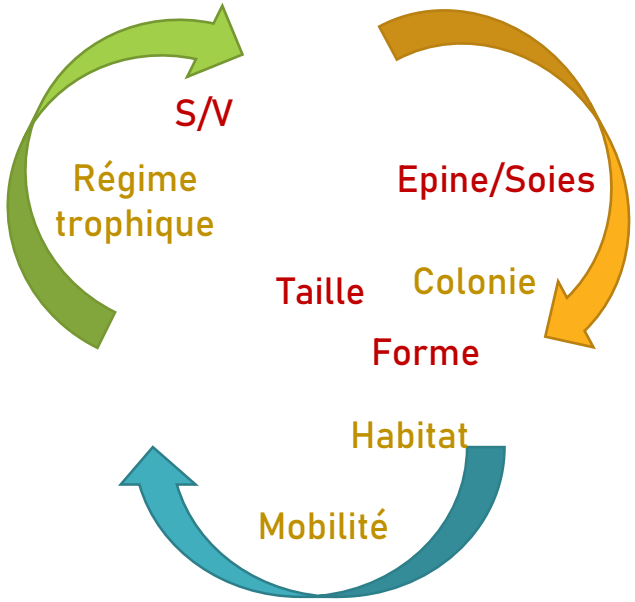
Diversité phytoplanctonique

Création d'une table :

31 traits fonctionnels, 10 catégories pour 87 taxons

Ressources

Prédation



Morphologique

Comportemental

Placement dans la colonne d'eau

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

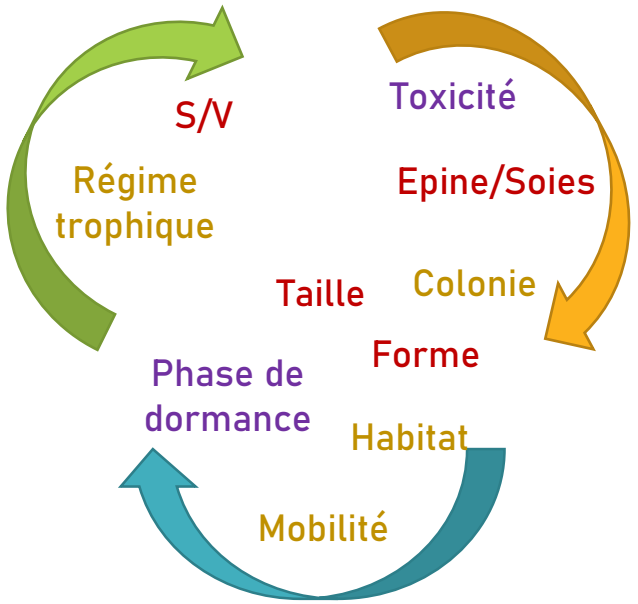
Suivi de la diversité fonctionnelle

Diversité phytoplanctonique

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

Création d'une table :

31 traits fonctionnels, 10 catégories pour 87 taxons



Morphologique

Comportemental

Physiologique

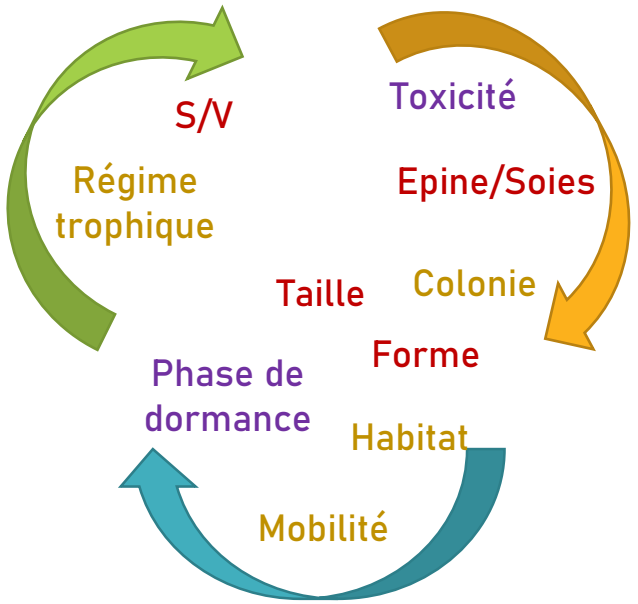
Suivi de la diversité fonctionnelle

Diversité phytoplanctonique

@ Société Japonaise de Plancton., 2011

Création d'une table :

31 traits fonctionnels, 10 catégories pour 87 taxons



Morphologique

Comportemental

Physiologique

- ✓ Approche bibliographique (Ramond et al. 2018 et nordicmicroalgae.com)
- ✓ Traits figés indépendants des variations temporelles
- ✓ Séparation des siliceux (~diatomées) des non-siliceux (dinoflagellés)

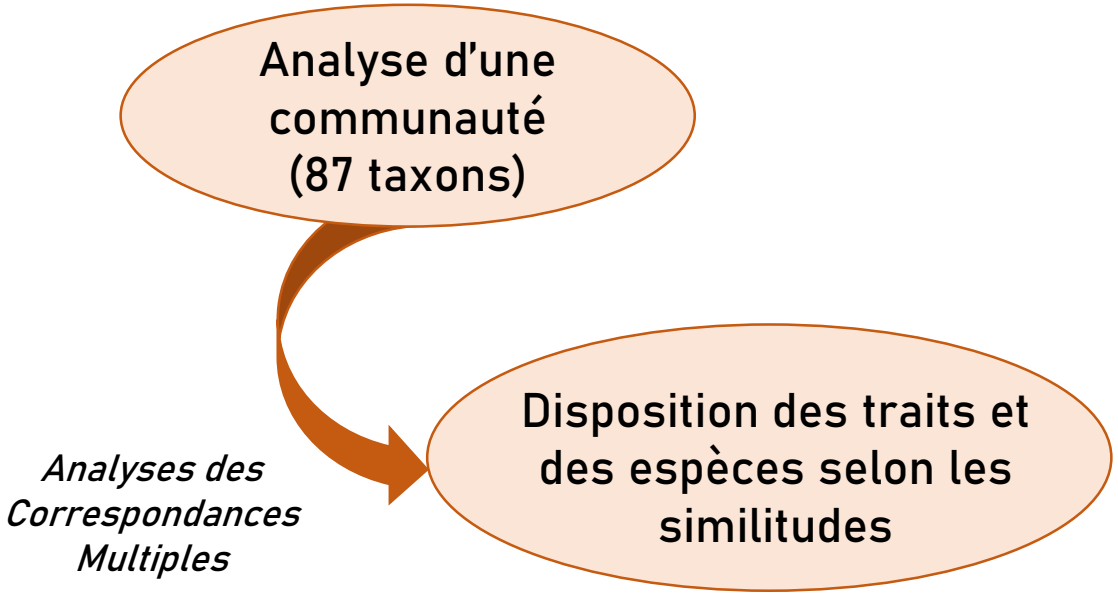
Suivi de la diversité fonctionnelle

Réalisation des groupements fonctionnels

Analyse d'une communauté (87 taxons)

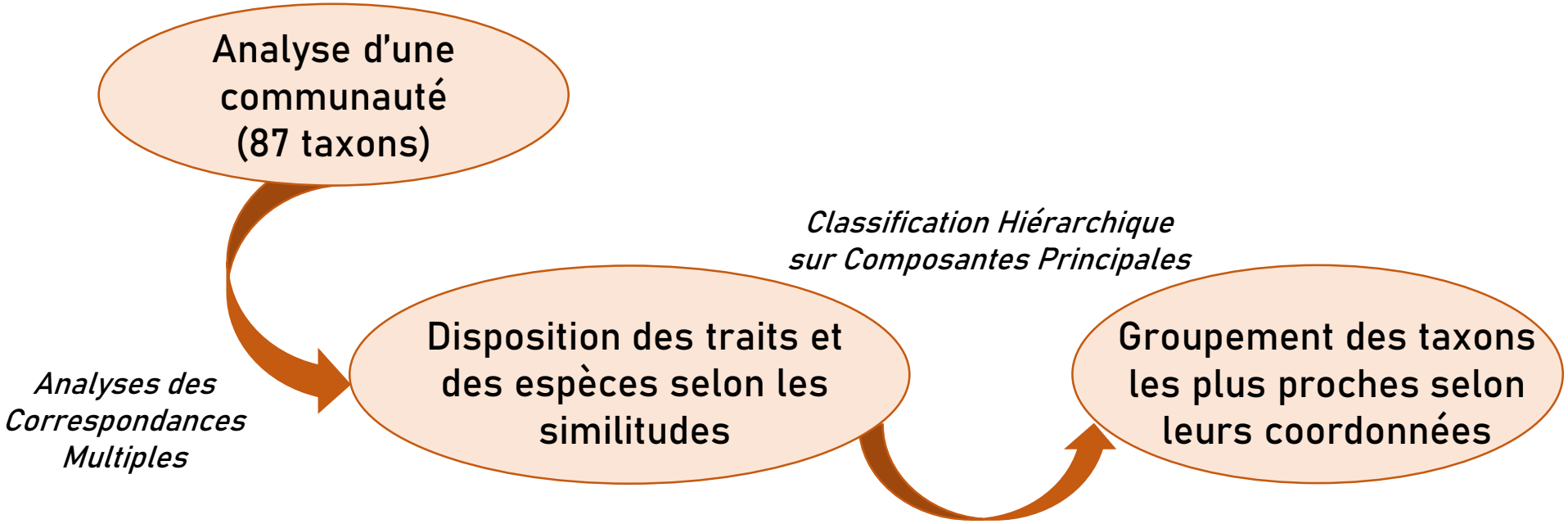
Suivi de la diversité fonctionnelle

Réalisation des groupements fonctionnels



Suivi de la diversité fonctionnelle

Réalisation des groupements fonctionnels



Suivi de la diversité fonctionnelle

Réalisation des groupements fonctionnels

Analyse d'une communauté (87 taxons)

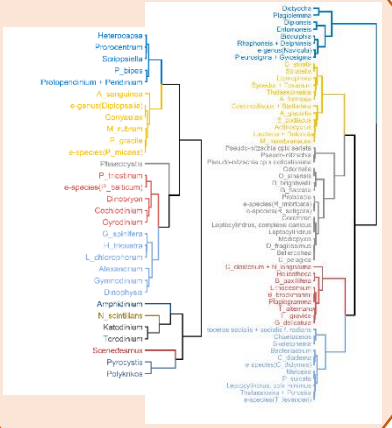
Analyses des Correspondances Multiples

Disposition des traits et des espèces selon les similitudes

Classification Hiérarchique sur Composantes Principales

Groupement des taxons les plus proches selon leurs coordonnées

Visualisation



Suivi de la diversité fonctionnelle

Réalisation des groupements fonctionnels

Analyse d'une communauté (87 taxons)

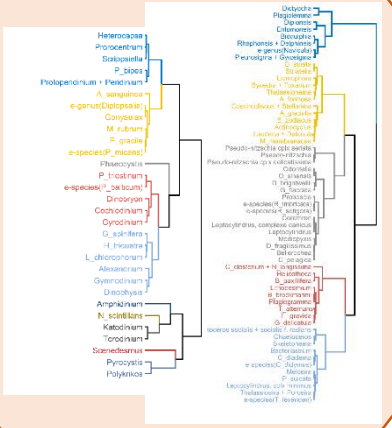
Analyses des Correspondances Multiples

Disposition des traits et des espèces selon les similitudes

Classification Hiérarchique sur Composantes Principales

Groupement des taxons les plus proches selon leurs coordonnées

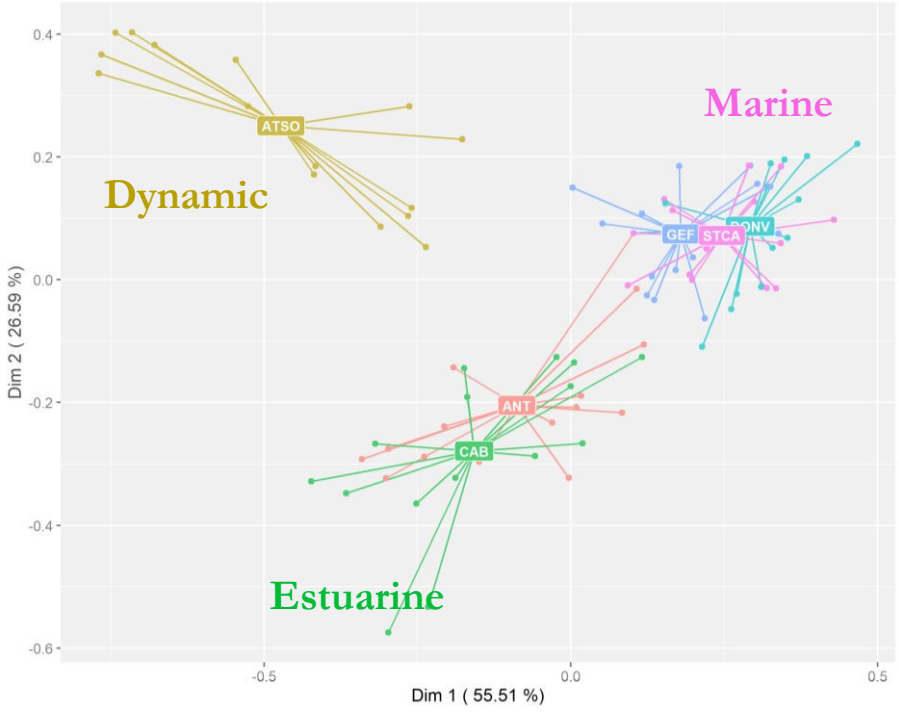
Visualisation



- Détermination de 5 groupes chez les siliceux (S), 10 chez les non-siliceux (NS) dont 4 mono-spécifiques
- Regroupement numérique optimal : certains taxons d'un même groupe peuvent ne pas partager certains traits.

Description fonctionnelle des systèmes de la Manche

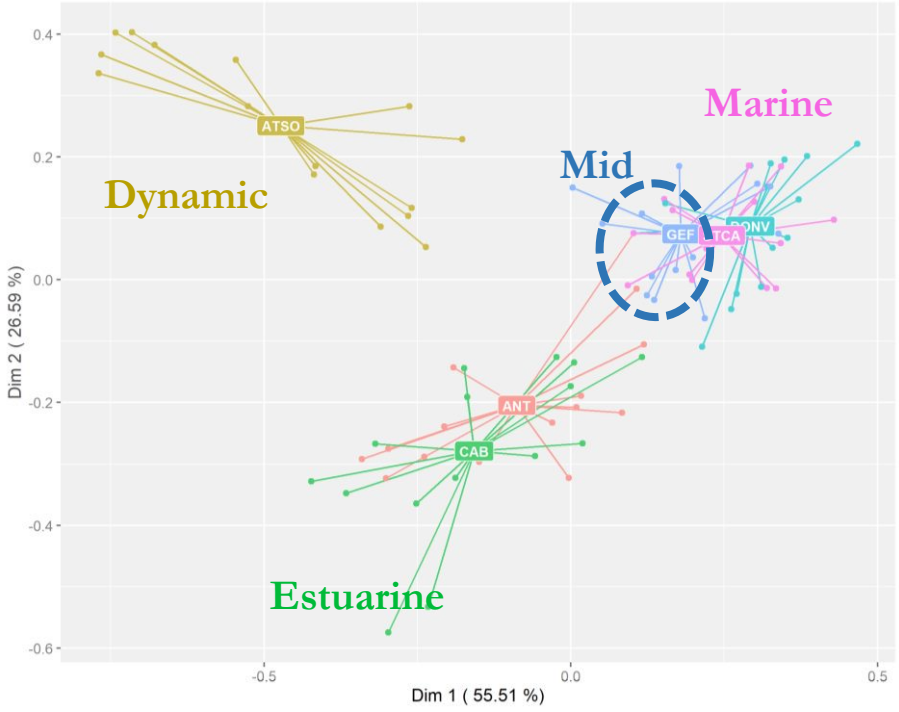
Diversité spatiale



Analyse Générale de Procruste

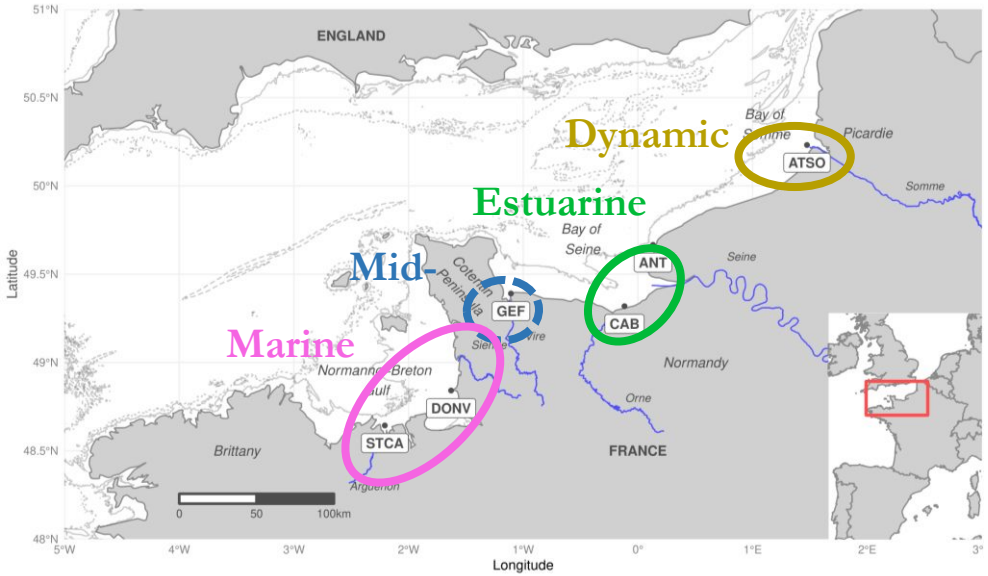
Description fonctionnelle des systèmes de la Manche

Diversité spatiale



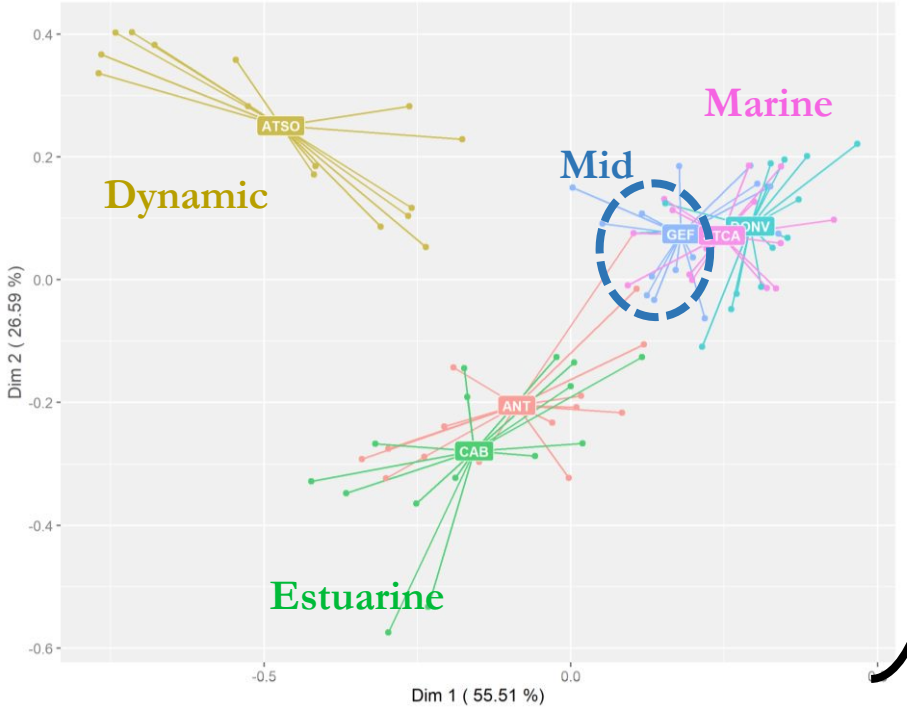
Analyse Générale de Procruste

Placement géographique

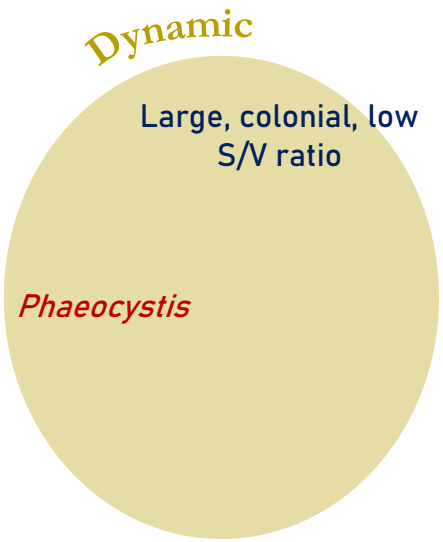


Description fonctionnelle des systèmes de la Manche

Diversité spatiale

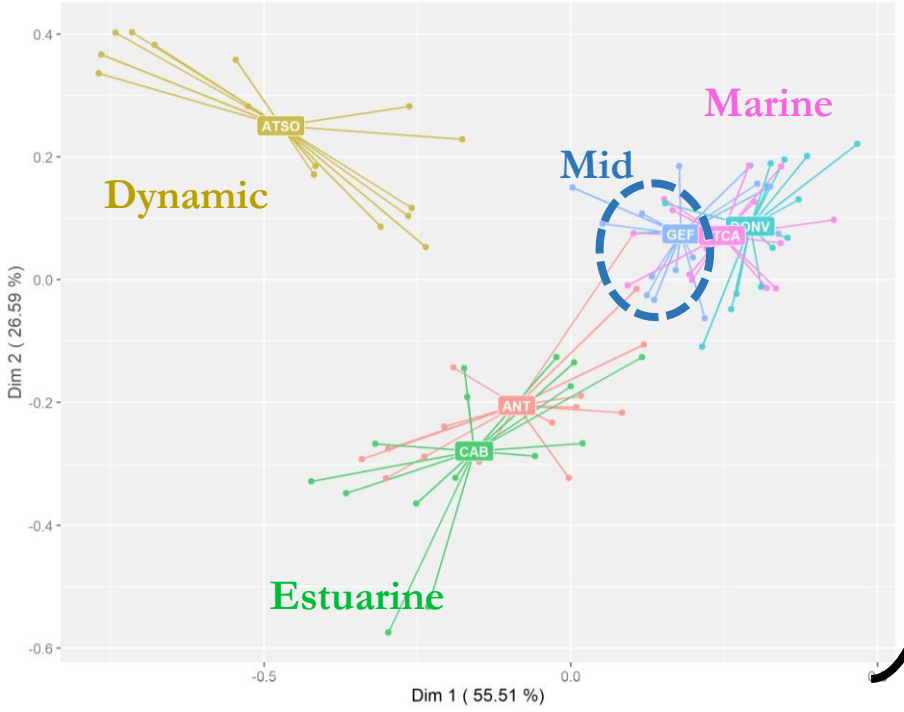


Analyse Générale de Procruste

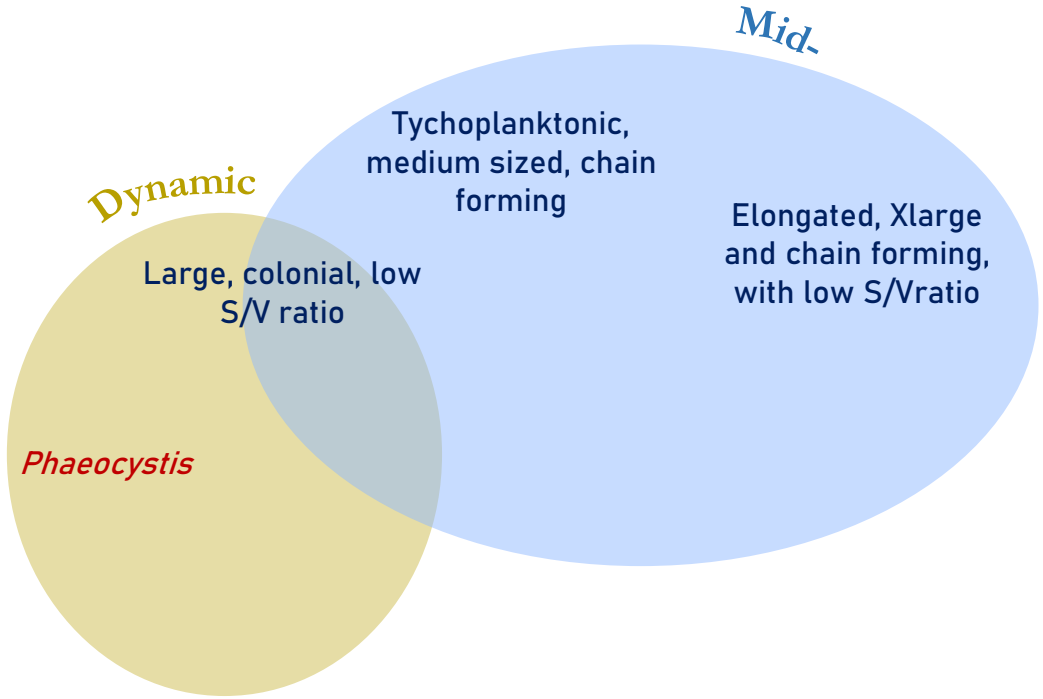


Description fonctionnelle des systèmes de la Manche

Diversité spatiale

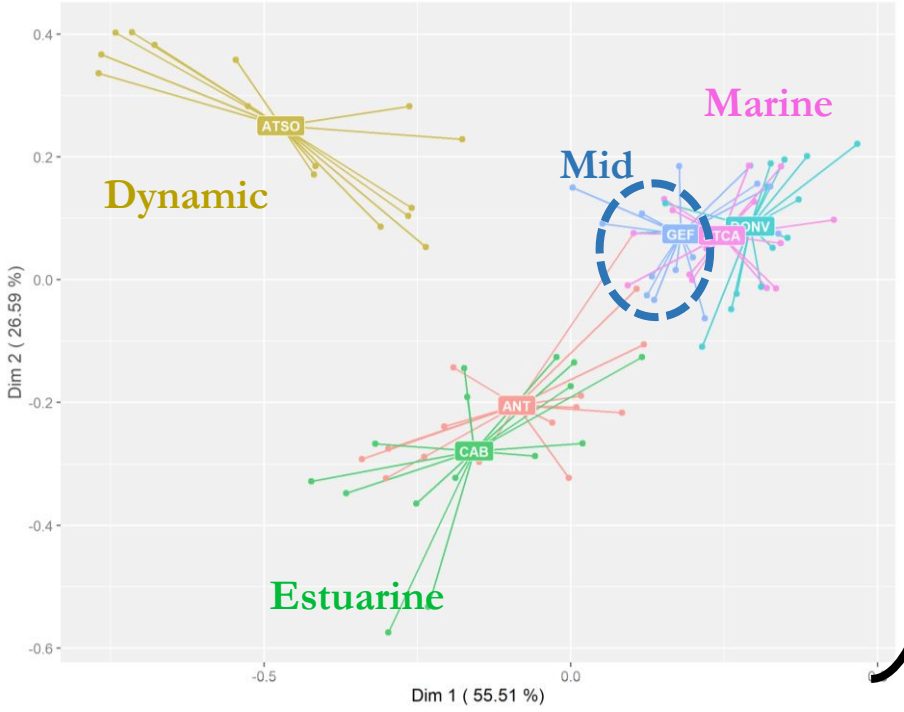


Analyse Générale de Procruste

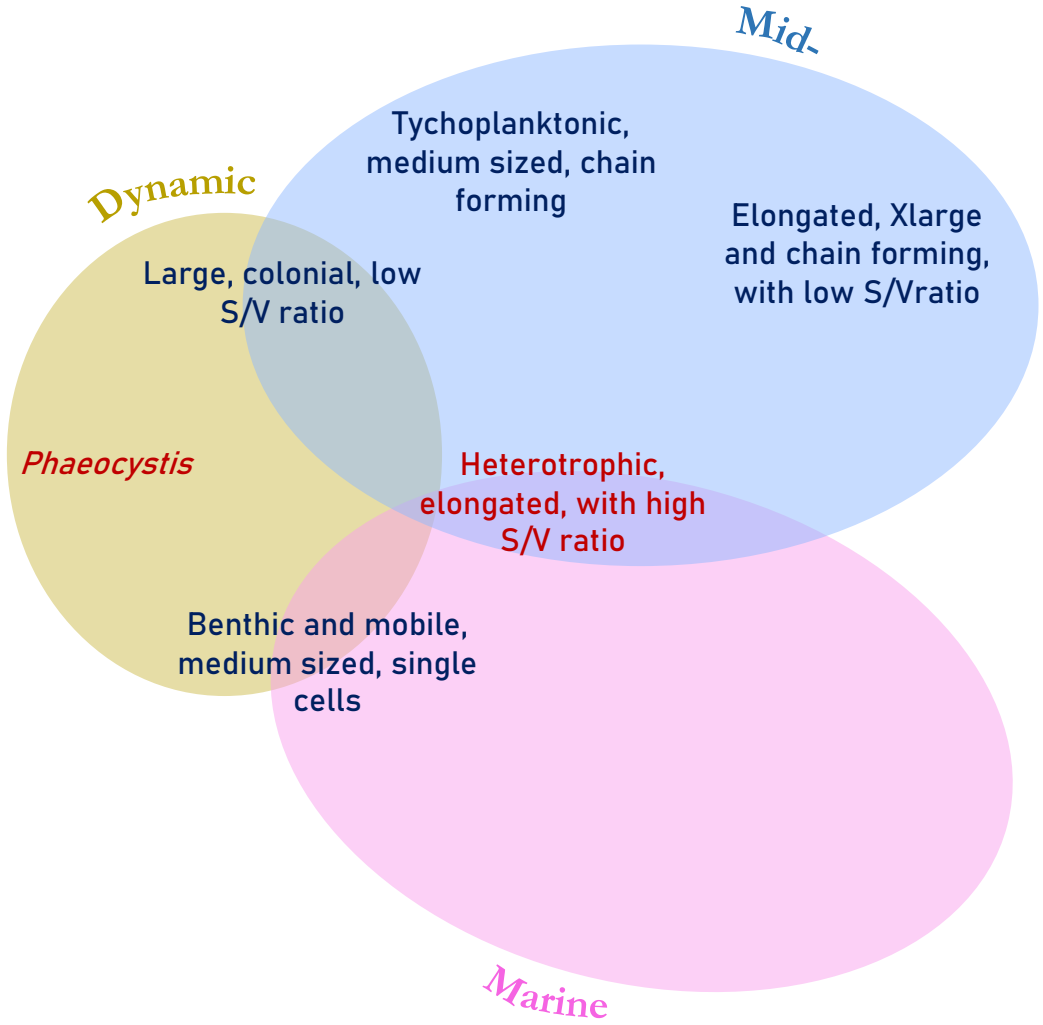


Description fonctionnelle des systèmes de la Manche

Diversité spatiale

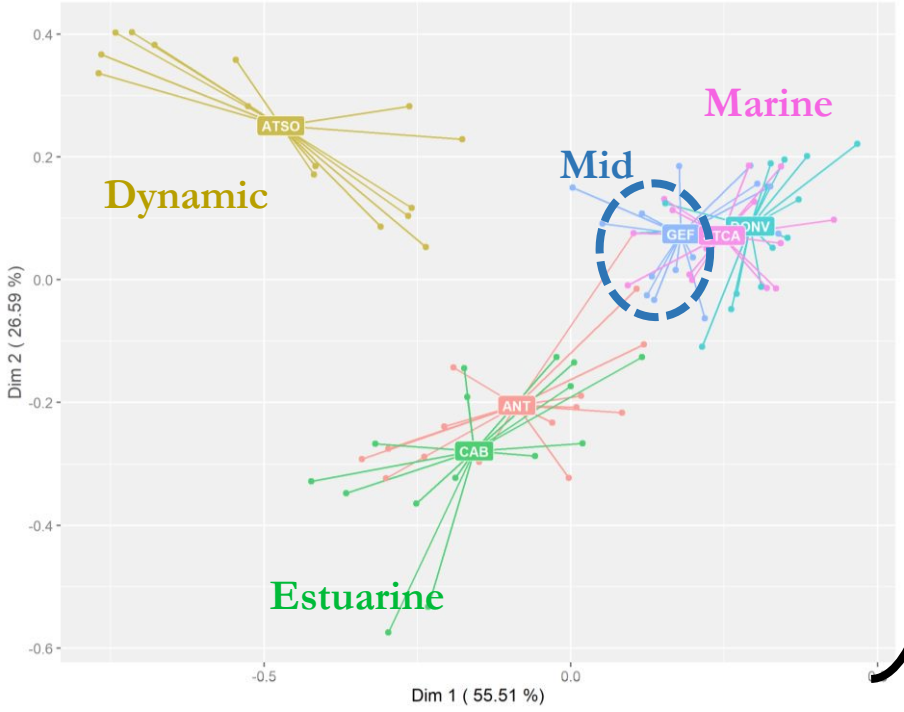


Analyse Générale de Procruste

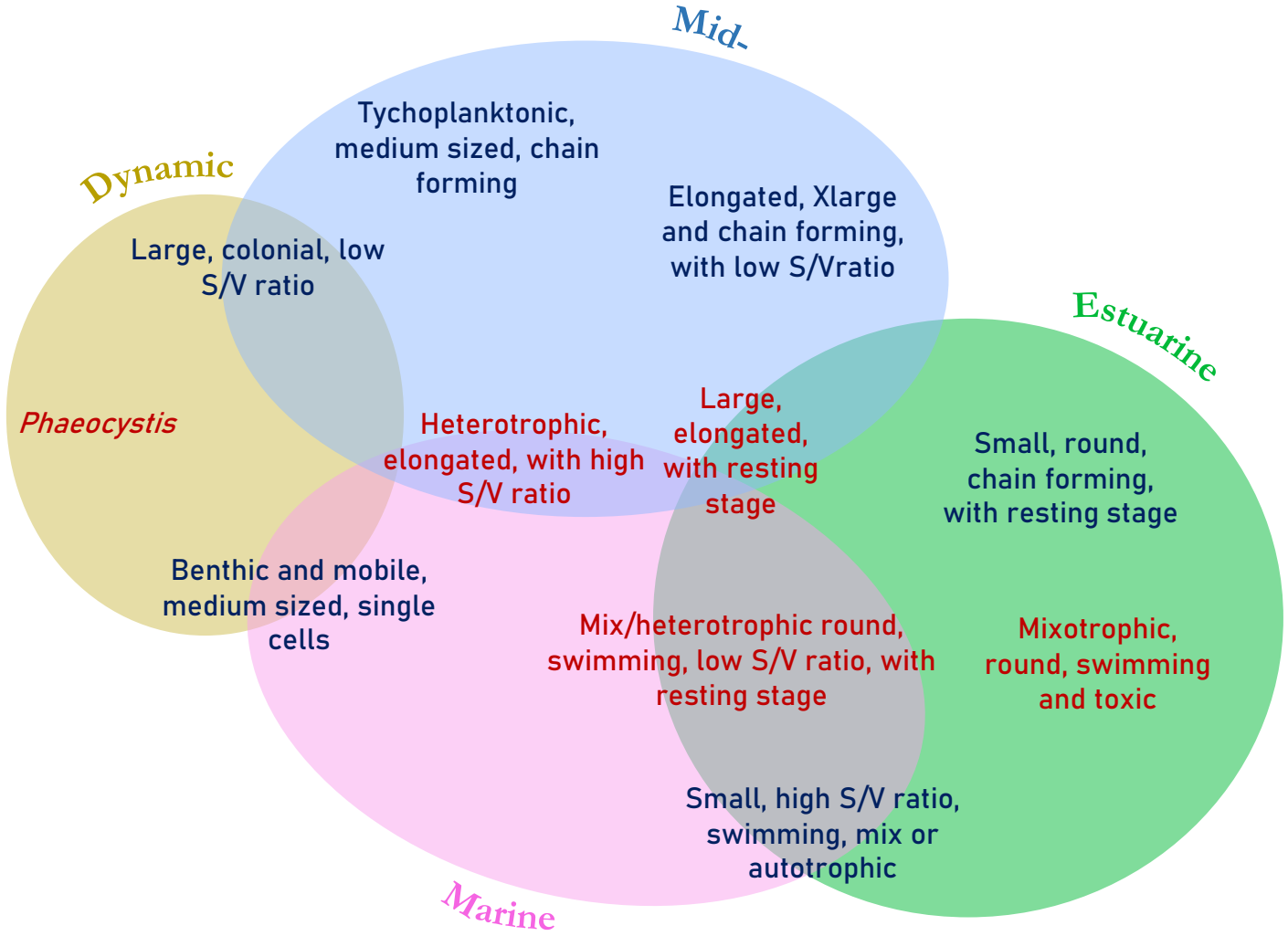


Description fonctionnelle des systèmes de la Manche

Diversité spatiale

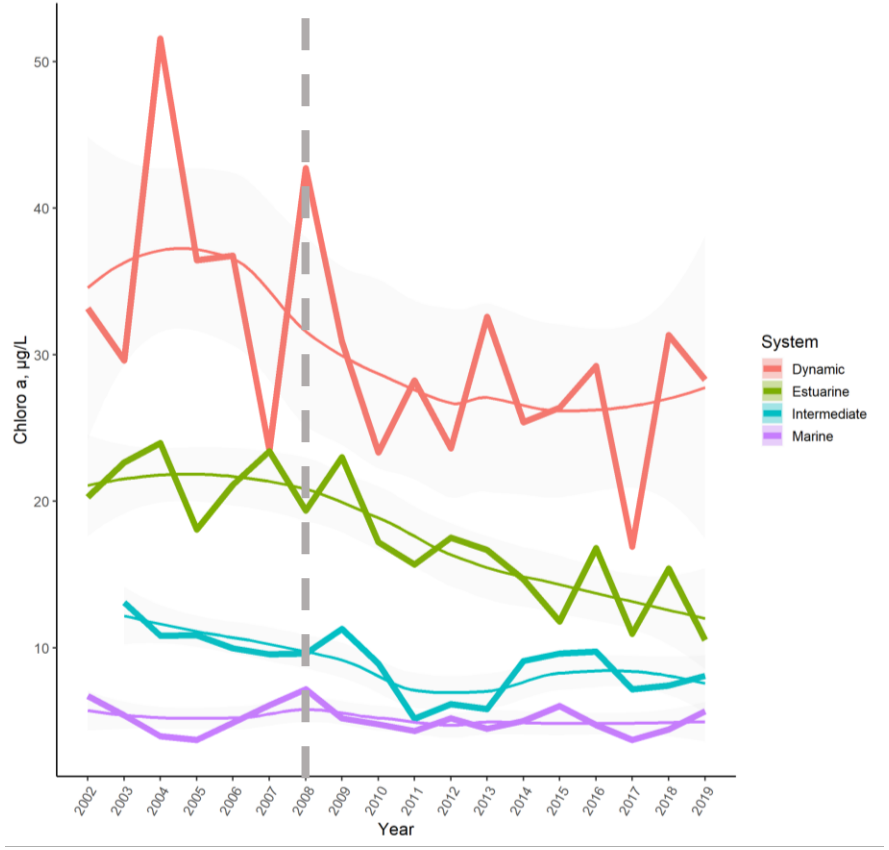


Analyse Générale de Procruste



Application écologique

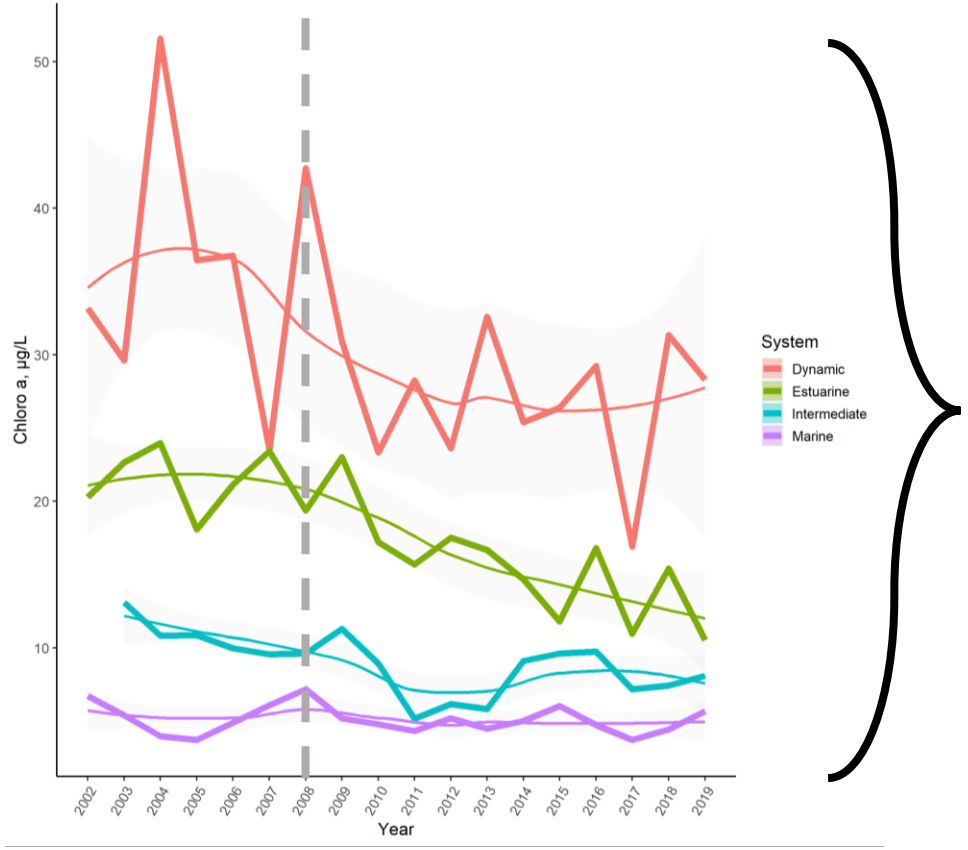
Observe-t-on une restructuration fonctionnelle en parallèle d'une baisse de la biomasse des producteurs primaires ?



@ IFREMER, LERPC

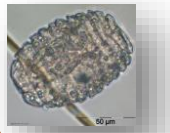
Application écologique

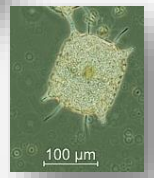
Observe-t-on une restructuration fonctionnelle en parallèle d'une baisse de la biomasse des producteurs primaires ?



Tendances de 2008 à 2019

Mix. / hétérotrophes
Tailles larges, élongées
(*P. gracile, P. micans*
Katodinium.)





Diatomées larges
(*Eucampia zodiacus*)

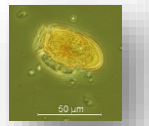
Benthiques ou tychoplanctoniques
(*Navicula* sp., *Odontella* sp.)

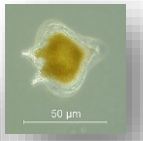
Diatomées de petites tailles
(*Chaetoceros* sp.)

(*Amphidinium* sp.)

Mix. / hétérotrophes
Tailles moyennes
(*L. chlorophorum*,
Heterocapsa sp.)

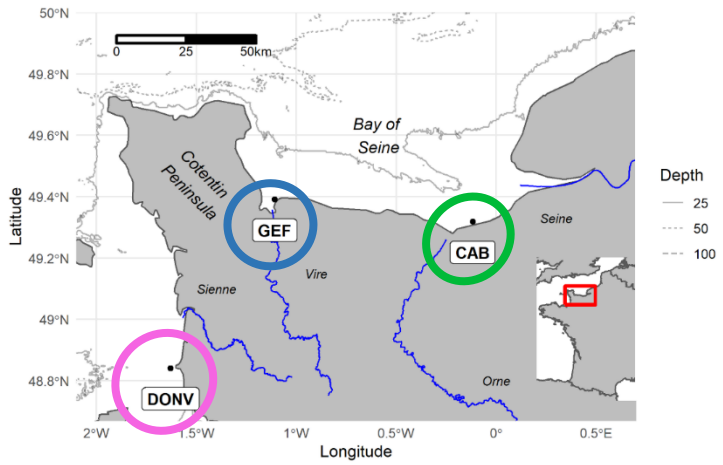
(*Scenedesmus* sp.)



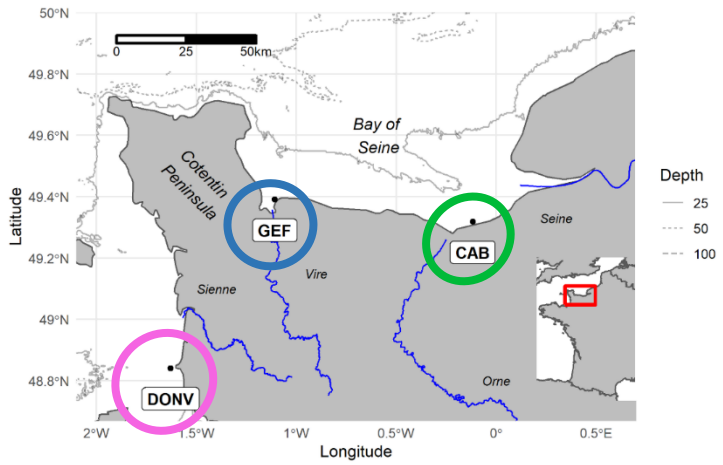


@ IFREMER, LERPC

Une approche complémentaire

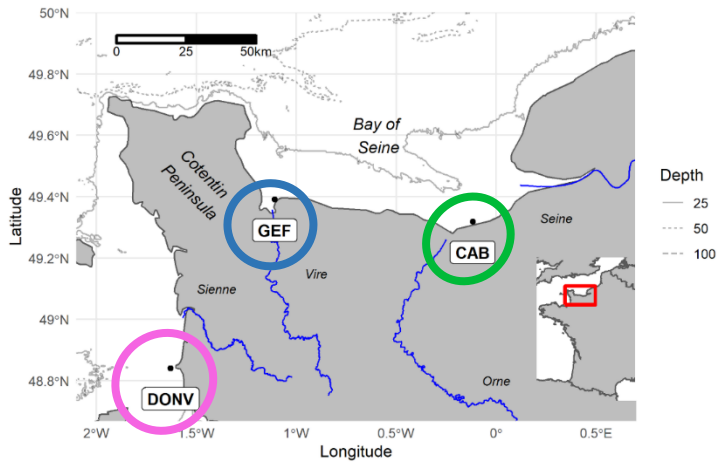


Une approche complémentaire



- 3 systèmes contrastés :
  - Estuarien
  - Marin
  - Intermédiaire
- Echantillonnage mensuel
- De Septembre 2020 à Août 2021.

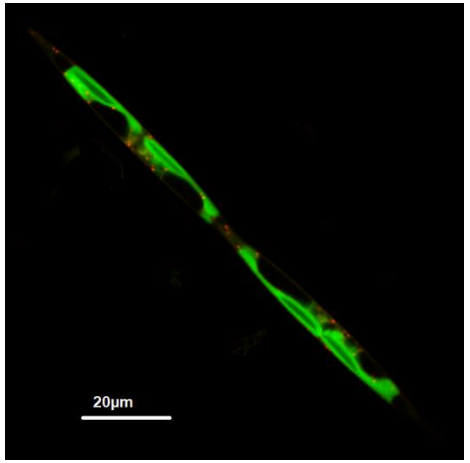
Une approche complémentaire



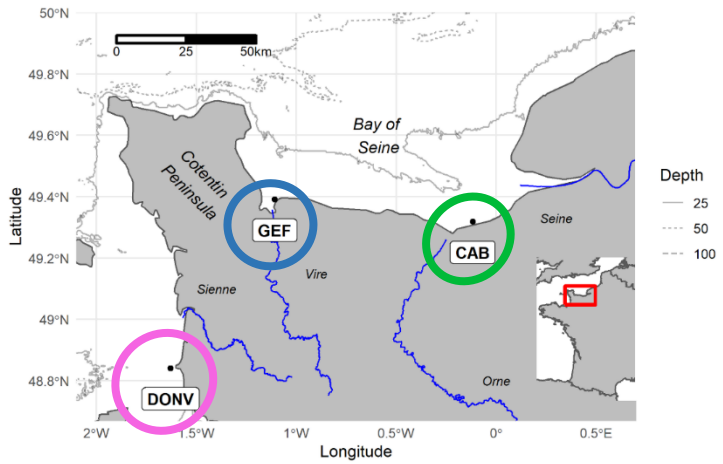
- 3 systèmes contrastés :
  - Estuarien
  - Marin
  - Intermédiaire
- Echantillonnage mensuel
- De Septembre 2020 à Août 2021.

Chlorophylle-*a*

- ✓ Pigment principal du phytoplancton.
- ✓ Permet d'estimer la productivité et la biomasse



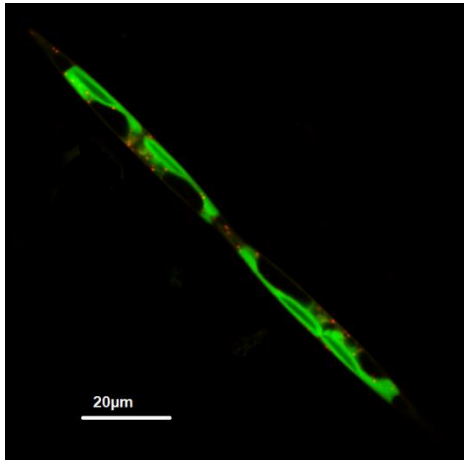
Une approche complémentaire



- 3 systèmes contrastés :
  - Estuarien
  - Marin
  - Intermédiaire
- Echantillonnage mensuel
- De Septembre 2020 à Août 2021.

Chlorophylle-*a*

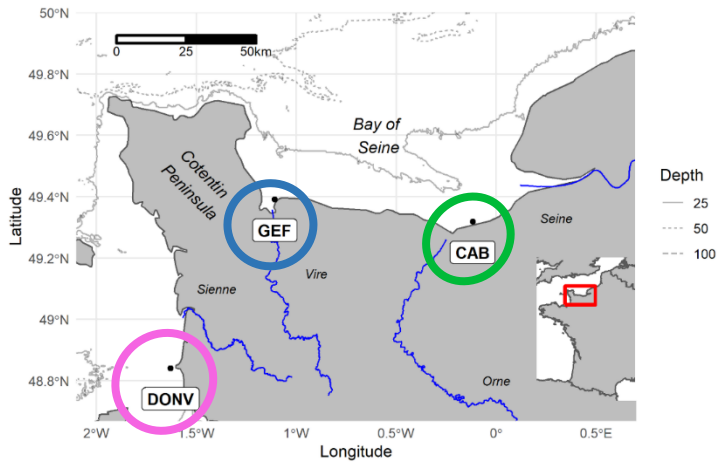
- ✓ Pigment principal du phytoplancton.
- ✓ Permet d'estimer la productivité et la biomasse



Lipides

- ✓ Garde l'énergie cellulaire
- ✓ Majoritairement composé d'acides gras
- ✓ Détermine la « qualité » de la proie au regard de la prédation

Une approche complémentaire



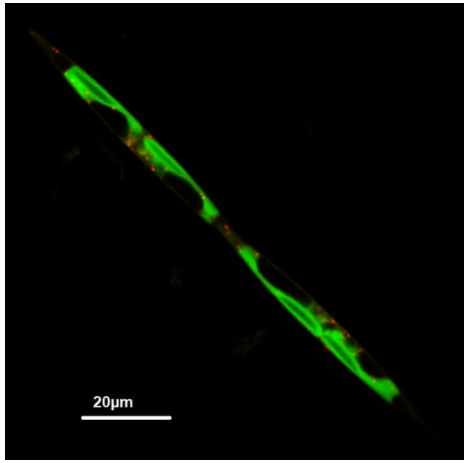
- 3 systèmes contrastés :
  - Estuarien
  - Marin
  - Intermédiaire
- Echantillonnage mensuel
- De Septembre 2020 à Août 2021.

Quelle variabilité spatio-temporelle ?

Quels forceurs ?

Chlorophylle-*a*

- ✓ Pigment principal du phytoplancton.
- ✓ Permet d'estimer la productivité et la biomasse



Lipides

- ✓ Garde l'énergie cellulaire
- ✓ Majoritairement composé d'acides gras
- ✓ Détermine la « qualité » de la proie au regard de la prédation

Microscopie confocale à balayage laser

Echantillon vivant
($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Microscopie confocale à balayage laser

Echantillon vivant ($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Coloration au Nile Red ($\lambda_{lipides}$ = 488nm)

Microscopie confocale à balayage laser

Echantillon vivant ($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Coloration au Nile Red ($\lambda_{lipides}$ = 488nm)

Identification de.s cellule.s d'intérêt

Microscopie confocale à balayage laser

Echantillon vivant ($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Coloration au Nile Red ($\lambda_{lipides}$ = 488nm)

Identification de.s cellule.s d'intérêt

Scan 3D sur toute la hauteur de.s cellule.s

Microscopie confocale à balayage laser

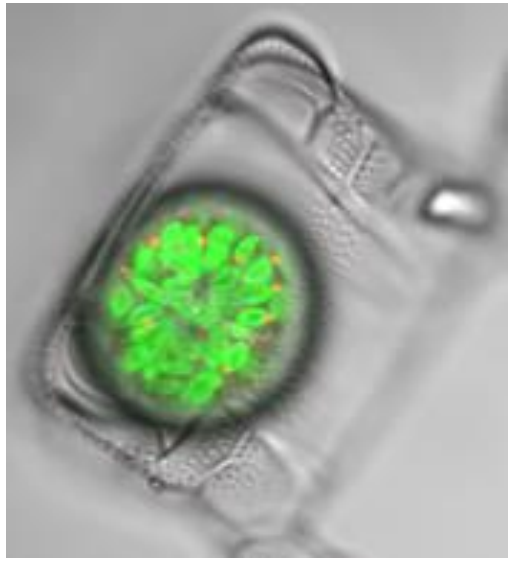
Echantillon vivant ($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Coloration au Nile Red ($\lambda_{lipides}$ = 488nm)

Identification de.s cellule.s d'intérêt

Scan 3D sur toute la hauteur de.s cellule.s

Traitements des images



Microscopie confocale à balayage laser

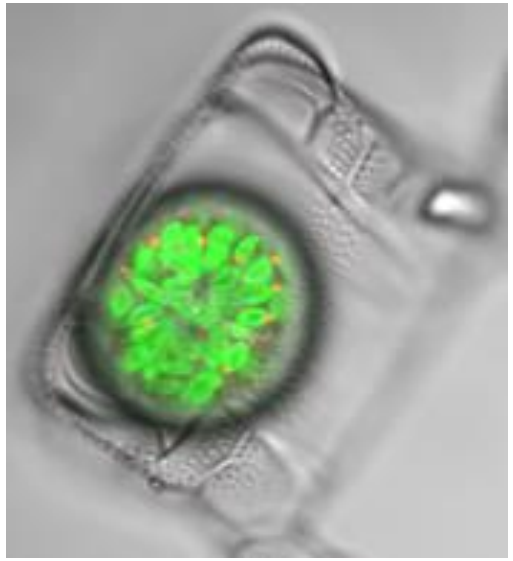
Echantillon vivant ($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Coloration au Nile Red ($\lambda_{lipides}$ = 488nm)

Identification de.s cellule.s d'intérêt

Scan 3D sur toute la hauteur de.s cellule.s

Traitements des images



$$teneur_{lipides} = \frac{Surface_{lipides}}{Biovolume}$$

$$teneur_{chla} = \frac{Surface_{chla}}{Biovolume}$$

Microscopie confocale à balayage laser

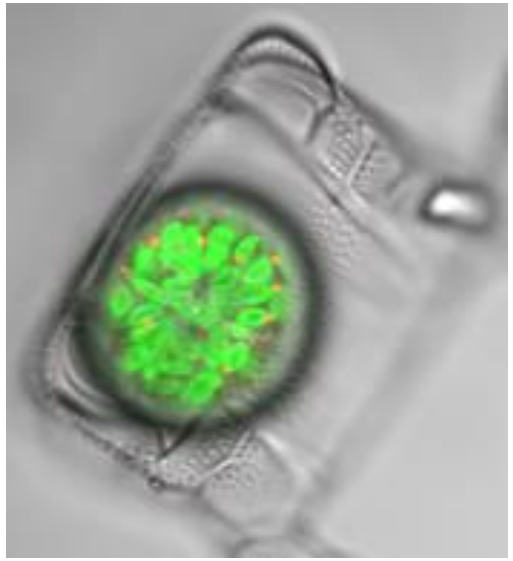
Echantillon vivant ($\lambda_{chl\text{-}a}$ = 633nm)

Coloration au Nile Red ($\lambda_{lipides}$ = 488nm)

Identification de.s cellule.s d'intérêt

Scan 3D sur toute la hauteur de.s cellule.s

Traitements des images



$$teneur_{lipides} = \frac{Surface_{lipides}}{Biovolume}$$

$$teneur_{chla} = \frac{Surface_{chla}}{Biovolume}$$

Corrélations avec :

Variables environnementales

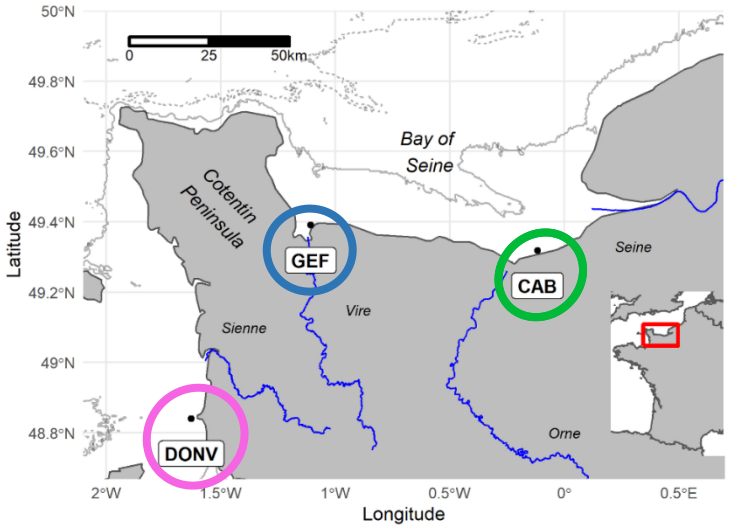
(température, salinité, nutriments, turbidité, etc…)

&

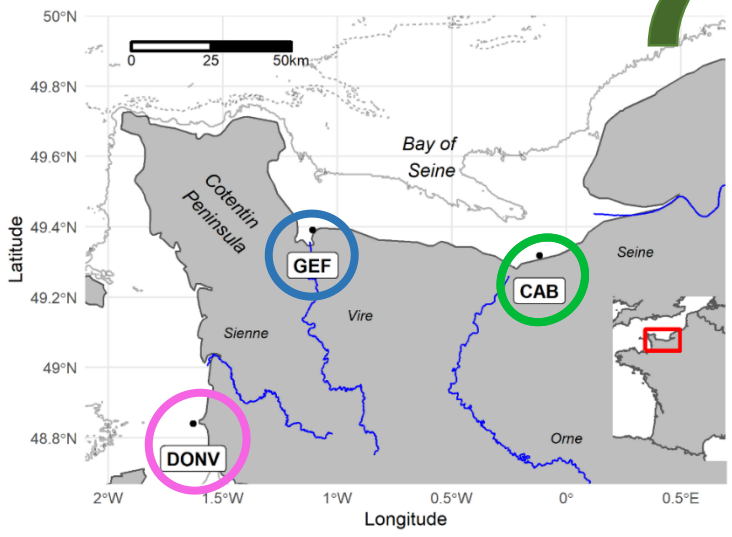
Paramètres photosynthétiques

(Indice de saturation de la lumière (Ek), efficacité à la photosynthèse (α), etc…)

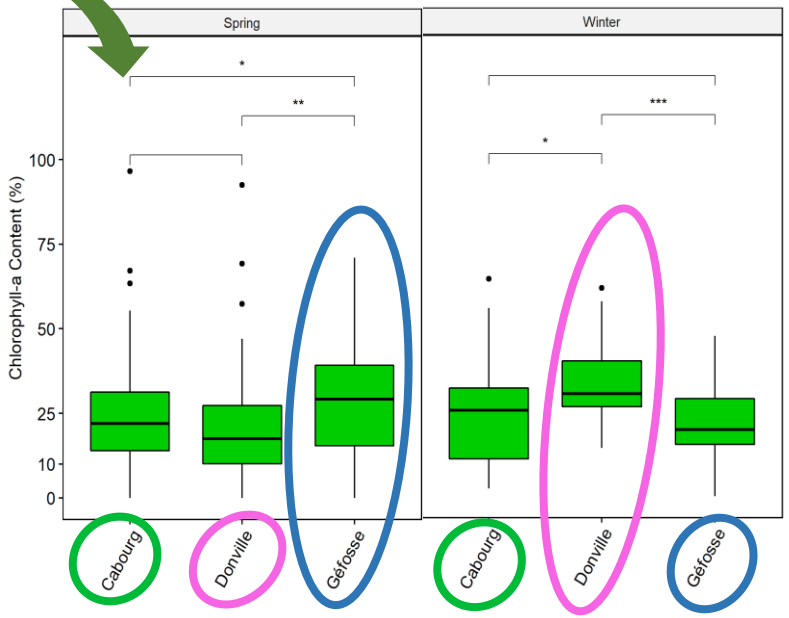
Variabilité en réponse à l'environnement



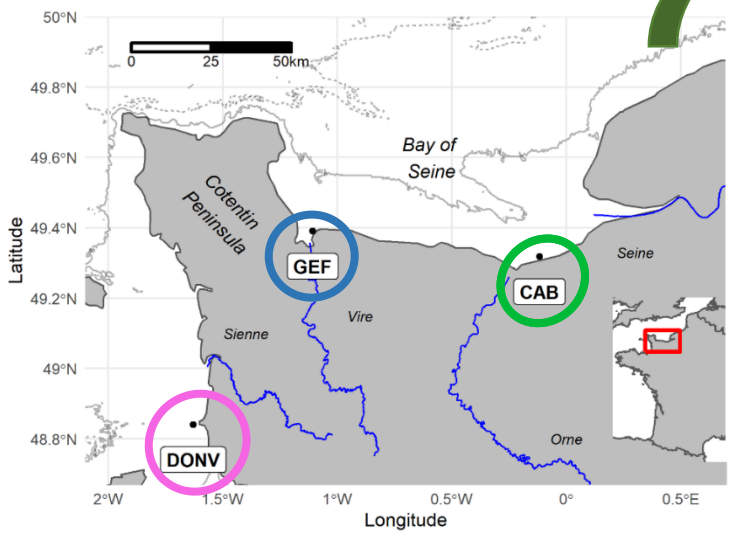
Variabilité en réponse à l'environnement



Milieu turbide (+)

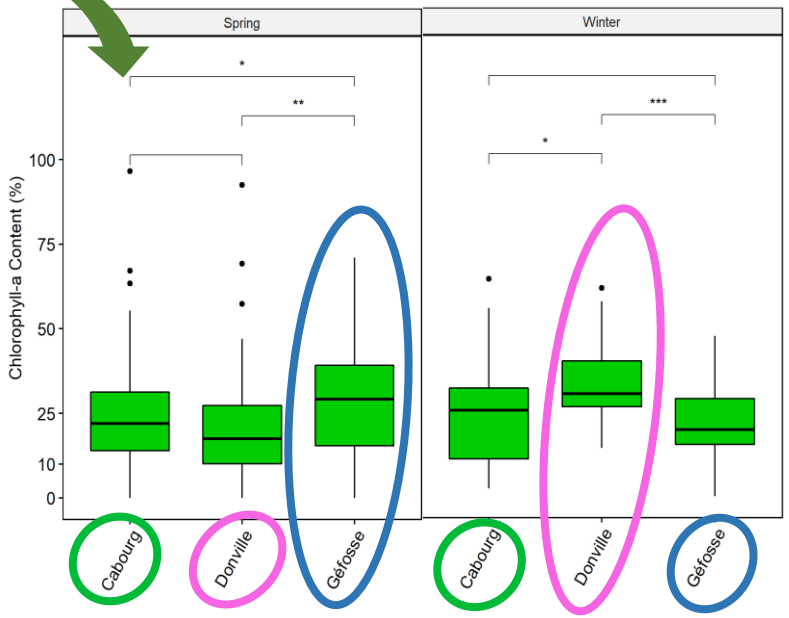


Variabilité en réponse à l'environnement



Milieu turbide (+)

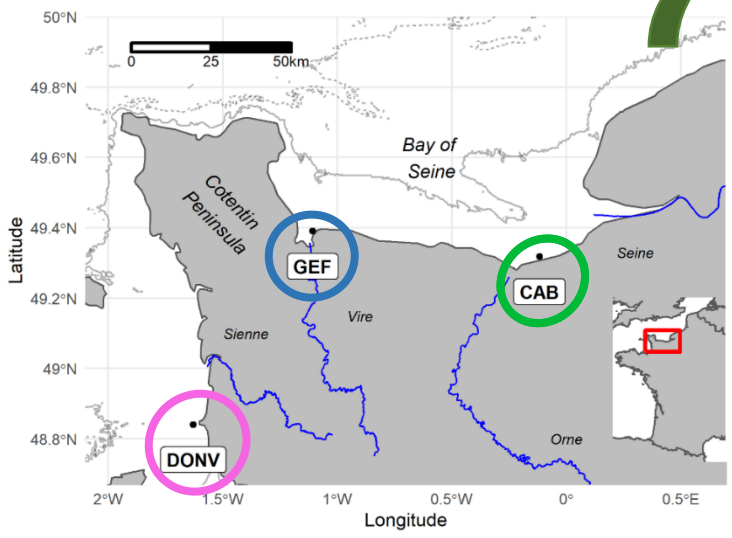
Pénétration de la lumière ?



Etat physiologique (+)

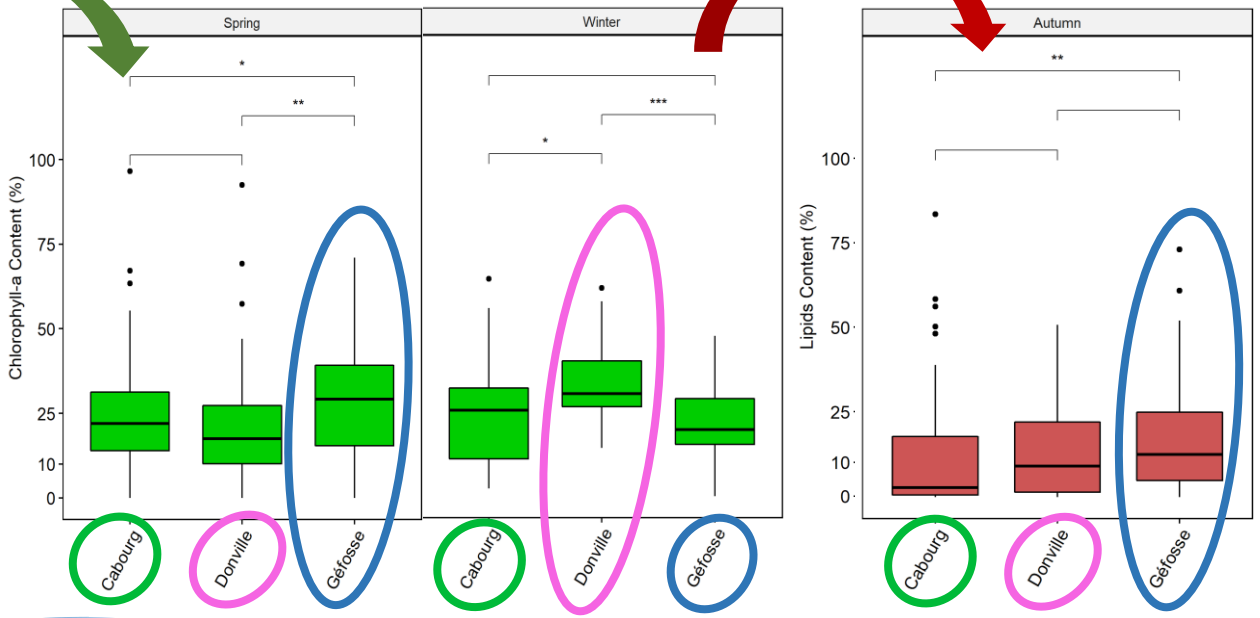
et productivité (+)

Variabilité en réponse à l'environnement



Milieu turbide (+)

Pénétration de la lumière ?

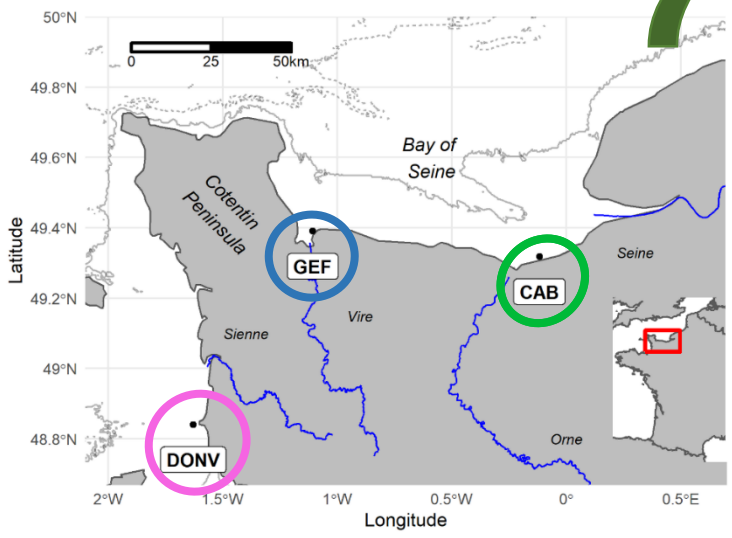


Etat physiologique (+)

et productivité (+)

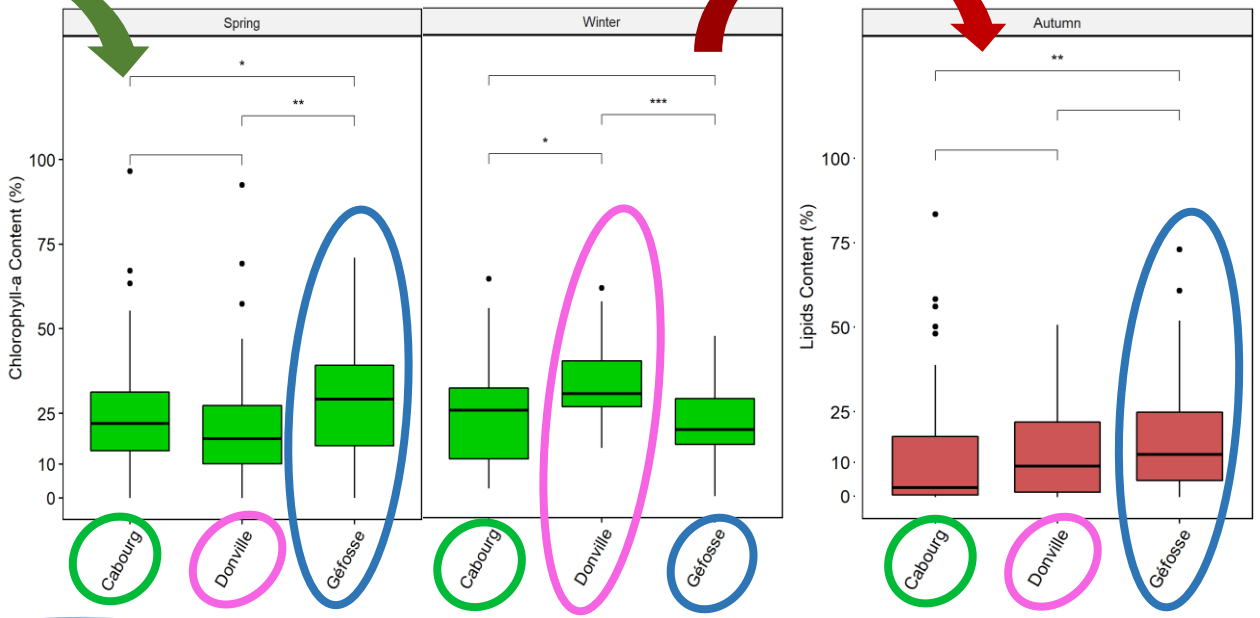
Flottabilité +

Variabilité en réponse à l'environnement



Milieu turbide (+)

Pénétration de la lumière ?



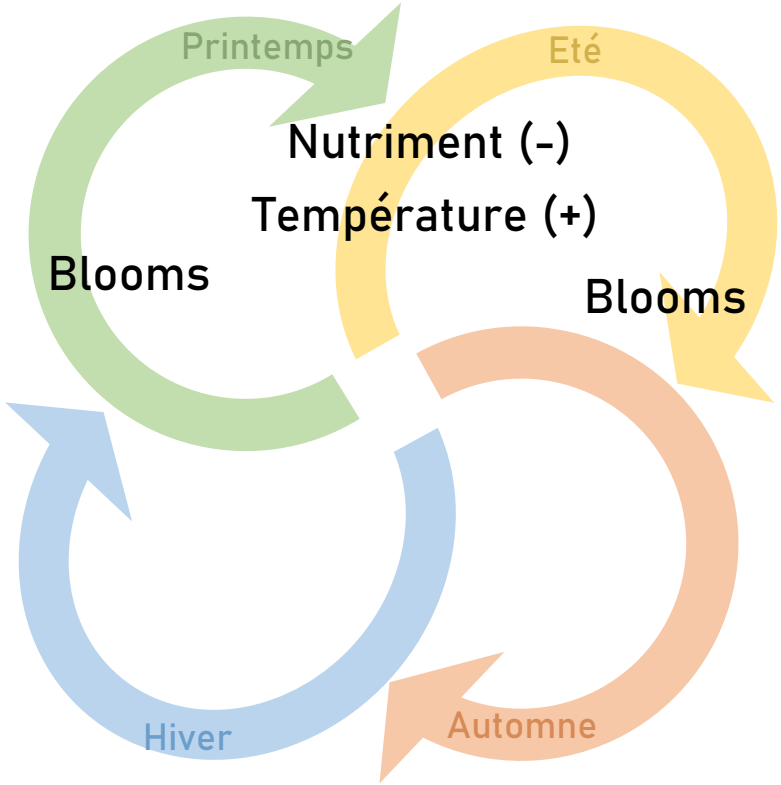
Etat physiologique (+)

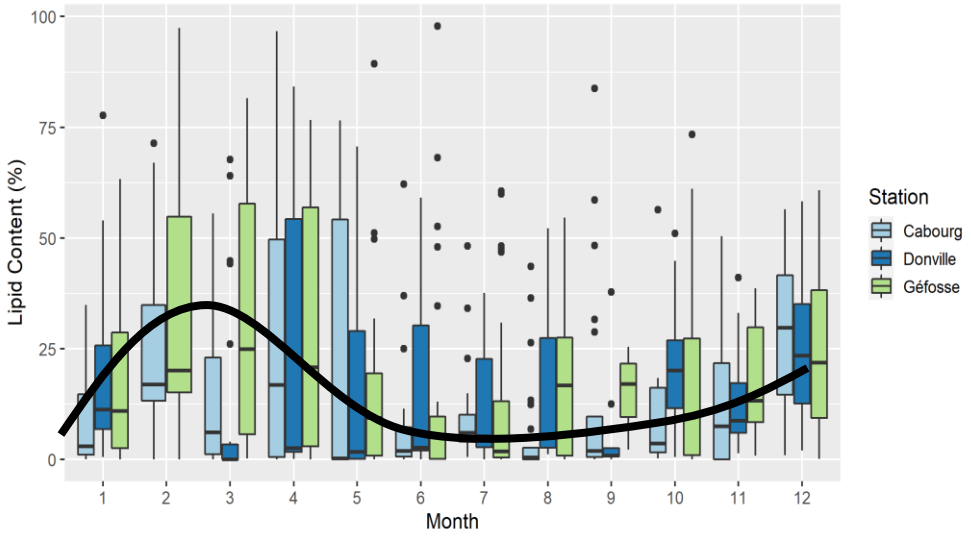
et productivité (+)

Flottabilité +

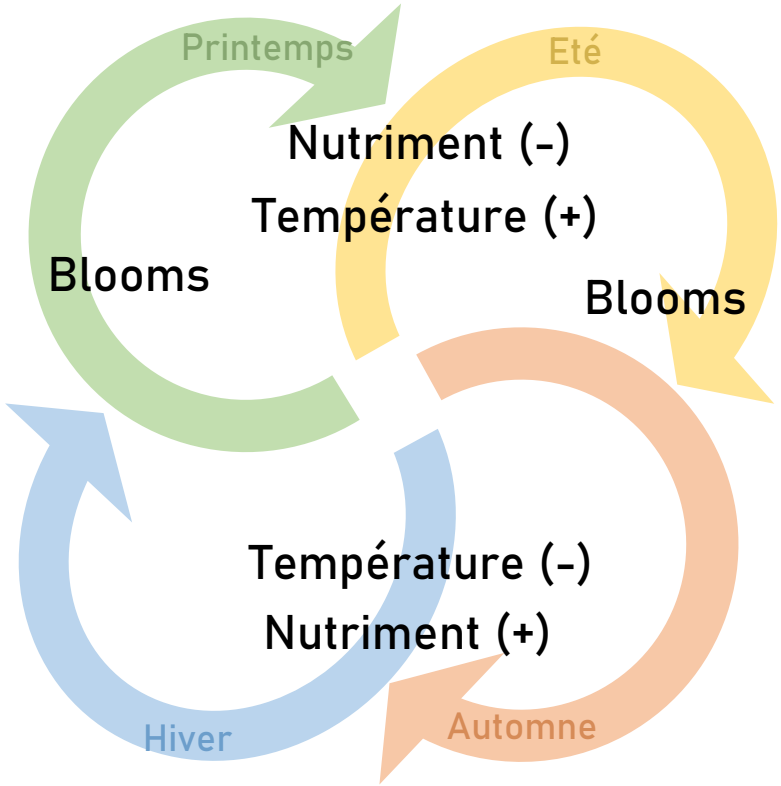
- Photoacclimatation des organismes vis-à-vis de la disponibilité de la lumière (Dubinsky & Stambler, 2009).
- Cellules moins riches en lipides en milieu estuarien (+ corrélation avec la salinité); « qualité » moindre ?

Cyclicité des teneurs en lipides

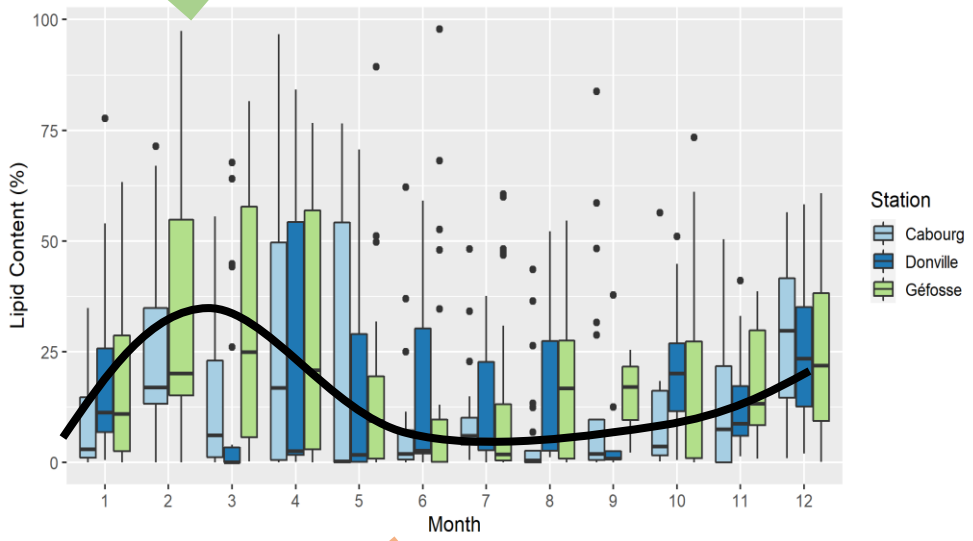




Cyclicité des teneurs en lipides

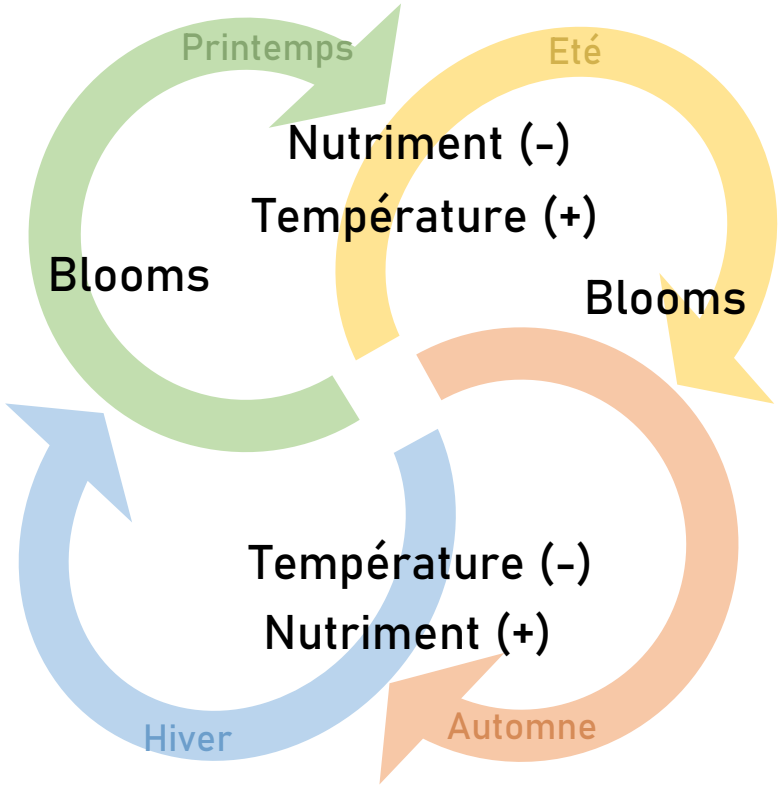


Limitation nutritive

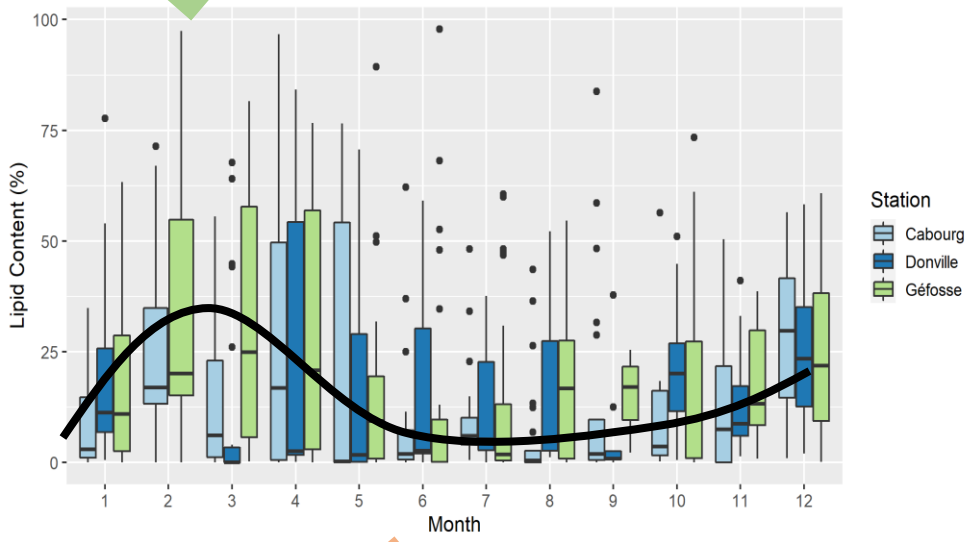


Division cellulaire ?

Cyclicité des teneurs en lipides



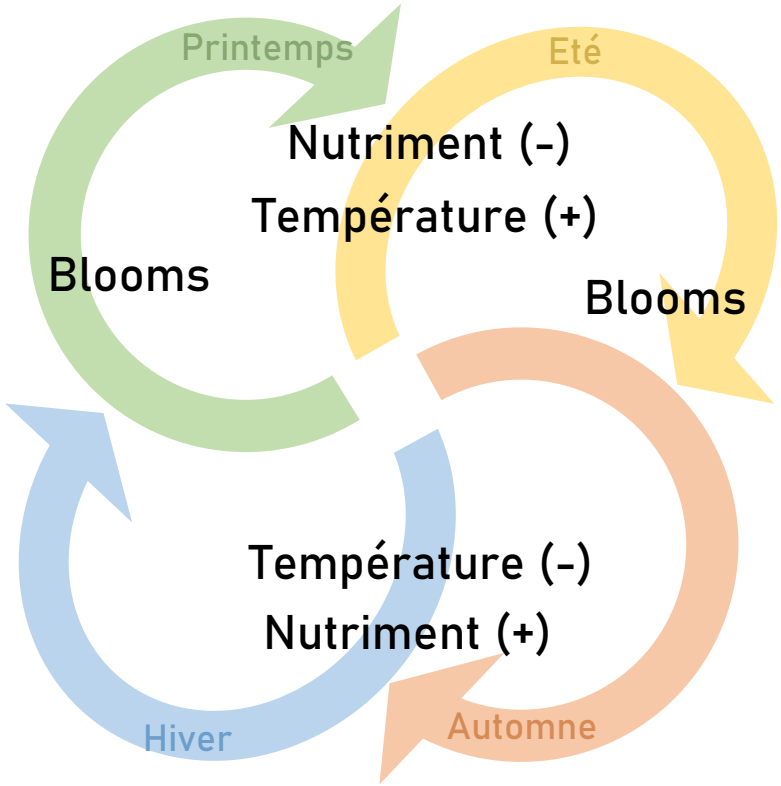
Limitation nutritive



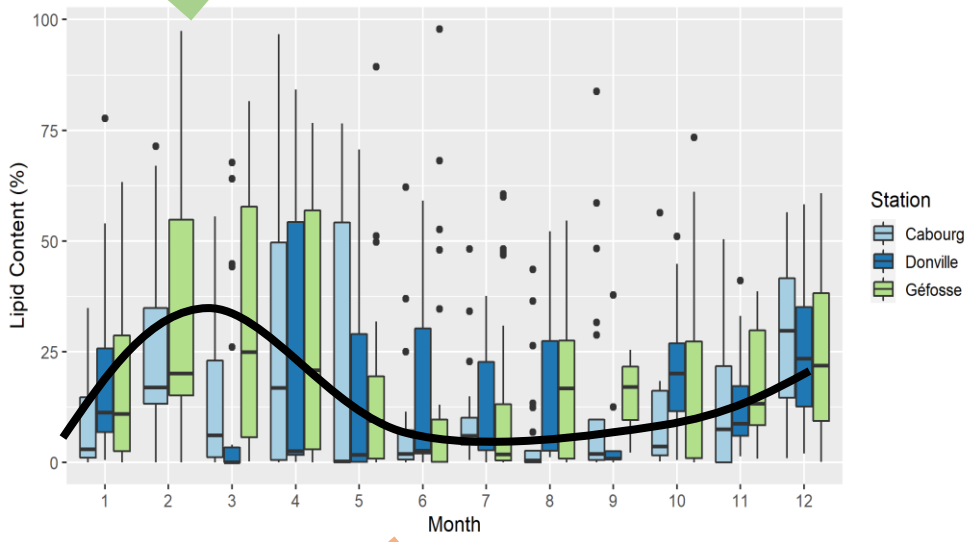
Division cellulaire ?

Perméabilité membranaire ?

Cyclicité des teneurs en lipides



Limitation nutritive



Division cellulaire ?

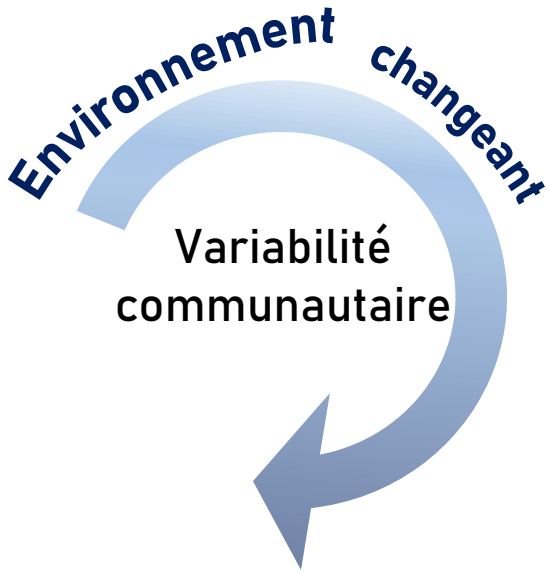
Perméabilité membranaire ?

Observée par taxons :

Chaetoceros
G. delicatula
P. sulcata
R. imbricata
T. gravida

- Teneurs lipidiques intracellulaires du phytoplancton influencées par les variables environnementales.
- Possibilité d'une restructuration des lipides; quelle variation dans la « qualité » nutritive vis-à-vis des prédateurs ?

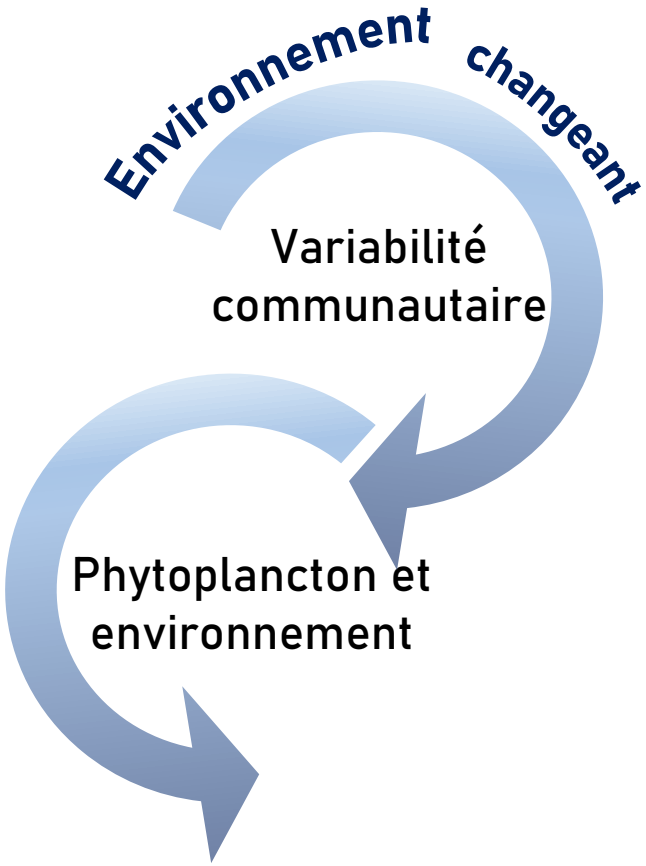
Conclusions



TAXONOMIQUE

- Une approche communautaire pour l'étude de la variabilité du micro-phytoplancton

Conclusions



TAXONOMIQUE

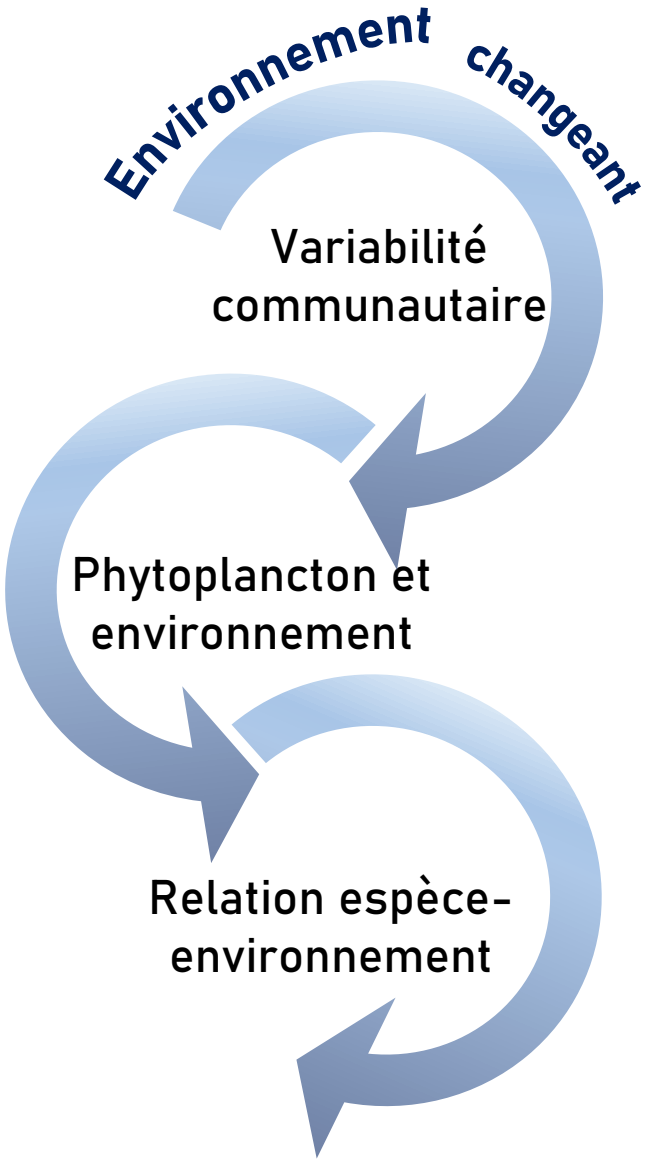
- Une approche communautaire pour l'étude de la variabilité du micro-phytoplancton

FONCTIONNELLE

- Une approche au plus proche de la relation avec l'environnement
- Adaptation spatiale également retrouvée dans les structures fonctionnelle des communautés

(Cohérence écologique des groupements fonctionnels estimée par niche écologique)

Conclusions



TAXONOMIQUE

- Une approche communautaire pour l'étude de la variabilité du micro-phytoplancton

FONCTIONNELLE

- Une approche au plus proche de la relation avec l'environnement
- Adaptation spatiale également retrouvée dans les structures fonctionnelle des communautés

(Cohérence écologique des groupements fonctionnels estimée par niche écologique)

INDIVIDUELLE

- Adaptation à l'échelle cellulaire pour optimiser la relation à l'environnement

Merci pour votre attention !

(Les articles scientifiques et données relatifs à ces travaux seront prochainement disponibles)

Contact : angeline.lefran@gmail.com

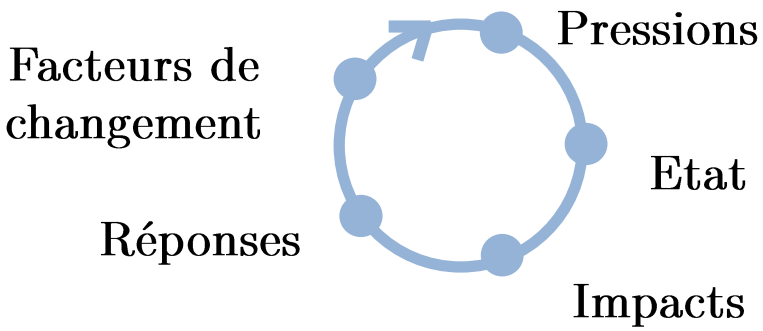
Evolution à long-terme des communautés phytoplanctoniques de trois sites ostréicoles :

Approche méthodologique de RETROSCOPE et premiers résultats

Hernández Fariñas T., Gangnery A., Guesdon S., Bruneau A., Soudant D., Bec B., Soletchnik P., Tardivy Casemajor J., Martin L., Prigent L., Dubreil M., Derolez V

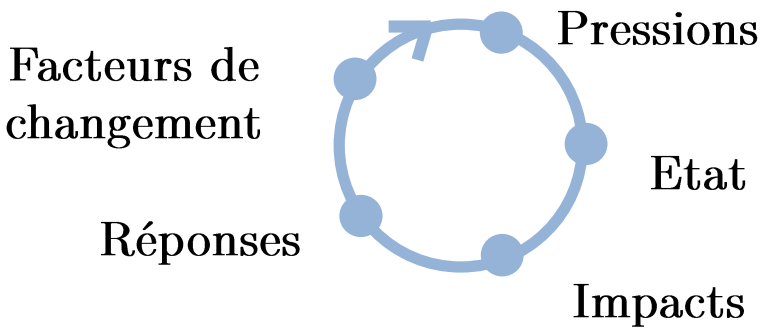
01/12/2022

Vulnérabilité des écosystèmes côtiers



Objectifs : étudier les trajectoires de trois socio-écosystèmes côtiers à vocation conchylicole en adoptant une approche interdisciplinaire

Vulnérabilité des écosystèmes côtiers

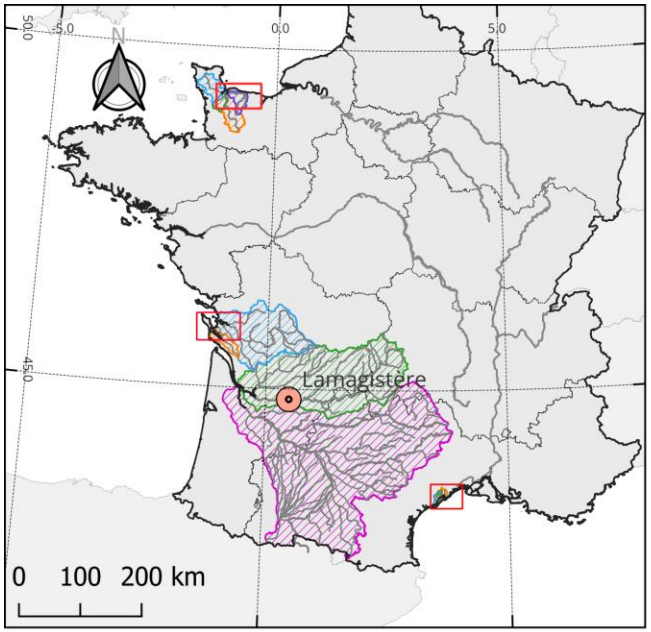


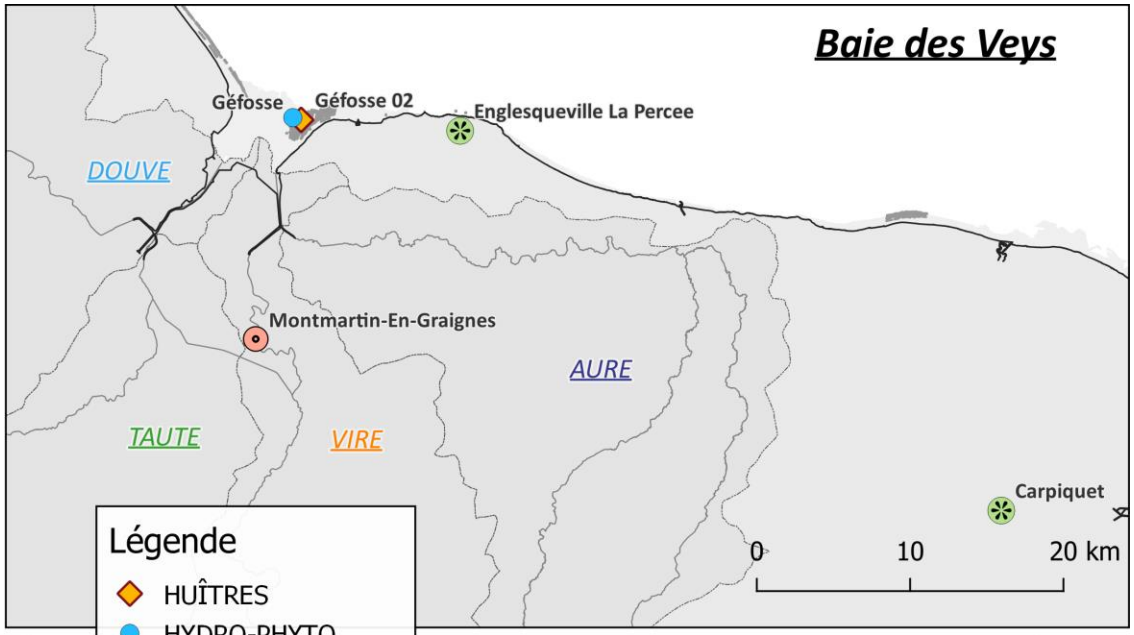
Objectifs : étudier les trajectoires de trois socio-écosystèmes côtiers à vocation conchylicole en adoptant une <u>approche interdisciplinaire</u>

Evolution des fonctions et de l'état écologique des écosystèmes

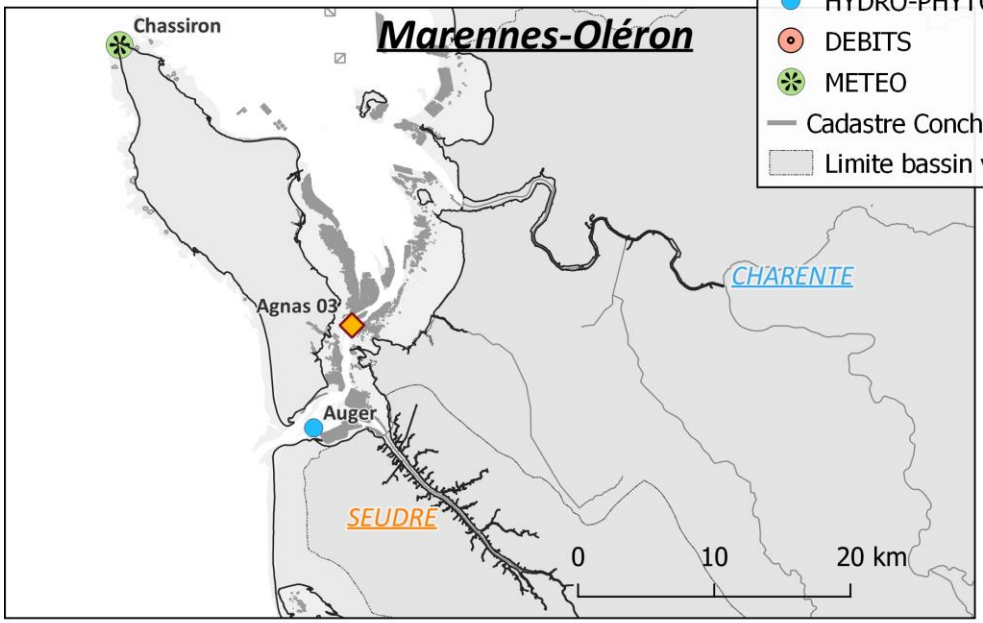
Evolution des services écosystémiques, des demandes sociales et des compromis de gestion

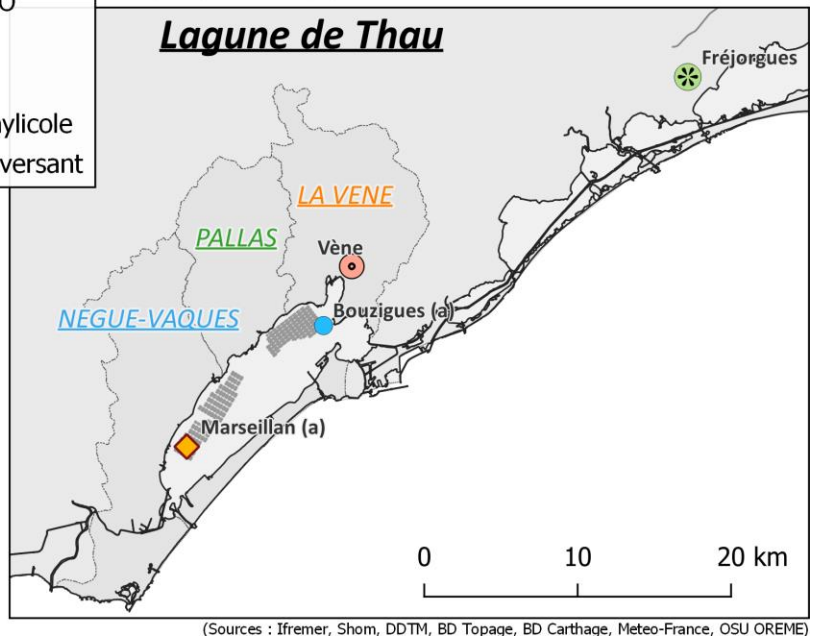
Trois sites RETROSCOPE





Légende
- HUÎTRES
- HYDRO-PHYTO
- DEBITS
- METEO
- Cadastre Conchylicole
- Limite bassin versant





(Sources : Ifremer, Shom, DDTM, BD Topage, BD Carthage, Meteo-France, OSU OREME)

Evolution des fonctions et de l'état écologique des écosystèmes

- Identifier les tendances à long terme et les principales perturbations et crises écologiques (ruptures) ayant impacté les sites d'étude,
- Dégager les périodes de basculement pour chaque site & étudier les synchronicités/similitudes et différences entre sites,
- Développer des indicateurs et des méthodes d'analyse génériques,
- Etudier les liens entre différents groupes de variables (e.g. forçages hydro-climatiques vs. variables d'état, entre les variables d'état elles-mêmes) au sein de chaque site et entre les sites et discuter des mécanismes associés.

Evolution des fonctions et de l'état écologique des écosystèmes

Forçages Climatiques locaux

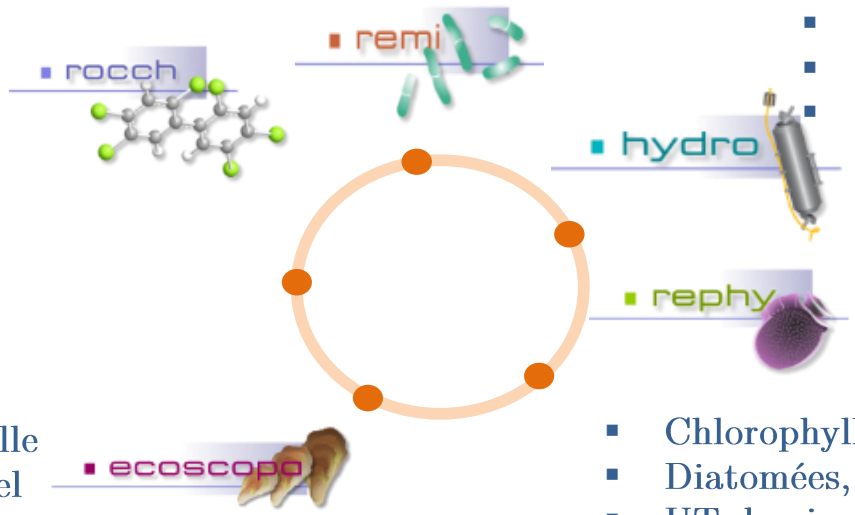
- Température air
- Précipitations
- Intensité du vent par direction
- Fréquence du vent par direction

Forçages Terrestres

- Débit des cours d'eau

- *E. coli*

- Cd, Cu, Hg, Pb, Zn
- PCB 118, PCB153, somme des PCB
- DDT, DDT + métabolites (DDD + DDE)
- Lindane (HCH gamma)
- Fluoranthène, Benzo-a-Pyrène



- Température eau
- Salinité
- Turbidité

- Mortalité cumulée annuelle
- Taux de croissance annuel
- Indices de condition annuels
- Mortalité instantanée
- Indices de condition instantanés

- Chlorophylle *a*
- Diatomées, Dinoflagellés
- UT dominantes site-spécifiques
- Nombre de taxons (richesse)
- Indice Berger Parker (distribution abondance)

≈ 40 variables
Période d'étude : 1970 -2018

Evolution des fonctions et de l'état écologique des écosystèmes

Forçages Climatiques locaux

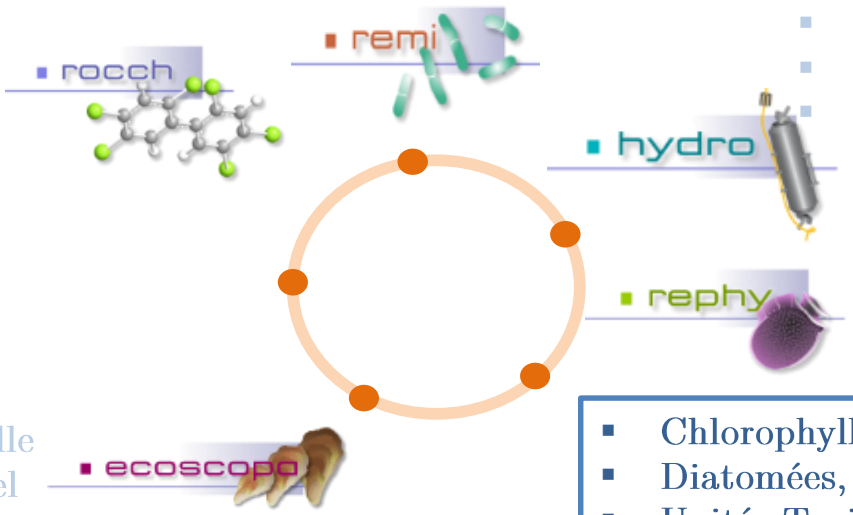
- Température air
- Précipitations
- Intensité du vent par direction
- Fréquence du vent par direction

Forçages Terrestres

- Débit des cours d'eau

- *E. coli*

- Cd, Cu, Hg, Pb, Zn
- PCB 118, PCB153, somme des PCB
- DDT, DDT + métabolites (DDD + DDE)
- Lindane (HCH gamma)
- Fluoranthène, Benzo-a-Pyrène

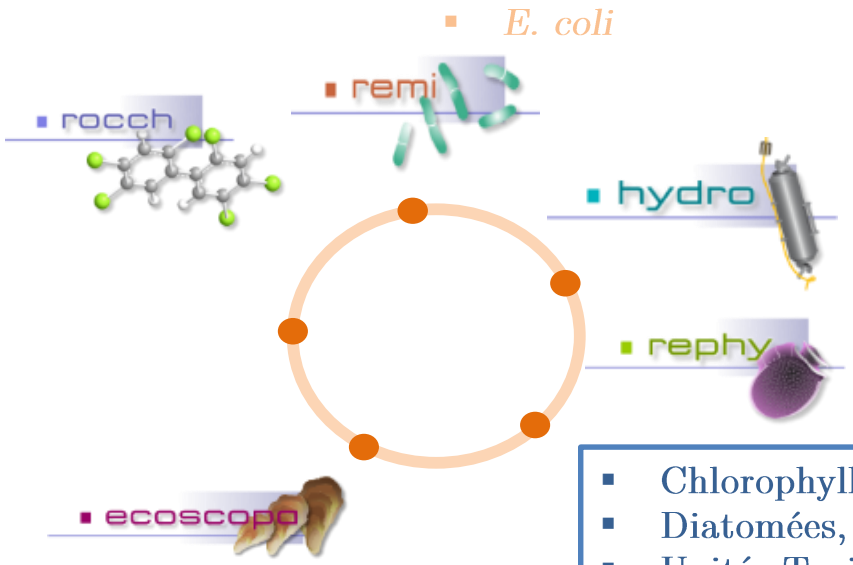


- Température eau
- Salinité
- Turbidité

- Mortalité cumulée annuelle
- Taux de croissance annuel
- Indices de condition annuels
- Mortalité instantanée
- Indices de condition instantanés

- Chlorophylle *a*
- Diatomées, Dinoflagellés
- Unités Taxinomiques dominantes site-spécifiques
- Nombre de taxons (richesse)
- Indice Berger Parker (distribution abondance)

Evolution des fonctions et de l'état écologique des écosystèmes



- Chlorophylle *a*
- Diatomées, Dinoflagellés
- Unités Taxinomiques dominantes site-spécifiques
- Nombre de taxons (richesse)
- Indice Berger Parker (distribution abondance)

→ ressource trophique, centrale pour la compréhension des traits de vie des organismes filtreurs comme l'huître,

→ indicateur des fluctuations environnementales, notamment de la qualité des eaux côtières.

Volonté de travailler sur un cadre commun d'analyse des données

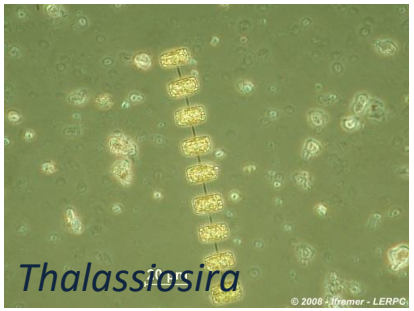
Modèles Dynamiques Linéaires (DLM) :

- Adaptés aux caractéristiques des séries temporelles (données manquantes, exceptionnelles, fréquence d'échantillonnage variable, etc…),
- Prise en compte des composantes : tendances + saisonnalité,
- Porter un diagnostic sur l'évolution des variables phytoplanctoniques,
- Repérer d'éventuelles ruptures de la tendance.

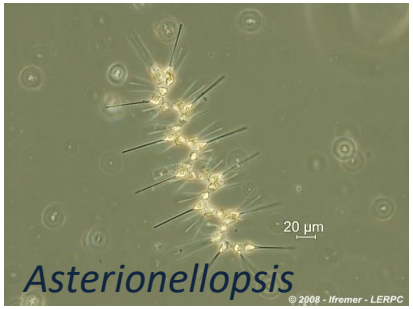
Caractéristiques générales des communautés phytoplanctoniques

- Importante dominance d'une dizaine de taxons (principalement des diatomées, < 15 taxons totalisent plus de 95% de l'abondance microphytoplanctonique)

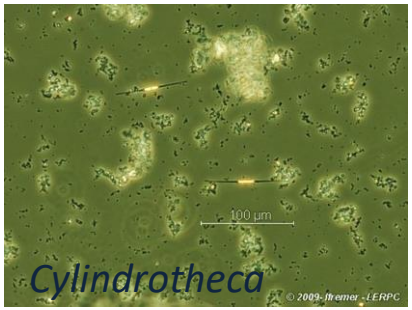
→ des unités taxinomiques en commun



→ dominance de certains taxons spécifique aux sites



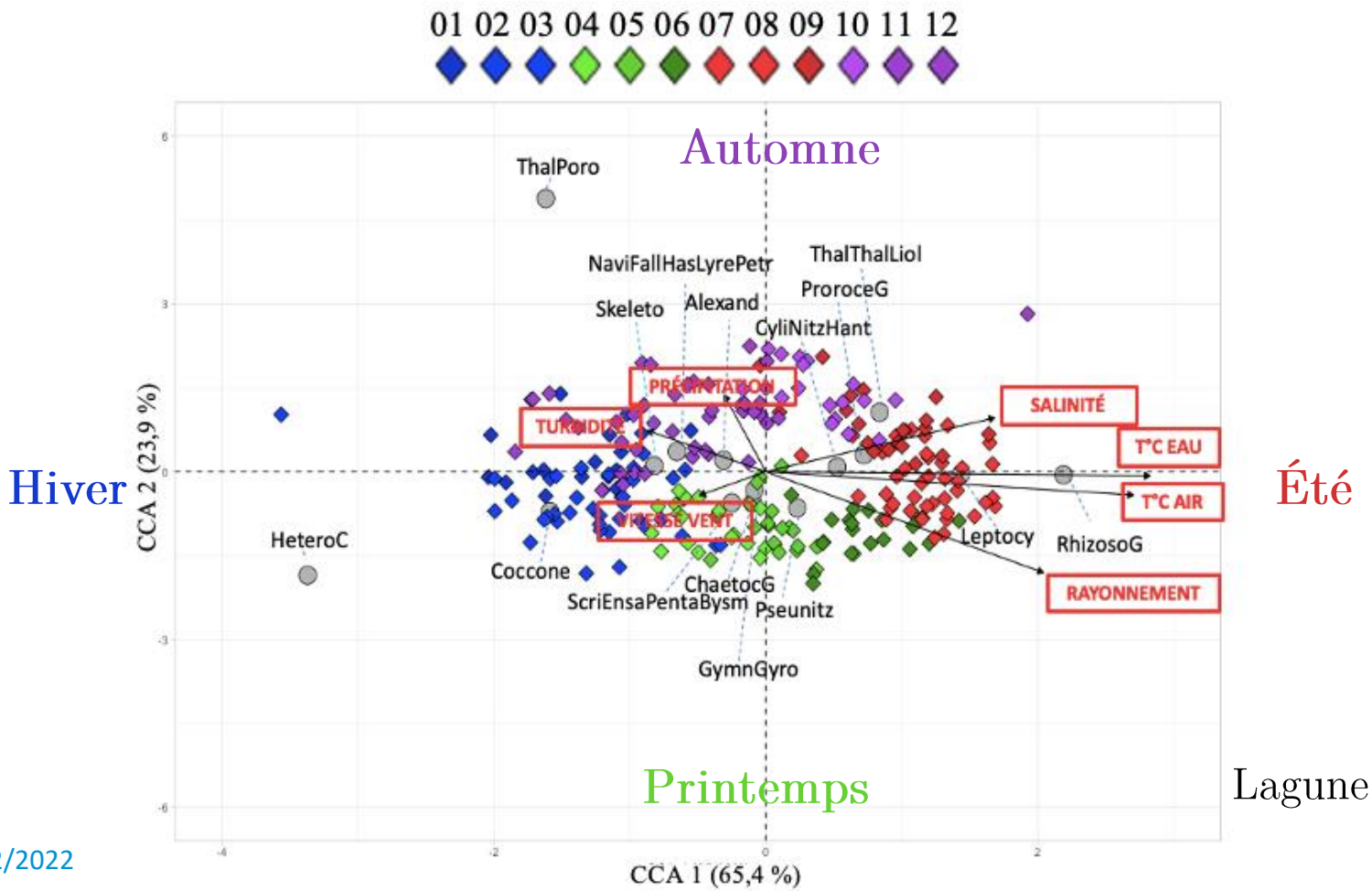
Baie des Veys



Marennes/Thau

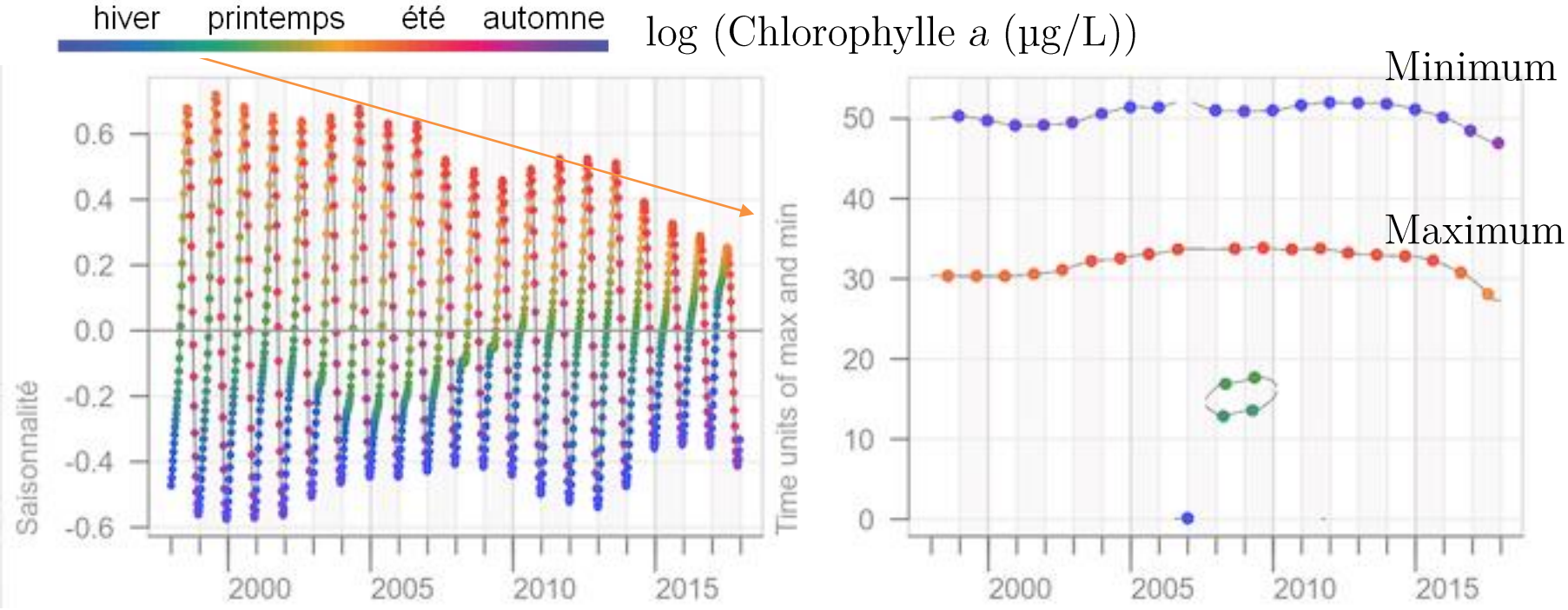
Caractéristiques générales des communautés phytoplanctoniques

- Saisonnalité marquée



Lagune de Thau

Saisonnalité : quelle évolution sur le long terme ?



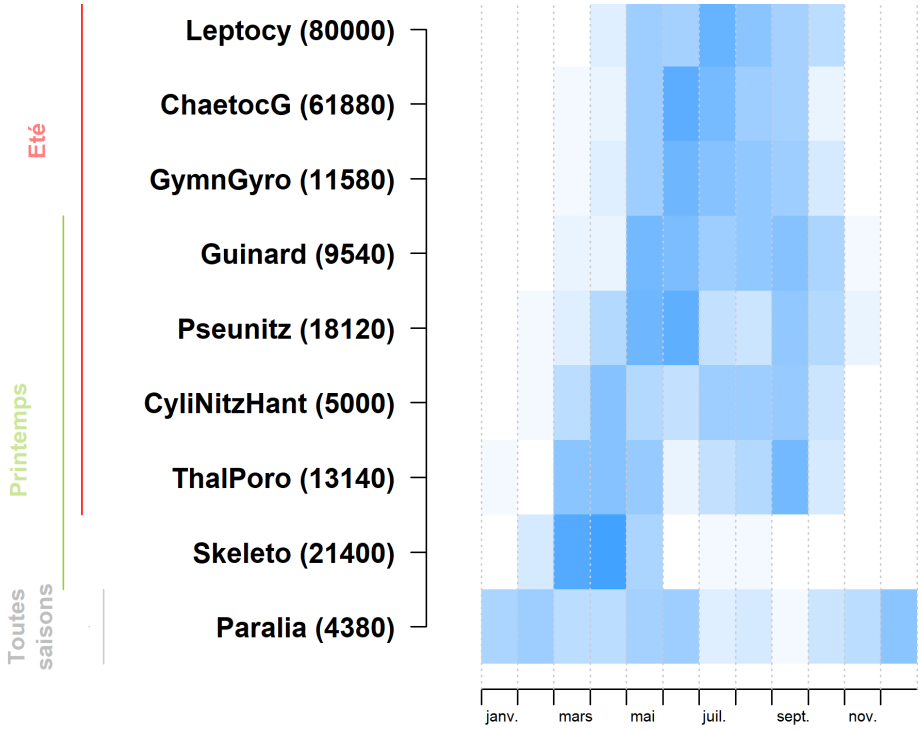
Années

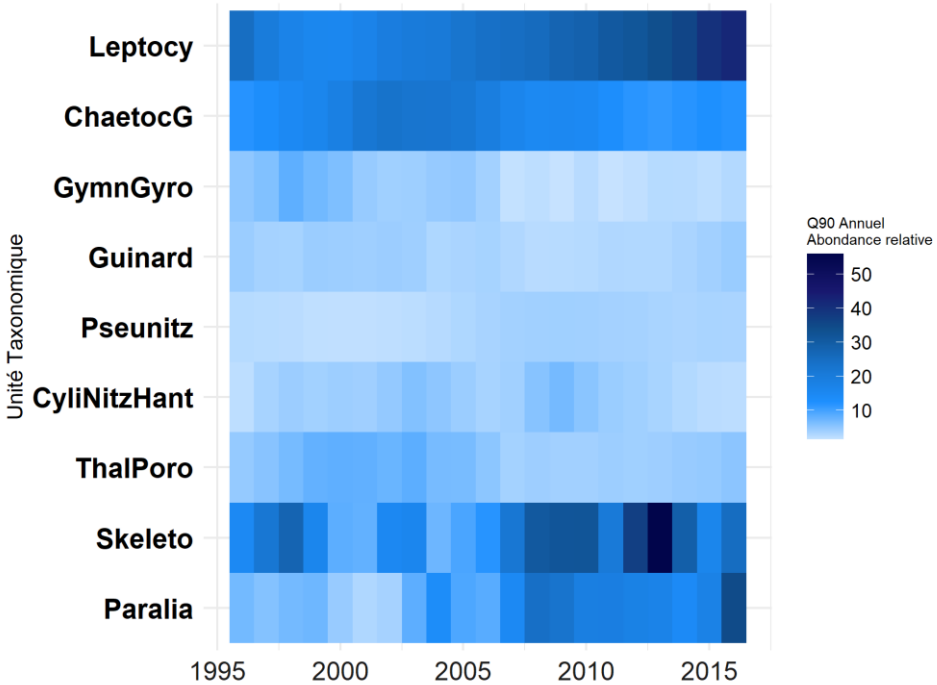
→ Diminution de l'amplitude des efflorescences algales,
→ Variation des paramètres phénologiques tels que date du maximum/minimum du bloom,
→ Tendances bi- / uni-modales selon les périodes.

Lagune de Thau

Considérations saisonnières au sein des tendances

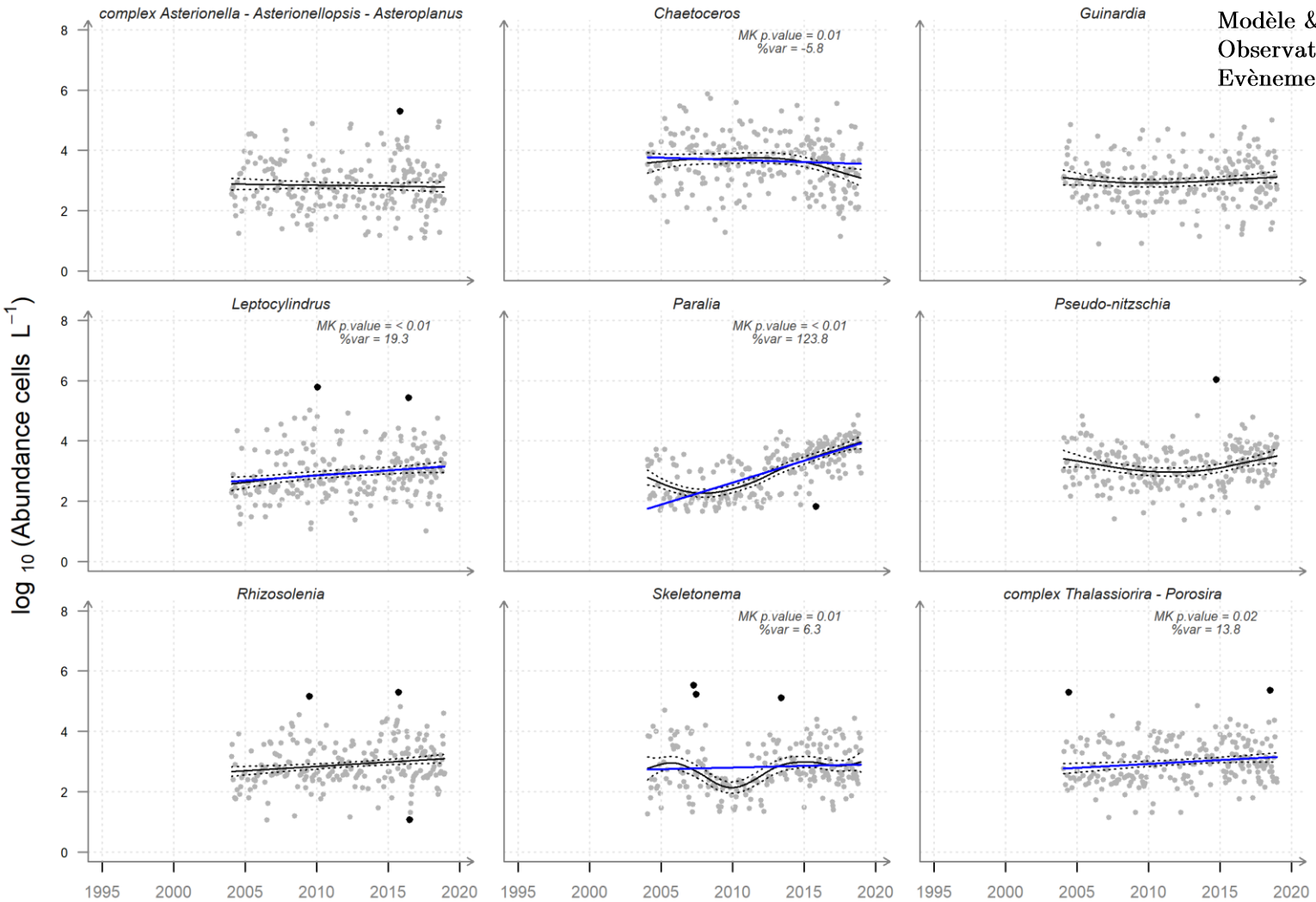
- Compensation de l'abondance relative entre UTs en considérant leur saisonnalité :
  - Été : de 1997 à 2006, *ChaetocG*, *GymnGyro* et *Guinard* s'expriment davantage dans la communauté et compensent *Leptocy* qui s'affaiblit,
  - Printemps : l'abondance relative de *ThalPoro* compense également en partie la baisse de celle de *Skeleto* entre 1999 et 2006.





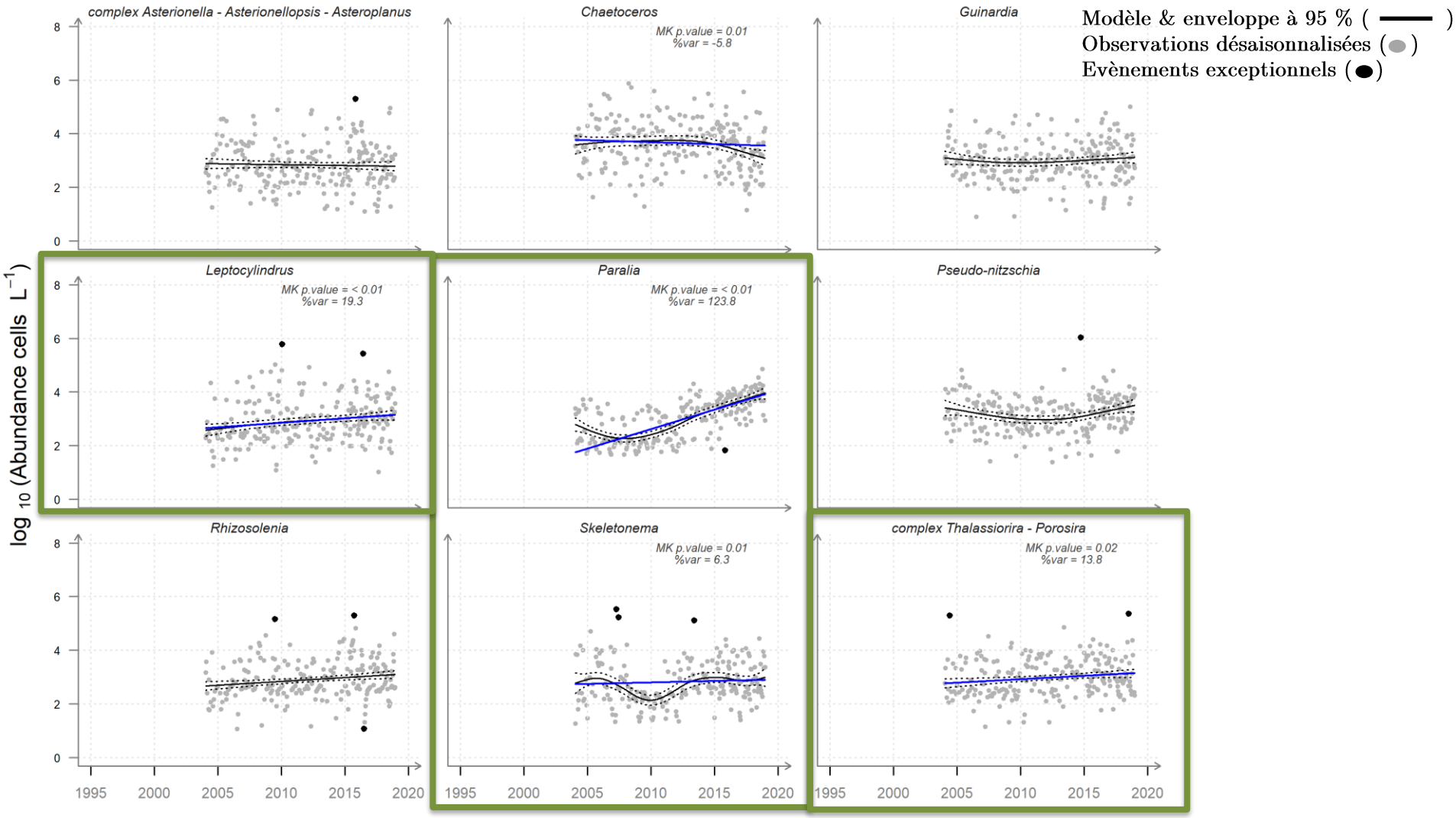
Bassin Marennes-Oléron

Quelle évolution sur le long terme des taxons dominants :

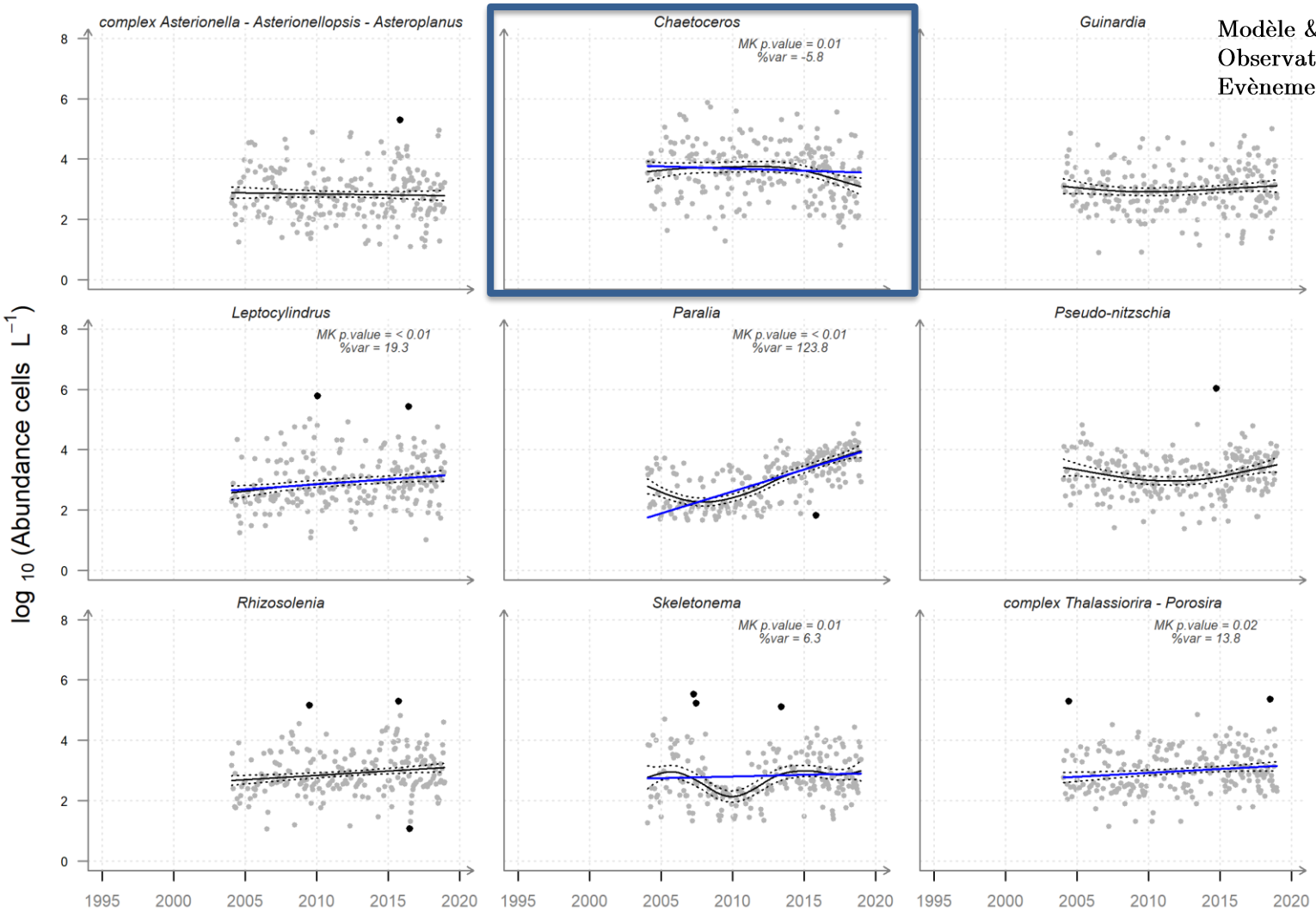


Modèle & enveloppe à 95 % (———)
Observations désaisonnalisées (●)
Evènements exceptionnels (●)

Quelle évolution sur le long terme des taxons dominants :

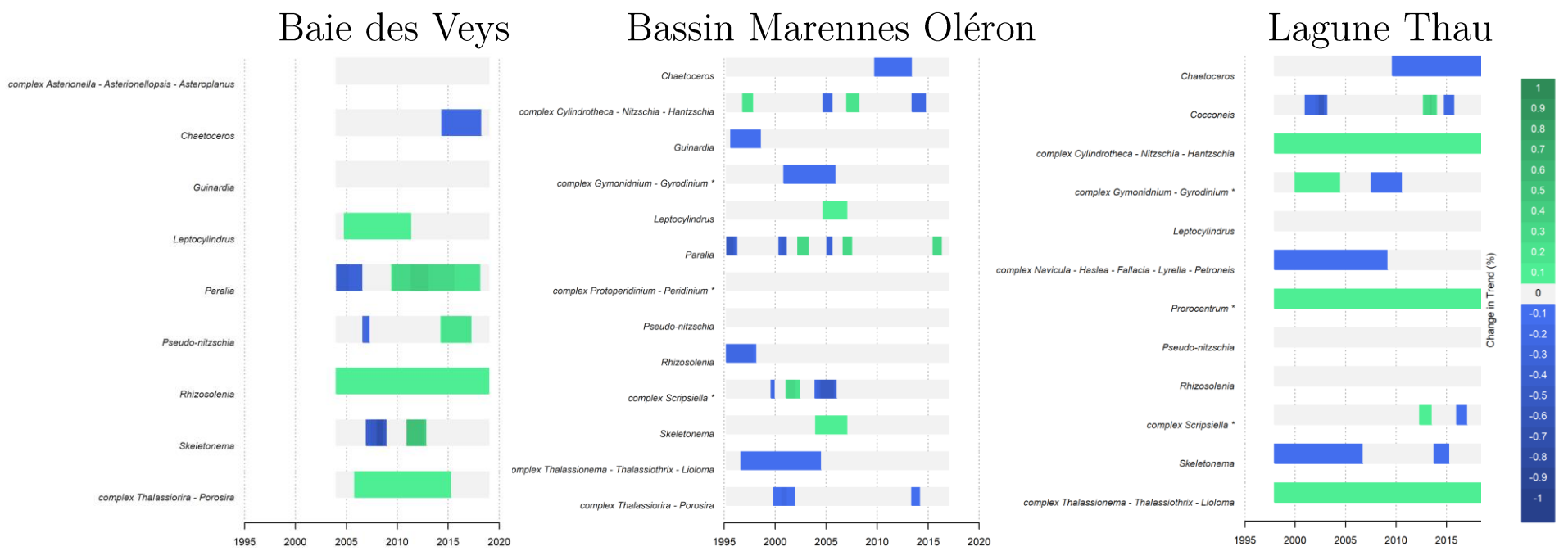


Quelle évolution sur le long terme des taxons dominants :



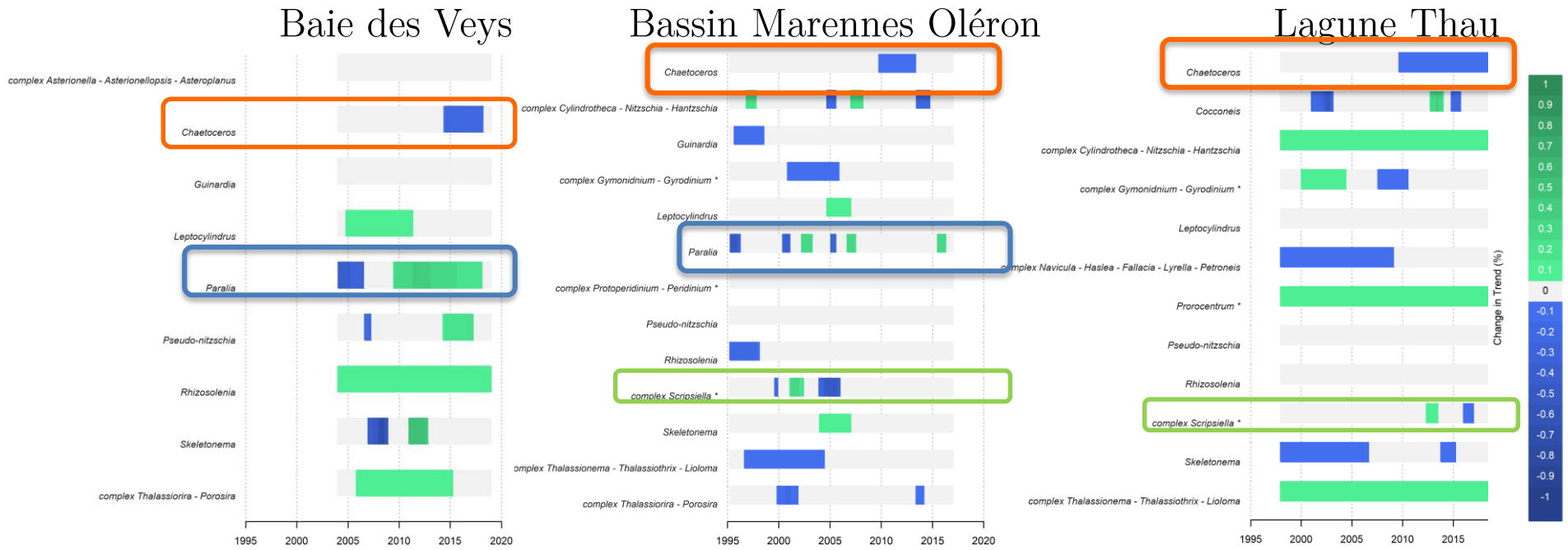
Modèle & enveloppe à 95 % (———)
Observations désaisonnalisées (●)
Evènements exceptionnels (●)

Quelle évolution sur le long terme des taxons dominants :



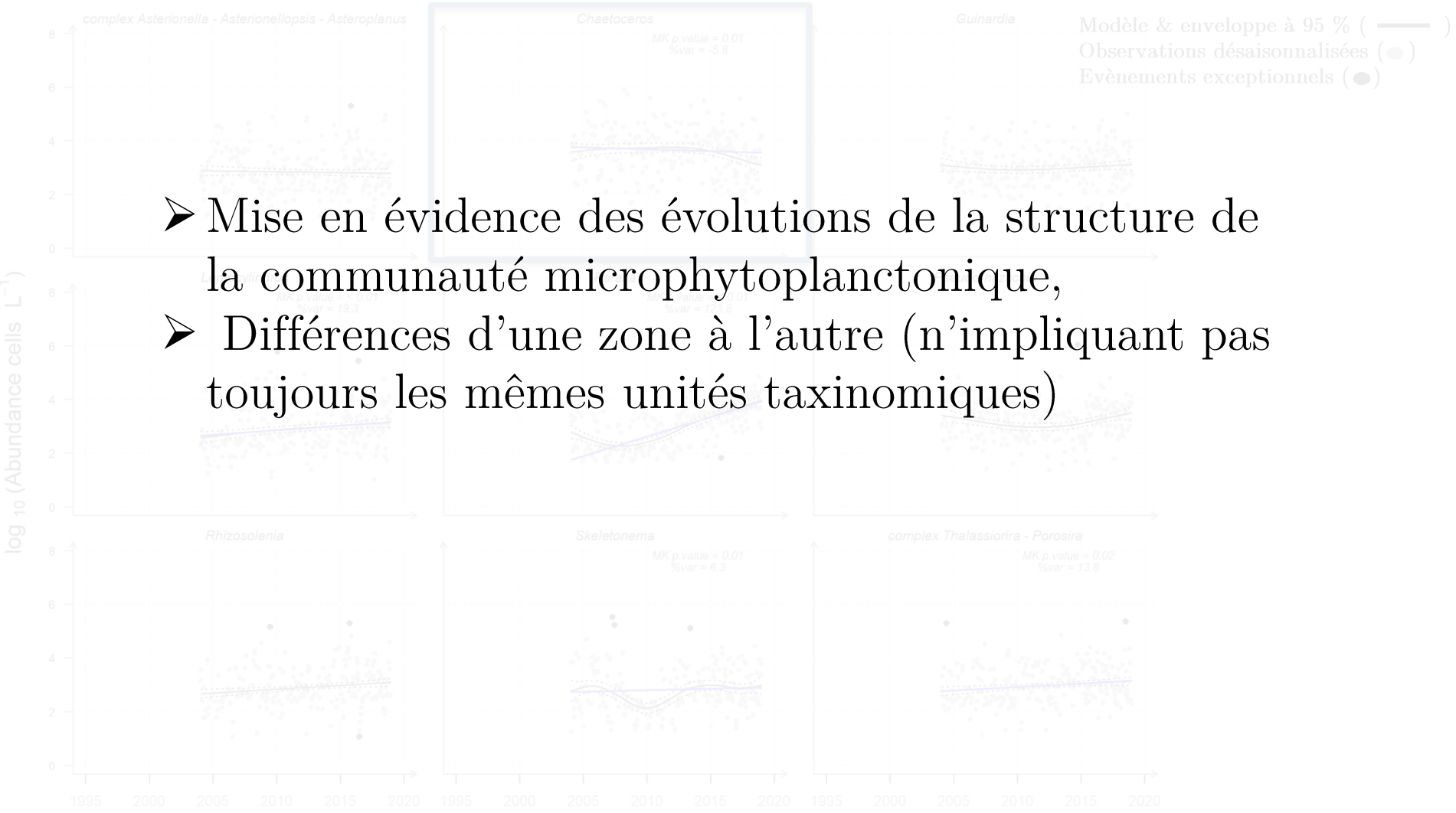
Périodes où l'abondance des UT augmente (vert) ou diminue (bleu) significativement. Représentation des périodes où la pente du niveau moyen est significativement différente de zéro. Le gradient de couleur varie en fonction du % de variation du niveau moyen, i.e plus la couleur est foncée, plus la variation est importante.

Quelle évolution sur le long terme des taxons dominants :



Périodes où l'abondance des UT augmente (vert) ou diminue (bleu) significativement. Représentation des périodes où la pente du niveau moyen est significativement différente de zéro. Le gradient de couleur varie en fonction du % de variation du niveau moyen, i.e plus la couleur est foncée, plus la variation est importante.

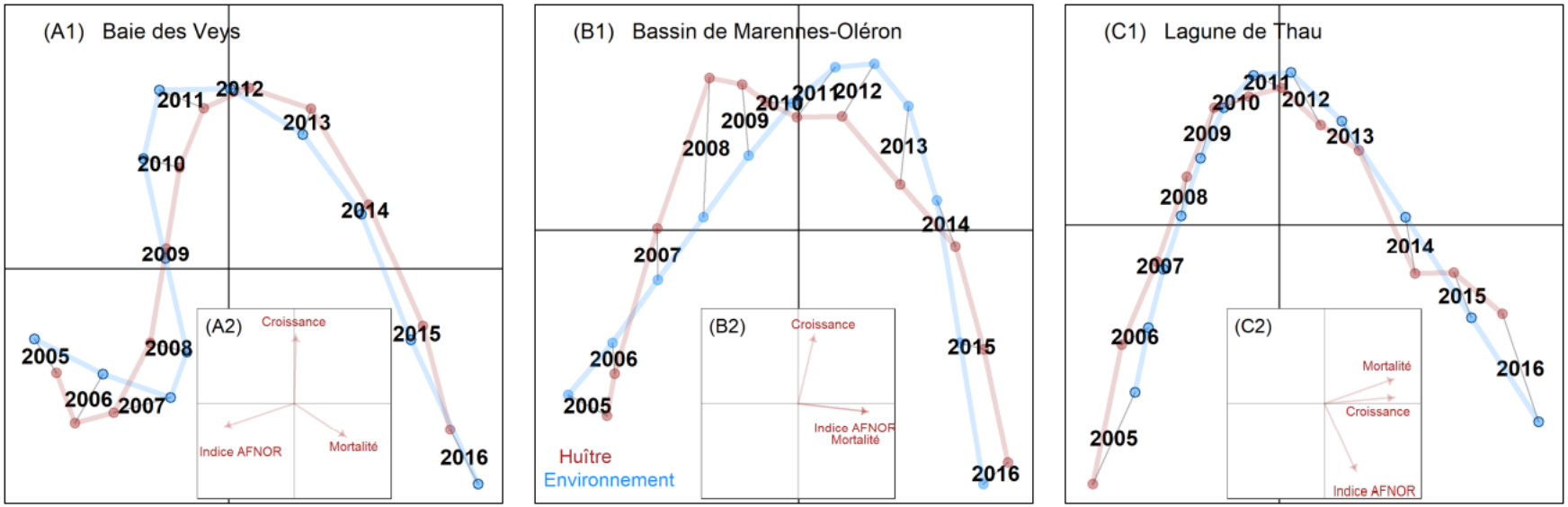
Quelle évolution sur le long terme des taxons dominants :



- Mise en évidence des évolutions de la structure de la communauté microphytoplanctonique,
- Différences d'une zone à l'autre (n'impliquant pas toujours les mêmes unités taxinomiques)

Vers une approche multivariée pour :

- Caractériser la **co-évolution de traits de vie de l'huître creuse juvénile (*Crassostrea gigas*) et de fluctuations environnementales**
- Identifier les **variables environnementales les plus forçantes** sur les traits de vie de *C. gigas*.

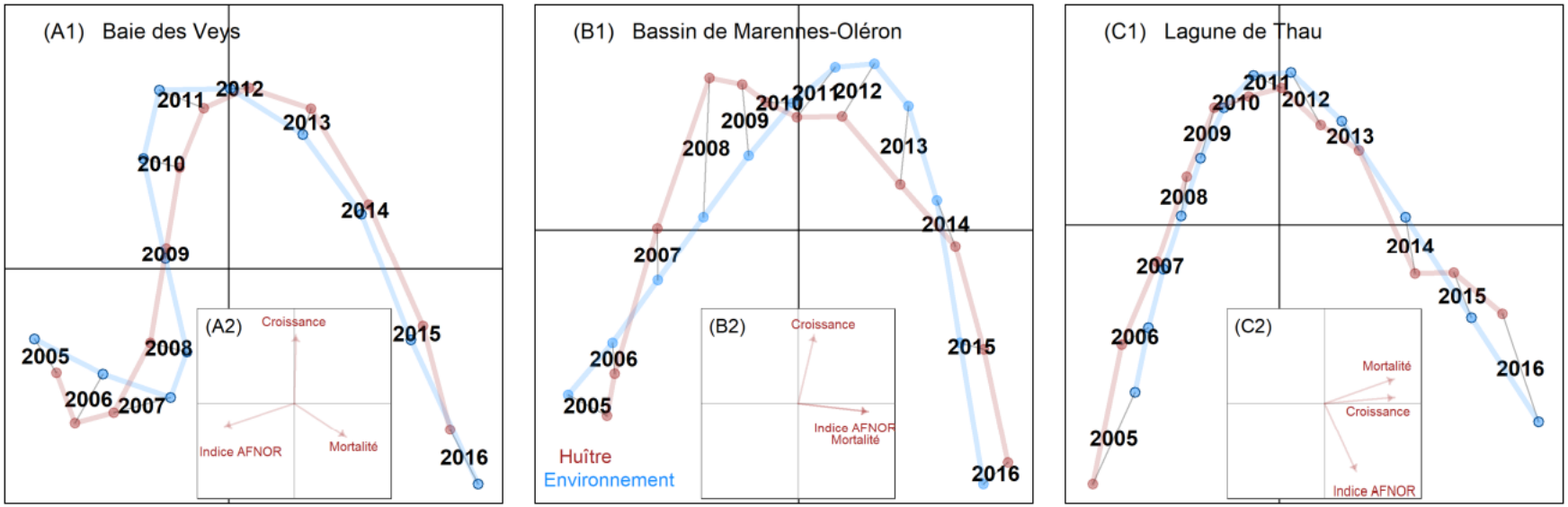


Couplage environnement – traits de vie des huîtres

→ Période : 2005 - 2016

Vers une approche multivariée pour :

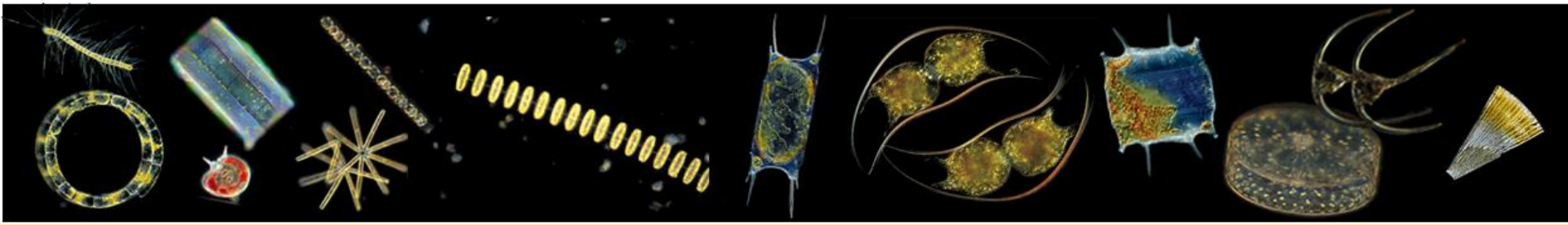
- Caractériser la **co-évolution de traits de vie de l'huître creuse juvénile (*Crassostrea gigas*) et de fluctuations environnementales**
- Identifier les **variables environnementales les plus forçantes** sur les traits de vie de *C. gigas*.

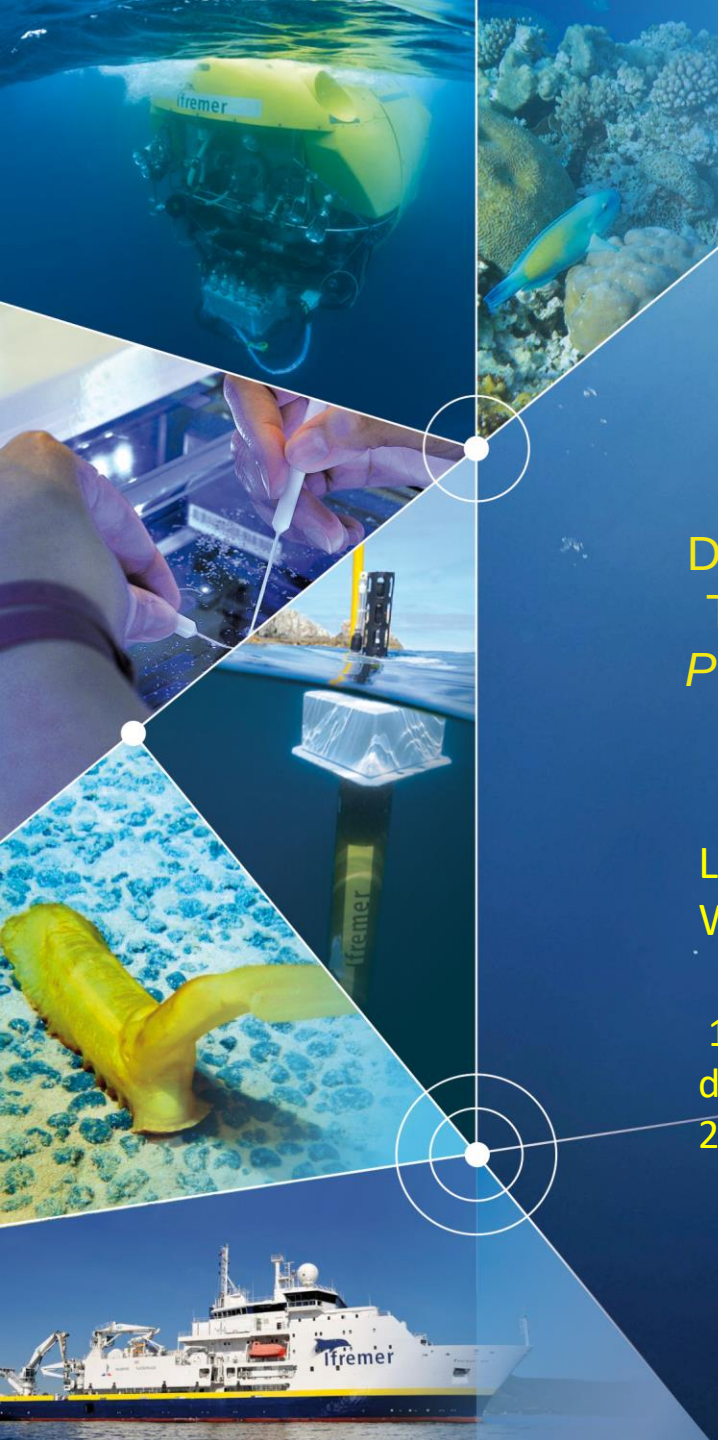


→ Evolution concomitante environnement – traits de l'huître & forcages climatiques majeurs + rupture similaire autour de 2010

Remerciements / Acknowledgment

- Au long travail des lecteurs des flores phytoplanctoniques au sein des laboratoires environnement ressources de l'Ifremer,
- Aux coordinateurs du REPHY et organisateurs de ces journées,
- Aux responsables et animateurs des réseaux d'observation/surveillance,
- Tous les partenaires scientifiques et sociaux,
- À Léa, Lucas, Juliette et Maël, étudiants en Master et accueillis au sein du projet RETROSCOPE.





JOURNÉE REPHY2022

DYNAMICS, PHENOLOGY, NICHE TRANSPORT & DISPERSION OF *PHAEOCYSTIS GLOBOSA* IN THE FRENCH-ENGLISH CHANNEL

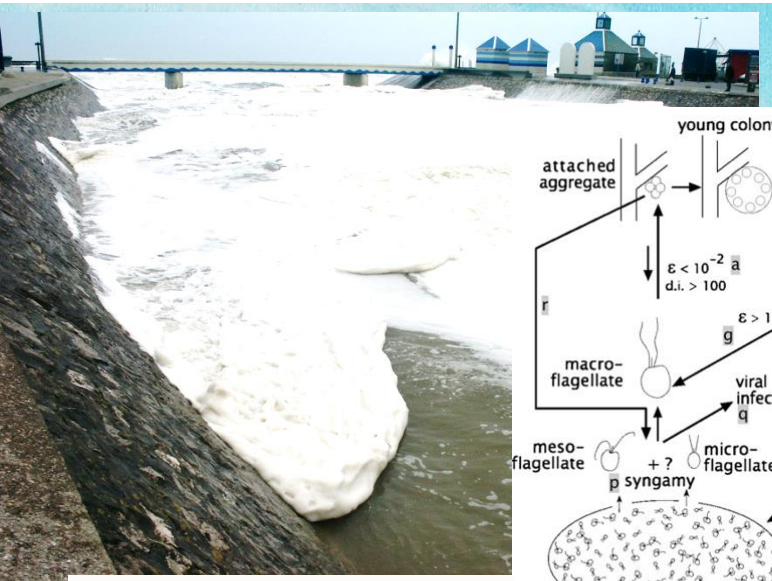
Lefebvre A.[1], Dezecache C.[1], Karasiewicz S.[1], Devreker D.[1], Wacquet G.[1], Gohin F.[2]

1-IFREMER, Unité Littoral, Laboratoire Environnement & Ressources de Boulogne sur mer, France
2-IFREMER, Unité Littoral, Laboratoire DYNECO, Brest, France

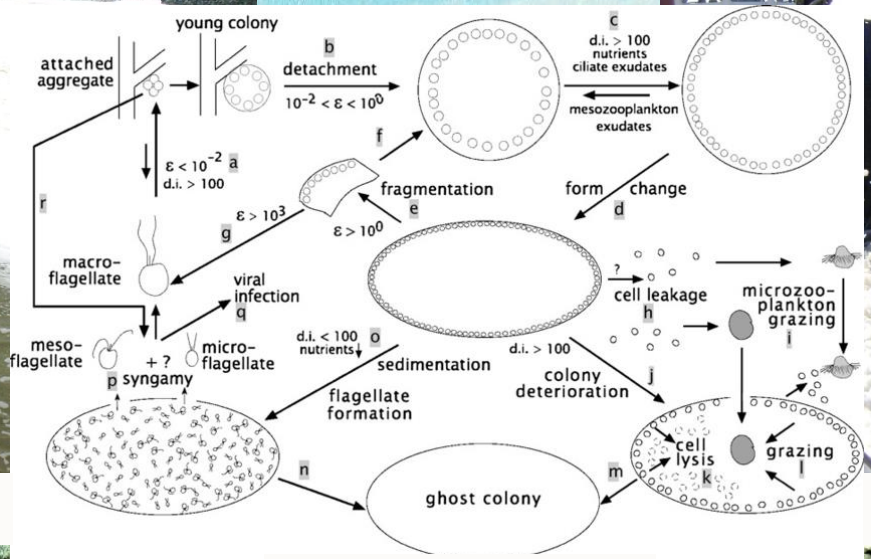
Contact: alain.lefebvre@ifremer.fr

S-3 EUROHAB
Interreg France (Channel Manche) England
Fonds européen de développement régional

Bloom of Phaeocystis globosa in the English Channel



River « Le Wimereux »



Complex Life Cycle

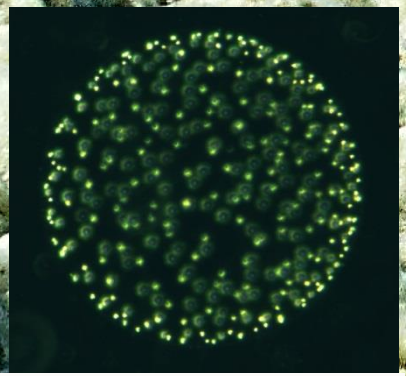
Boulogne-sur-Mer Harbor

HAB with high biomass

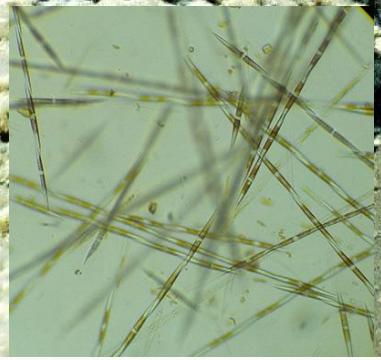
HAB with phycotoxine

Threats on pelagic and benthic compartments (biodiversity, food web…)

Human Health

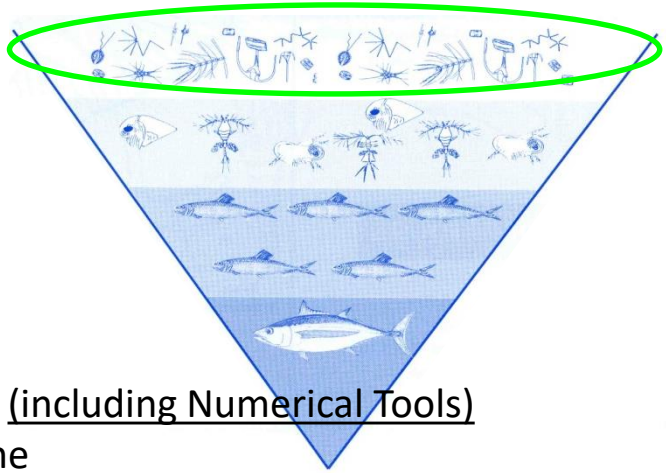


Colony (Microscopy)



Pseudo-nitzschia (Harmful Algae)
Production of phycotoxine

Main objectives



- Development **of standard operational procedures** (including Numerical Tools) to monitor phytoplankton *in situ* and in (near) real-time

  ↳ Towards an Integrated Observation System
  (In situ + Satellite + Modelling, Biology + Biogeochemistry + Physics)

- Study of the **ecological succession** in phytoplankton assemblages

Phenology
Niche
Biodiversity

⇔ Response (i) from local to regional anthropogenic pressures, (ii) to environmental (phys. + bio.) and climate change

↳ Clustering, Modelling ⇔ dynamics forecasting, early warning system

- Better **assessment of the marine water quality** and of the Ecological or Eutrophication Status (WFD, MSFD, OSPAR)

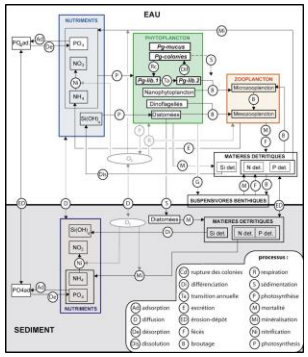
  ↳ Scientific and Technical support to policy makers and stakeholders, to society at large => to maintain ecosystem goods and services

Our work in a nutshell

In situ Data
from **cruises**
+ **Ferry Box**

In situ Data
from **buoys**

Satellite-retrieved Chl-a
and turbidity



Modelling
(phys / Biogeoch / Biol)

"conventional"
statistics

Machine
Learning

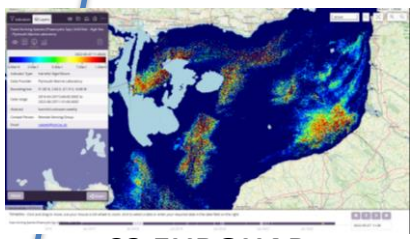
Machine
Learning

(near) real
time info

Delayed
mode

Phytoplankton Dynamics,
Phenology,
Niche and sub-niche
For *Phae* and *Psnz*

Clusters of
Environmental States



S3 EUROHAB
Web Alert System

Scenarios of
trajectories
for *Phae*

HAB controlling factors

S3 EUROHAB

Fr-English Channel
Early Warning System & Forecasting

PHENOLOGY & NICHE

Journal of *Marine Science and Engineering*

MDPI

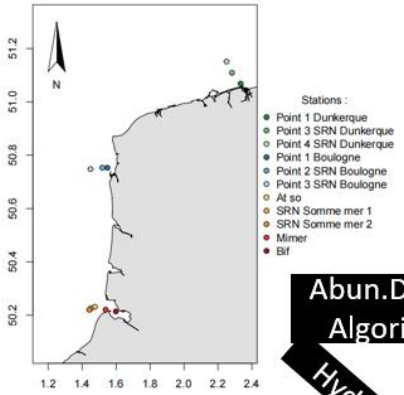
Article

Environmental Impact on Harmful Species *Pseudo-nitzschia* spp. and *Phaeocystis globosa* Phenology and Niche

Stéphane Karasiewicz * and Alain Lefebvre *

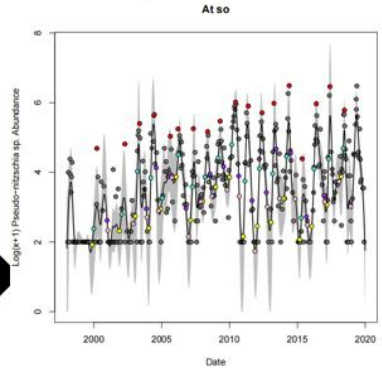
Citation: Karasiewicz, S.; Lefebvre, A. Environmental Impact on Harmful Species *Pseudo-nitzschia* spp. and *Phaeocystis globosa* Phenology and Niche. *J. Mar. Sci. Eng.* **2022**, *10*, 174. https://doi.org/10.3390/jmse10020174

Data REPHY/SRN 1998-2019



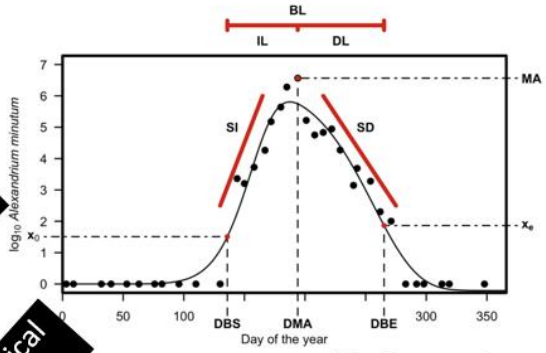
Abun.Data & Algorithm

Bloom detection (Phaeocystis & Pseudo-nitzschia)



Phenological variables

Phenology characteristics

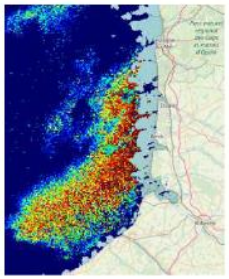


(Guallar *et al.*, 2017)

Hydro. Data

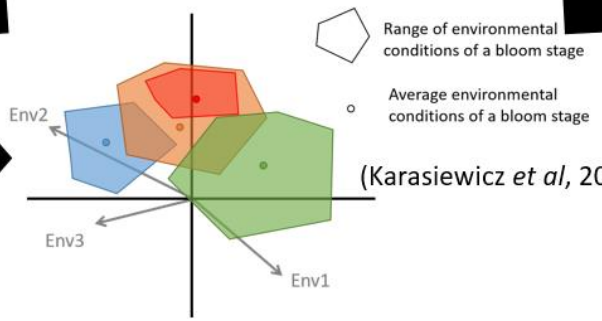
Phenological stages

Satellite data



PAR, CHla, MES

Niche & subniche study

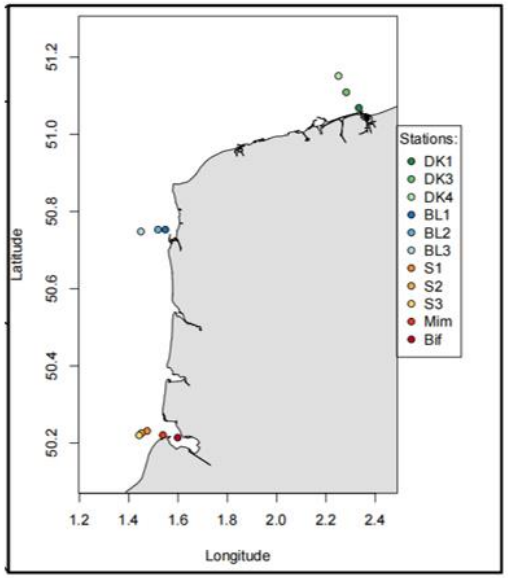


(Karasiewicz *et al*, 2017)

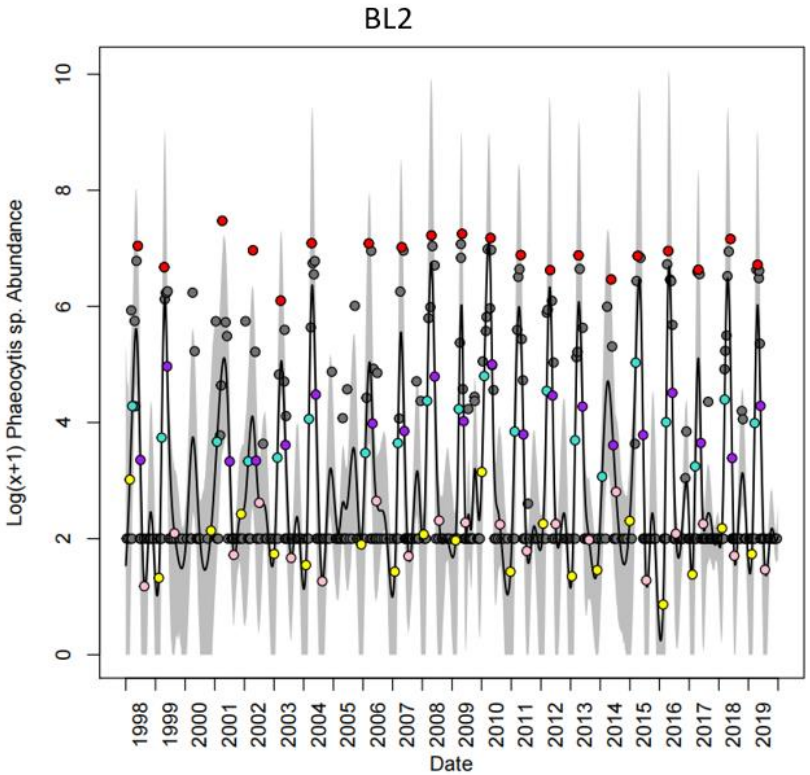
Subniche at the bloom start

Estimation of environmental thresholds triggering the start of the bloom.

Automated inventory of bloom records from a long term data series for *Phaeocystis globosa* and *Pseudo-nitzschia spp.*



Station	PSEU	PHAE	Sum
DK1	14	19	33
DK3	17	16	33
DK4	12	16	28
BL1	16	20	36
BL2	14	19	33
BL3	12	17	29
S1	13	19	32
S2	12	17	29
S3	15	22	37
Mim	17	18	35
Bif	17	21	38
All	159	204	363



Total of **363 blooms** detected for the 2 species

Higher number of bloom detected for Phaeo

Phaeo generally has more bloom per station that PSNZ

New variables to define blooms phenology

Phenology

Smooth spline fitted:

High points ⊗

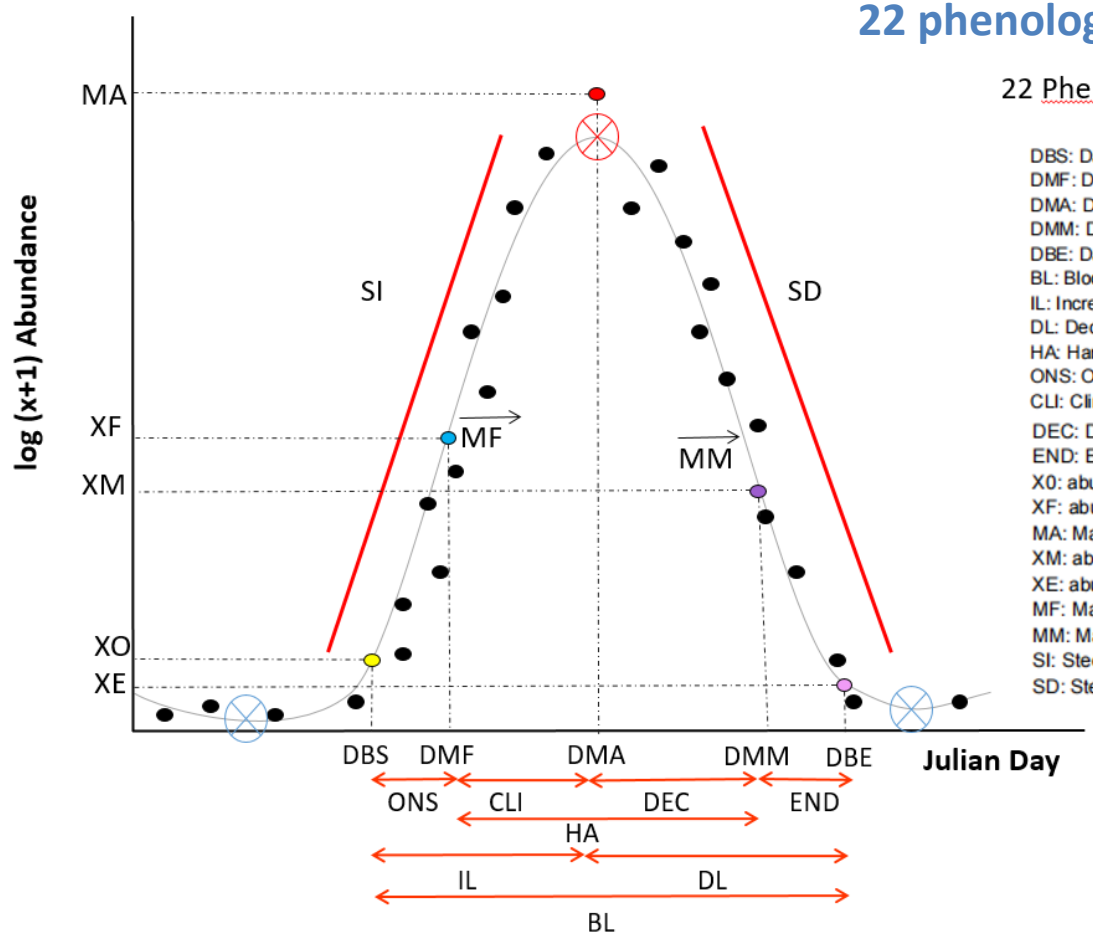
Low points ⊗

Hump = ⊗ ⊗ ⊗

Hump = bloom

1. if ⊗ > 10 000 cell/L
2. if ⊗ > 85% of ⊗

22 phenological variables



22 Phenological variables

DBS: Date of Bloom Start
DMF: Date of Maximum Fitness
DMA: Date of the Maximum Abundance
DMM: Date of Maximum Mortatlity
DBE: Date of the Bloom End
BL: Bloom Length
IL: Increasing Length
DL: Decreasing Length
HA: Harmful period
ONS: Onset phase duration
CLI: Climax phase duration
DEC: Decline phase duration
END: Ending phasing duration
X0: abundance at DBS
XF: abundance at DMF
MA: Maximum Abundance
XM: abundance at DMM
XE: abundance at the DBE
MF: Maximum Fitness
MM: Maximum Mortality
SI: Steepness Increase
SD: Steepness Decrease

New criteria to track changes (even small ones) in a moving world: anthropogenic, local pressures *vs.* global, climatic changes

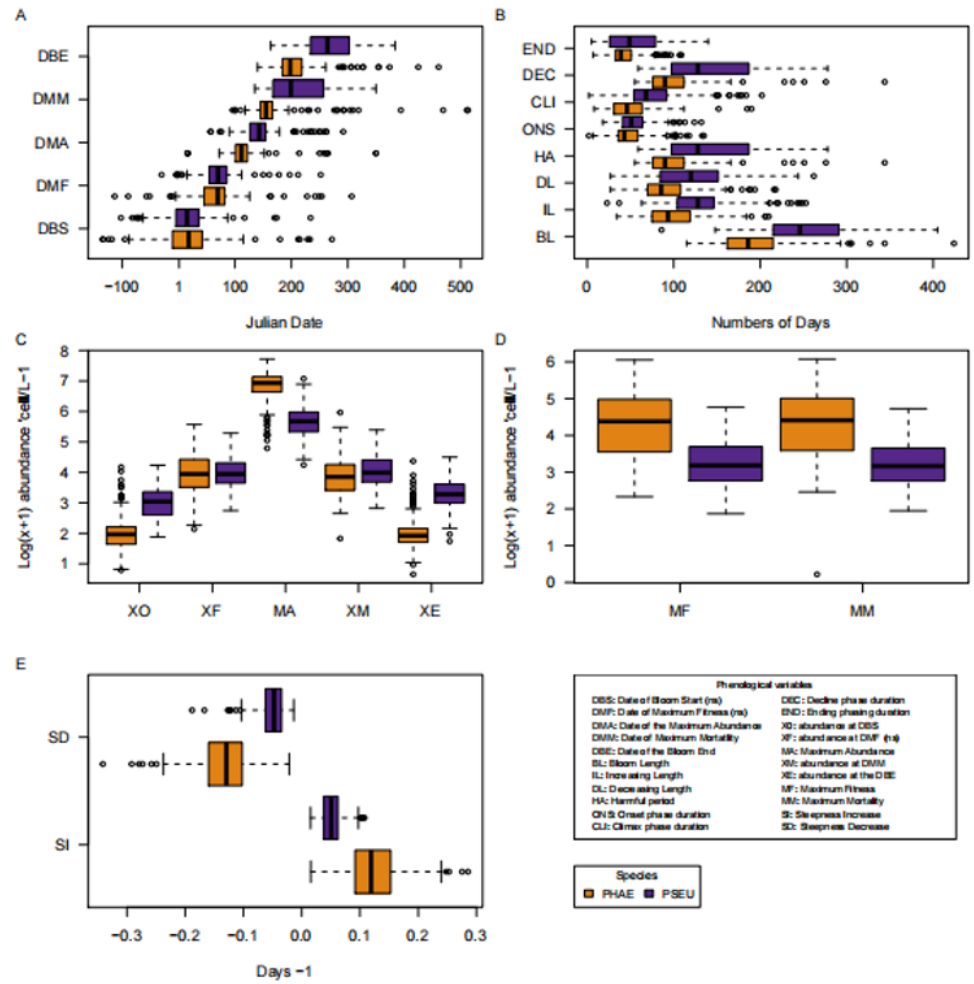
Comparison of the main phenological characteristics between *Phaeocystis globosa* and *Pseudo-nitzschia spp.*

Differences between species were tested with Kruskal-Wallis Rank Sum Test

Phenological variables	
DBS: Date of Bloom Start (ns)	DEC: Decline phase duration
DMF: Date of Maximum Fitness (ns)	END: Ending phasing duration
DMA: Date of the Maximum Abundance	X0: abundance at DBS
DMM: Date of Maximum Mortatlity	XF: abundance at DMF (ns)
DBE: Date of the Bloom End	MA: Maximum Abundance
BL: Bloom Length	XM: abundance at DMM
IL: Increasing Length	XE: abundance at the DBE
DL: Decreasing Length	MF: Maximum Fitness
HA: Harmful period	MM: Maximum Mortality
ONS: Onset phase duration	SI: Steepness Increase
CLI: Climax phase duration	SD: Steepness Decrease

Species
PHAE PSEU

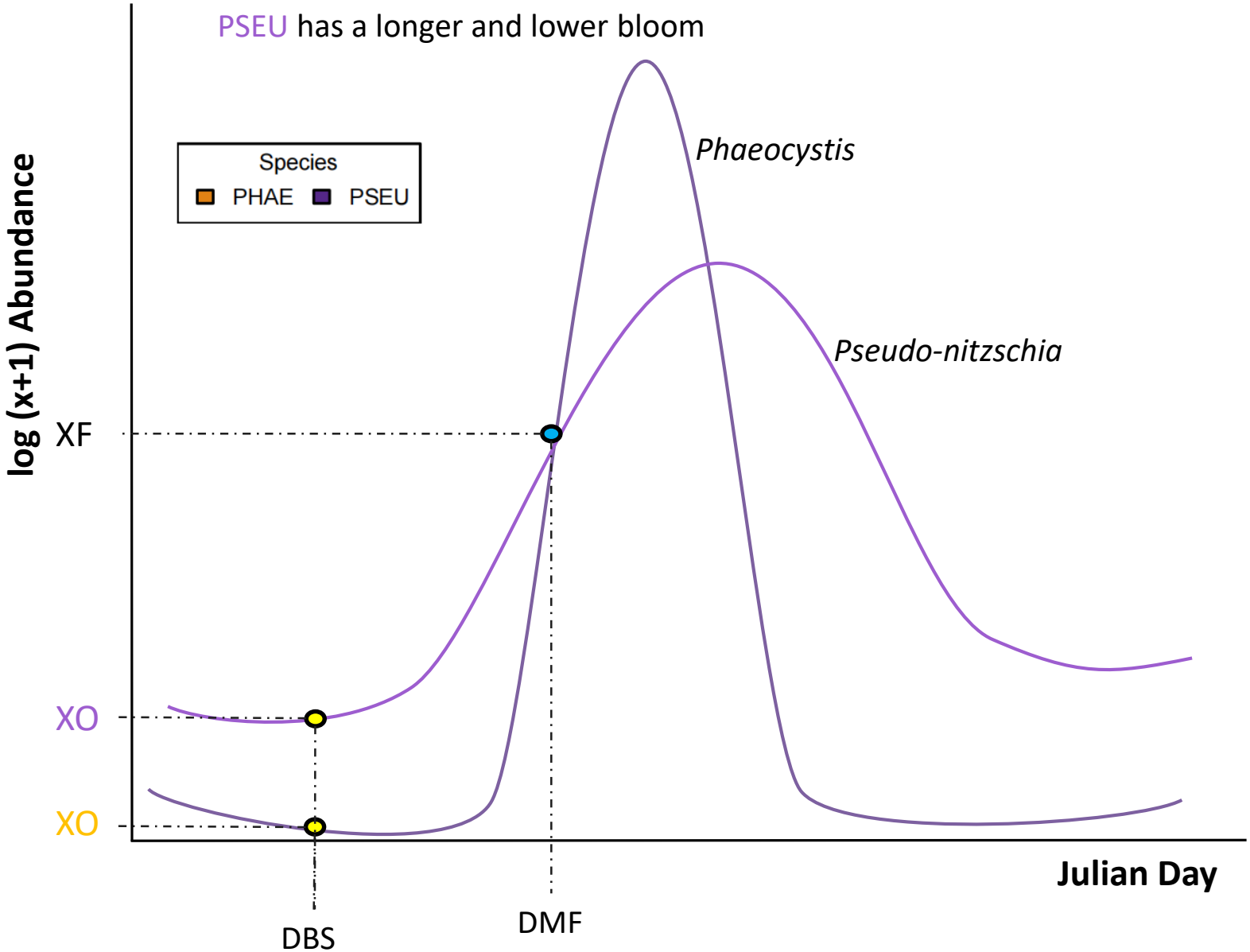
No differences between PHAE and PSEU for some variables



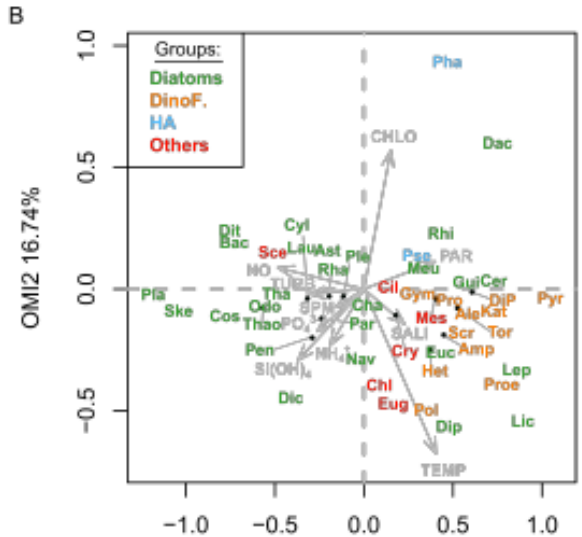
PHAE and PSEU have the same date of bloom start (DBS) but at different abundance (XO) and a similar Date of maximum fitness (DMF) and abundance (XF).

PHAE has a short but intense bloom earlier in the year.

PSEU has a longer and lower bloom



Definition of niche and sub-niche for Phaeocystis globosa and *Pseudo-nitzschia spp.*

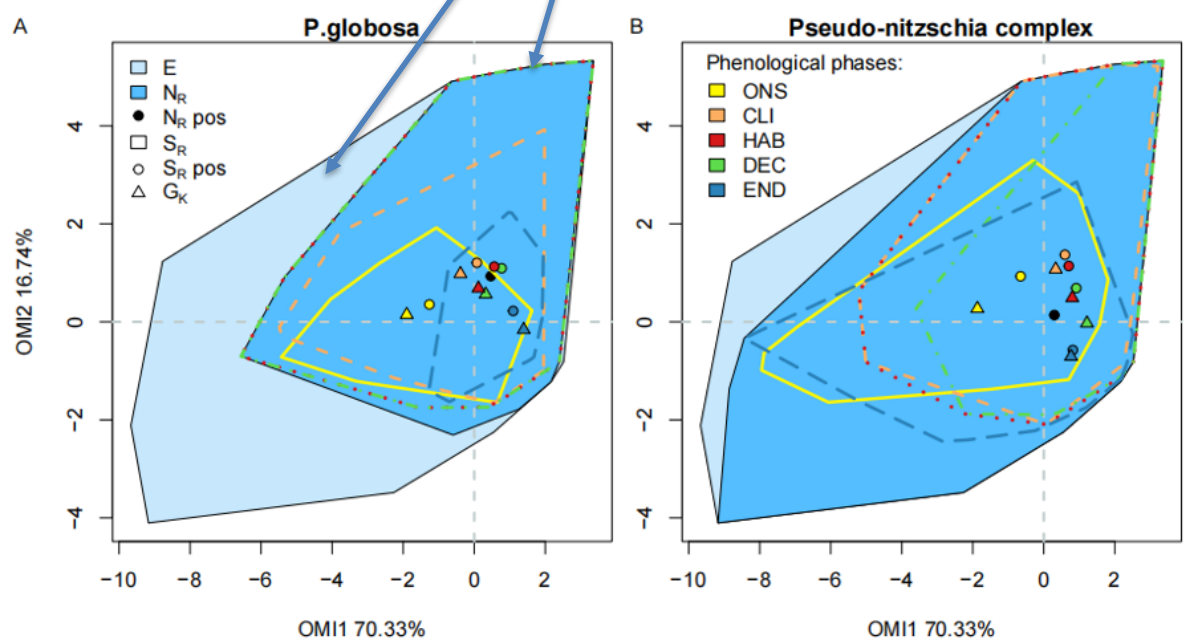


Results of the Outlying Mean Index (OMI) analysis:

Representation of the significant species' **realized niche positions** on the first two factorial axes with the canonical weights of environmental variables,

Environmental space (E)

Realized niche (N_R)



<u>Summary:</u>

The mean subset of environmental condition (▲) have a cyclic movement around the centre due to strong seasonality.

The mean subniche position condition (○) follow this movement.

The closer they get to the mean realized niche position (●) the more harmful the species with a wider subniche.

PHAE and PSEU subniches were both limited by the subset of environmental conditions.

PHAE was a lot more subject to biotic restrictions than PSEU

Trajectories of changes

Journal of
Marine Science and Engineering

MDPI

Article

Trajectories of Changes in Phytoplankton Biomass, *Phaeocystis globosa* and Diatom (incl. *Pseudo-nitzschia sp.*) Abundances Related to Nutrient Pressures in the Eastern English Channel, Southern North Sea

Alain Lefebvre * and Camille Dezécache

IFREMER (French Research Institute for Exploitation of the Sea), Laboratoire Environnement Ressources, 62321 Boulogne-sur-Mer, France; Camille.Dezecache@ifremer.fr
* Correspondence: Alain.Lefebvre@ifremer.fr

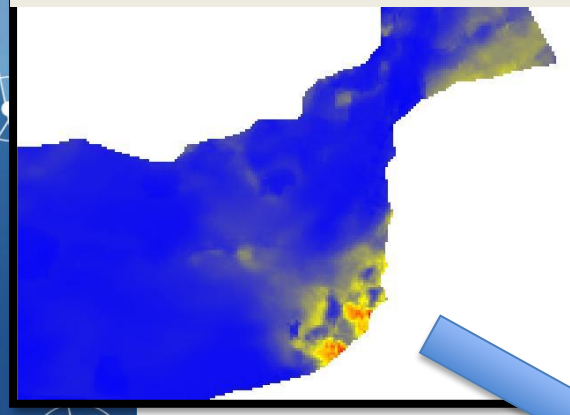
J. Mar. Sci. Eng. **2020**, 8, 401; doi:10.3390/jmse8060401

Transport & Advection of blooms in the Fr-English Channel

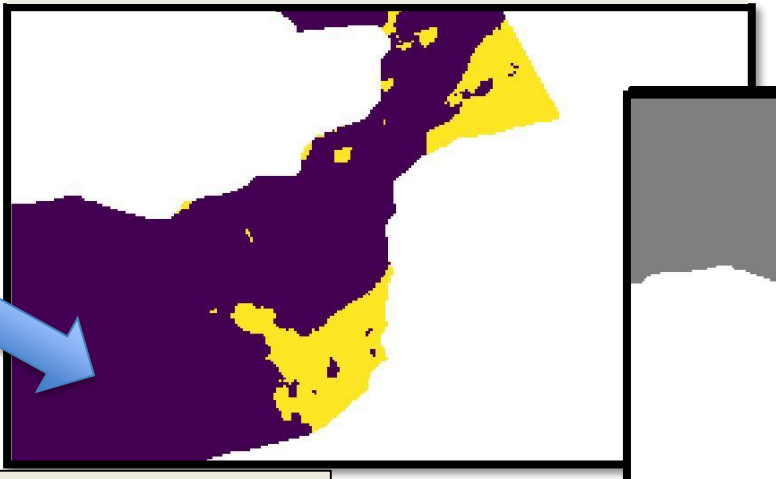
Objective: Identify Chl blooms [associated with HAB] based on interpolated Chl data (satellite products)

Technical: Tool creation (free and open source software GRASS GIS and R) => characterizing and anticipating areas affected by HAB

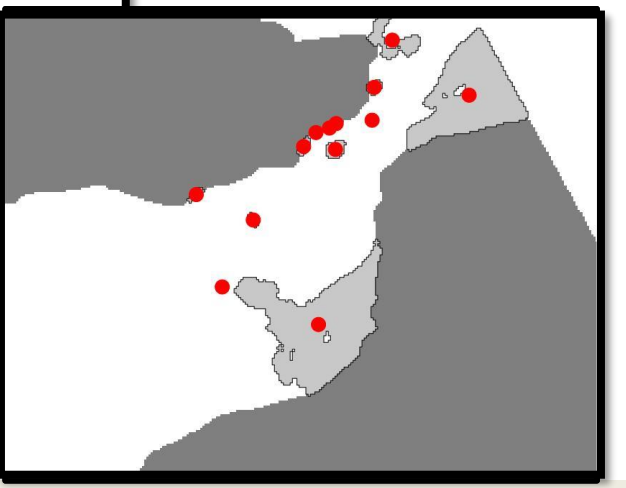
Interpolated satellite-retrieved Chl-*a* images (IFREMER 2017)



Threshold to define a bloom



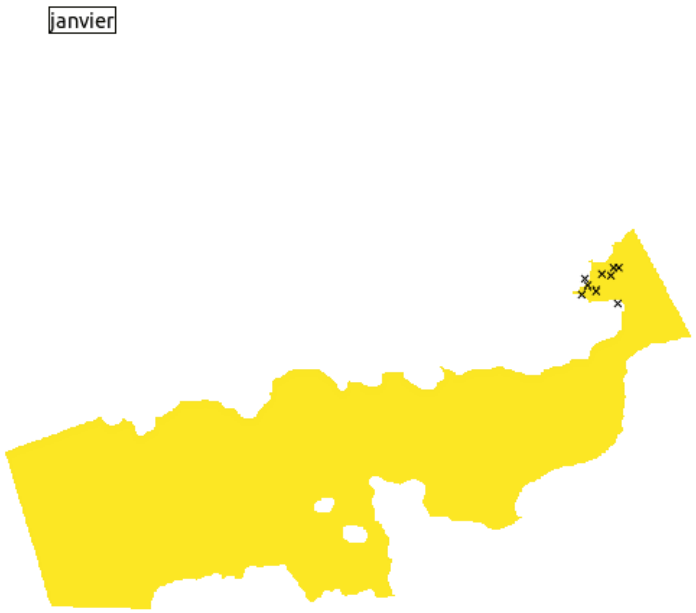
Coupled R/GRASS GIS scripts



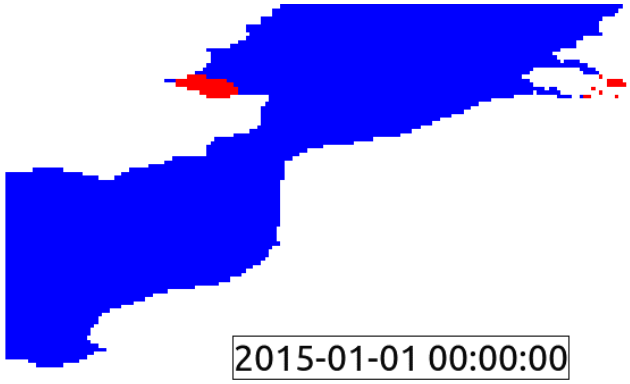
Buffering, vectorization, centroids calculation => def. of main transport and advection characteristics

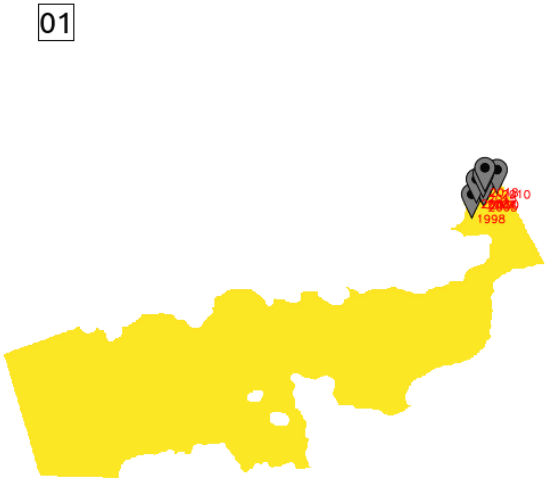
Main results

displacement of the centre of gravity of blooms



Bloom detection (threshold 7.5 µg.L^{-1})





Development of reference scenarios for transport and advection of *Phaeocystis gobosa*

Main steps:

- Identification of the main **geographical locations of the bloom** initiation combining results from the study on dynamics/phenology

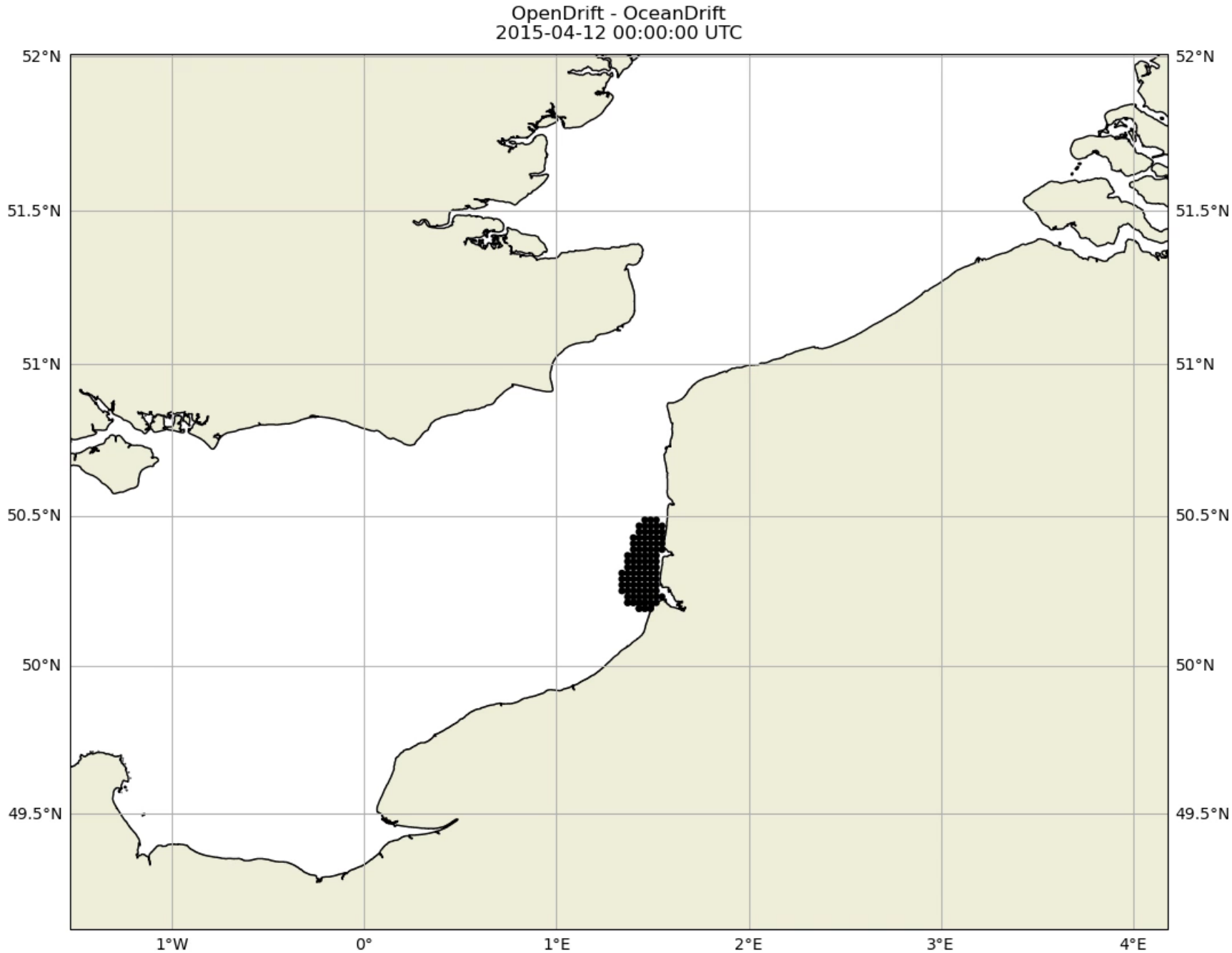
  + retrieved **Chlorophyll-*a* products**,

- **Lagrangian simulations**, for different tidal and wind conditions,

- Post-processing (**trajectories** for ~1000 particles, i.e. ~1000 locations of *Phaeocystis* occurrences ; mean trajectories) .

Tool:

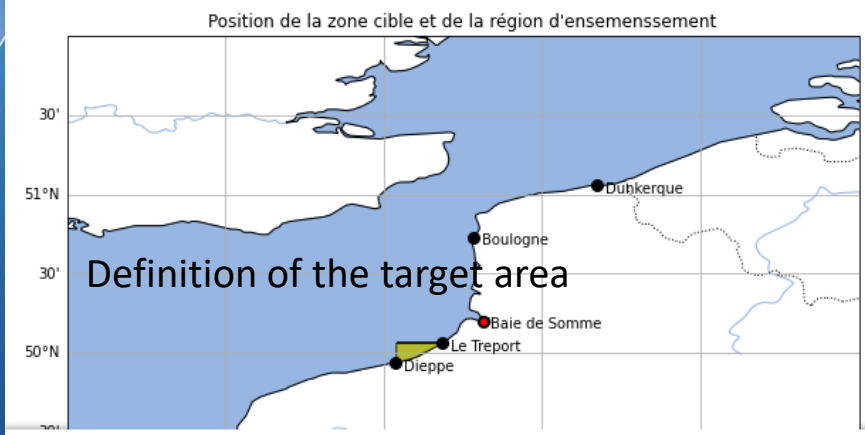
OpenDrift Lagrangian module applied to the hydrodynamic **MARS2D model** (spatial resolution from 250 to 700m)

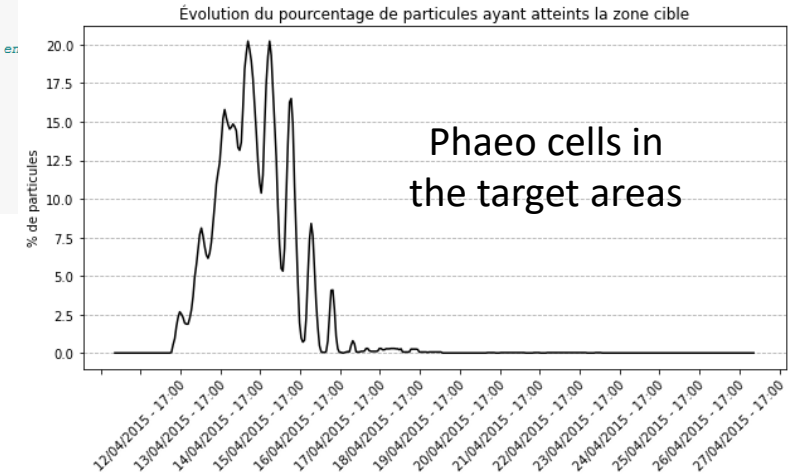

OpenDrift - OceanDrift
2015-04-12 00:00:00 UTC
52°N
51.5°N
51°N
50.5°N
50°N
49.5°N
1°W
0°
1°E
2°E
3°E
4°E

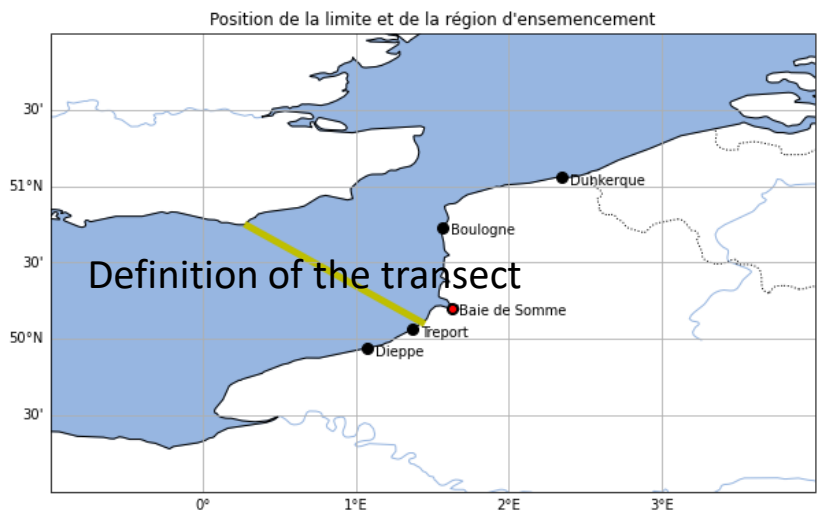
Control of the different scenarios via a Jupyter Notebook

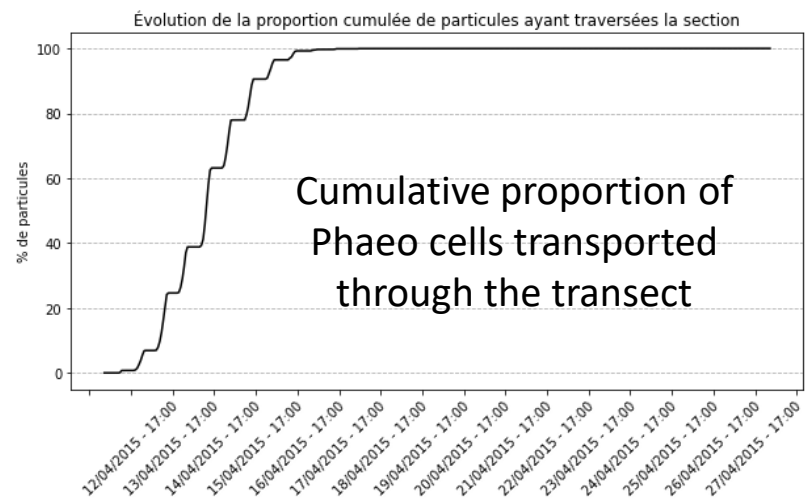
Entrée [7]:

```
#*****************************************************************************
#                                USER SETTING
#*****************************************************************************

# user setting : directory where netcdf files are stored
maindir = 'C:/Users/alefebvr/Documents/NotebookTransportPhaeo/20220131_delivrables_POC_1963_IFREMER_DSCMM/'

# user choice: which experiment to be checked?
Wind = 'NE' # choose between 'NONE' 'NE' 'NW' 'SE' 'SW'
Tide = 'DW' # choose between 'DW' and 'LW' (DW = Dead-Water = Morte-Eau // LW = Live-Water = Vive-Eau)
Loc  = 'BAIE_SOMME' # choose between 'BAIE_SOMME' , 'BOULOGNE', 'DIEPPE_TREPORT' ou 'DUNKERQUE'
Year = '2015'# choose between '2015' and '2016'

#*****************************************************************************
#                              END OF USER SETTING
#*****************************************************************************
```





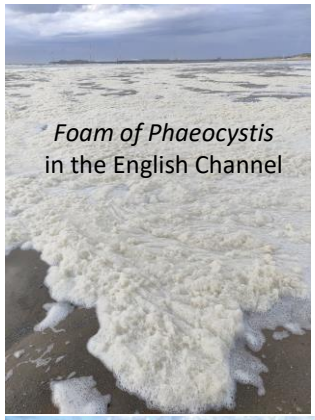




New application of EuroHAB products

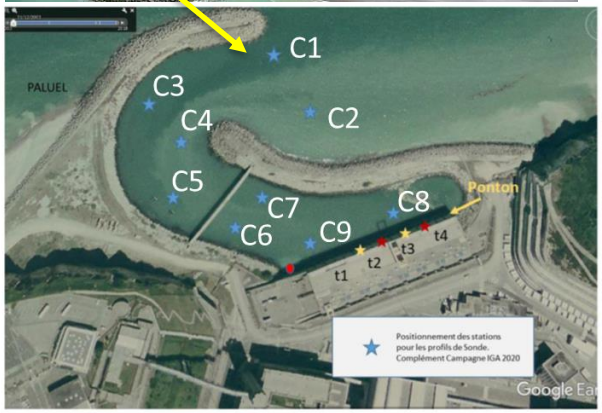
Impact of Phaeocystis on the Nuclear Power Plant of Paluel

Financial support:



Weekly newsletter
based on:
microscopic counts,
HF data,
S3 EuroHAB Web Alert System

anticipation of clogging problems



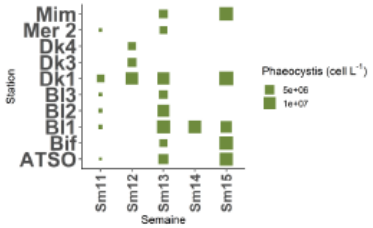
Sites potentiels de mise en place PFB/AOA — Lieux de prélèvement hebdomadaire — t1 : tranche 1; t2 : tranche 2; t3 : tranche 3; t4 : tranche 4

Bulletin de surveillance de *Phaeocystis*

Bulletin du 20 avril 2021

Surveillance du phytoplancton : Réseau SRN-REPHY

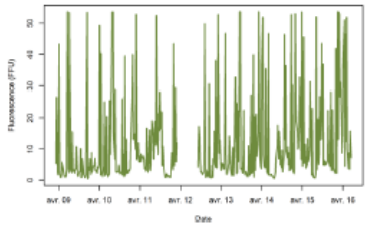
Informations complémentaires via SRN - Regional Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in the eastern English Channel (2017). **SRN dataset - Regional Observation and Monitoring Program for Phytoplankton and Hydrology in the eastern English Channel. 1992-2016.** SEANOE. http://doi.org/10.17882/50832



Abondance de Phaeocystis (cellules par litre) pour les stations de la Baie de Somme (ATSO, Bif, Mim, Mer 2), de Boulogne sur Mer (Bl) et de Dunkerque (Dk).

- Lecture des échantillons en microscopie inversée pour les différentes stations de la Baie de Somme (ATSO, Bif, Mim et Mer 2), de Boulogne sur mer (Bl1 à Bl3, gradient côte-large) et de Dunkerque (Dk1 à Dk4).
- Abondance de *Phaeocystis* dépassant 10 million de cellules par litre à toutes les stations sauf Bl1.
- Augmentation de l'abondance de *Phaeocystis* en Baie de Somme et à Dunkerque.
- Diminution de l'abondance de *Phaeocystis* entre les deux dernières semaines à Bl1.

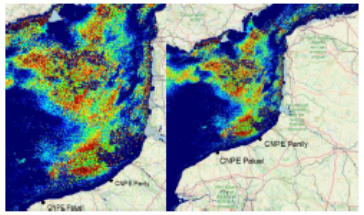
Surveillance à haute fréquence temporelle : Station MAREL Carnot (Boulogne sur mer)
Informations complémentaires via http://www.seanoe.org/data/00286/39754/ **et http://doi.org/ 10.17882/39754**



Evolution de la fluorescence entre le 9 et le 16 avril 2021.

- La fluorescence est proportionnelle à la biomasse du phytoplancton
- La fluorescence est très élevée entre le 9 et le 16 avril 2021.

Surveillance à mésoéchelle : Sentinel 3 – EUROHAB
Informations complémentaires via https://www.s3eurohab.eu/portal/



Risque associé à la présence de Phaeocystis au 19 avril 2021. Risque qualifié d'inexistant (bleu foncé) à certain (rouge foncé).

- Excellente modélisation du risque de *Phaeocystis* en Manche orientale le 19 avril 2021.
- Fort risque de présence de *Phaeocystis* en Manche orientale.
- Le risque de présence de *Phaeocystis* est plus modéré à la côte qu'au large.
- Le risque au CNPE de Penly est plus important que le risque au CNPE de Paluel.

This work has been partly carried out through the project S3-EUROHAB (Sentinel-3 products for detecting EUtROphicationanf Harmful Algal Blooms events) funded by the European Regional Development Fund through the INTERREG France-Channel-England.

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

This work has been carried out through the project S3-EUROHAB (Sentinel-3 products for detecting EUtROphication and Harmful Algal Bloom events) funded by the European Regional Development Fund through the INTERREG France-Channel-England.

Some actions were also supported by:

the JERICO-S3 project is funded by the European Commission's H2020 Framework Programme under grant agreement No. 871153. Project coordinator: Ifremer, France.

by the European Union (ERDF), the French State, the French Region Hauts-de-France and Ifremer, in the framework of the project CPER MARCO 2015-2021.

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION

Liberté
Égalité
Fraternité

SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE DU PLANCTON TOXINOGÈNE ET DES BIOTOXINES MARINES DANS LES COQUILLAGES

Cadre réglementaire et actualités

Matthieu MOURER,
chef du bureau des produits de la mer
et d'eau douce

1. Cadre réglementaire de la surveillance

Les obligations de contrôle officiel (Etat)

Règlement (UE) 2019/627 : refonte du cadre des contrôle officiels au titre du Paquet Hygiène, mais peu de modifications pour les coquillages

Obligation de surveiller (art 59) :

a) L'absence de fraude sur l'origine, la provenance et la destination

b) La qualité microbiologique des mollusques bivalves vivants (REMI)

c) La présence probable de plancton toxinogène dans les eaux ainsi que de biotoxines marines dans les mollusques (REPHY/REPHYTOX)

d) La présence éventuelle de contaminants chimiques dans les mollusques (ROCCH)

Zoom sur la surveillance des biotoxines (1)

Obligations relatives à la surveillance des biotoxines

- Méthodes d'analyses reconnues (art 60.1 ; cf liberté d'échange au sein du marché unique) ;
- Plan d'échantillonnage (lieu + fréquence) doit être **représentatif** de la zone considérée (art 61.1)
  - Echantillonnage pour détecter les changements dans la composition du plancton toxinogène et sa répartition géographique => réseau REPHY (san)
  - Test périodique de toxicité sur les MBV de la zone la plus susceptible d'être contaminée => prélèvements REPHYTOX

Zoom sur la surveillance des biotoxines (2)

- Fréquence d'analyse dans les toxines est hebdomadaire (art 61.4) mais adaptation possible :
  - Fréquence peut être réduite si une évaluation des risques indique un risque très faible d'épisode toxique => prélèvements REPHYTOX pas systématiques + Evaluation des risques revue périodiquement
  - Fréquence peut être accrue si échantillonnage hebdomadaire n'est pas suffisant.
- Espèce la plus contaminée peut servir de référence (Moules sentinelle) sinon, analyse par taxon

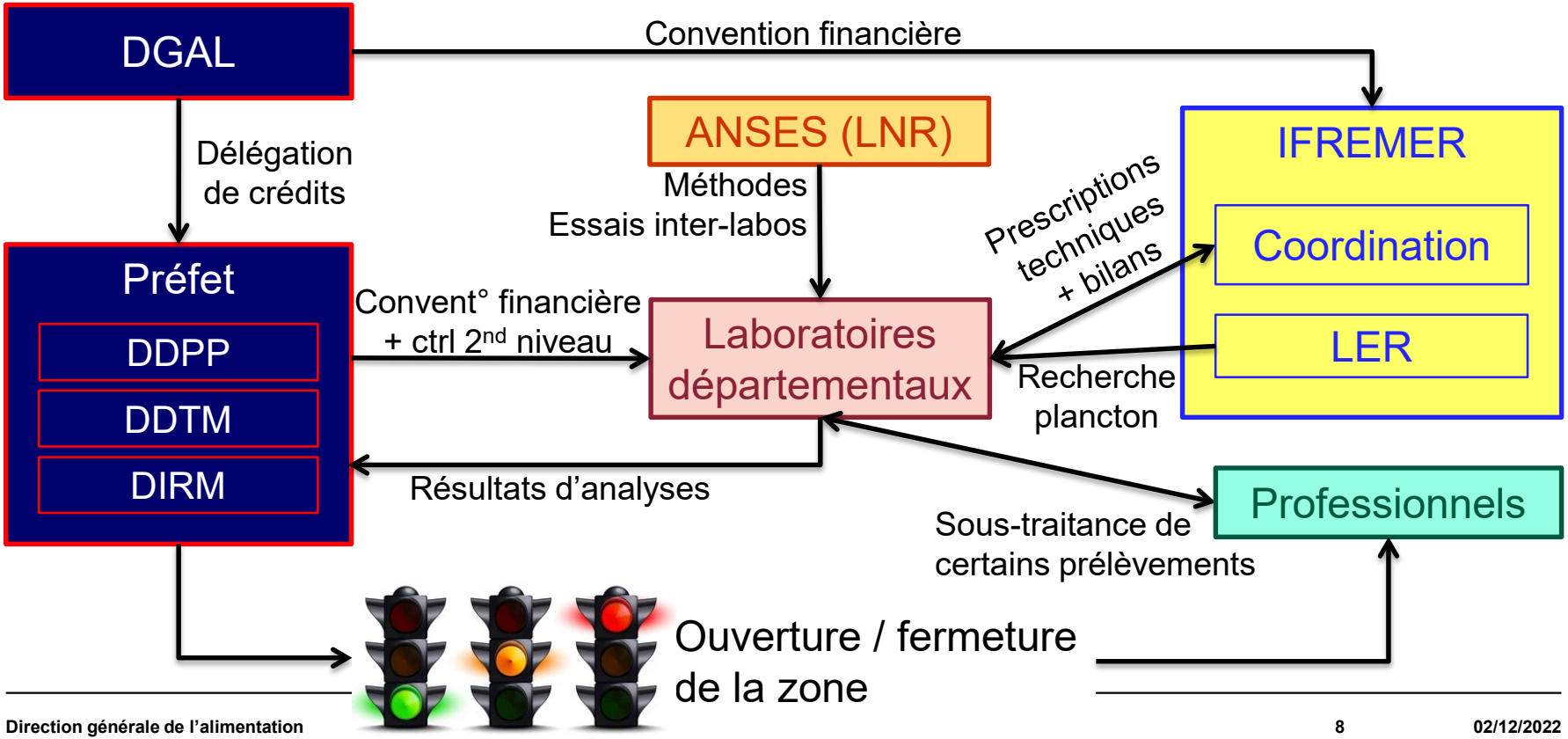
Décisions consécutives au contrôle

- Normes sanitaires non respectées => fermeture administrative de la zone : un arrêté préfectoral interdit la récolte
- Réouverture possible si 2 analyses satisfaisantes successives pratiquées à plus de 48 h d'intervalle

  + Prise en compte de l'évolution du phytoplancton
- Information rapide des professionnels
- Autocontrôles des professionnels peuvent être pris en compte si protocole d'échantillonnage convenu + laboratoire agréé + méthode reconnue

2. Evolutions de l'organisation de la surveillance

Les principaux acteurs de la surveillance



Les laboratoires départementaux d'analyses

Le LDA, acteur-clé de la surveillance officielle

- Réalisation des prélèvements de coquillages (ou sous-traitance)
- Analyse des échantillons + émission des rapports d'analyses
- Convention financière avec la DDPP

+ Programmation des prélèvements REPHYTOX (transfert en cours)

Réseau actuel :

- 10 labos agréés pour les toxines DSP (lipophiles)
- 5 labos agréés pour les toxines ASP

Transfert de la programmation Rephytox

- Expérimentation dans 6 départements en 2021/2022 puis extension à tous les départements littoraux en 2022
- IFREMER recherche le plancton toxinogène dans les échantillons d'eau
- Les LDA reçoivent et analysent les résultats REPHY sanitaire
- Si détection, le LDA programme les lieux et taxons à échantillonner chaque semaine au titre de REPHYTOX
- Arbres de décision + formation initiale + tutorat réalisés par les LER
- Le LER compile les données de plancton et de coquillages => bulletins
- Bilan 2021/2022 : 1 400 prélèvements programmés ; taux erreur ≈ 4 % en plus (prlvt inutile) ou en moins (prlvt non programmé)

Evolution des méthodes d'analyses

Abandon de la recherche de pecténotoxines parmi les toxines DSP (Rgl 2021/1374, avr. 21)

Evolution rapide des méthodes d'analyses des toxines PSP :

- Interdiction du bioessai sur souris (toxicité globale) => méthode chimique par chromatographie, semi-quantitative (déc 2020)
- Abandon de la méthode semi-quantitative => quantification systématique (déc 2022)

Chaque nouvelle méthode implique la mise à jour de l'agrément du laboratoire (formation + essais d'aptitude) : 5 LDA agréés pour la quantification complète des toxines PSP

Pistes de réflexion actuelles

Modernisation de la base RephyInfoToxines et reprise de la maintenance par la DGAL

Automatisation des flux de données entre acteurs (LDA-IFREMER-DDI) pour éviter la re-saisie manuelle de données

Evolution des circuits d'information relatifs aux période d'alertes microbiologiques (réseau REMI)

Merci de votre attention

ACTUALITÉS DU LNR ET LRUE BIOTOXINES MARINES

LNR BIOTOXINES MARINES

MARINA NICOLAS

CONNAÎTRE, ÉVALUER, PROTÉGER

LES JOURNÉES REPHY 2022, 02 DÉC 2022

1 — Le LNR & REPHYTOX

Animation des réseaux des laboratoires agréés

Ifremer

Document de prescription

Ifremer

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

PROCEDURE NATIONALE DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES PHYCOTOXINES REGLEMENTÉES DANS LES ZONES DE PRODUCTION DE COQUILLAGES

PRESCRIPTIONS DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES PHYCOTOXINES DANS LES ORGANISMES MARINS (REPHYTOX)
Version 5 de novembre 2020

Diffusion : libre

7.4.2017 FR Journal officiel de l'Union européenne L 95/1

anses

I

(Actes législatifs)

RÈGLEMENTS

RÈGLEMENT (UE) 2017/625 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 15 mars 2017

concernant les contrôles officiels et les autres activités officielles servant à assurer le respect de la législation alimentaire et de la législation relative aux aliments pour animaux ainsi que des règles

Article 101

Responsabilités et tâches des laboratoires nationaux de référence

b) coordonnent les activités des laboratoires officiels en vue d'harmoniser et d'améliorer les méthodes d'analyse ainsi que leur mise en œuvre

c) organisent des essais interlaboratoires (comparatifs ou d'aptitude) entre les laboratoires officiels, assurent un suivi approprié de ces essais et informent les autorités compétentes de leurs résultats et du suivi

g) organisent des formations pour le personnel des laboratoires officiels

2-Objet et domaine d'application

L'objectif du réseau REPHYTOX est *la détection* et le suivi *des toxines réglementées* susceptibles de s'accumuler dans les coquillages, en particulier les mollusques bivalves, présents et exploités dans les zones de production

Changement de méthode PSP

- **Création d'un nouveau réseau des laboratoires (abandon BES → méthode chimique)**
  - *Le contrat initial: Réseau opérationnel au 01/01/2022, méthode HPLC-FLD HPLC-FLD selon NF EN 14526*
  - *Mais abandon prématuré du BES → réseau opérationnel au 01/01/2021,*

    → adaptation de la stratégie de formation, mise en œuvre de l'approche 'screening/semi-quantification' (SOP LRUE, juin 2020)

Appel à candidature Jan 2020

4 sessions de formation distancielle

2 RETEX

4 EILA

Nouveau réseau: 5 labos agréés Sept 2022

  - *Contrôle des zones de production*

    → approche semi-quantitative jusqu'au 31/12/2022

    → méthode quantitative (NF EN 14526) au 01/01/2023

Déroulement des opérations de la norme NF EN 14526

Jour 1

Coquillages (broyat)

Extraction acide

↓

SPE C18

Oxydation peroxyde
Analyse HPLC

Oxydation périodate
Analyse HPLC

Jour 2

Observation chromatogrammes

Toxines non N-hydroxylées ?

Toxines N-hydroxylées ?

- Si *absence* pics toxines N-hydroxylées (C18 PA) → Analyse terminée → Interprétation séquence J1 → Résultats
- Si *présence* pics toxines N-hydroxylées (C18 PA) → Poursuite SPE COOH

↓

SPE COOH

Fraction 1

Fraction 2

Fraction 3

Oxydation peroxyde
Analyse HPLC

Oxydation périodate
Analyse HPLC

Jour 3

Interprétation des séquences jour 1 et jour 2 → Résultats

2 — Actualités LRUE BM

1) Atelier LRUE/LNRs BM

LRUE BM

- Présentation de la nouvelle équipe LRUE en février 2022: Institut Océanographique Espagnol à Vigo (IEO-CSIC)

- Atelier LRUE/LNRs BM – 20 &21 octobre 2022

- La Commission a confirmé que le mandat du LRUE et des LNRs BM porte sur toutes les biotoxines marines (pas seulement “coquillages”)

- Création d’un nouveau **Groupe de travail sur le phytoplancton toxique**.
  Membres: Uwe John, Dave Clarke, *Raffaele Siano*, Antonella Penna and Francisco Rodríguez (coordination).
  & *Maud Lemoine* (proposition du LNR avec l’accord de la DGAl)

→ document informatif décrivant l'état de l'art des techniques telles que qPCR, RT-PCR et metabarcoding.

→ protocoles qui peuvent être utilisées comme techniques complémentaires ou méthodes de détection rapide pour la surveillance du phytoplancton.

LRUE BM

- Création d'un Groupe d'experts sur la classification et la surveillance des zones de production
  Membres: Espagne, Pays Bas, France, Irlande, Italie, Portugal, Grèce (experts & AC, la Commission)

- Les LNRs estiment que la méthode LC-MS/MS ne semble pas à l'heure actuelle assez robuste pour remplacer la méthode NF EN 14526 dans la surveillance de routine, en raison de problèmes de colonnes et du niveau de sensibilité des instruments.

- Intégration de l'ASP dans la méthode LC-MS/MS ''toxines lipophiles''.
  Le LRUE classe le sujet comme non-prioritaire

- Oeuvrer pour une modification de la legislation en faveur de critères de performances au lieu de méthodes figées prescrites réglementairement
  Le réseau des LNRs souhaite s'engager dans cette voie → informer les AC de cette intention pour validation

3 — Actualités LRUE BM

2) Groupe de travail Toxines Emergentes

LRUE BM

- Conclusions du GT:
  - Organisation en 2023 d'un essai-interlaboratoires pour les Imines Cycliques dans les coquillages (LC-MS/MS)

  - Le GT a exprimé son inquiétude concernant la présence, dans l'UE, de TTX dans des mollusques bivalves et certains gastéropodes au delà du seuil recommandé par l'Efsa dû à l'absence de réglementation

  - Le GT demande à la Commission de saisir l'EFSA afin d'évaluer le risque pour la santé humaine associé aux cyanotoxines d'eaux douces, eaux marines et eaux saumâtres dans les mollusques bivalves

Merci,

Questions?

Ifremer

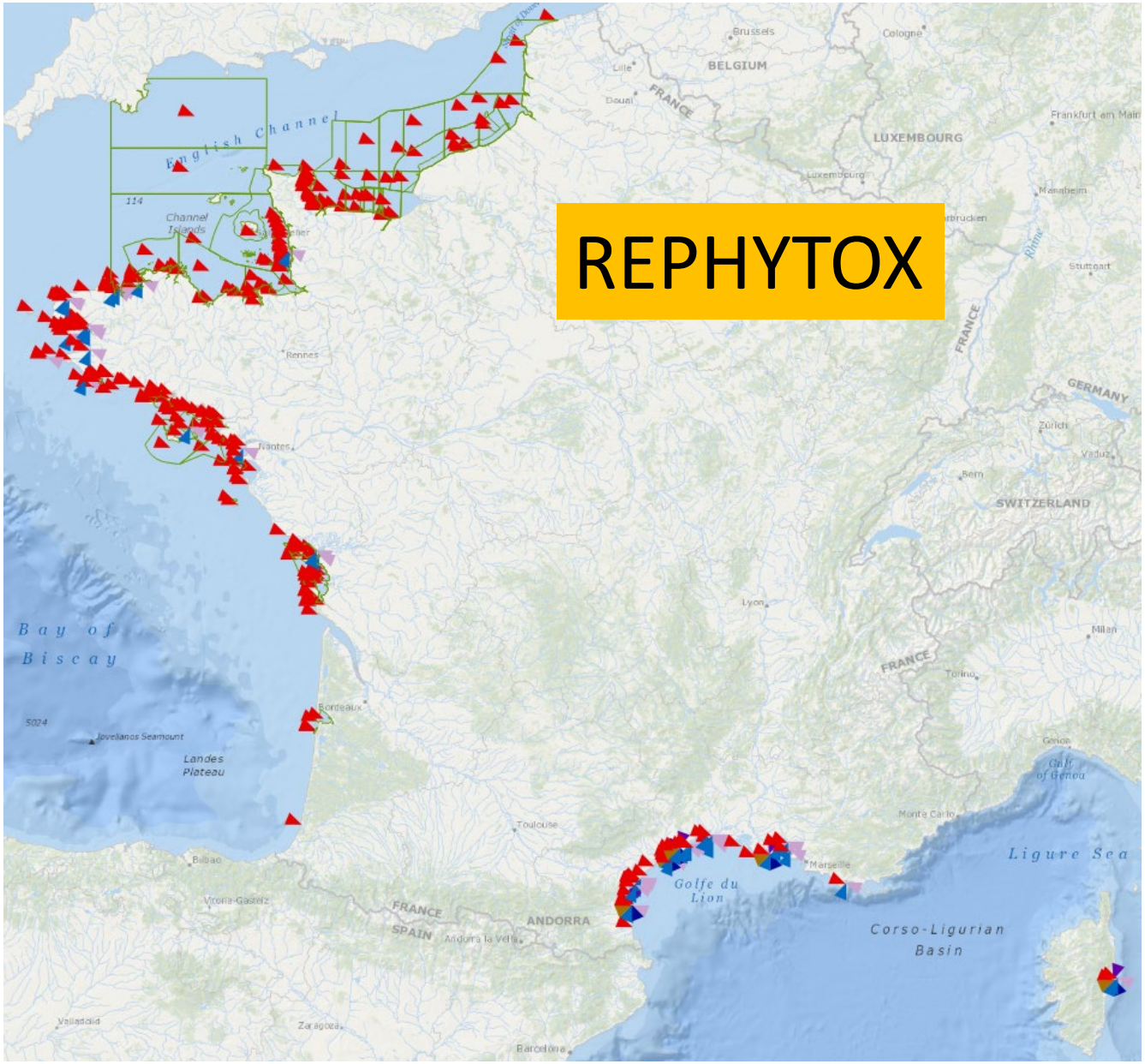
REPHY-REPHYTOX

Suivi du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales et Suivi des phycotoxines dans les mollusques bivalves

Journées REPHY 2022 – jour 2

MAUD LEMOINE – NADINE NEAUD-MASSON
coord.rephy@ifremer.fr

REPHY ET REPHYTOX

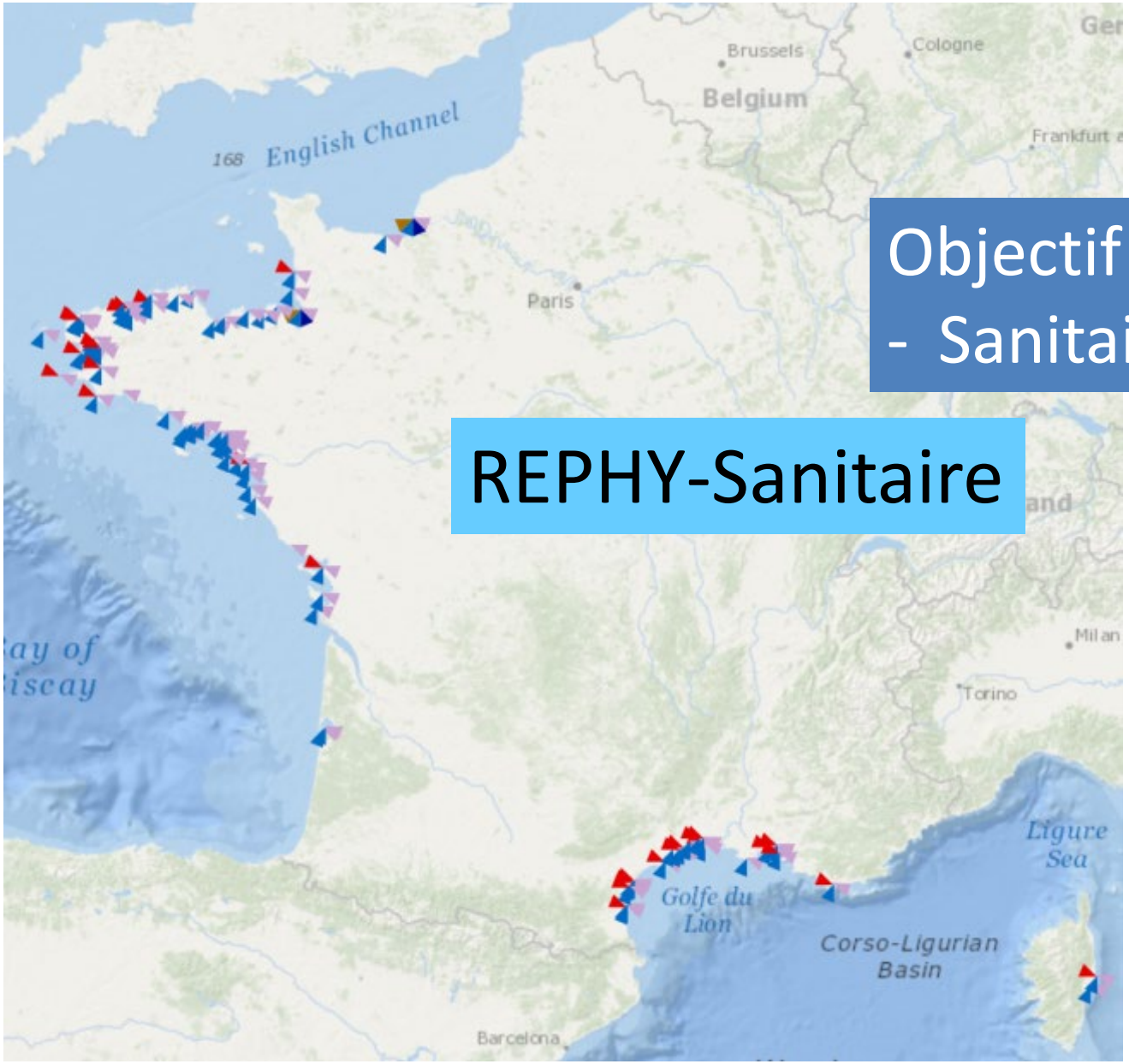


Objectif :
- Sanitaire

- Phytoplancton total
- Phytoplancton indicateur
- Phytoplancton toxique uniquement
- Chlorophylle a
- Hydrologie
- Nutriments
- Toxines - surveillance
- PHYTOBS

Fréquence :
selon contexte

REPHY ET REPHYTOX



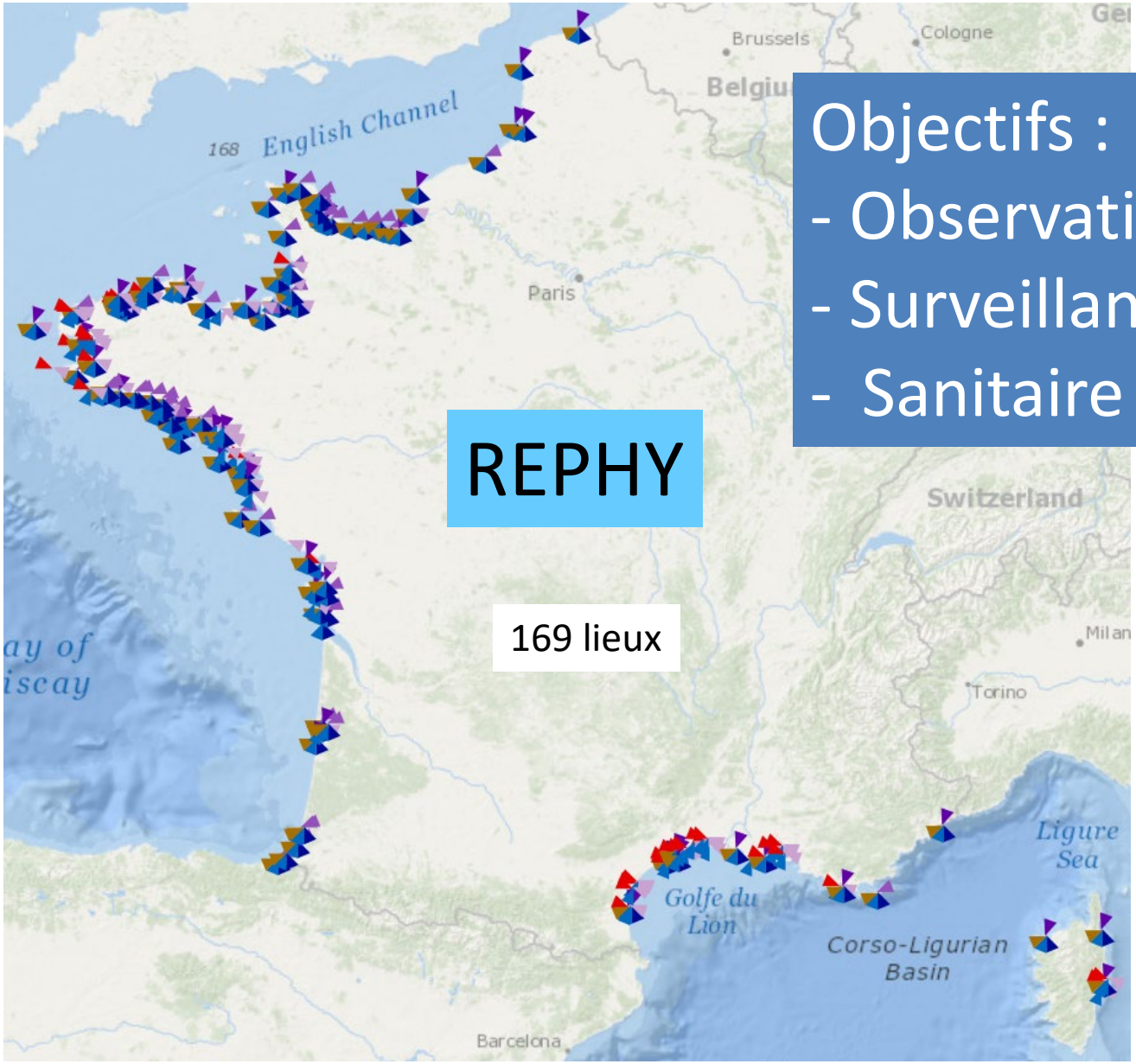
Objectif :
- Sanitaire strict

REPHY-Sanitaire

- Phytoplancton total
- Phytoplancton indicateur
- Phytoplancton toxique uniquement
- Chlorophylle a
- Hydrologie
- Nutriments
- Toxines - surveillance
- PHYTOBS

Fréquence :
selon contexte

REPHY ET REPHYTOX

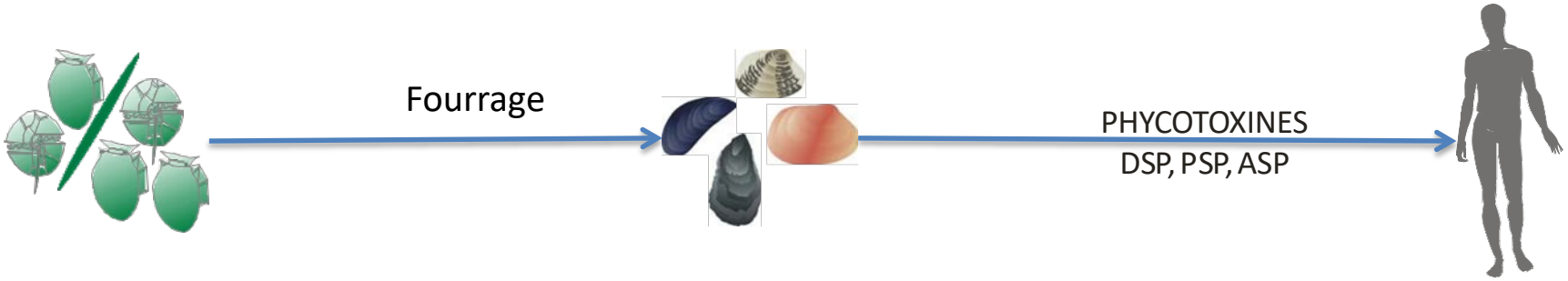


Objectifs :
- Observation
- Surveillance (DCE)
- Sanitaire

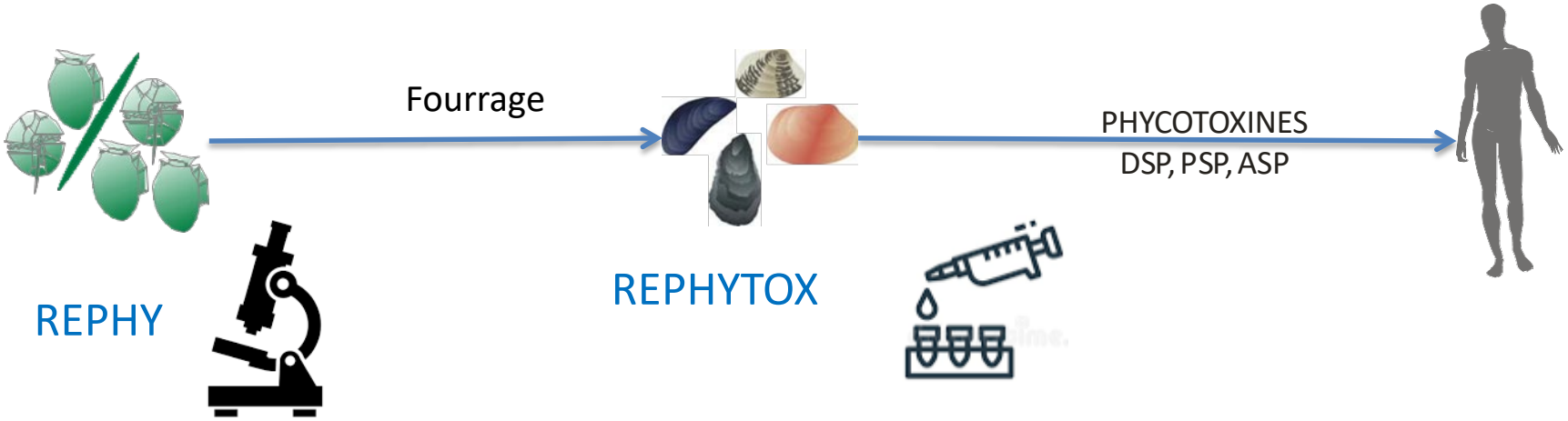
Phytoplancton total
Phytoplancton indicateur
Phytoplancton toxique uniquement
Chlorophylle a
Hydrologie
Nutriments
Toxines - surveillance

Fréquence : selon objectif et contexte

REPHY-REPHYTOX



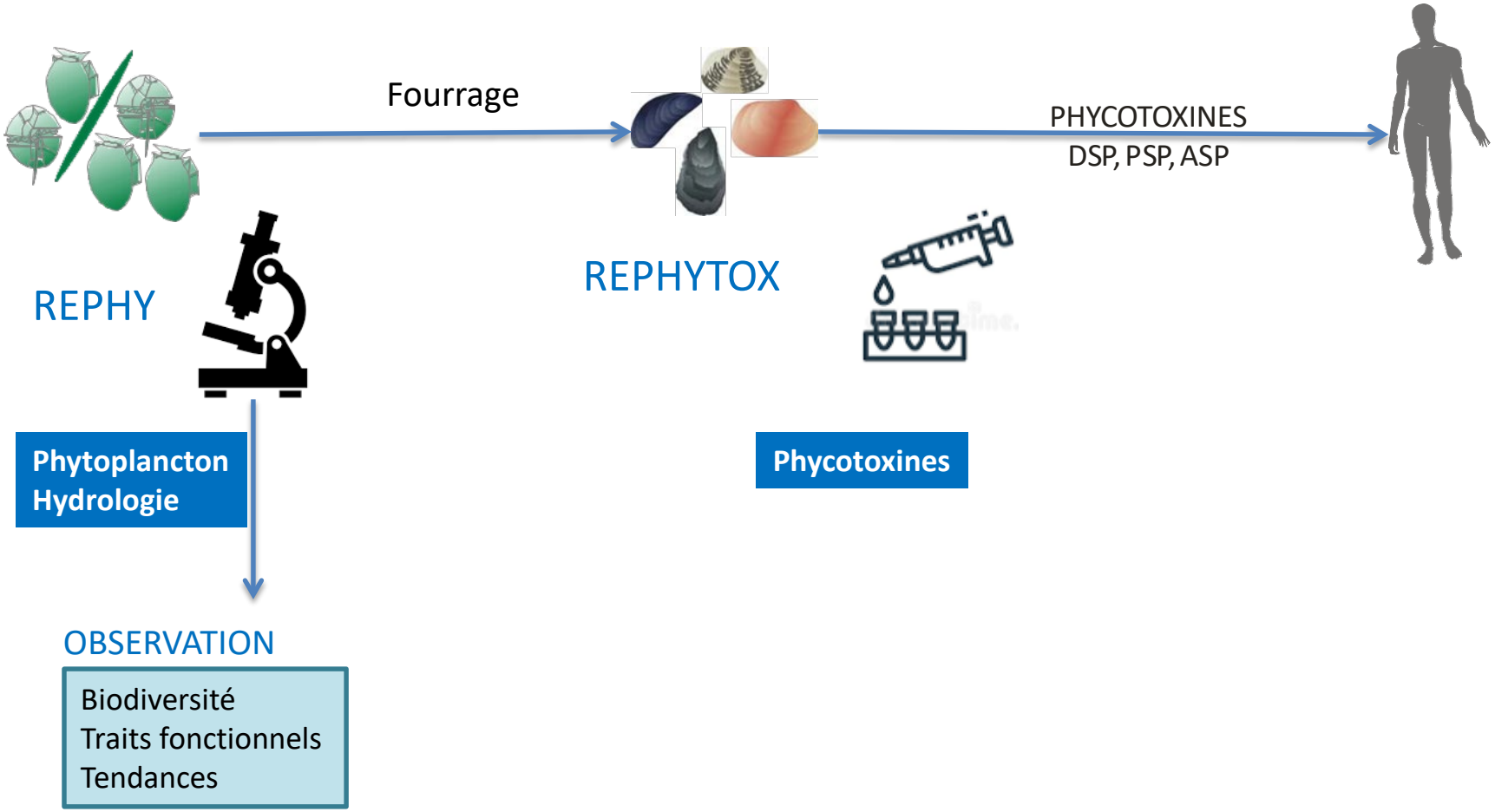
REPHY-REPHYTOX



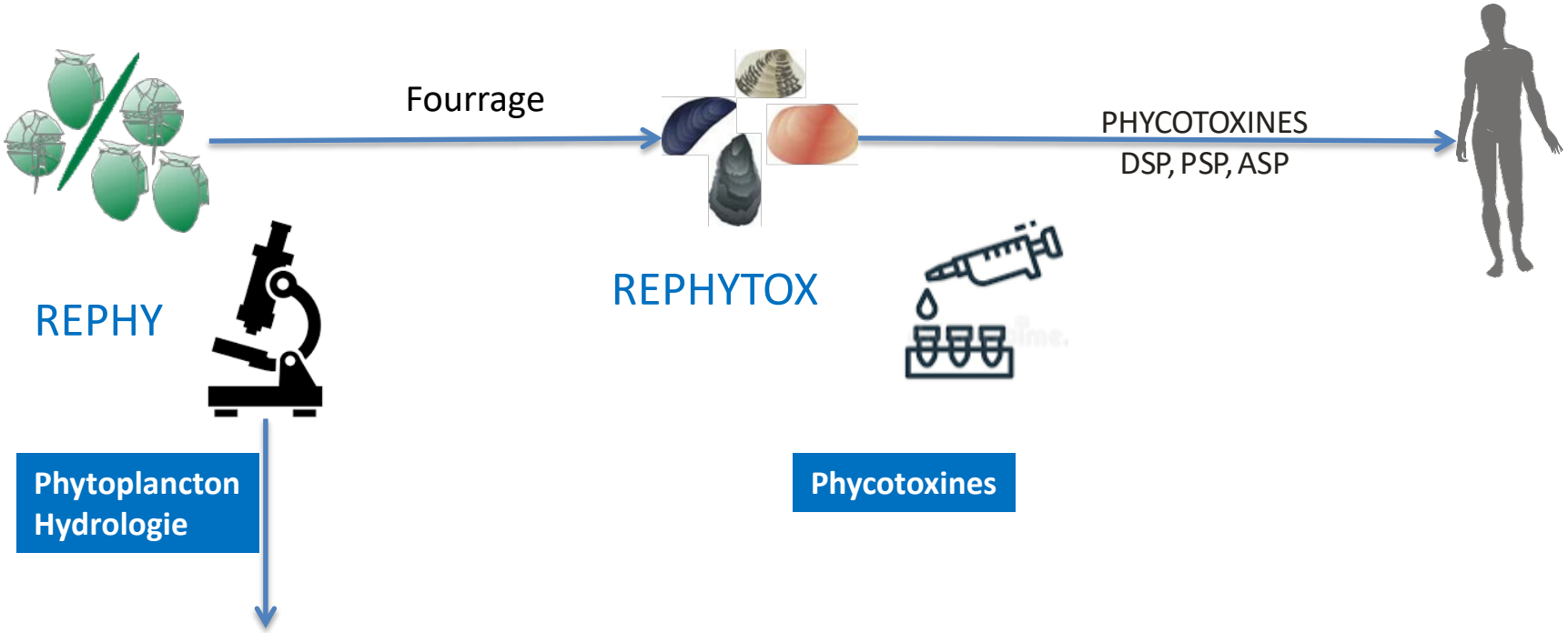
Phytoplancton
Hydrologie

Phycotoxines

REPHY-REPHYTOX



REPHY-REPHYTOX



Phytoplancton
Hydrologie

Phycotoxines

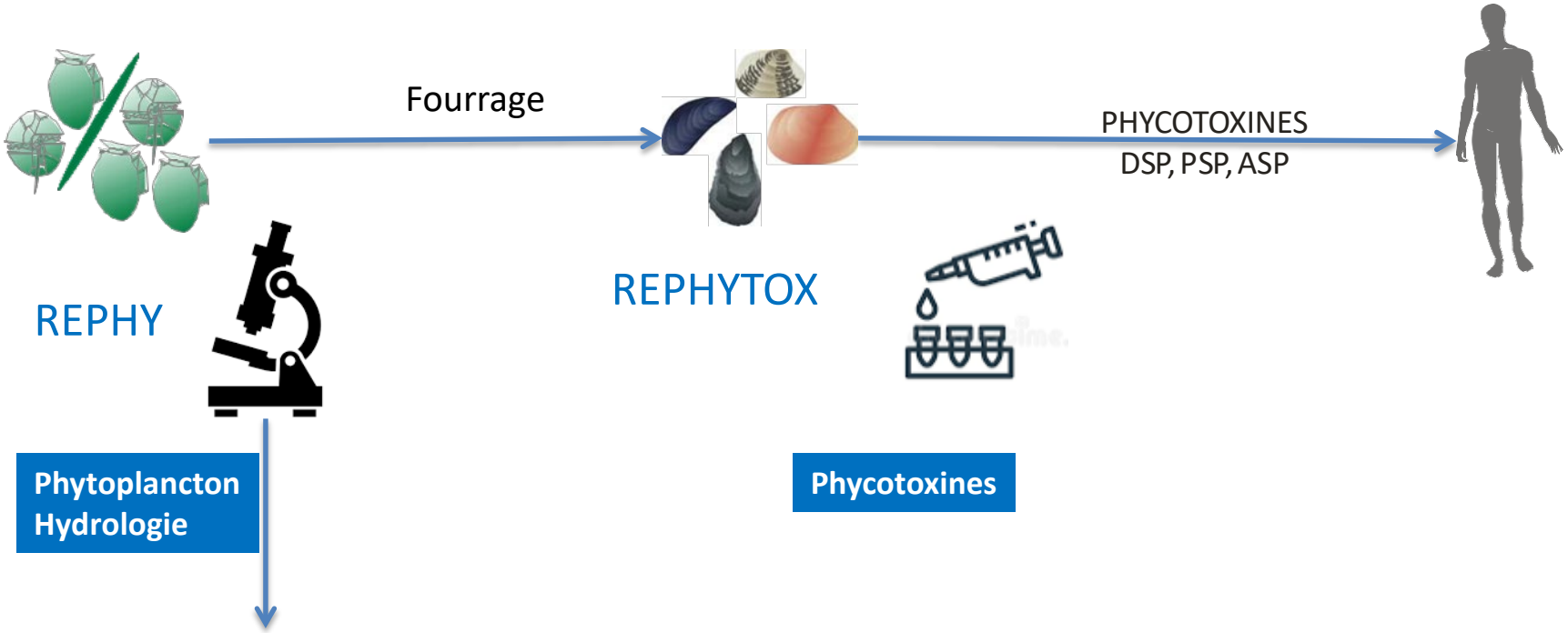
OBSERVATION

Biodiversité
Traits fonctionnels
Tendances

SURVEILLANCE

Qualité de l'eau

REPHY-REPHYTOX



Phytoplancton
Hydrologie

Phycotoxines

OBSERVATION

Biodiversité
Traits fonctionnels
Tendances

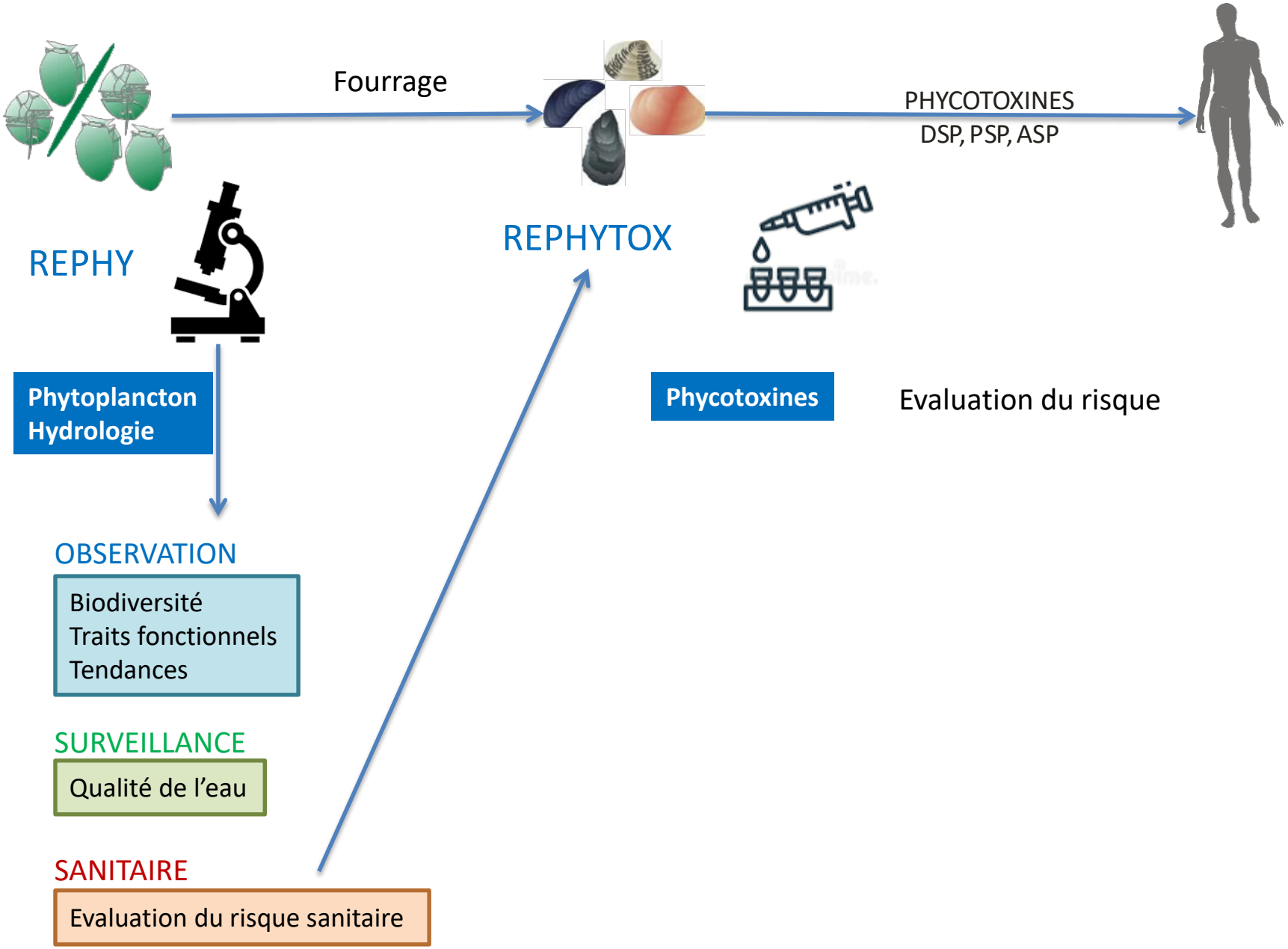
SURVEILLANCE

Qualité de l'eau

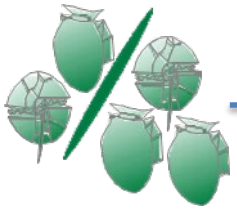
SANITAIRE

Evaluation du risque sanitaire

REPHY-REPHYTOX



REPHY-REPHYTOX



Fourrage

PHYCOTOXINES
DSP, PSP, ASP

REPHY

REPHYTOX

Phytoplancton
Hydrologie

Phycotoxines

Evaluation du risque

OBSERVATION

Biodiversité
Traits fonctionnels
Tendances

SURVEILLANCE

Qualité de l'eau

SANITAIRE

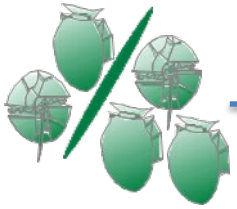
Evaluation du risque sanitaire

Surveillance des toxines réglementées

- DSP toxines diarrhéiques
- PSP toxines paralysantes
- ASP toxines amnésiantes

Coquillages côtiers : suivi hebdomadaire en alerte/période à risque
Coquillages au large : suivi tous les 15 jours ou hebdo en alerte

REPHY-REPHYTOX



Fourrage

PHYCOTOXINES
DSP, PSP, ASP

REPHY

REPHYTOX

Phytoplancton
Hydrologie

Phycotoxines

Evaluation du risque

OBSERVATION

Biodiversité
Traits fonctionnels
Tendances

SURVEILLANCE

Qualité de l'eau

SANITAIRE

Evaluation du risque sanitaire

Surveillance des toxines réglementées

Coquillages côtiers : suivi hebdomadaire en alerte

Coquillages au large : suivi tous les 15 jours ou hebdo en alerte

Réglementation européenne 853/2004 et 625/2017

Deux réseaux de surveillance des coquillages en France

- **REPHYTOX (Ifremer)** : surveillance des coquillages dans les zones de production
- Surveillance des produits mis sur le marché (PSPC)

Complété avec **EMERGTOX** : veille de l'émergence des biotoxines marines (toxines non réglementées)

Liste des espèces productrices de toxines et seuils d'alerte
→ Déclenche analyses coquillage

	Genres et espèces cibles Producteurs de toxines lipophiles (incluant les toxines diarrhéiques DSP)	Genres et espèces cibles Producteurs de toxines paralysantes (PSP)	Groupe de genres cibles Producteurs de toxines amnésiantes (ASP)
Seuils d'alerte	Dinophysis + Phalacroma : Dès présence Gonyaulax spinifera, Lingulodinium polyedra, Protoceratium reticulatum, Prorocentrum lima, Azadinium : En l'absence d'information sur un seuil pertinent, le seuil retenu est de 10 000 cell/L.	Alexandrium catenella / tamarense : 5 000 cell/L Sauf étang de Thau : 1000 cell/L Autres Alexandrium : 10 000 cellules cell/L	Pseudo-nitzschia (groupe des fines + sigmoïdes + complexe americana) : 300 000 cell/L Pseudo-nitzschia (groupes des larges + effilées) : 100 000 cell/L. Si les cellules larges sont asymétriques, suspicion de P. australis : 50 000 cell/L.

Extrait du cahier REPHY – à venir

REPHYTOX

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Instruction technique DGAL/SDSSA/2020-759
du 08/12/2020
Mise en œuvre technique et financière du dispositif de surveillance sanitaire microbiologique et phycotoxinique des zones de production de coquillages (REMI et REPHYTOX)

Procédure nationale REPHYTOX

Ifremer

Document de prescription

Ifremer

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

PROCEDURE NATIONALE DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES PHYCOTOXINES REGLEMENTÉES DANS LES ZONES DE PRODUCTION DE COQUILLAGES

PRESCRIPTIONS DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES PHYCOTOXINES DANS LES ORGANISMES MARINS (REPHYTOX)
Version 5 de novembre 2020

https://doi.org/10.13155/56600

REPHYTOX

Instruction technique DGAL/SDSSA/2020-759
du 08/12/2020
Mise en œuvre technique et financière du dispositif de surveillance sanitaire microbiologique et phycotoxinique des zones de production de coquillages (REMI et REPHYTOX)

Procédure nationale REPHYTOX

Ifremer
Document de prescription

Ifremer

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

PROCEDURE NATIONALE DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES PHYCOTOXINES REGLEMENTÉES DANS LES ZONES DE PRODUCTION DE COQUILLAGES

PRESCRIPTIONS DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES PHYCOTOXINES DANS LES ORGANISMES MARINS (REPHYTOX)
Version 5 de novembre 2020

https://doi.org/10.13155/56600

Surveillance des toxines réglementées

- DSP toxines lipophiles (essentiellement produites par le genre *Dinophysis*)
- PSP (essentiellement produites par le genre *Alexandrium*)
- ASP (essentiellement produites par le genre *Pseudo-nitzschia*)

D'autres toxines (non réglementées, émergentes, etc) sont suivies dans un autre programme : EMERGTOX

REPHYTOX

Instruction technique DGAL/SDSSA/2020-759
du 08/12/2020
Mise en œuvre technique et financière du dispositif de surveillance sanitaire microbiologique et phycotoxinique des zones de production de coquillages (REMI et REPHYTOX)

Procédure nationale REPHYTOX

Ifremer
Document de prescription

Ifremer

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

PROCEDURE NATIONALE DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES PHYCOTOXINES REGLEMENTÉES DANS LES ZONES DE PRODUCTION DE COQUILLAGES

PRESCRIPTIONS DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES PHYCOTOXINES DANS LES ORGANISMES MARINS (REPHYTOX)
Version 5 de novembre 2020

https://doi.org/10.13155/56600

Surveillance des toxines réglementées

- DSP toxines lipophiles (essentiellement produites par le genre *Dinophysis*)
- PSP (essentiellement produites par le genre *Alexandrium*)
- ASP (essentiellement produites par le genre *Pseudo-nitzschia*)

D'autres toxines (non réglementées, émergentes, etc) sont suivies dans un autre programme : EMERGTOX

Suivi hebdomadaire des coquillages côtiers si alerte :

DSP → si présence de *Dinophysis* ou en période à risque
PSP → si *Alexandrium* > 10 000 cell/L
ASP → si *Pseudo-nitzschia* > 100 000 cell/L (larges) ou 300 000 cell/L (fines)

Suivi au large : Tous les 15 jours pendant exploitation, hebdo si alerte

Stratégie d'échantillonnage générale

Côte

Toxines lipophiles → Lieu à Risque - Période à Risque / Hors LR/PR - Dés présence de *Dino+Pha* / Sentinelle (moule) > ½ SR → Hebdomadaire

PSP / ASP → Si présence > seuil d'alerte / *Alexandrium* / *Pseudo-nitzschia* → Hebdomadaire

Gisements profonds

Toxines lipophiles / PSP / ASP → Période de pêche → A partir de S-4 / Bimensuel / Hebdomadaire

Stratégie d'échantillonnage générale

Zones et périodes à risque toxines lipophiles pour 2023 *provisoire*

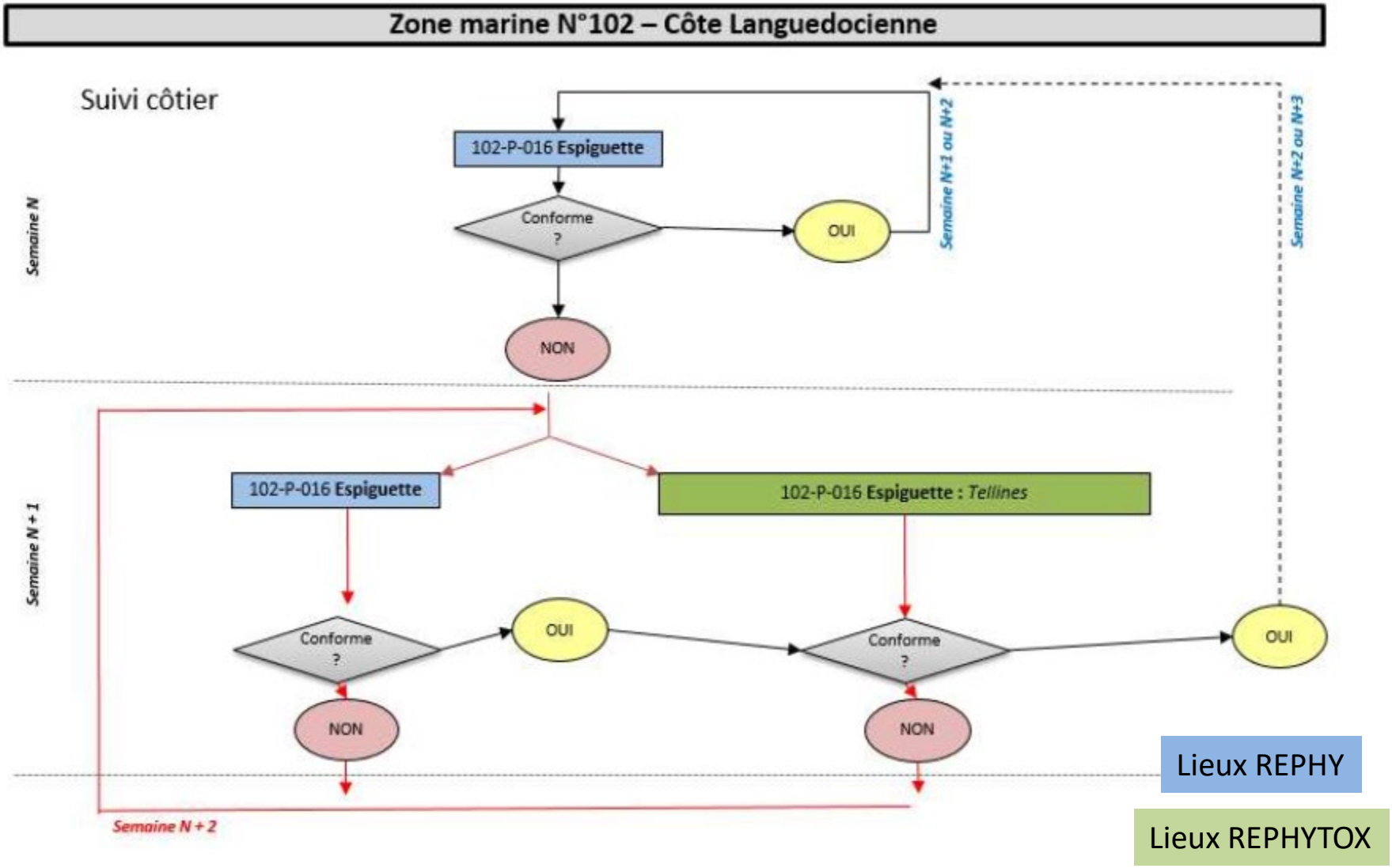
Basées sur résultats 2019-2022

ZP-PR 2023 définitives diffusées en juin 2023

Zone marine	Lieu concerné de la zone		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
058 - Golfe du Morbihan - large	058-S-003	Golfe - la Teignouse												
063 - Baie de Vilaine - côte	063-P-001	Le Marescle												
063 - Baie de Vilaine - côte	063-P-019	Pointe Castelli												
063 - Baie de Vilaine - côte	063-S-049	Ile Dumet												
065 - Estuaire de la Vilaine	065-P-001	Kervoyal												
065 - Estuaire de la Vilaine	065-P-002	Le Halguen												

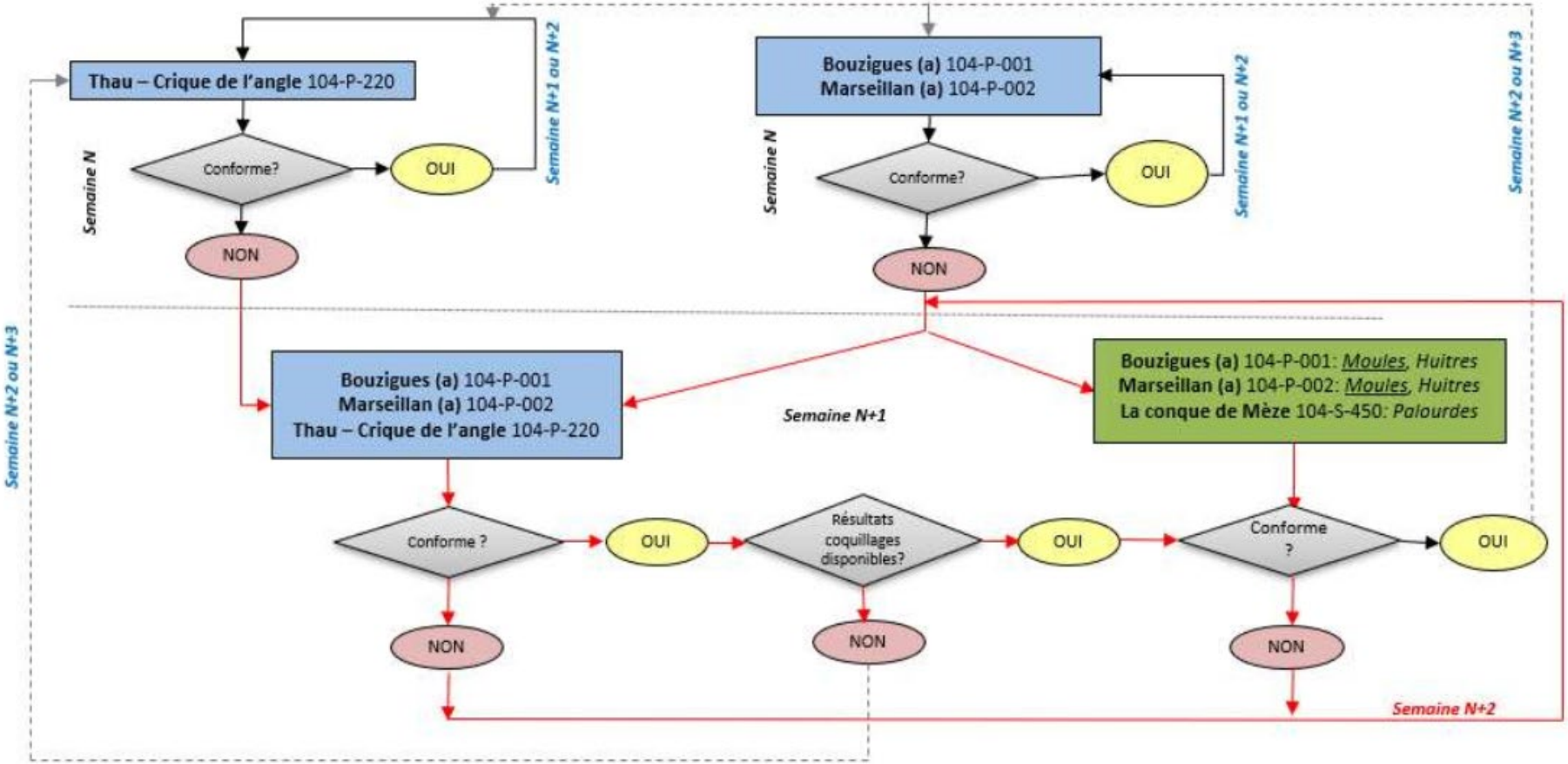
Déclinaisons locales de la stratégie

Logigrammes : Déclenchement entre lieux REPHY et lieux REPHYTOX



Déclinaisons locales de la stratégie

Logigrammes : Déclenchement entre lieux REPHY et lieux REPHYTOX



Lieux REPHY

Lieux REPHYTOX

Diffusion des résultats

Temps réel

Zone marine - Lieu de surveillance Support analyse	Phytoplancton dénombré	du 30/10/2022 au 05/11/2022 (Semaine 44)	du 06/11/2022 au 12/11/2022 (Semaine 45)	du 13/11/2022 au 19/11/2022 (Semaine 46)	du 20/11/2022 au 26/11/2022 (Semaine 47)
040 - Baie de Douarnenez - 040-P-017 Kervel large					
Eau de mer	Dinophysis+Phalacroma	Météo défavorable	/	100	/
047 - Baie de Concarneau - 047-P-004 Kerist					
Eau de mer	Dinophysis+Phalacroma	< LD	< LD	/	< LD
047 - Baie de Concarneau - 047-P-016 Concarneau large					
Eau de mer	Dinophysis+Phalacroma	/	Météo défavorable	Météo défavorable	Météo défavorable

Suivi dans l'eau : phytoplancton producteur de toxine
Ex : *Pseudo-nitzschia* (ASP)

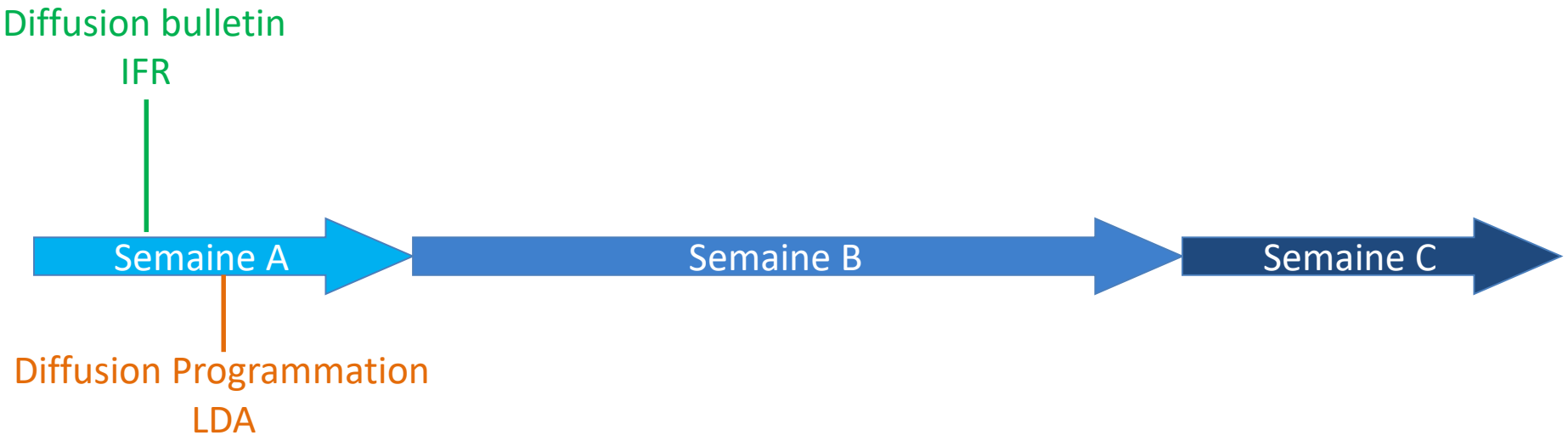
Zone marine - Lieu de surveillance Coquillage	Toxines lipophiles	du 30/10/2022 au 05/11/2022 (Semaine 44)	du 06/11/2022 au 12/11/2022 (Semaine 45)	du 13/11/2022 au 19/11/2022 (Semaine 46)	du 20/11/2022 au 26/11/2022 (Semaine 47)
037 - Ouessant - Abers - 037-P-012 Gisement Le Stiff					
Pecten maximus (coquille St Jacques)	AO+DTXs	Pas de bateau	Météo défavorable	Météo défavorable	Météo défavorable
Pecten maximus (coquille St Jacques)	AZAs	disponible	/	/	/
Pecten maximus (coquille St Jacques)	YTXs	/	/	/	/
037 - Ouessant - Abers - 037-P-020 Blancs Sablons					
Donax (donace)	AO+DTXs	Météo défavorable	82 Pvt 08/11/2022	Coefficient	96.8 Pvt 22/11/2022
Donax (donace)	AZAs	/	< LQ	marée	< LQ
Donax (donace)	YTXs	/	< LQ	insuffisant	< LQ
038 - Iroise - Camaret - 038-P-004 Dinan Kerloc'h					
Donax (donace)	AO+DTXs	172.7 Pvt 30/10/2022	159.1 Pvt 06/11/2022	156.7 Pvt 14/11/2022	97.8 Pvt 20/11/2022
Donax (donace)	AZAs	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Donax (donace)	YTXs	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ

Suivi dans les coquillages
Ex : toxines lipophiles (DSP) à Parc Leucate

Migration technique janvier 2023
→ Pas de changement de notifications
→ Mail d'info aux abonnés
→ Nouveau site : bulletinrephytox.fr

Semaine type

Semaine type



Semaine type

LDA conventionné

Consignes de prélèvements pour la semaine suivante

→

Préleveurs
Analystes

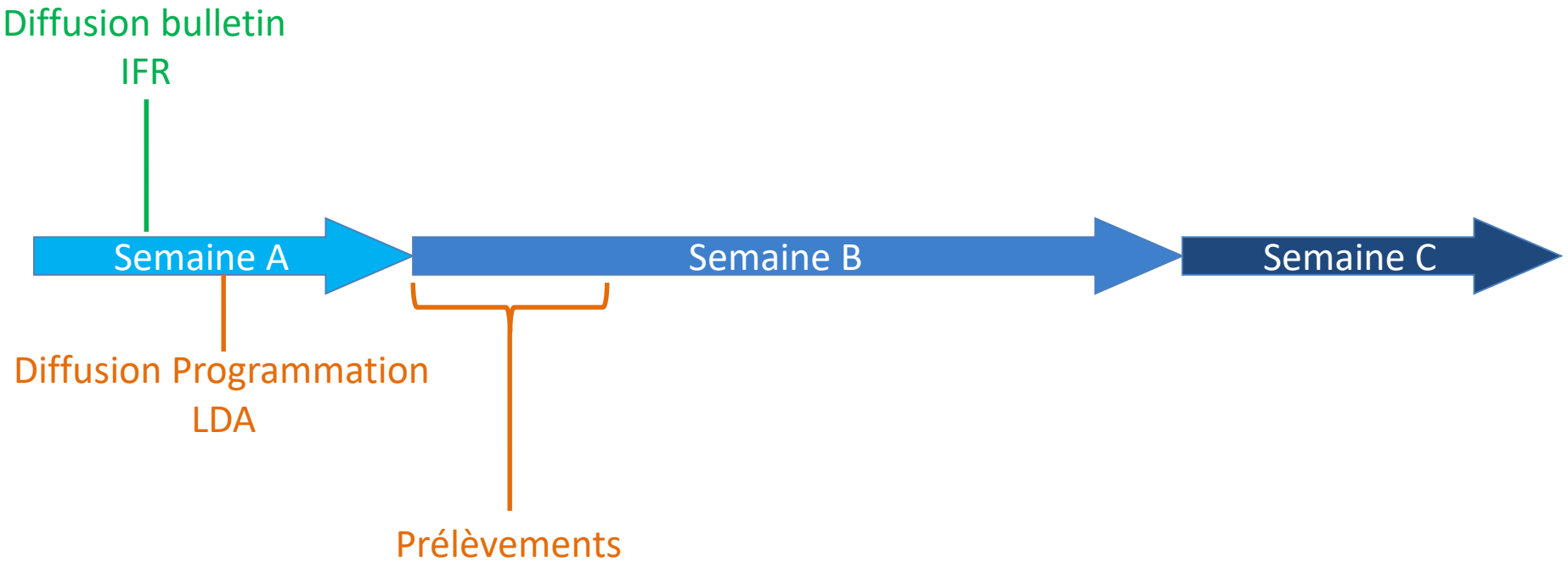
- liste des lieux à prélever
- les coquillages à prélever sur chacun de ces lieux
- le nb d'échantillons à prévoir (et expédier) si plusieurs toxines
- Commentaires expliquant le contexte de la demande

Consignes établies en s'appuyant sur :

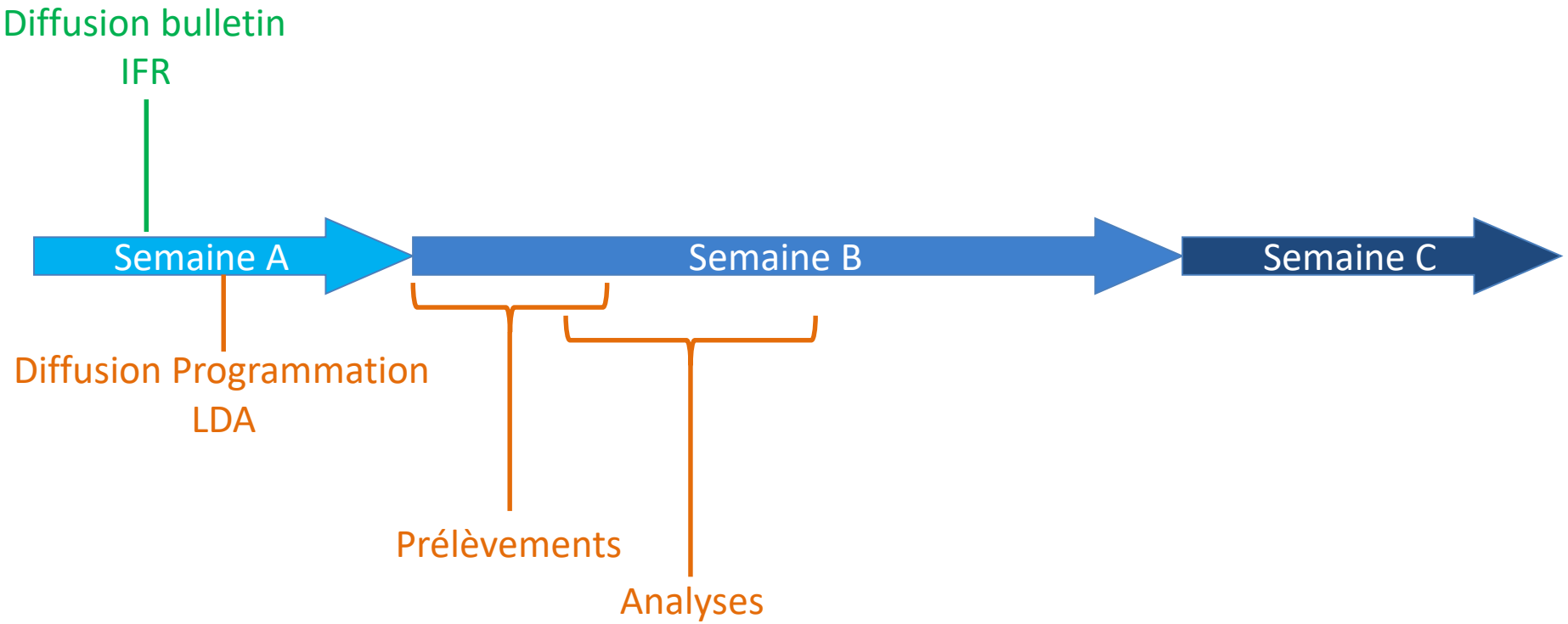
- Procédure nationale
- Procédure locale (logigramme)
- Bulletin de la semaine

IFREMER-LER : consignes hors prescription le cas échéant

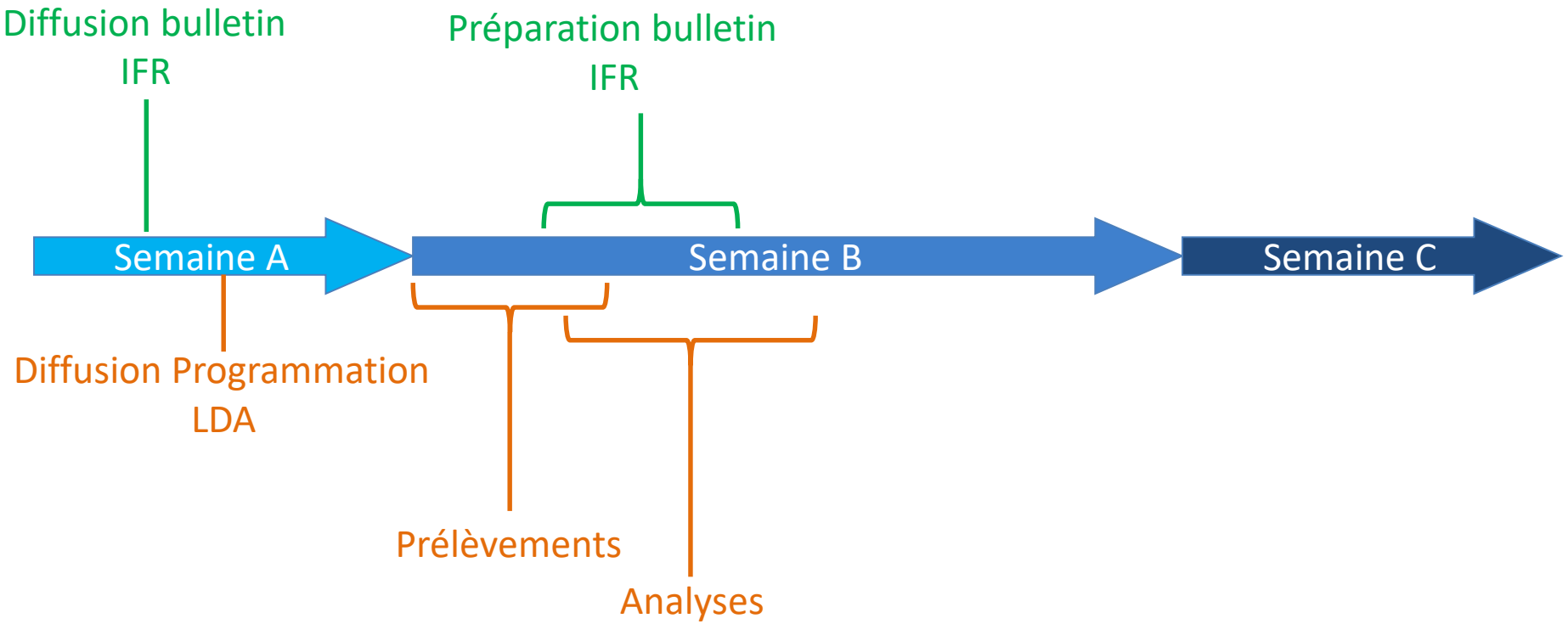
Semaine type



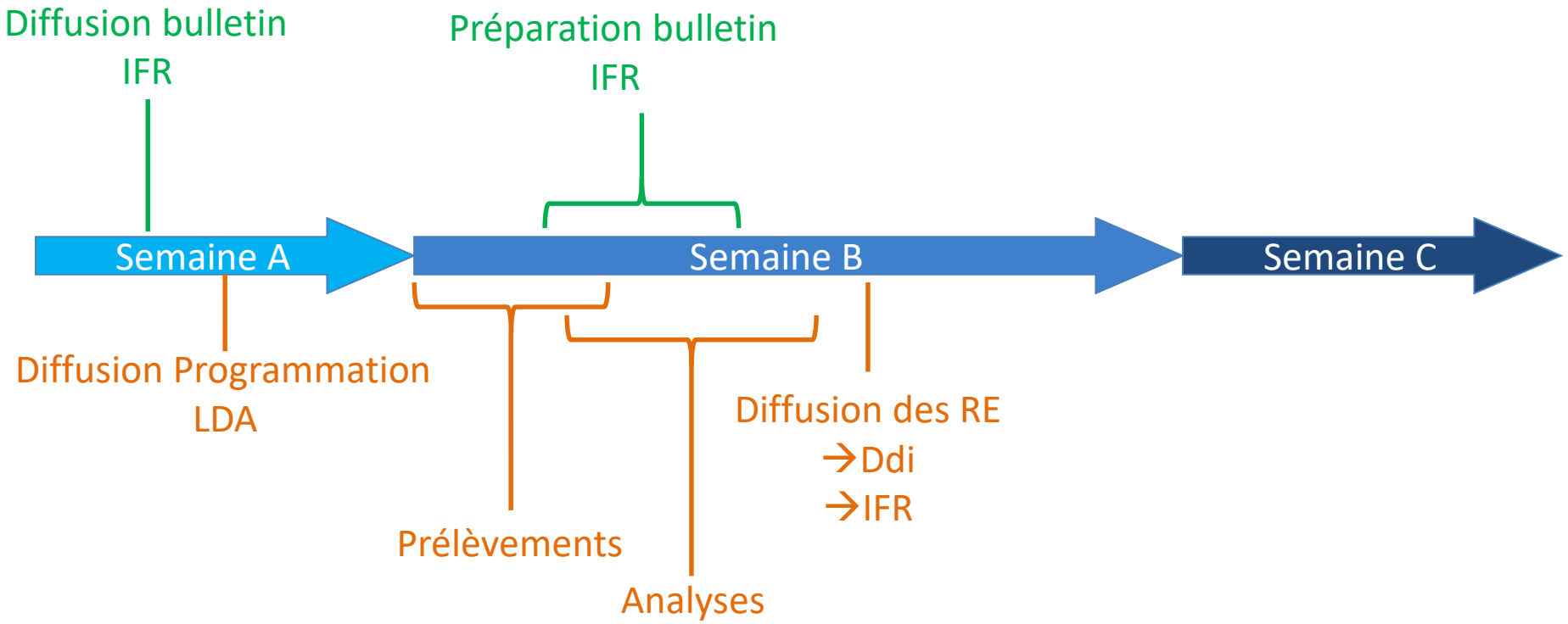
Semaine type



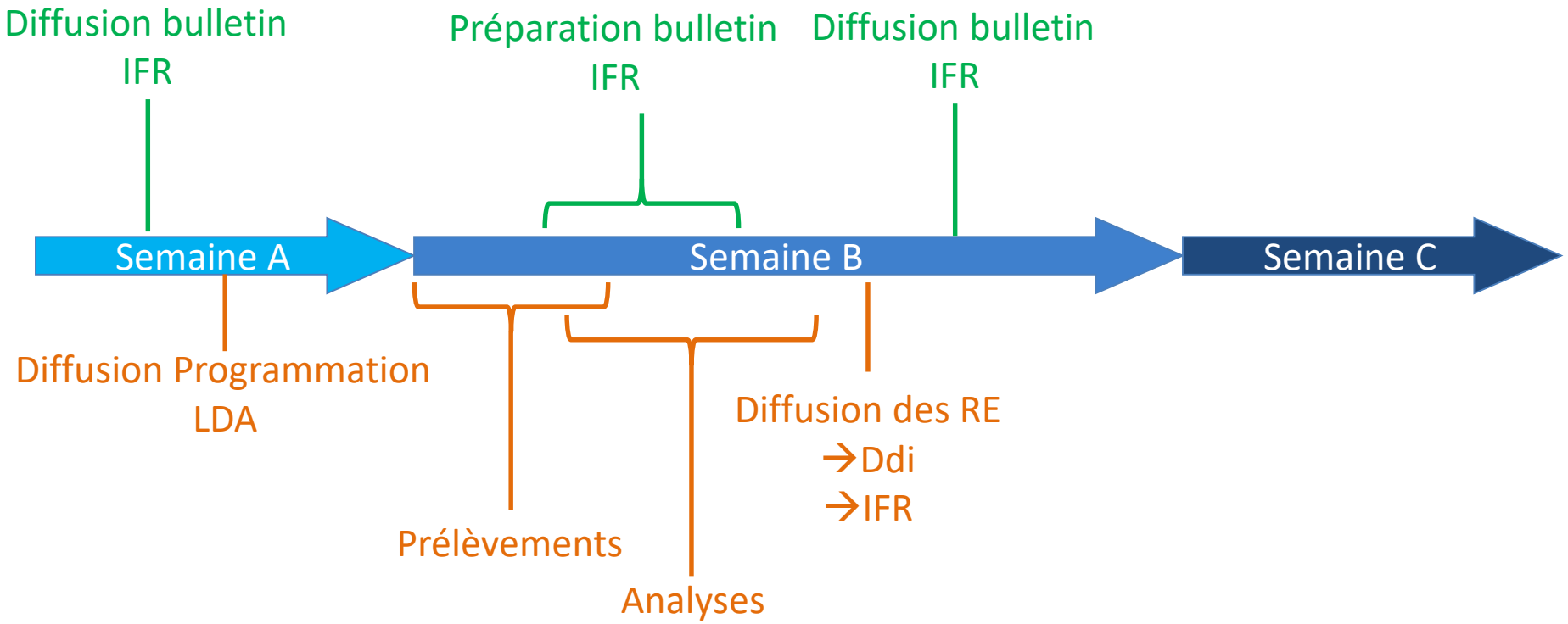
Semaine type



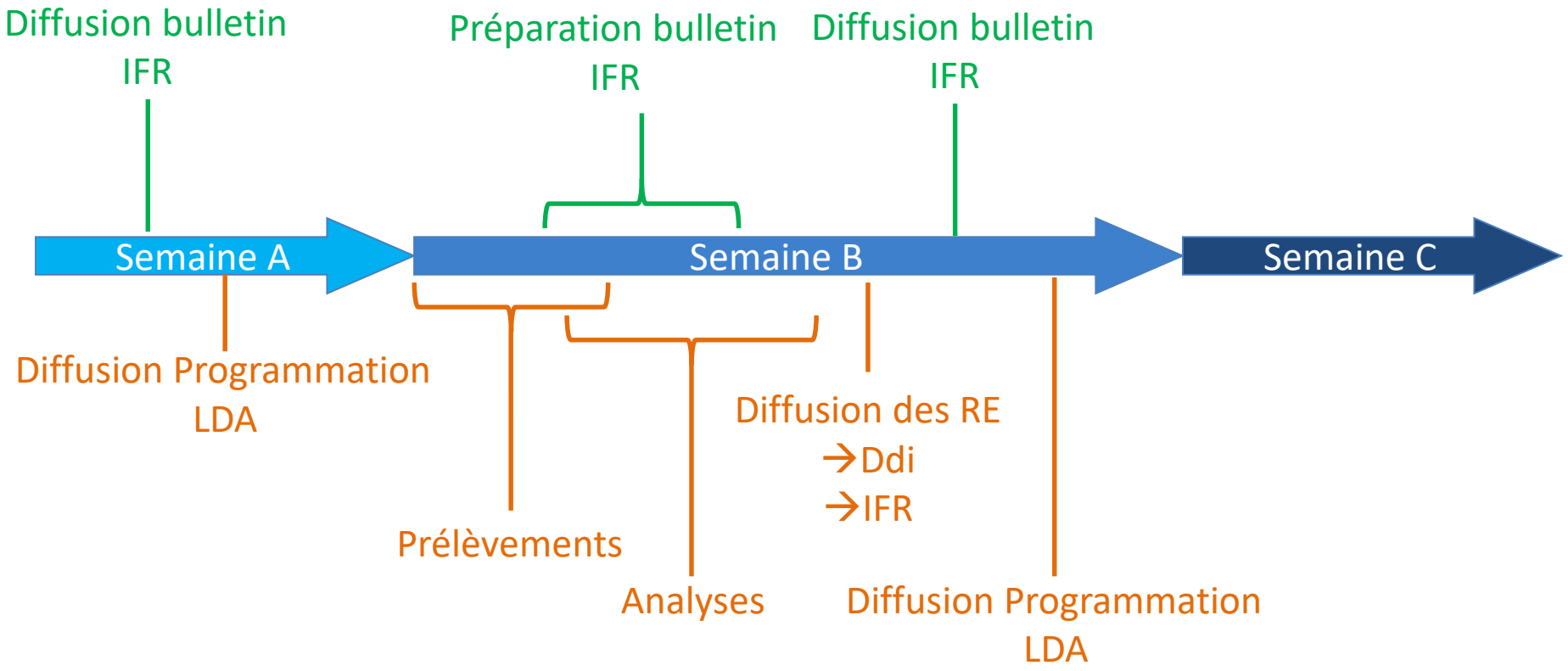
Semaine type



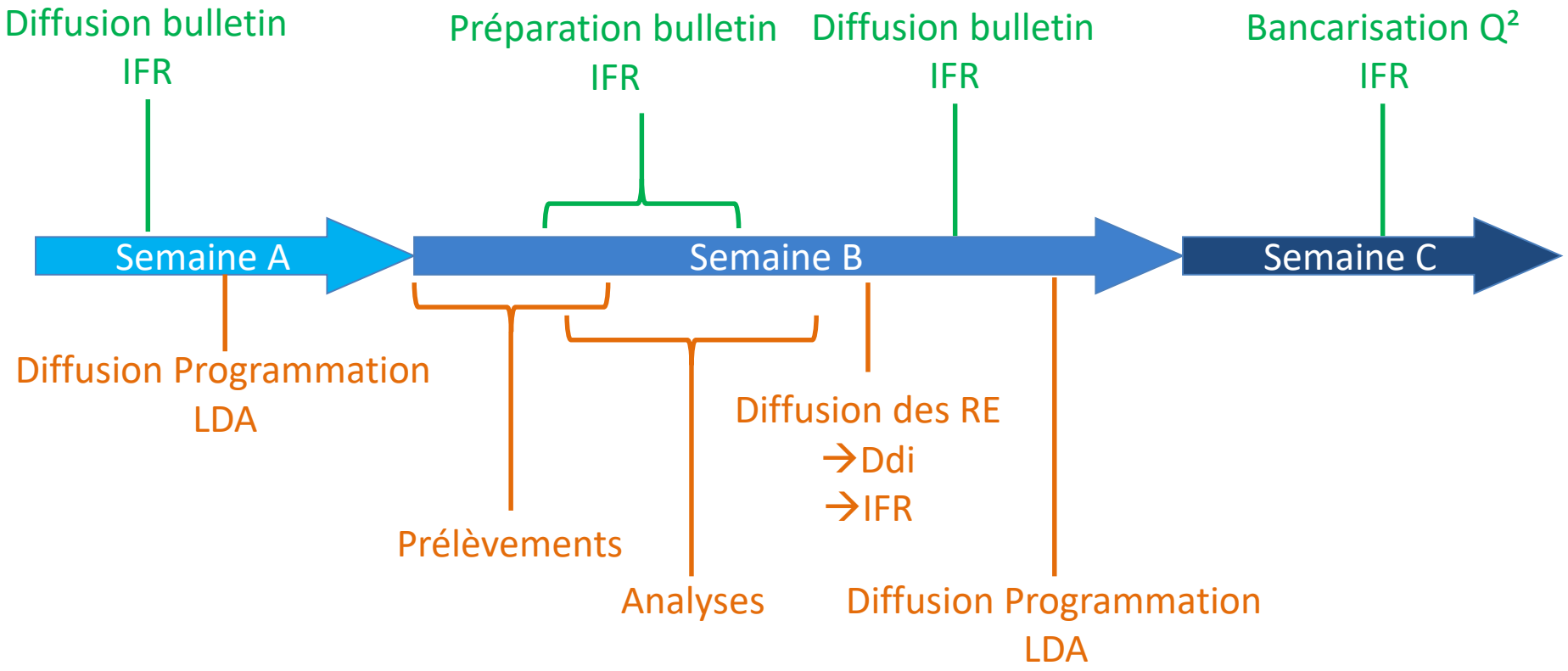
Semaine type



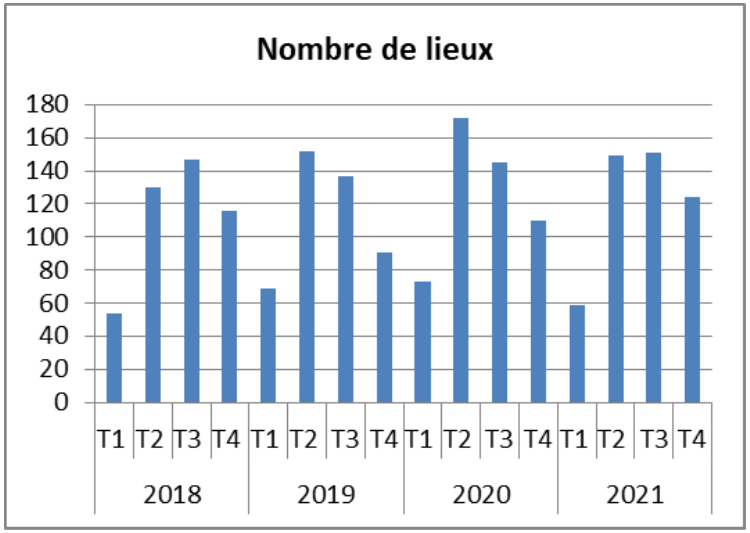
Semaine type

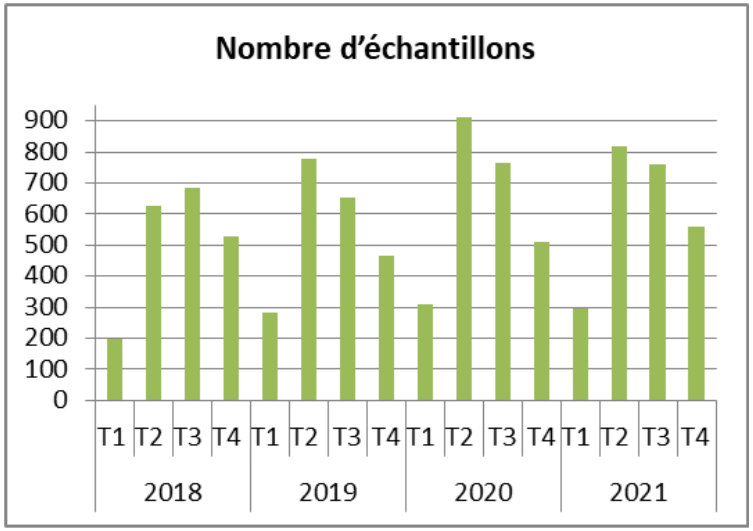


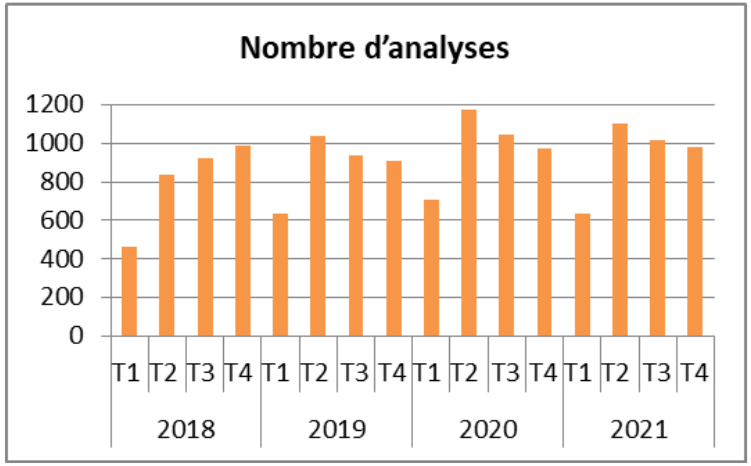
Semaine type



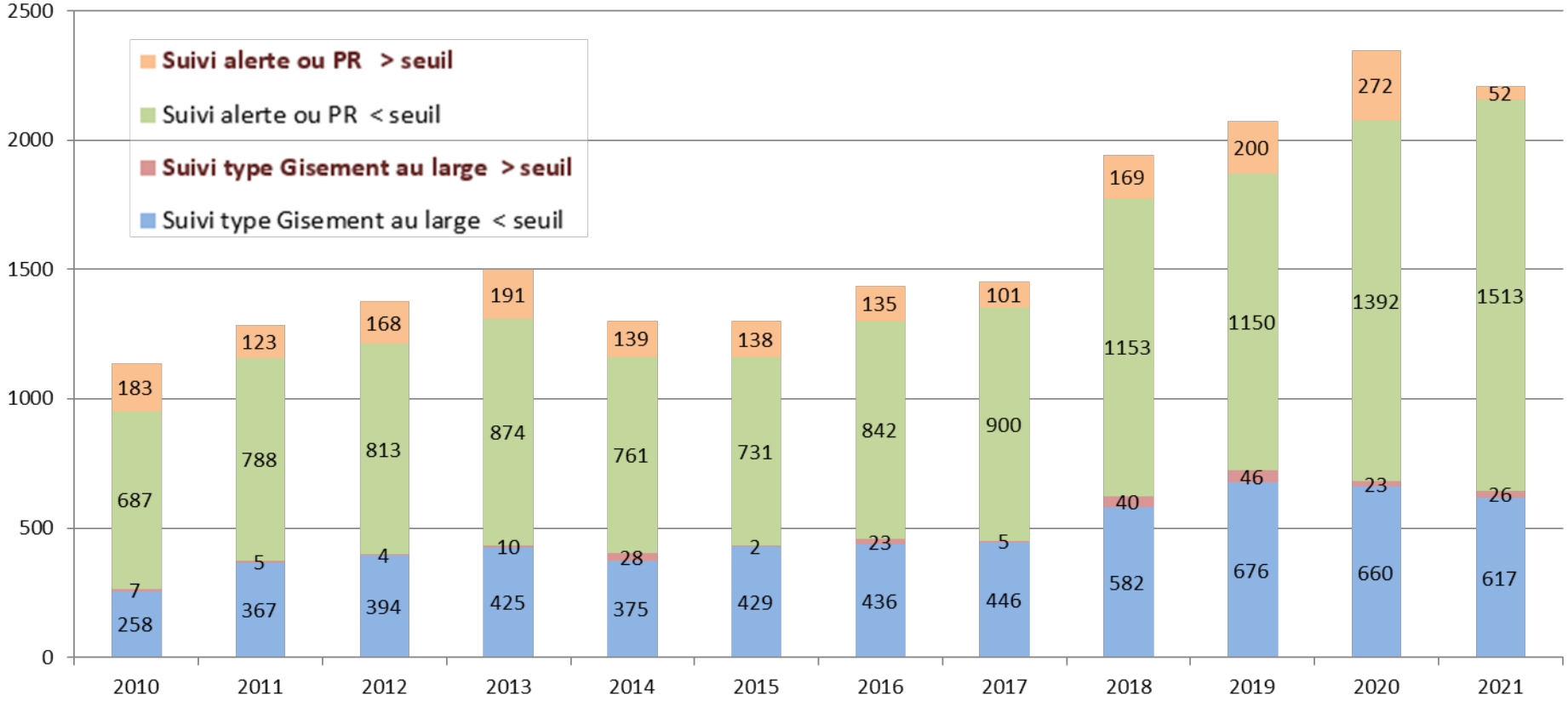
Volumétrie


Nombre de lieux
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4
2018
2019
2020
2021


Nombre d'échantillons
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4
2018
2019
2020
2021

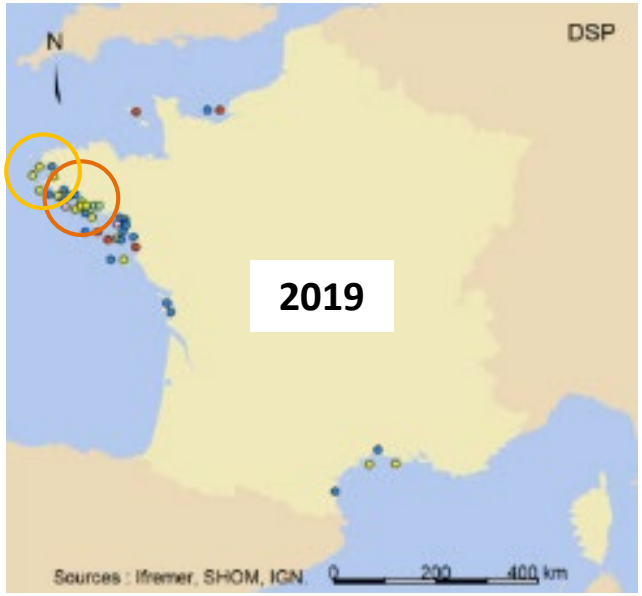

Nombre d'analyses
1200
1000
800
600
400
200
0
T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4 T1 T2 T3 T4
2018
2019
2020
2021

Toxines lipophiles



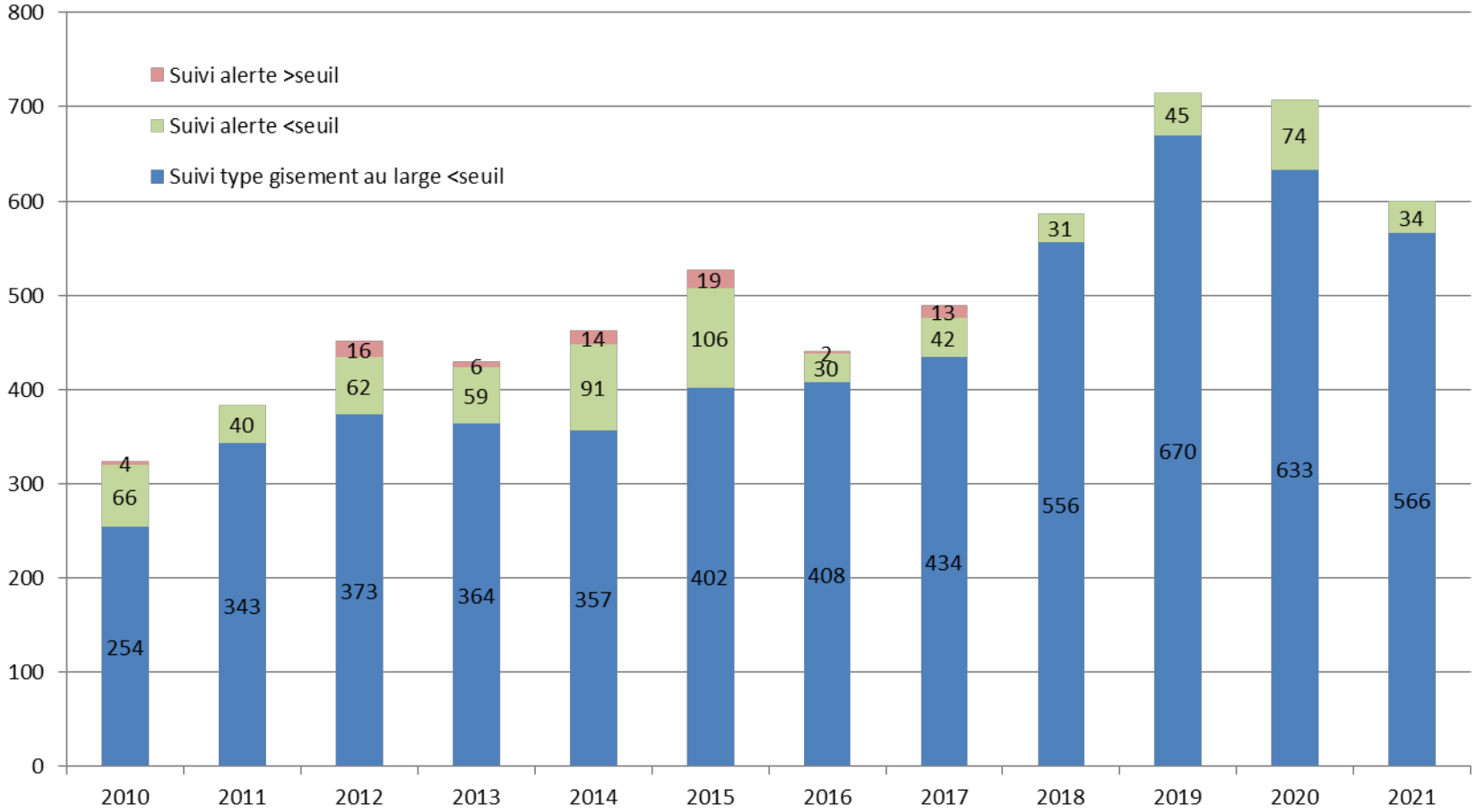
Nb total d'analyses	1135	1283	1379	1500	1303	1300	1436	1452	1944	2072	2347	2208

Toxines lipophiles



Volumétrie

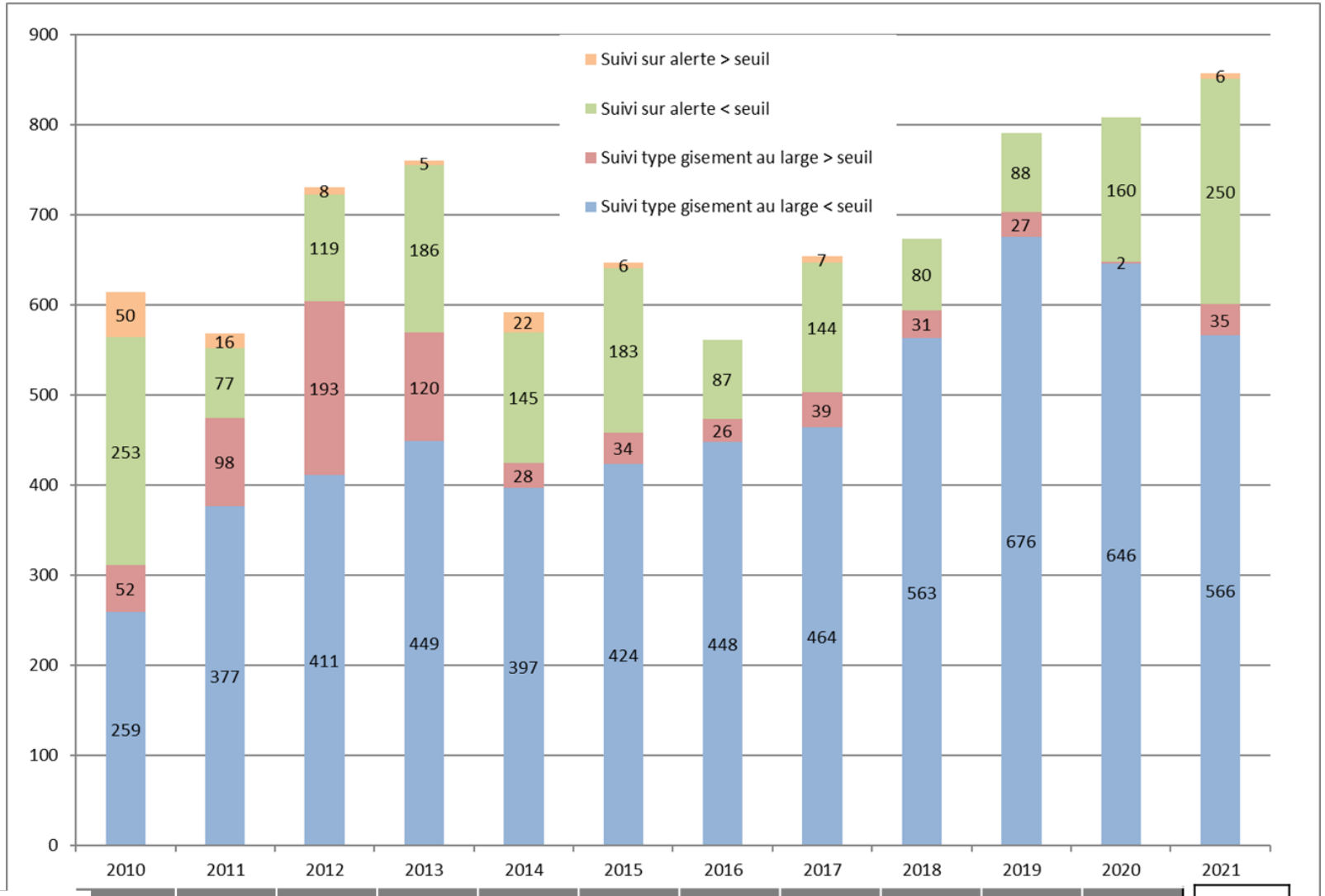
PSP



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nb total d'analyses	324	383	451	429	462	527	440	489	587	715	707	600

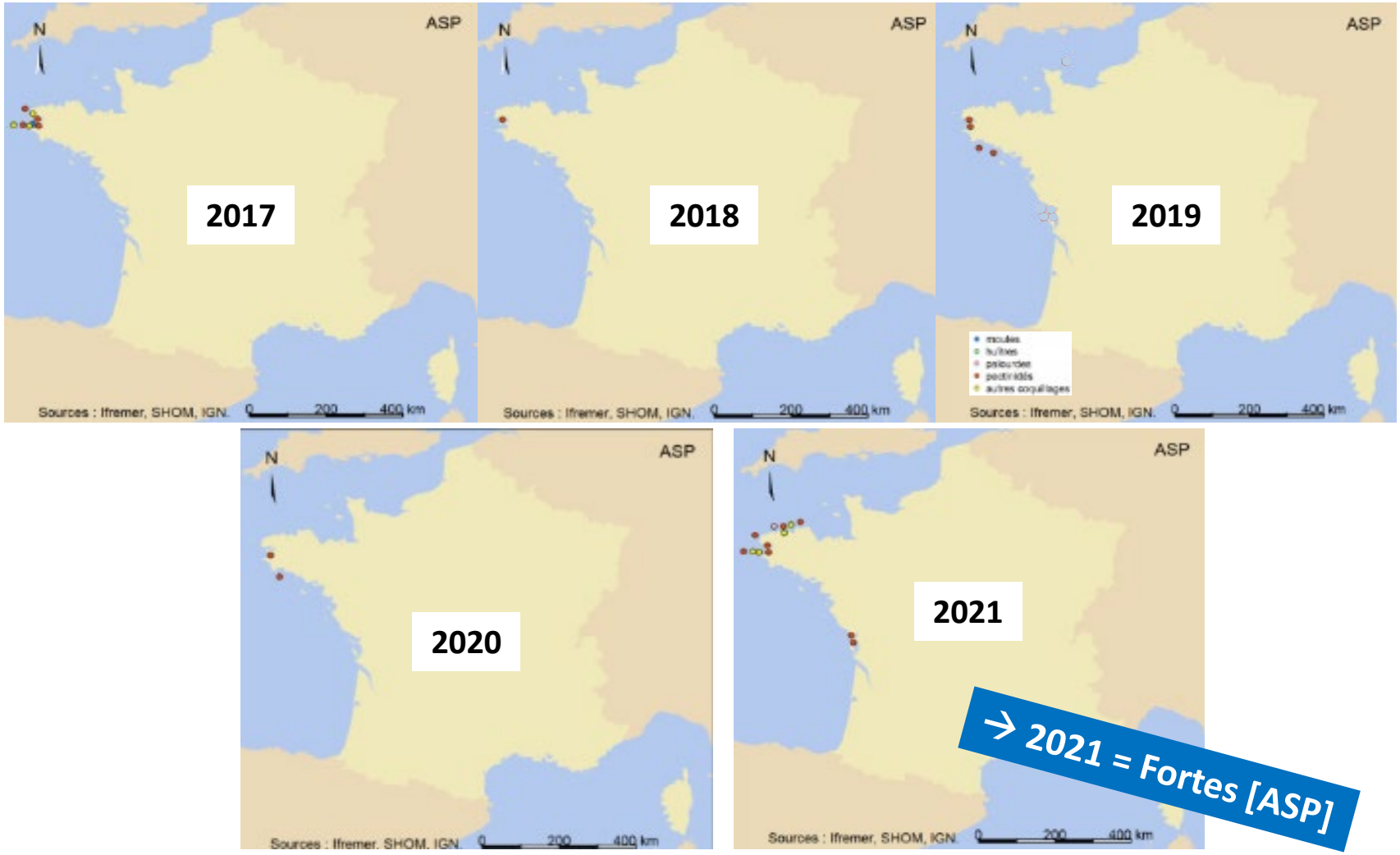
Volumétrie

ASP



Nb total d'analyses	622	583	876	893	599	662	581	677	694	799	808	857

ASP

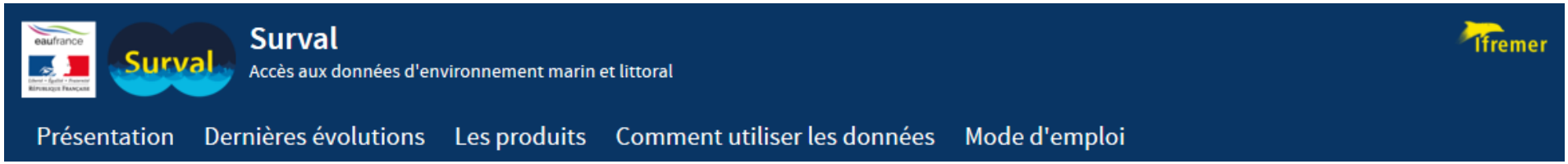


→ 2021 = Fortes [ASP]

Bancarisation des résultats

- Base de données nationale Quadrige²
  - utilisée par Ifremer et par partenaires extérieurs
  - plus de 16 millions de données au total
- Toutes les données REPHY-REPHYTOX sont bancarisées dans Q²
- Toutes les informations dans Q² sont géo-référencées
- S'appuie sur des référentiels nationaux, ou internationaux
- Pérennité (sauvegarde, sécurité)
- Charte assurance qualité
- Assistance (cellule Quadrige²)

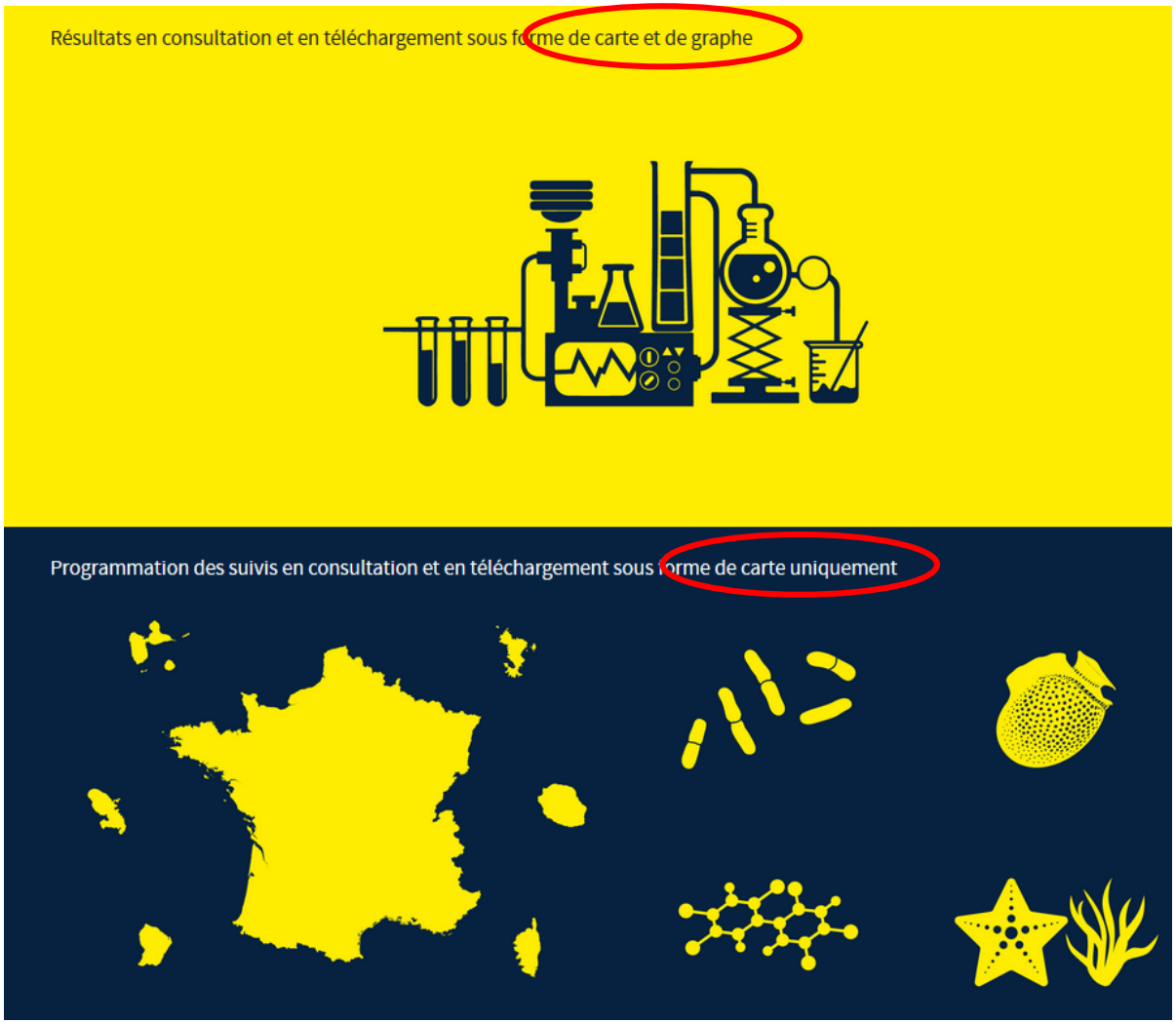
Diffusion des résultats

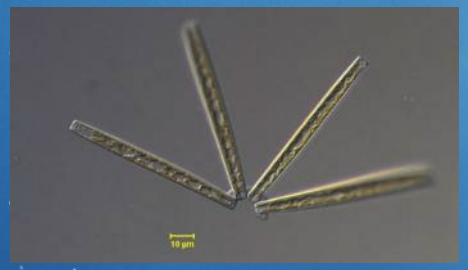
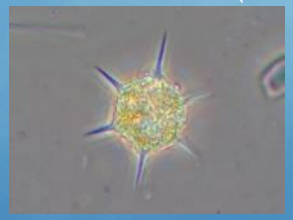
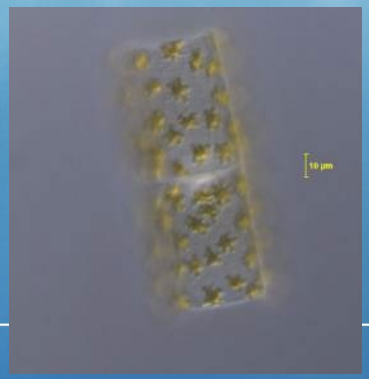


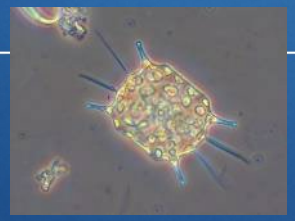
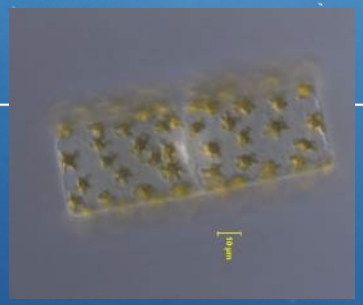
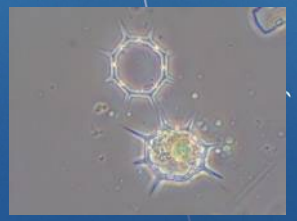
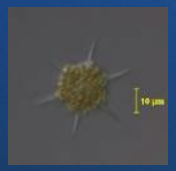
SURVAL

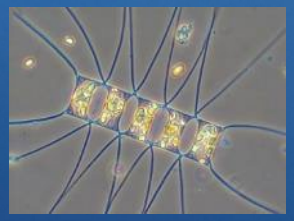
https://surval.ifremer.fr/

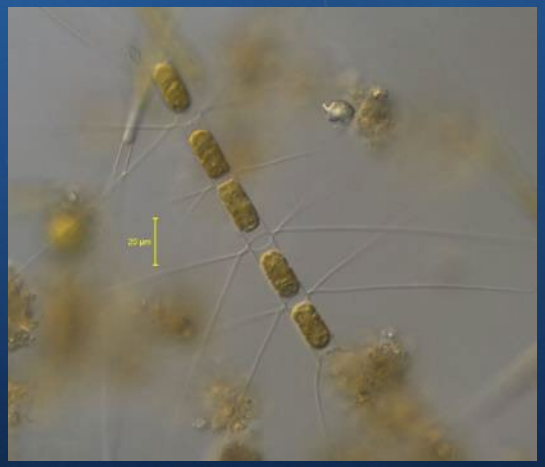
Lié directement à la bancarisation dans Quadrige



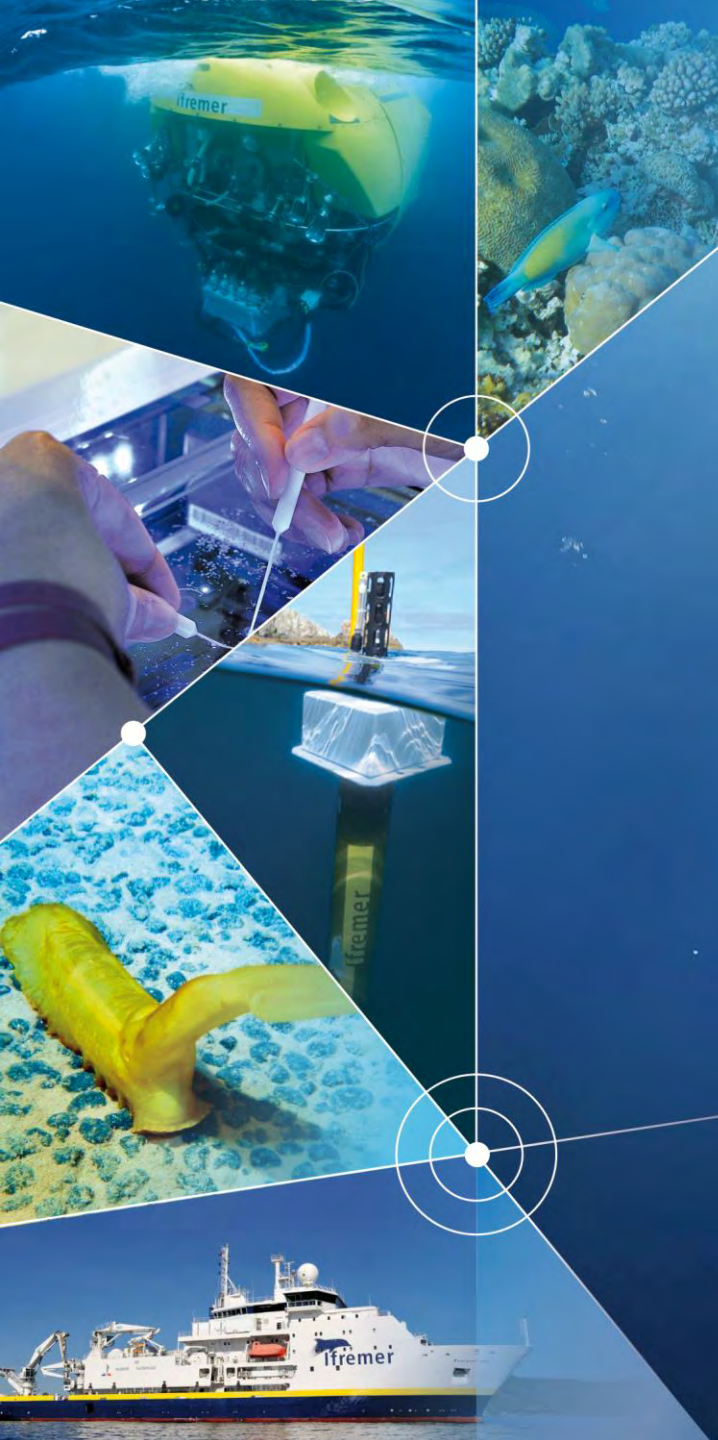








Photos : Fabienne Rigaut-Jalabert et Nadine Neaud-Masson



Ifremer

LA SURVEILLANCE ET L'OBSERVATION À L'UNITÉ LITTORAL

JOURNÉES REPHY 2023

L'unité Littoral

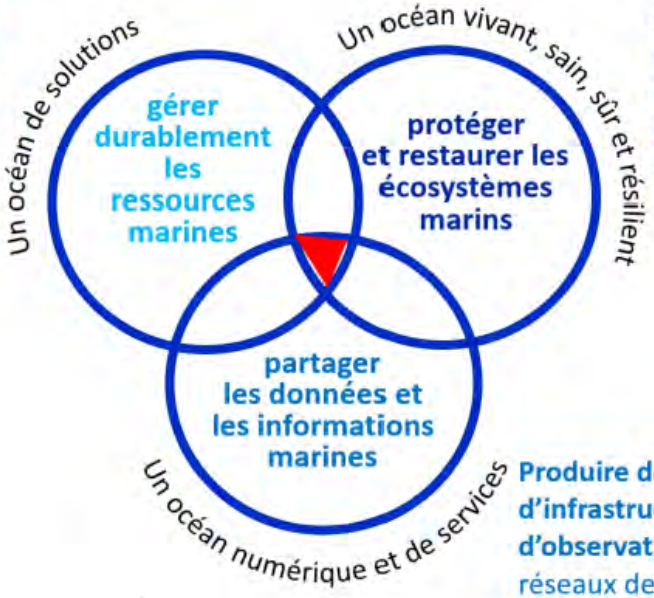
9 laboratoires implantés sur l'ensemble du territoire

Les LER à la croisée des 3 raisons d'être

Observer et surveiller les écosystèmes marins côtiers et littoraux pour…

Développer l'ingénierie écologique pour une aquaculture et une conchyliculture durables et pour la restauration écologique des milieux marins côtiers et littoraux

Approfondir la connaissance des écosystèmes marins côtiers et littoraux (biodiversité, fonctionnement et dynamique) soumis au dérèglement climatique et à des pressions anthropiques croissantes

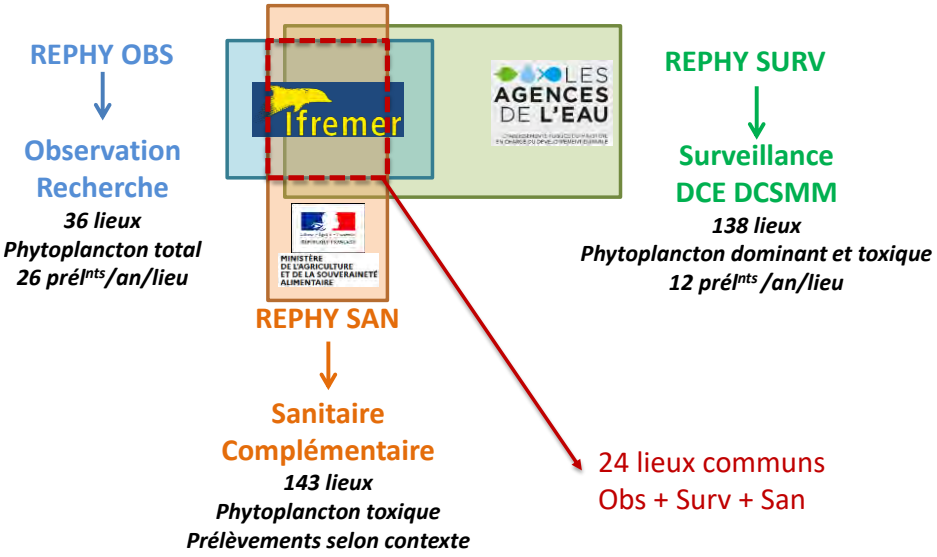


Produire des données au travers d'infrastructures et réseaux d'observation et de surveillance (ILICO, réseaux de surveillance, ROME, DCSMM, DCE, OSPAR…)

Principal opérateur des réseaux de l'Ifremer dédiés à l'Appui aux politiques publiques

Les différents « réseaux » institutionnels

- REMI : REseau de contrôle MIcrobiologique (1989)
  - Suivi de la bactérie indicatrice *E Coli* dans les coquillages vivants
  - Plus de 400 points de surveillance
- ROCCH : Réseau d'Observation de la Contamination CHimique du littoral (1979)+
  - Suivi de la contamination chimique dans les mollusques (+ sédiment superficiel)
  - 124 point biote
- REPHY : Surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
  - Principal observatoire français du phytoplancton marin

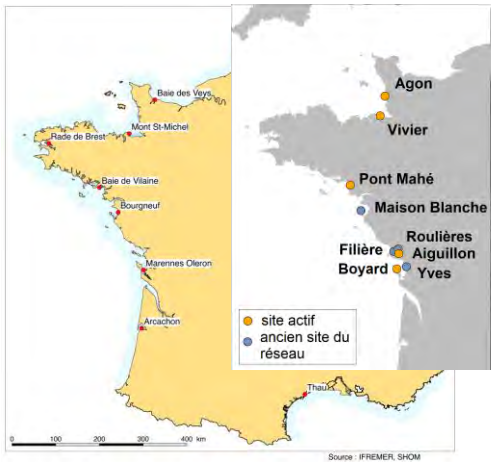


Les différents « réseaux » institutionnels

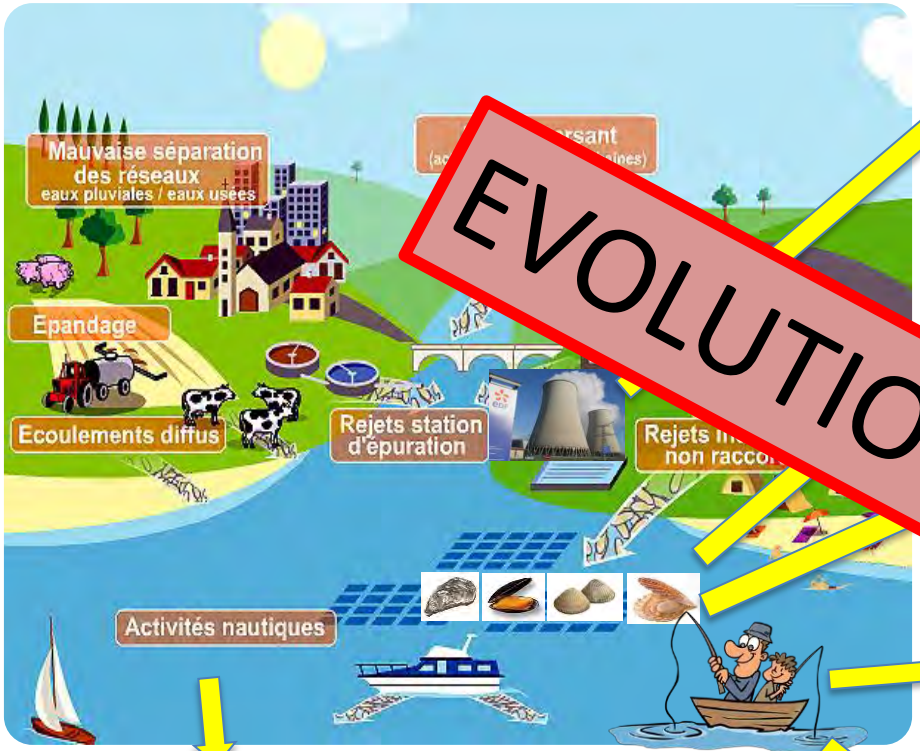
- IGA : impact des Grands Aménagements :
  - **Surveillance écologique et halieutique des 5 CNPE bord de mer (EDF)**

  - Colonne d'eau (hydrologie, phyto/zooplancton, microbiologie,chimie)
  - Fonds marins (macrofaune intertidale/subtidale et macroalgues sur estran
  - Ressources exploitées
  - 3 campagnes/an

- ECOSCOPA (2009)/MYTILOBS (2012)
  - **Surveillance planifiée de la survie des huitres creuses/moules**
  - **Observation de leur croissance**
  - **Observation de la reproduction**
  - **8 sites/5 sites**



APP/Expertise



EVOLUTION ?

IGA : Surveillance des grands aménagements

Suivi performances/ mortalités conchylicoles (Ecoscopa, Mytilobs)

Réseaux sanitaires (AMO) REPHY, ROCCH

Programmes d'observation (AMO) ObsVentes, ObsMer

Programmes d'observation
Paramètres biologiques,
Enquêtes activité et éco

Réseaux environnement
REPHY
ROCCH

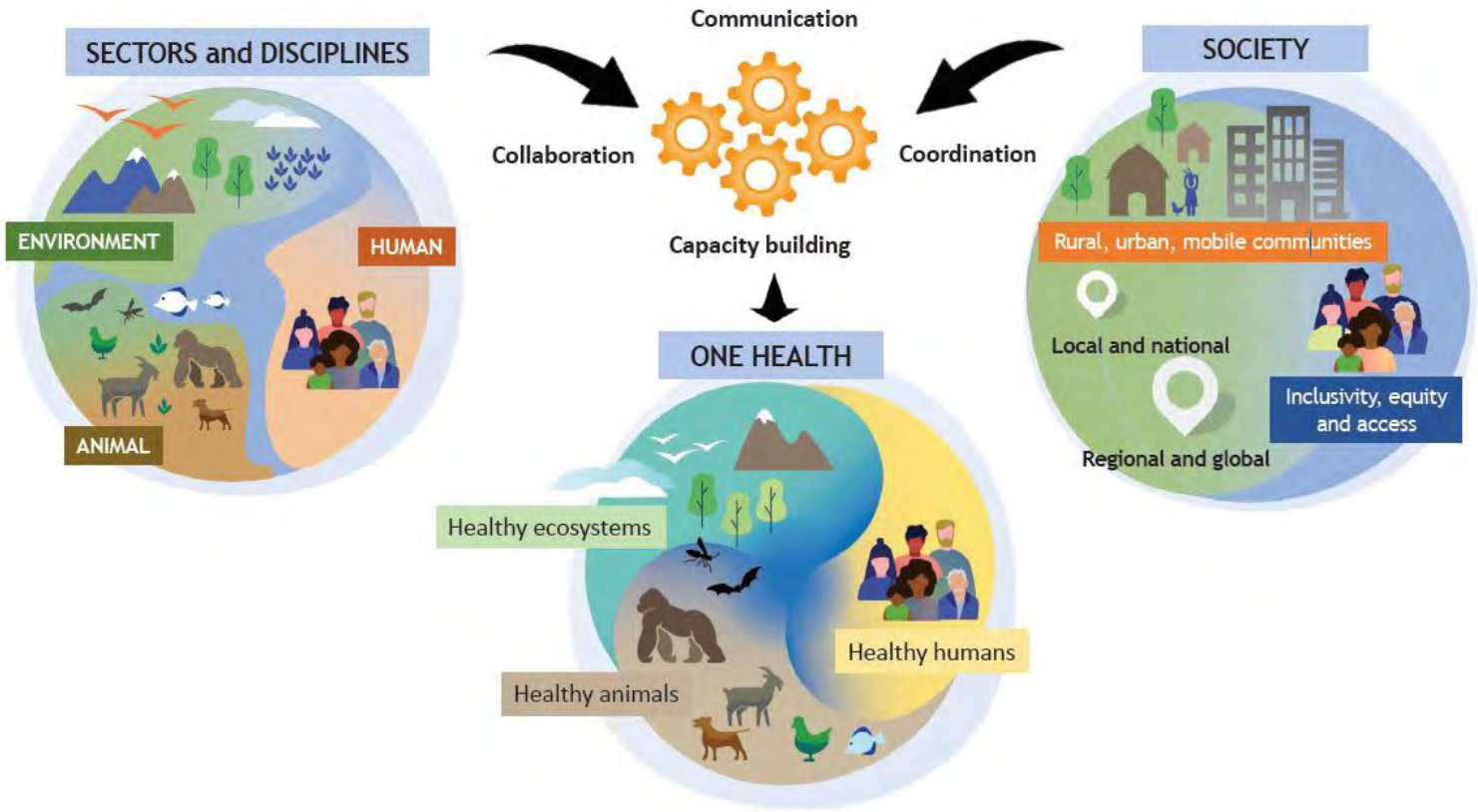
Marine Strategy Framework Directive

Données bancarisées, validées

Alimentent l'ensemble de nos activités

Accessibles à l'ensemble de la communauté scientifique à travers nos portails

La surveillance intégrée au service du One Health



La surveillance intégrée au service du One Health

Quelques pistes en développement :

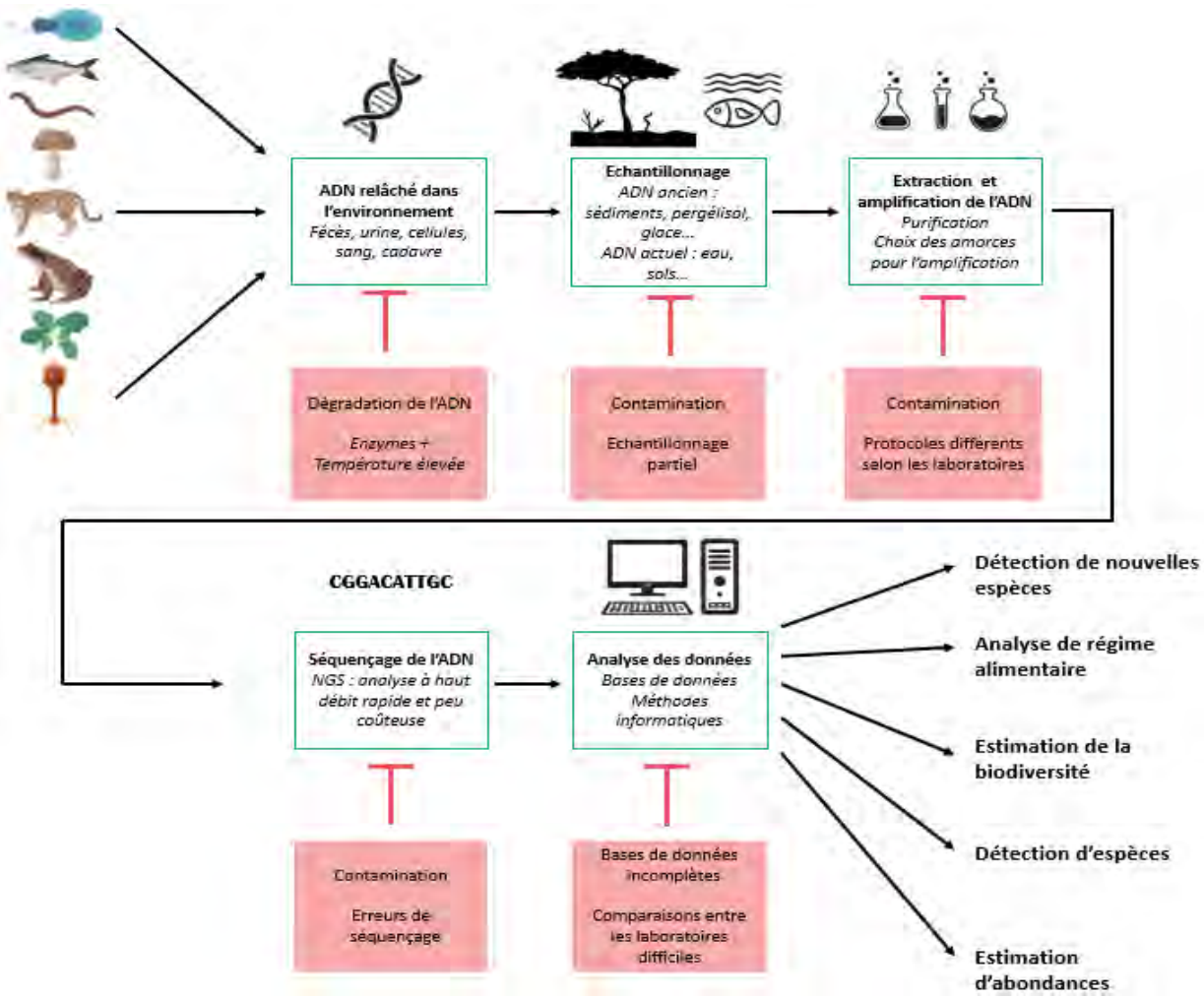
-L'ADNe et le réseau Rome

ROME Réseau d'observatoires de microbiologie environnementale intégrée

-Les systèmes d'observations autonomes transdisciplinaires

- Le projet Suchimed

Utilisation de l'ADNe pour la surveillance des écosystèmes aquatiques



* Porteur R Siano, financement Ifremer

Réseau d'observatoires de Microbiologie Environnementale intégrée*

ROME Réseau d'observatoires de microbiologie environnementale intégrée

- Développement et application de méthodes innovantes d'observation de la microbiologie côtière :
  - analyse de l'ADNe et ARNe environnemental

- Analyse des apports des bassins versant en évaluant les voies d'entrées de la contamination d'origine fécale animale ou humaine

- Veille d'émergence de micro-organismes pouvant présenter un risque pour la santé humaine ou animale

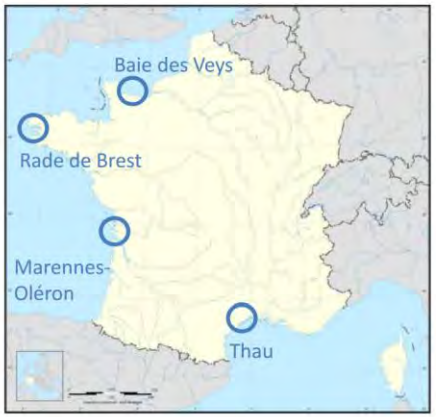
Complémentarité aux réseaux (REMI, REPHY, ECOSCOPA, MYTILOBS, EMERGTOX
Intégration de 3 compartiments microbiologiques: virus, protistes et biodiversité bactérienne

* Porteur R Siano, financement Ifremer

Réseau d'observatoires de Microbiologie Environnementale intégrée*

ROME Réseau d'observatoires de microbiologie environnementale intégrée

Stratégie d'échantillonnage



4 sites contrastés bio-climatiquement et hydrologiquement

4 sites importants pour la conchyliculture

4 sites suivis dans le cadre de réseaux et projets Ifremer

2x/mois EAA: Eau Apports Anthropiques
EL: Eau apports du Large

Filtration des eaux
0,2 µm, 3 µm et 20 µm

1x/mois Huîtres: intégrateurs des pressions du bassin versant?

https://www.cobali.org

4

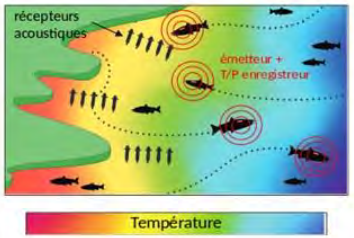
* Porteur R Siano, financement Ifremer

Le projet TAOS

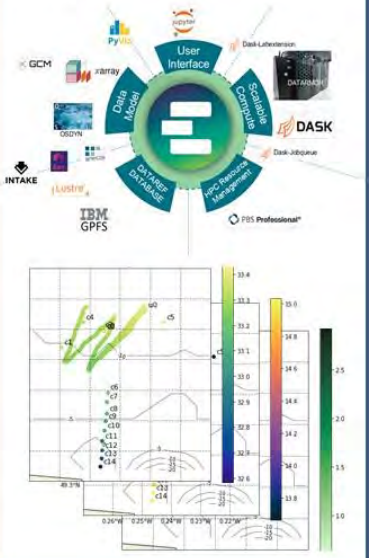
TAOS: Transdisciplinary Autonomous Observational System* : système observation Baie de Seine

Déploiement de systèmes pilotes

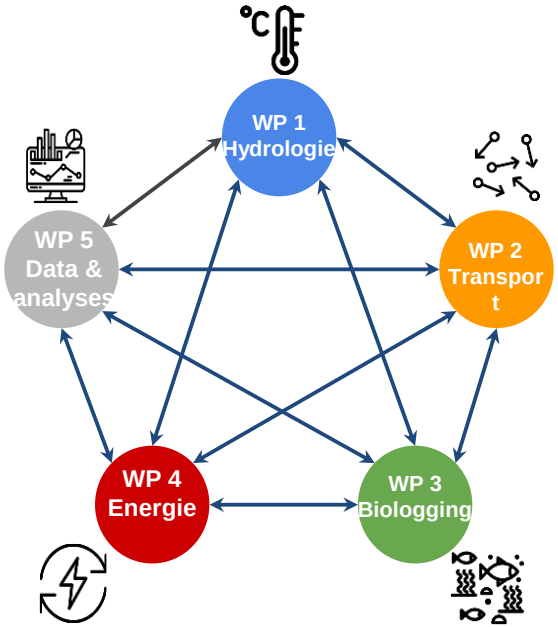
Biologging poissons et bivalves



Analyses et modèles



Organisation : 5 WP en synergie



- Mieux comprendre l'hydrographie, le transport et la dispersion à fine échelle

- Quantifier le comportement d'individus par biologging à haute fréquence et d'identifier les facteurs environnementaux les influençant

- Intégrer la gestion de la donnée et son analyse avec la mise en place de l'observation

* Porteur UL: J Normand

La campagne Suchimed*

Notre mission :

Accompagner l'AERMC dans le suivi de la contamination chimique en Méditerranée

Notre vision :

- ✓ Ces campagnes sont uniques
- ✓ La caractérisation de la contamination chimique passe par une approche holistique et le suivi de paramètres environnementaux
- ✓ Le LER/PAC seul n'a pas les compétences sur tous les sujets
- ✓ Les moyens à la mer ont un coût financier et environnemental très important. Il est de notre devoir d'optimiser et de valoriser leur utilisation

Notre proposition :

- ✓ SUCHIMED est le **support de réseau de surveillance** régionaux et nationaux
- ✓ SUCHIMED est une **plateforme expérimentale ouverte** pilotée par le LER/PAC

Collaboration **Optimisation** **Valorisation**

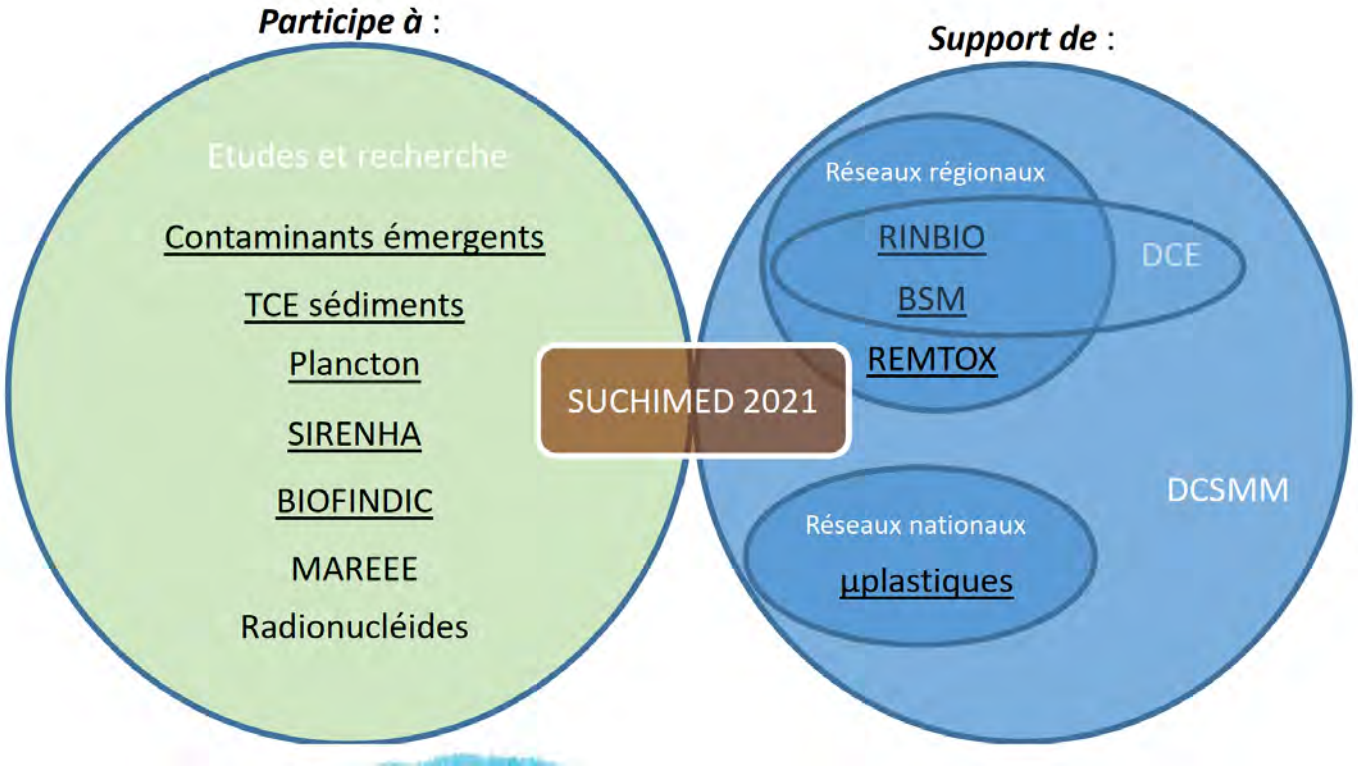
* Porteurs M Bouchoucha, O Herlory

La campagne Suchimed*

- ✓ contamination chimique sur 69 stations moules : **réseau RINBIO / Ifremer, IRSN & faculté de pharma.**
- ✓ effets de la contamination chimique chez les moules sur 17 stations : **Etude écotox / U. du Pays Basque**
- ✓ structure et contamination du biofilm sur 50 stations : **étude BIOFINDIC / thèse Abel Barre / MAPIEM**
- ✓ température sur 50 stations : **étude RINBIO & BIODINDIC / Ifremer & MAPIEM**
- ✓ chlorophylle a sur 69 station (satellite) : **étude RINBIO et suivi DCSMM D5 / Ifremer & Argans**
- ✓ contamination chimique dans le sédiment sur 20 stations : « **ROCCH sed » / Ifremer**
- ✓ potentiel toxique du sédiment sur 20 stations : **réseau REMTOX / Ifremer**
- ✓ contamination chimique dans le plancton et petits pélagiques (6 stations) : **thèse F. Drouet / Ifremer & MIO**
- ✓ densités de microplastiques de sub-surface sur 39 stations (+ biote et sed) : **suivi DCSMM D10C1 / Ifremer**
- ✓ suivi de la macrofaune benthique de substrat meuble sur 27 stations : **réseau BSM DCE / STARESO**
- ✓ prélèvement ADNe dans 12 ports de plaisance + 8 grands ports : **projet MAREEE / ISEM & MARBEC**
- ✓ suivi acoustique des populations de poissons en zone côtière : **étude SIRHENA / Semantic**

* Porteurs M Bouchoucha, O Herlory

La campagne Suchimed*



* Porteurs M Bouchoucha, O Herlory

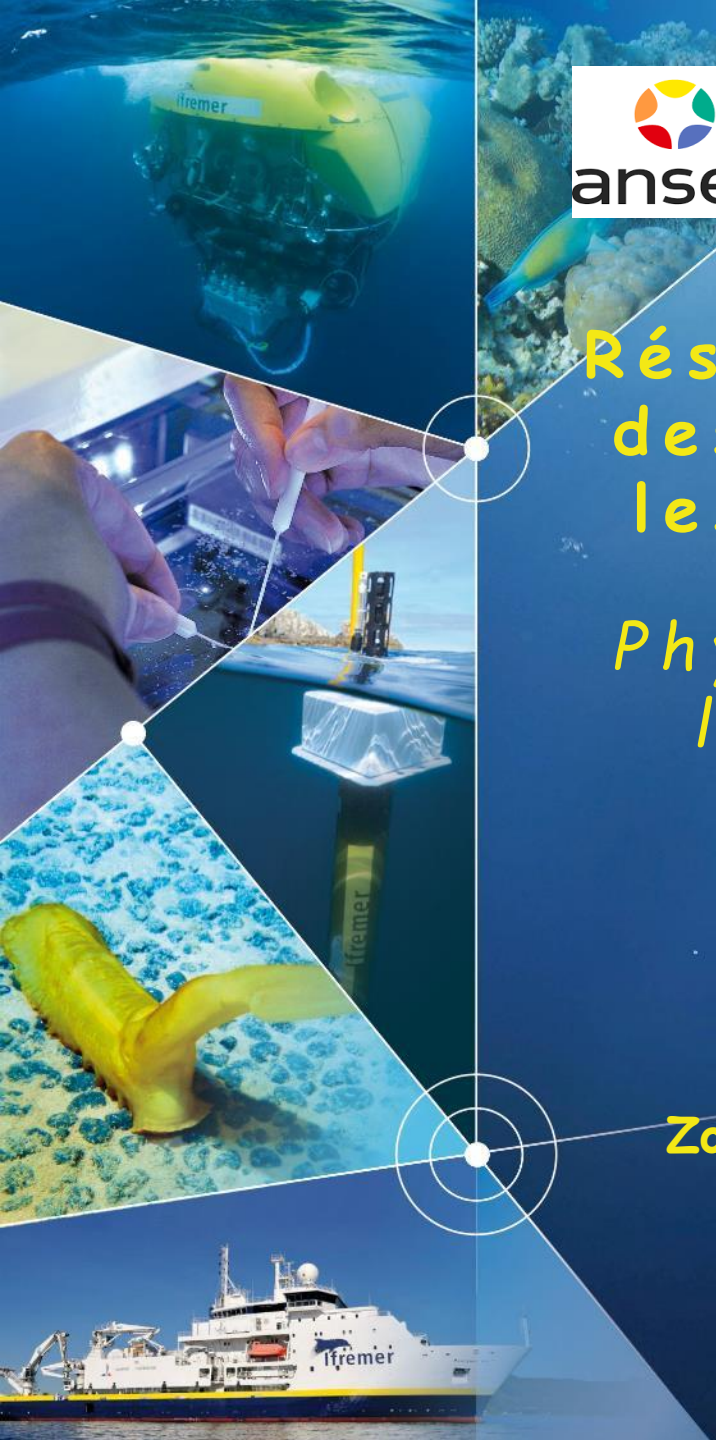
Conclusion

Nouveaux défis pour l'Ifremer

- Acquisition de données d'un nouveau type, innovation et optimisation de la surveillance
- Tester/optimiser les solutions proposées sur des sites pilotes
- Déploiement au niveau national et validation pour une prise en compte par les gestionnaires

Vers les réseaux intégrés de demain

Merci de votre attention



Réseau de Veille d'émergence des biotoxines marines dans les coquillages (EMERGTOX)

Phycotoxines & Cyanotoxines lipophiles et hydrophiles

Bilan 2018 - 2021 & Perspectives

Zouher Amzil & Amélie Derrien / IFREMER

Marina Nicolas / ANSES-LNR

Journées REPHY, 1-2 décembre 2022

Réseau EMERGTOX

Objectifs, en complément de la surveillance réglementaire :

- **Mise en évidence** éventuelle d'un **danger** lié à la présence dans les coquillages de **toxines réglementées et/ou non réglementées,** répertoriées ou non en France,

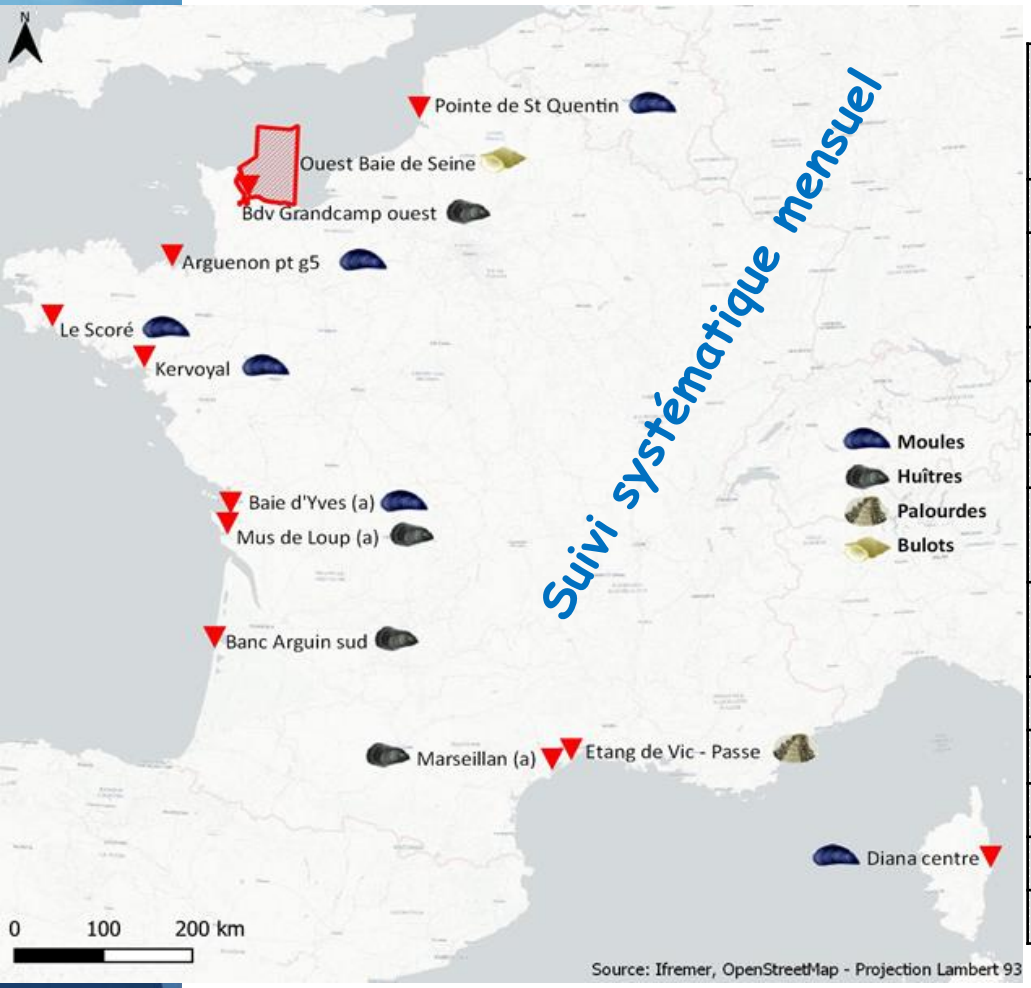
- **Acquisition de données** sur les principaux groupes de **phycotoxines & Cyanotoxines lipophiles et hydrophiles** répertoriés au niveau international, pour contribuer à l'évaluation des risques,

➢ Piloté, sous l'égide de la DGAL, par un comité national **(DGAL, ANSES, DGS, SpFrance, DPMA & IFREMER) avec un protocole de fonctionnement spécifique & un cahier de prescription.**

➢ **Coordination positionnée à IFREMER**

➡ **En cas de mise en évidence de toxines émergentes non réglementées en Europe, saisine de l'ANSES pour des recommandations en matière de recherche, de surveillance et proposer une valeur guide d'aide à la décision.**

12 points de référence du réseau EMERGTOX



Points de prélèvements de coquillages	Coquillages prélevés	Points de prélèvements REPHY d'eau associés
St Quentin	Moules	At so ; Bif
Bdv Grandcamp ouest	Huîtres	Bdv Géfosse sud ouest
Manche-Est	Bulots	/
Arguenon pt g5	Moules	Les Hebihens
Le Scoré	Moules	Concarneau large
Kervoyal	Moules	Kervoyal Eau Ouest Loscolo
Mus de Loup (a)	Huîtres	Auger Cotard
Baie d'Yves (a)	Moules	Le Cornard
Banc Arguin sud	Moules	Arcachon – Bouée 7
Marseillan (a)	Huîtres	Marseillan (a)
Vic - Passe	Palourdes	Etang de Vic - Passe
Diana centre	Moules	Diana centre

En cas de détection de toxines non encore répertoriées en France, réaliser une expertise rétrospective des prélèvements REPHY d'eau associés en vue **d'identifier d'éventuelles microalgues toxiques émergentes.**

Groupes de toxines ciblés dans EMEGRTOX

- Acide okadaïque (AO)
- Dinophysistoxines (DTXs)
- Azaspiracides (AZAs)
- Yessotoxines (YTXs)
- Pectenotoxines (PTXs)
- Spirolides (SPXs)
- Gymnodimines (GYMs)
- Pinnatoxines (PnTXs)
- Ovatoxines & Palytoxine
- Brévétoxines (BTXs)
- Cyanotoxines lipophiles (MCs, NOD)

Environ 80 analogues

Groupes de toxines lipophiles

Sur les 16 Groupes de toxines ciblés, 10 non suivis dans le cadre de la surveillance réglementaire (REPHYTOX & plan DGAL)

- Saxitoxine (STXs)
- Acide domoïque (AD)
- Tétrodotoxine (TTXs)
- Cyanotoxines hydrophiles (ATX, HATX, CYN)
- β-N-méthylamino-L-alanine & isomères (BMAAs)

Groupes de toxines hydrophiles

➡ **Après une phase de développement & validation de méthodes d'analyse en LC-MS/MS, conjointement à Ifremer & l'Anses**

Réseau EMERGTOX – depuis 2018…

Organisation générale

La mise en œuvre opérationnelle repose sur les laboratoires IFREMER et le LNR-Biotoxines /ANSES :

- **Les LERs/IFREMER sont chargés des prélèvements, de la préparation et l'expédition des broyats de coquillages,**
- **le LER de Concarneau/IFREMER assure l'analyse chimique des phycotoxines lipophiles & cyanotoxines lipophiles, et de l'acide domoïque,**
- **le laboratoire PHYC/IFREMER assure l'analyse chimique de la BMAA et ses isomères,**
- **le LNR-ANSES assure l'analyse chimique des phycotoxines hydrophiles et des cyanotoxines hydrophiles.**

Bancarisation des résultats dans Quadrige²

L'ensemble des résultats sont **stockés dans la base de données Quadrige²** par l'Ifremer : **données toxines & phytoplancton.**

➡ Résultats transmis régulièrement au COPIL, pour les suites à donner en matière de gestion et/ou de mise en place d'études de recherche en cas de mise en évidence d'un nouveau risque émergent.

Bilan EMERGTOX 2018 - 2021 / Phyco & CyanoToxines lipophiles et Acide domoïque

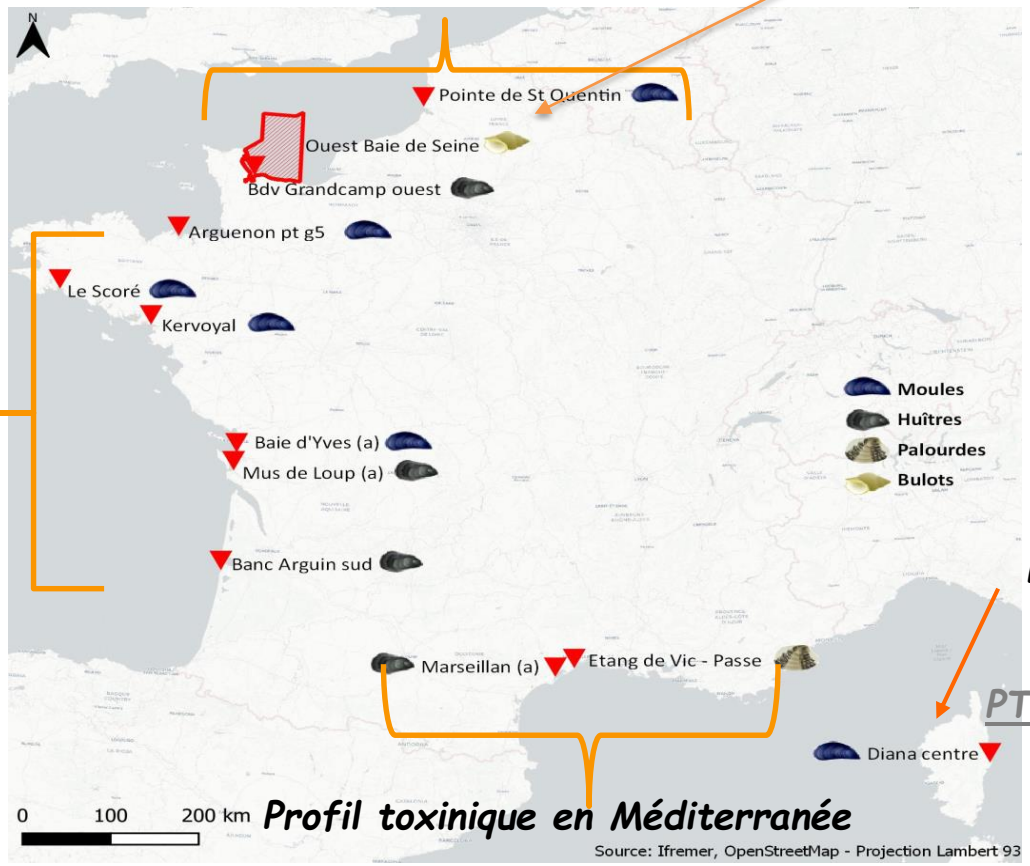
Profil toxinique en Atlantique

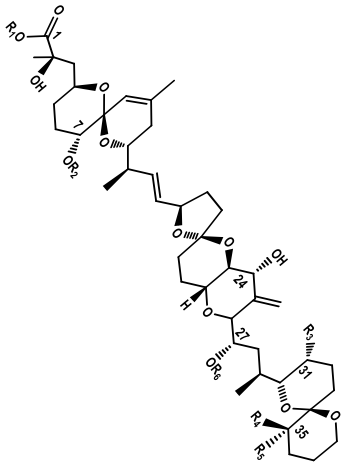
AO/DTXs, YTX, AZA, AD, & PTX, SPX, PnTX, GYM, MC,

Profil toxinique en Manche

AO/DTXs & PTXs, SPXs, MC

➢ *Aucune toxine détectée dans les bulots*





Profil toxinique en Corse

AO/DTXs, YTX, AZA, & PTX, BTX, PnTX, SPX, GYM

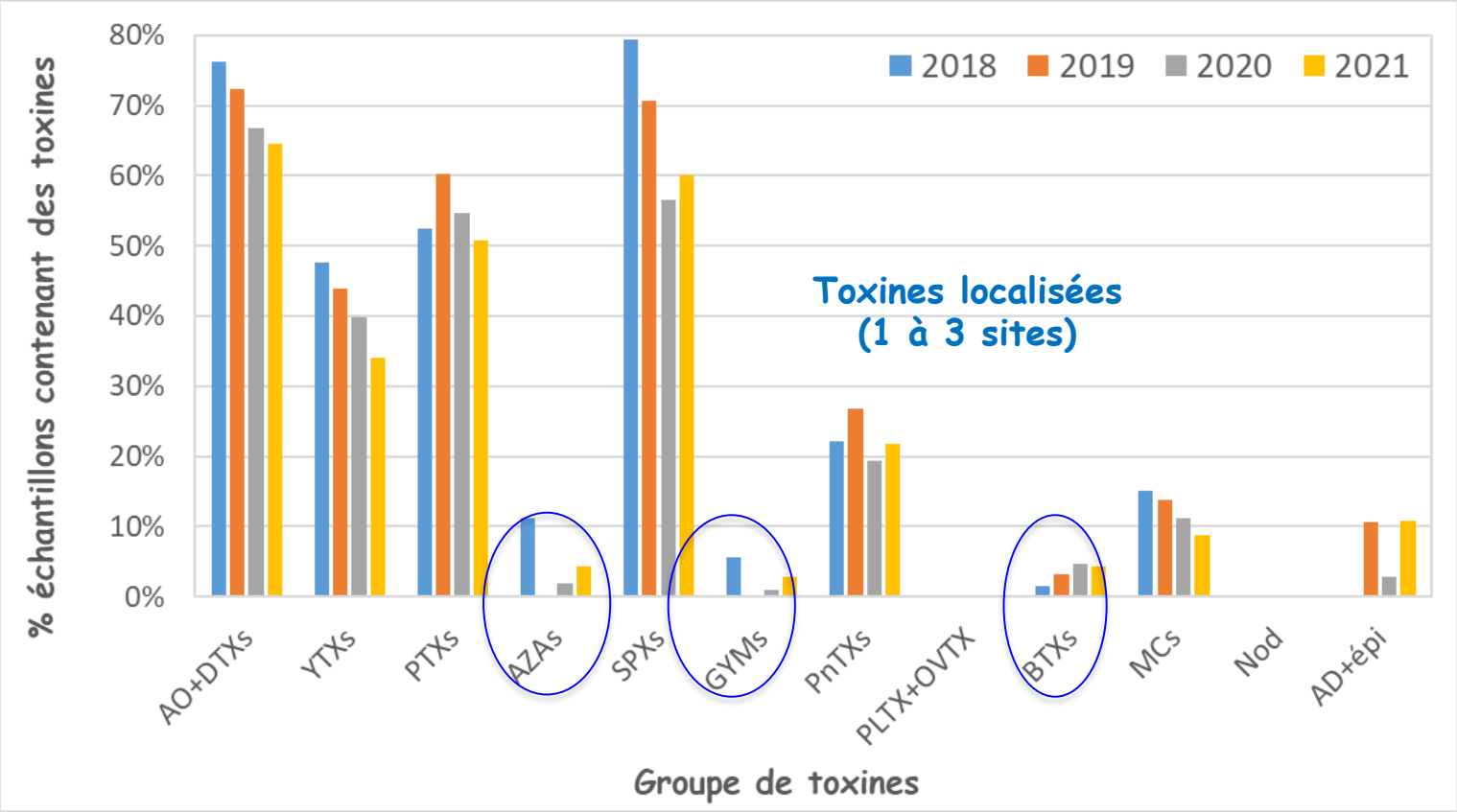
Profil toxinique en Méditerranée

AO/DTXs, AZA, AD & PTXs, PnTX

Complexité de Profils toxiniques selon les 3 façades : Manche, Atlantique & Méditerrané

➢ **Profils toxiniques lipophiles globalement similaires durant 2018 – 2021**

Bilan EMERGTOX 2018 – 2021
Phycotoxines & Cyanotoxines lipophiles et Acide domoïque



- **Légère variabilité des % d'échantillons annuels contenant les groupes de toxines durant la période 2018 – 2021**

Bilan 2019 – 2021/groupes Saxitoxine (STX), Cyanotoxines (CYN & ATX) &Tétrodotoxine (TTX)

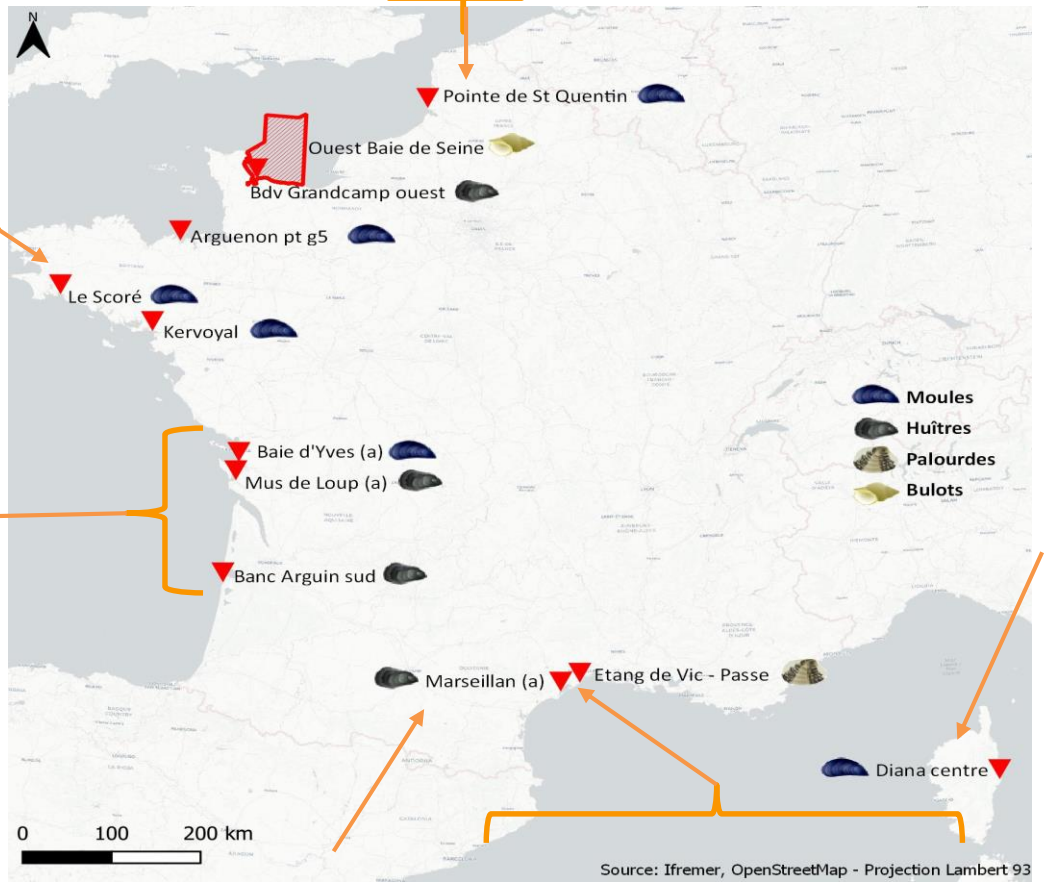
Profil toxinique en Manche

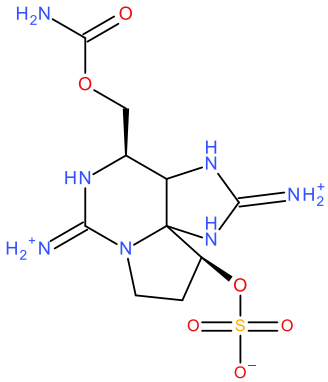
STX

Profil toxinique en Atlantique

STX, CYN, ATX

STX





Pas de détection de toxine hydrophile

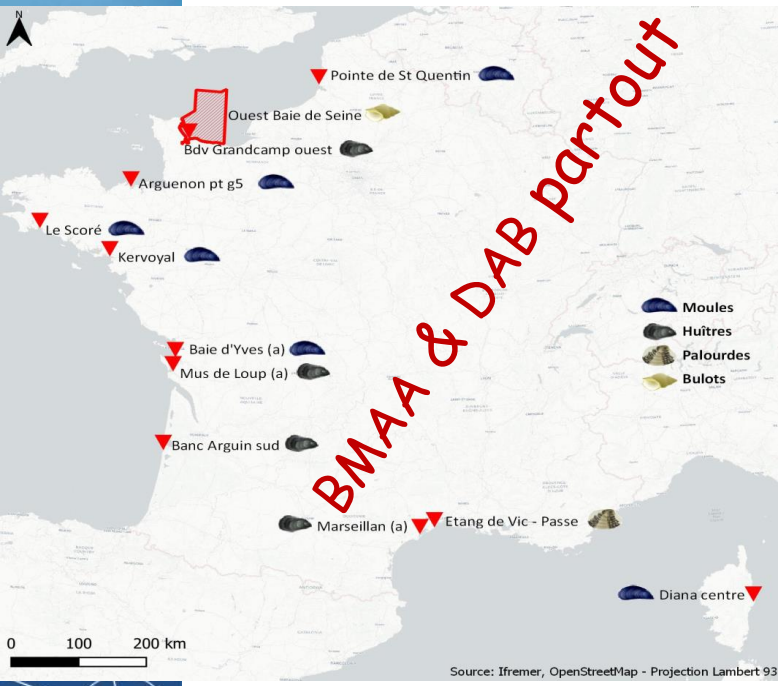
CYN

STX, ATX, CYN (Ingril)

Profil toxinique en Méditerranée

- **Présence récurrente de toxines à de faibles teneurs**

Bilan EMERGTOX 2019 – 2021 : Groupe BMAA



- **Quantification systématique**
- Résultats 2019 - 2021 sont très similaires pour quasiment tous les sites.
- Teneur maximale totale "BMAA + DAB" trouvée dans (70 à 80% de BMAA) :
  - Moules : 12 µg/kg de chair totale
  - Huîtres : 8 µg/kg de CT.
  - Palourdes : 7 µg/kg de CT
  - Bulots en baie de Seine : 4 µg/kg de C

- Absence de valeur de référence toxicologique : seuil sanitaire, valeur guide…
- Depuis la mise en place des travaux sur la BMAA (2013), détection systématique dans tous les coquillages (huîtres, moules, coquilles St Jaques, palourdes, coques…), ainsi qu'en provenance d'autres pays étrangers (Italie, Espagne…)
- Origine marine de la BMAA non prospectée et donc inconnue à ce jour !!
- **S'agit-il de composés présents naturellement dans les coquillages?**

EMERGTOX – Faits marquants & Questions posées

- Bilans EMERGTOX durant la période 2018 - 2021 sont quasi similaires

- En dehors des périodes à risque, les teneurs en toxines trouvées sont largement inférieures au seuil de sécurité sanitaire.

- 1ères détections d'analogues du groupe STX aux niveaux de certains sites en Manche, en Atlantique et en Méditerranée.

- Ingril = profil toxinique des coquillages très complexe, présence pratiquement de l'ensemble des différents groupes de toxines recherchés, et dont l'origine est inconnue : *AO/DTXs*, *YTXs*, *PTXs*, *SPX*, *PnTX*, *GTX-2,-3*, *GTX-1*, *ATX*, *CYN*, *BMAA & DAB*.

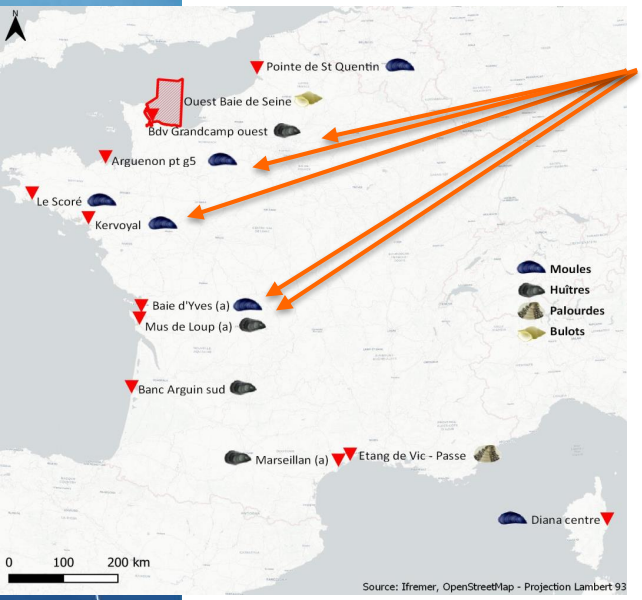
- **Présence récurrente du groupe Saxitoxine (GTX-2, GTX-3, GTX-1, GTX-4 & STX) à Arguin en hiver dont l'origine est inconnue (hors période à risque de prolifération algale)**

  - Phénomène déjà observé depuis les années 2000. Suite à de tests PSP positifs, mise en place d'une surveillance systématique durant l'hiver entre 2003 et 2008

  - Projet «CENTAURE» en cours à IFREMER pour la recherche d'espèce productrice potentielle de toxines du groupe STX (LER-BO, LER-AR, PHYTOX).

EMERGTOX – Faits marquants & Questions posées

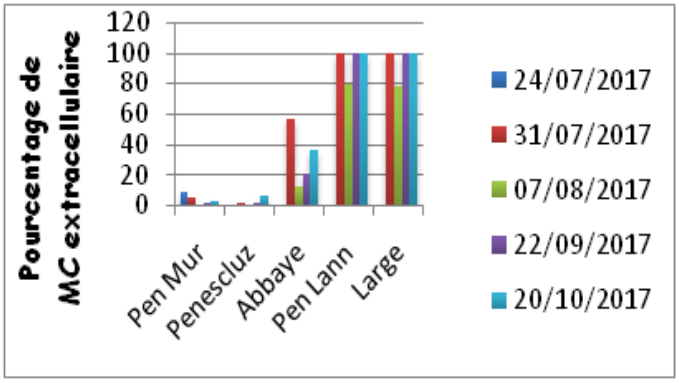
Mise en evidence des Cyanotoxines lipophiles (Microcystines) d'eau douce dans les coquillages marins

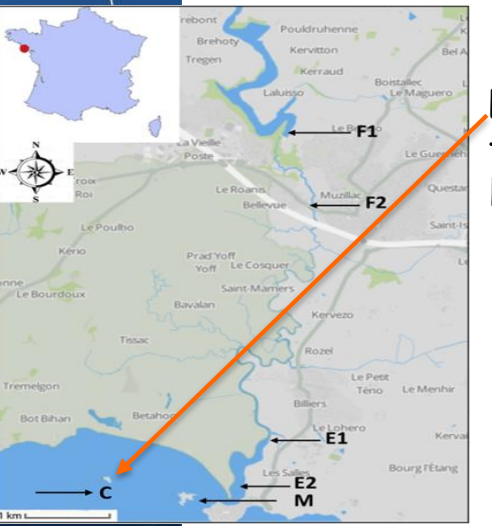


- **Présence de MCs durant l'été ou l'hiver** dans les coquillages en Manche, La Vilaine, Charente Maritime.

- **Origine ?**

  - **Pendant l'été** : transfert le long de continuum eau douce / eau de mer (déjà démontré pour le point Kervoyal *(Bormans, …Amzil, 2020 ; Lance,… Amzil, 2021)*



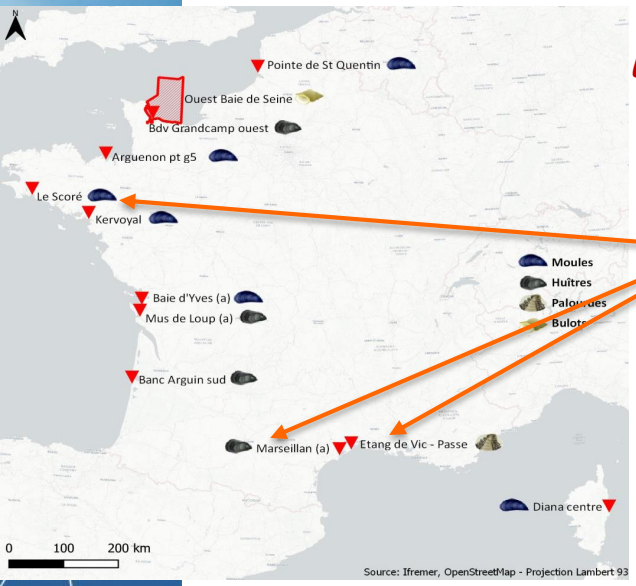


Kervoyal (moules, point C) : transfert de MCs le long de la rivière de St Eloi.

  - **In situ** : augmentation de la concentration des MCs dissoutes avec un gradient de salinité & **accumulation dans les bivalves marins.**

  - **Pendant l'automne/hiver : origine inconnue? Sédiment?** *(Bormans,…Amzil, 2020)*

EMERGTOX – Faits marquants & Questions posées



Mise en evidence des Cyanotoxines hydrophiles (CYN, ATX) d'eau douce dans les coquillages marins

- ❑ Présence des CYN & ATX durant l'été ou l'hiver dans les coquillages à Ingril, Marseillan et Le Scoré.
- ➢ **Origine non prospectée et donc inconnue à ce jour?**

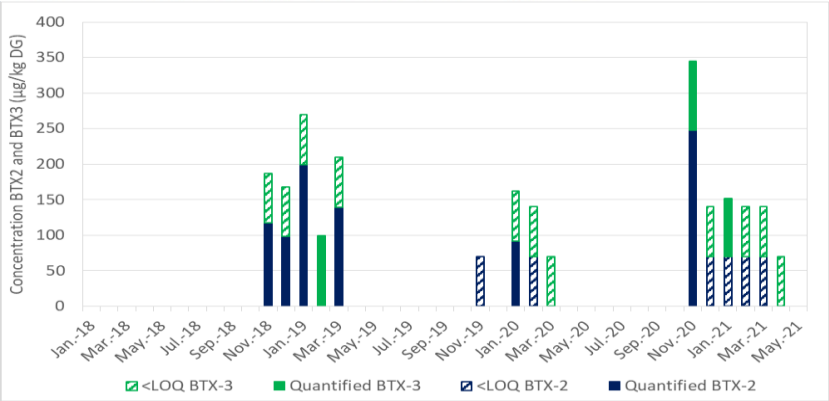
Mise en évidence des Brévétoxines pour la 1ère fois France et en Europe

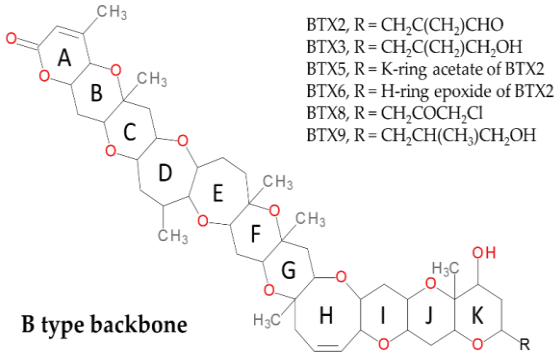
marine drugs MDPI

Article

Monitoring the Emergence of Algal Toxins in Shellfish: First Report on Detection of Brevetoxins in French Mediterranean Mussels

Zouher Amzil [1,*], Amélie Derrien [2], Aouregan Terre Terrillon [2], Audrey Duval [2], Coralie Connes [3], Françoise Marco-Miralles [4], Elisabeth Nézan [5] and Kenneth Neil Mertens [2]





- ✓ BTXs non réglementées en Europe.
- ✓ Réglementation aux États-Unis, le Mexique et la Nouvelle Zélande.

Amzil et al., 2021 ; Arnich et al., 2021 ; Hort et al., 2022

EMERGTOX – Faits marquants & Questions posées

Relation entre la présence de microlagues toxiques et la présence des toxines dans les coquillages

Pas de concordance entre les observations au microscope des microalgues toxiques et la présence des toxines dans les mollusques. Peut s'expliquer par :

- *les prélèvements d'eau réalisés en surface ne sont pas représentatifs de la présence du phytoplancton dans la colonne d'eau ;*
- *ces prélèvements correspondent à une observation ponctuelle dans le mois alors que les mollusques se nourrissent en continu d'eau de mer pouvant contenir des microalgues toxiques en très faible quantité qui ne seraient pas observées lors du prélèvement ponctuel d'eau.*

➢ En lien avec REPHY, mettre en place :

i) une technique de prélèvement du phytoplancton permettant d'intégrer la colonne d'eau ;

ii) une méthode d'identification des microalgues toxiques ciblées en utilisant les outils de la biologie moléculaire.

Réseau EMERGTOX - Etudes en cours 2022 & 2023

Développement & Mise en place d'une interface web (R-Shiny) pour l'exploitation et la diffusion des résultats EMERGTOX

IFREMER, ANSES & DGAL

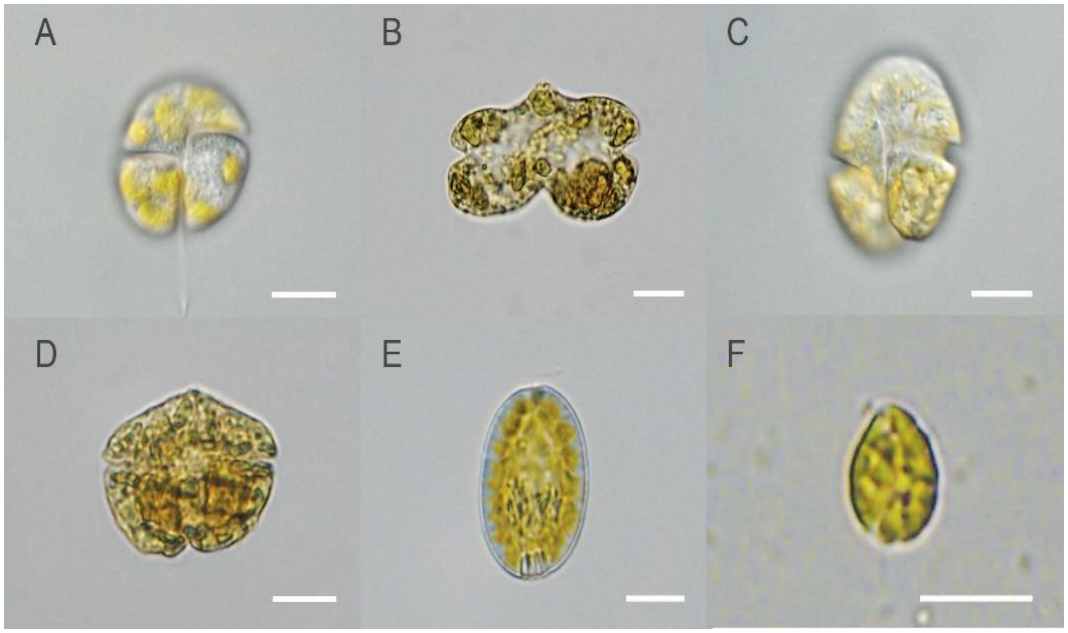
- **Visualiser plus finement les évolutions des analogues de toxines présents sur le littoral français métropolitain, pour mieux définir les besoins de recherche et d'évaluation du risque et mieux y répondre.**

- **Visualisation automatique des résultats dans l'application sous forme de graphiques et/ou de tableaux.**

- **Simplifier la lecture et l'interprétation des données à des fins de vigilance / Tendance temporelle**

- **Mieux remplir les objectifs de protection du consommateur.**

Depuis 2018, mise en évidence des brévétoxines (BTX) dans les moules en Corse / 1ère fois en Europe



Producteurs potentiels de BTX observés dans la lagune de Diana : *Karenia mikimotoi, K. papilionacea, K. longicanalis, Fibrocapsa japonica* et *Heterosigma* *(Amzil et al., 2021)*

- **Investigations supplémentaires sont nécessaires pour identifier l'origine de ces toxines.**

Projet BREVETOX / 2022 – 2023

LER-PAC, LER-BO, PHYTOX / Financement Ifremer

En partenariat avec les acteurs locaux (professionnels, services de l'Etat…)

Objectif : identifier l'(es) espèce(s) de microalgues productrices de Brévétoxines (BTX) en Corse

1. Échantillonnage du plancton et sédiment dans la lagune de Diane durant la période à risque automne - hiver;

2. Recherche des BTXs par LC-MS/MS dans des échantillons planctoniques prélevés au filet *in situ* en cas de détection des BTXs dans les coquillages;

3. Réalisation des cultures à partir des cellules isolées et des kystes prélevés in situ;

4. Identification morpho-moléculaire & détermination du profil toxinique des souches de microalgues isolées et mises en culture.

(responsable scientifique : Kenneth Mertens, IFREMER/LER-BO)

EMERGTOX - Actions 2022 – 2023

BREVETOX-2 (1/2)

Brévétoxines (BTXs) : couplage d'approches analytiques pour évaluer l'état de la contamination des coquillages du réseau EMERGTOX

(PHYTOX, LER-BO) / Financement DGAL & IFREMER

- *Ce projet s'inscrit dans le cadre des recommandations du GT – BTXs de l'ANSES suite à la saisine n° 2020-SA-0165 de la DGAL et la DGS (Avis ANSES 2021).*

- Teneur maximale en BTXs trouvée dans les moules de Corse en 2020 : **344 µg/kg GD, soit l'équivalent à 57 µg/kg de chair totale** (Amzil et al., 2021).

- Sous-estimation possible de la teneur totale en BTXs puisque seules deux métabolites (BTX-2, BTX-3) sont recherchés par la méthode multitoxines LC-MS/MS.

- L'utilisation de test ELISA, sur des échantillons 2020, ont montré une teneur plus élevée que celle trouvée par la méthode multitoxine.

- Ce qui supposerait la présence d'autres analogues BTXs que les BTX-2 et BTX-3.

EMERGTOX - Actions 2022 - 2023

BREVETOX-2 (2/2)

- Développement d'une méthode d'analyse ciblée LC-MS/MS spécifique aux BTXs.

- Mise en place du test ELISA pour la détection des BTXs.

- Criblage par les deux approches les échantillons :

✓ de moules Corse contaminées en BTXs et non contaminées durant 2018 – 2022;

✓ d'autres matrices de mollusques (moules, huîtres, palourdes, bulots) en provenance d'autres sites EMERGTOX, afin de cerner l'effet matrice.

- Sélectionner les échantillons ayant montré une concentration plus élevée en BTXs avec le test ELISA, en vue d'une analyse non ciblée.

- Analyse non ciblée utilisant la spectrométrie de masse haute résolution (LC/HRMS) afin d'acquérir des données spectrales et tenter d'identifier les analogues BTXs non détectés par l'analyse ciblée et qui expliqueraient les concentrations élevées obtenues par le test ELISA.

Equipes impliquées dans EMERGTOX

LER-BL
Camille Blondel
Fabien Lebon

LER-N
Lucie Dechamps
Sylvaine Françoise

LER-BN
Aurélie Legendre
Aurore Lejolivet
Françoise Dagault
Guillaume Montagne

LER-BO
Amélie Derrien, (suppléante coordination EMERGTOX)
Aouregan Terre-Terrillon
Audrey Duval

LER-MPL
Michael Retho
Raoul Gabellec
Soazig Manach

LER-PC
Aude Piraud
James Grizon
Jean-Luc Seugnet
Aurore Gueux
Jonathan Debordes

LER-AR
Claire Meteigner
Myriam Rumebe

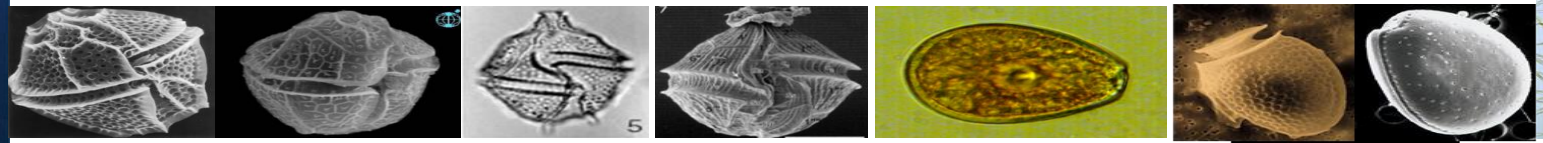
LER-LR
Elise Caillard
Ophélie Serais

LER-PAC
Coralie Connes
Françoise Marco Miralles
Fabienne Chavanon

PHYC
Véronique Savar
Korian Lhaute
Zouher Amzil

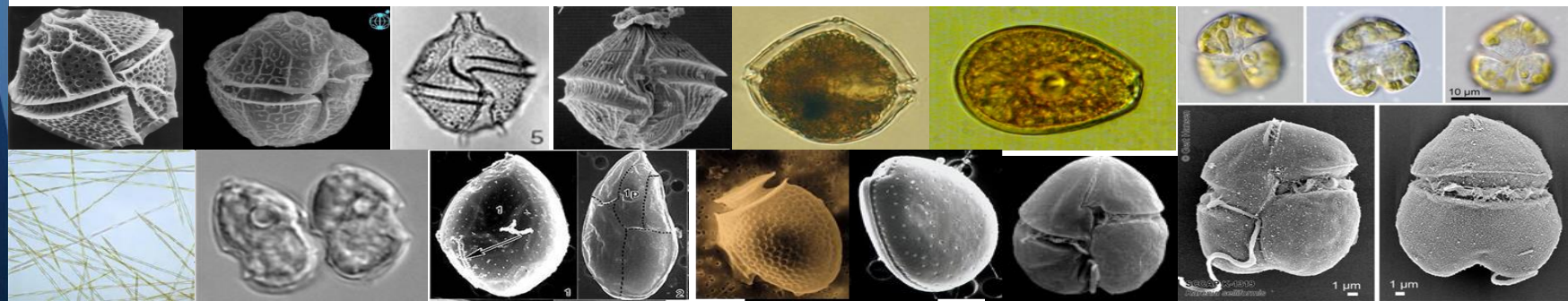
Coordination REPHY/REPHYTOX
Nadine Neaud-Masson

LNR-ANSES
Caroline Desbourdes
Thomas Bertin
Vincent Hot
Marina Nicolas



Merci pour votre attention

Des questions?



Projet OSS 64 : *OStreopsis* Surveillance sur la côte basque

Porteur : GIS Littoral Basque
Partenaires Ifremer : LERAR, LERBO, PHYSALG, Pelagos
Partenaires extérieurs : Com. Agglom. Pays Basque, Rivages Pro Tech
Financeurs : CAPB, AEAG, ARS, RPT, Ifremer

OSS 64 : contexte & objectifs

Contexte :

- **Première alerte en septembre 2020**, remonté (tardive) de quelques cas et confirmation de la présence d'*Ostreopsis* spp. dans les eaux de baignades
  - https://archimer.ifremer.fr/doc/00664/77658/79704.pdf
- **Août 2021** explosion du nombre de cas (>1500 cas, 2 hospitalisations) dont 674 seront analysés par le CAP Bordeaux. Les symptômes (douleur oropharyngée, rhinite aigue, toux, gêne respiratoire, fièvre, maux de tête, irruptions cutanée) surviennent en moins de 6h et durent en moyenne 3 à 7 jours selon le type d'exposition.
  - **3/08 : eau 500 000 cell. /L** et macroalgues 800 000 cell. / g FW
  - Identification moléculaire de *O.* cf *siamensis* (sp 9) et pour la **première fois d'*O. ovata* (LERBO) ainsi que détection des ovatoxines a et b dans l'eau (PHYTOX)**
  - https://archimer.ifremer.fr/doc/00786/89840/ => *Marine drugs 2022*

Objectifs :

- Comprendre la dynamique d'*Ostreopsis* spp. dans les eaux de baignades
- Initier des techniques de biologie moléculaire permettant une identification et une quantification fiables et rapides d'*O*. cf. *siamensis* et *O.* cf. *ovata*
- Evaluer la corrélation de la présence d'*Ostreopsis* spp. sur le littoral basque avec les conditions hydroclimatiques

OSS 64 : contexte & objectifs

Contexte :

- **Première alerte en septembre 2020**, re
présence d'*Ostreopsis* spp. dans les eau
  - https://archimer.ifremer.fr/doc/0
- **Août 2021** explosion du nombre de
analysés par le CAP Bordeaux. Les syr
gêne respiratoire, fièvre, maux de tête
durent en moyenne 3 à 7 jours selon le
  - **3/08 : eau 500 000 cell. /L** et ma
  - Identification moléculaire de *O.* (
(LERBO) ainsi que détection des
  - https://archimer.ifremer.fr/doc/0

marine drugs MDPI

Article

First Characterization of *Ostreopsis* cf. *ovata* (Dinophyceae) and Detection of Ovatoxins during a Multispecific and Toxic *Ostreopsis* Bloom on French Atlantic Coast

Nicolas Chomérat [1,*], Elvire Antajan [2], Isabelle Auby [2], Gwenael Bilien [1], Liliane Carpentier [3], Marie-Noëlle de Casamajor [4], Florian Ganthy [2], Fabienne Hervé [3], Magali Labadie [5], Claire Méteigner [2], Camille Paradis [5], Myriam Perrière-Rumèbe [2], Florence Sanchez [4], Véronique Séchet [3] and Zouher Amzil [3,*]

1 Ifremer, LITTORAL, 29900 Concarneau, France; gwenael.bilien@ifremer.fr
2 Ifremer, LITTORAL, 33120 Arcachon, France; elvire.antajan@ifremer.fr (E.A.); isabelle.auby@ifremer.fr (I.A.); florian.ganthy@ifremer.fr (F.G.); claire.meteigner@ifremer.fr (C.M.); myriam.rumebe@ifremer.fr (M.P.-R.)
3 Ifremer, PHYTOX, 44000 Nantes, France; liliane.carpentier@ifremer.fr (L.C.); fabienne.herve@ifremer.fr (F.H.); veronique.sechet@ifremer.fr (V.S.)
4 Ifremer, LITTORAL, 64600 Anglet, France; marie.noelle.de.casamajor@ifremer.fr (M.-N.d.C.); florence.sanchez@ifremer.fr (F.S.)
5 Centre Anti-Poison et Toxicovigilance, CHU de Bordeaux, 33076 Bordeaux, France; magali.labadie@chu-bordeaux.fr (M.L.); camille.paradis@chu-bordeaux.fr (C.P.)
* Correspondence: nicolas.chomerat@ifremer.fr (N.C.); zouher.amzil@ifremer.fr (Z.A.); Tel.: +33-2-98-10-42-80 (N.C.); +33-2-40-37-40-69 (Z.A.)

check for updates

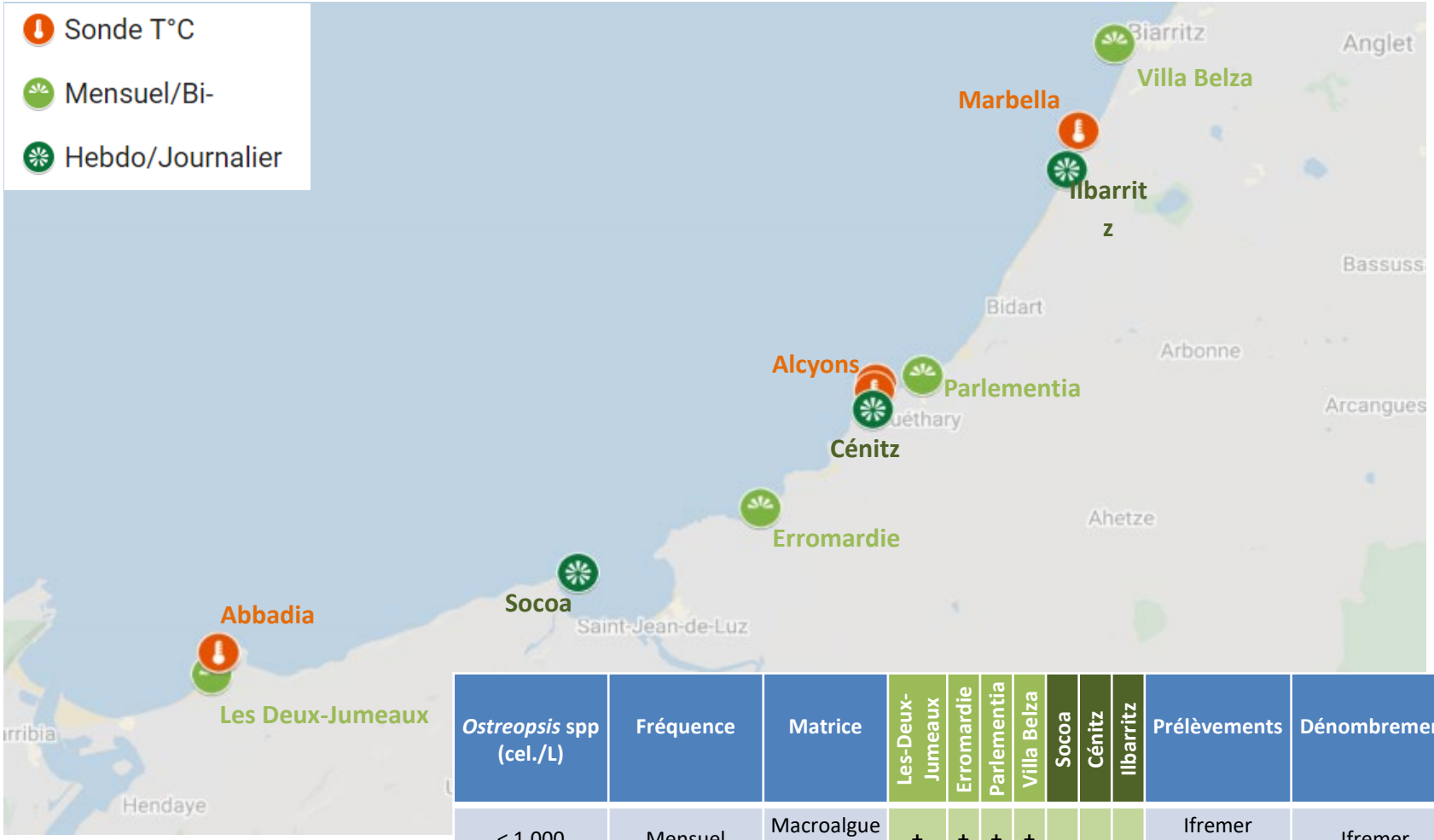
Citation: Chomérat, N.; Antajan, E.; Auby, I.; Bilien, G.; Carpentier, L.; Casamajor, M.-N.d.; Ganthy, F.; Hervé, F.; Labadie, M.; Méteigner, C.; et al. First Characterization of *Ostreopsis* cf. *ovata* (Dinophyceae) and Detection of Ovatoxins during a Multispecific and Toxic *Ostreopsis*

Abstract: Blooms of the benthic toxic dinoflagellate genus *Ostreopsis* have been recorded more frequently during the last two decades, particularly in warm temperate areas such as the Mediterranean Sea. The proliferation of *Ostreopsis* species may cause deleterious effects on ecosystems and can impact human health through skin contact or aerosol inhalation. In the eastern Atlantic Ocean, the toxic *O.* cf. *ovata* has not yet been reported to the north of Portugal, and the only species present further north was *O.* cf. *siamensis*, for which the toxic risk is considered low. During summer blooms of unidentified *Ostreopsis* species on the French Basque coast (Atlantic) in 2020 and 2021, people suffered from irritations and respiratory disorders, and the number of analyzed cases reached 674 in 2021. In order to investigate the causes, sampling was carried out during summer 2021 to (i) taxonomically

Objectifs :

- Comprendre la dynamique d'*Ostreopsis* spp. dans les eaux de baignades
- Initier des techniques de biologie moléculaire permettant une identification et une quantification fiables et rapides d'*O.* cf. *siamensis* et *O.* cf. *ovata*
- Evaluer la corrélation de la présence d'*Ostreopsis* spp. sur le littoral basque avec les conditions hydroclimatiques

Tâche 1 : Suivi *Ostreopsis* 2022 - sites et fréquences

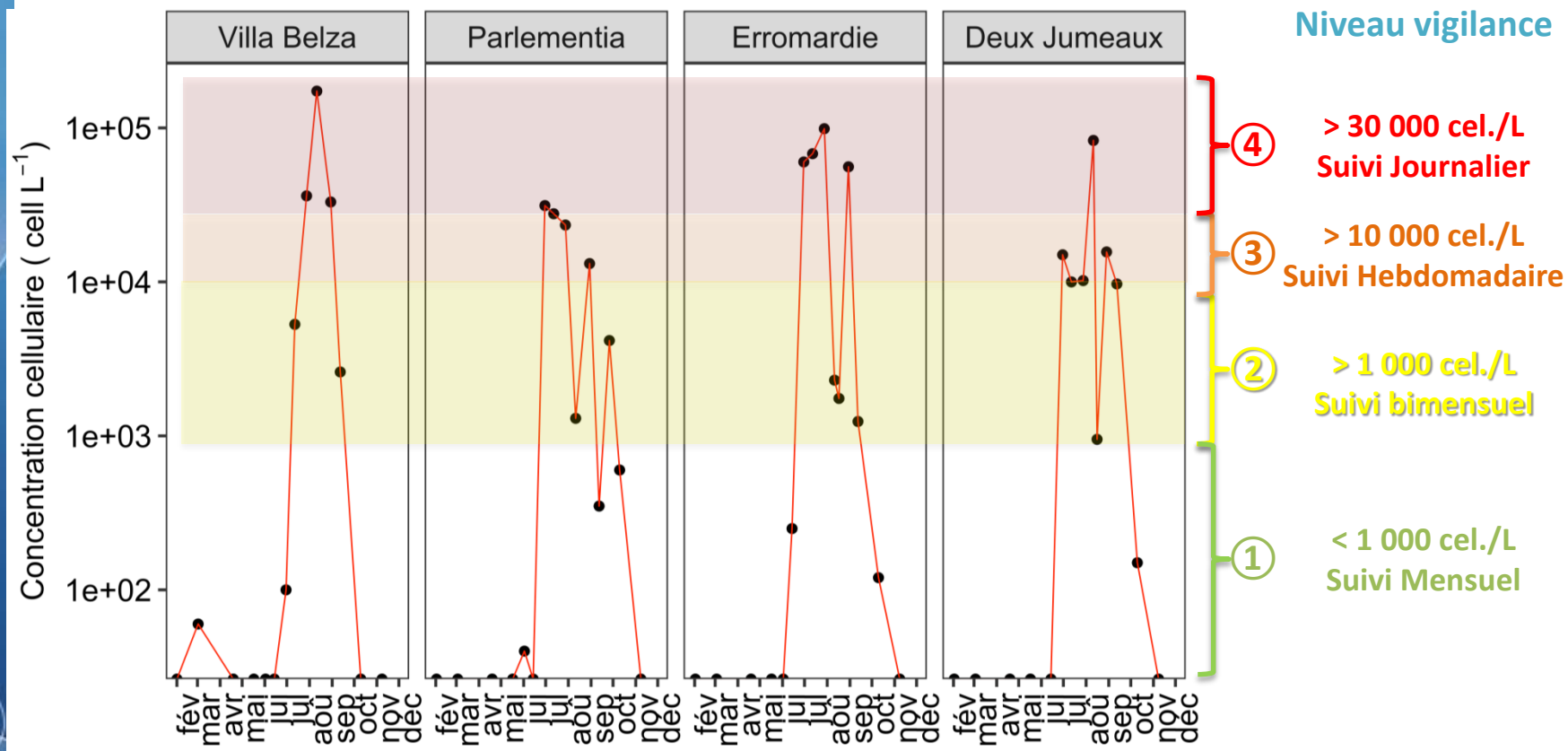


Ostreopsis spp (cel./L)	Fréquence	Matrice	Les-Deux-Jumeaux	Erromardie	Parlementia	Villa Belza	Socoa	Cénitz	Ilbarritz	Prélèvements	Dénombrement
< 1 000	Mensuel	Macroalgue + eau	+	+	+	+				Ifremer CAPB/RPT	Ifremer
> 1 000	Bimensuel	Macroalgue + eau	+	+	+	+				Ifremer CAPB/RPT	Ifremer
> 10 000 ou >1 000 + ☹	Hebdomadaire	Eau	+	+	+	+	+	+	+	RPT	RPT
> 30 000 ou >10 000 + ☹	Journalier	Eau	+	+	+	+	+	+	+	RPT	RPT

Prélèvements mensuels/bimensuels lors des **marées de vives eaux**

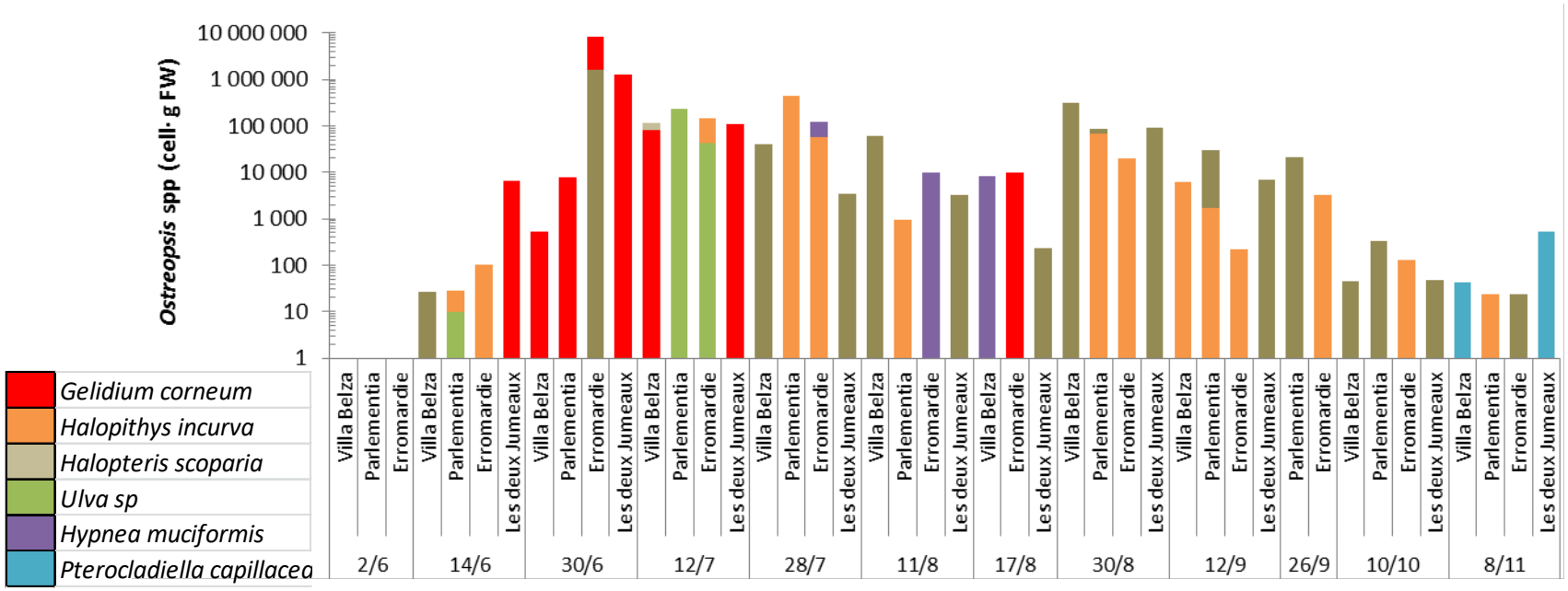
RPT = Rivage Pro Tech
☹ = signalements par CAP/ARS

Tâche 1 : Suivi *Ostreopsis* 2022 - résultats dans l'eau



- Pas voire peu d'observations dans l'eau jusqu'en mai.
- Mi-juin uniquement à Erromardie (250 cel./L), mais présence d'*Ostreopsis* spp. sur toutes les macroalgues aux 4 sites et quelques cas sanitaires sont signalés (écoles de surf).
- Fin juin, prolifération très importante partout, le seuil de vigilance passe au niveau 3 voire 4 de juillet à août ! Les MNS et les surfeurs sont les plus touchés par les symptômes.
- Septembre passage au seuil de vigilance ②, puis ① en octobre. Pas d'*Ostreopsis* d'en l'eau en novembre, mais encore un peu sur les macroalgues

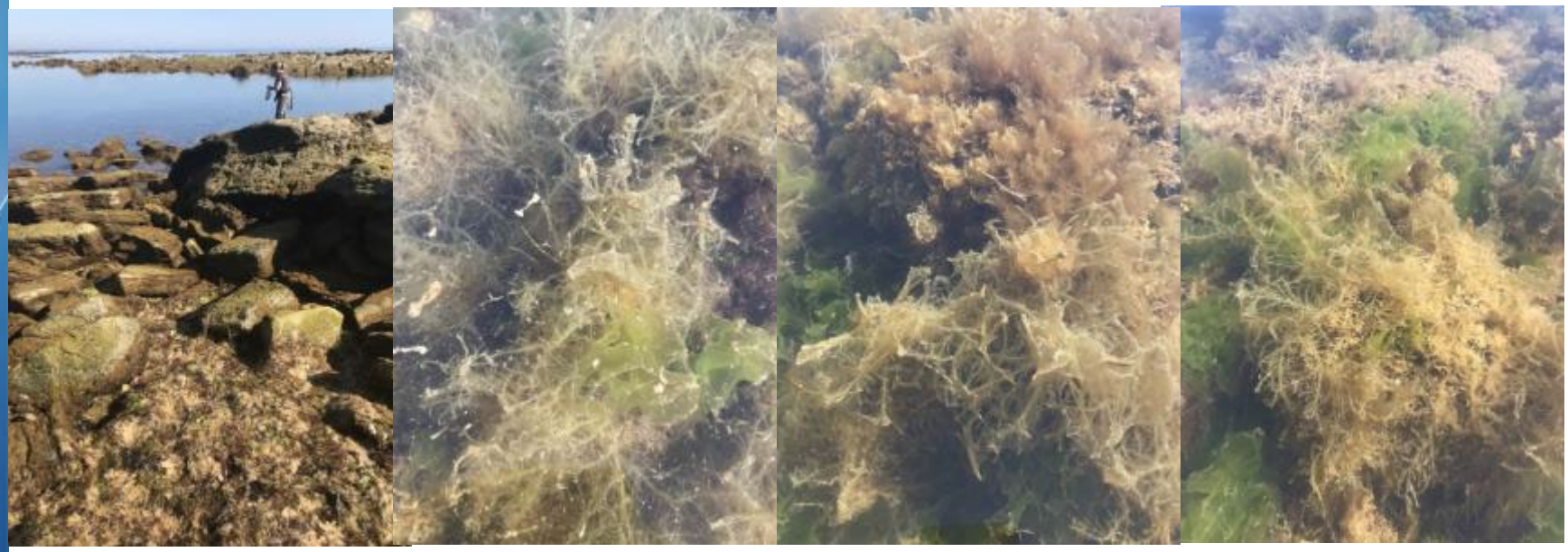
Tâche 1 : Suivi *Ostreopsis* 2022 – résultats sur les macroalgues



- Le suivi des macroalgues permet de bien anticiper le début de l'observation d'*Ostreopsis* dans les eaux de baignade, même si la fenêtre est courte (15 jours).
- Prolifération très rapide sur les macroalgues avec un maximum observé dès le 30/06 **=> 8,26 .10^{6} cel./g PF de *Gelidium* à Erromardie** !
- Les abondances sont restées importantes tout le mois de juillet (> 30 000 cel./gPF), probablement du fait de conditions hydrodynamiques très calmes (pas de vent, pas houle).
- Abondances d'*Ostreopsis* différentes selon les espèces de macroalgue !
- Développement de filaments et d'un voile muqueux sur les macroalgues = > forte mortalité des macroalgues.

Tâche 1 : Suivi *Ostreopsis* 2022 – mortalité des macroalgues

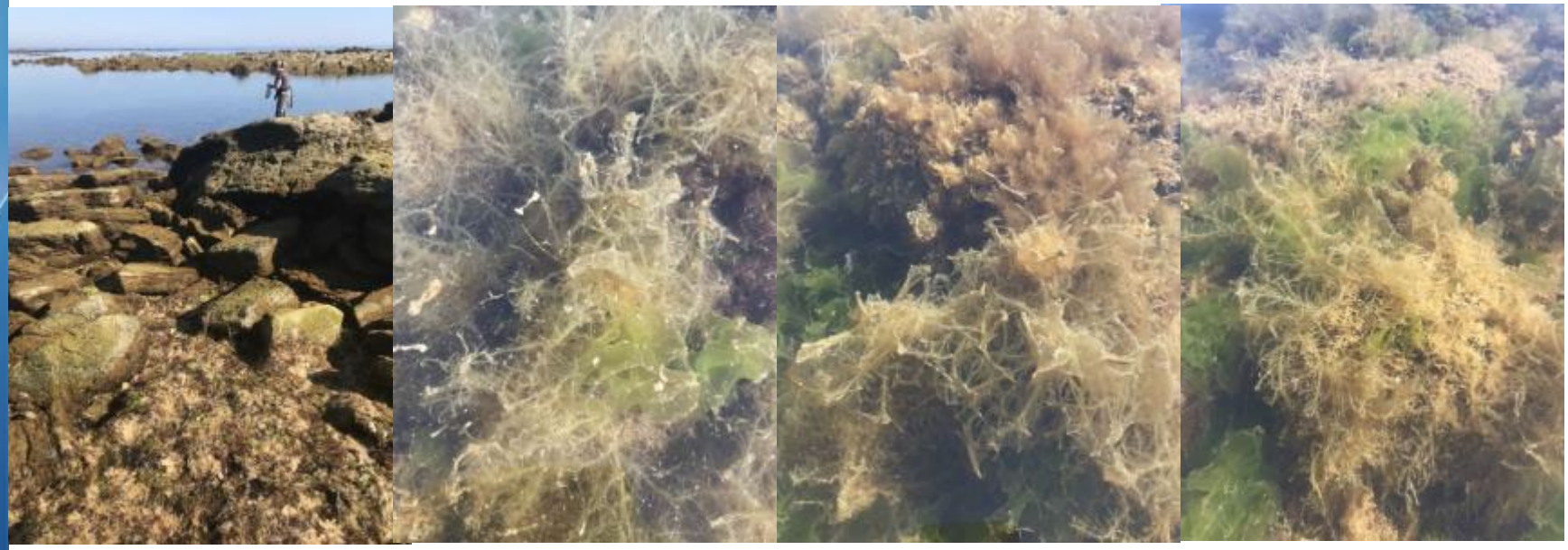
Erromardie 12/07 : forte mortalité du *Gelidium corneum*, présence d'*Ulves*



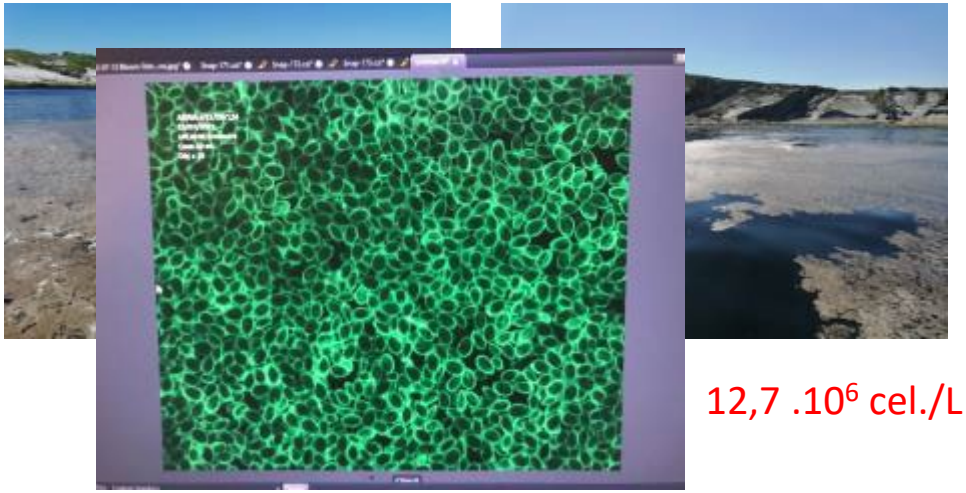
Urrugne 13/07 : Observation d'une nappe en surface au large des plages de Saint-Jean-de-Luz

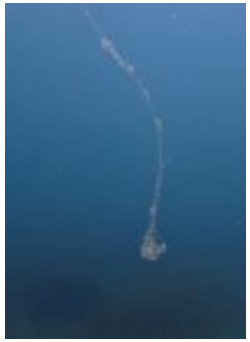
Tâche 1 : Suivi *Ostreopsis* 2022 – mortalité des macroalgues

Erromardie 12/07 : forte mortalité du *Gelidium corneum*, présence d'*Ulves*



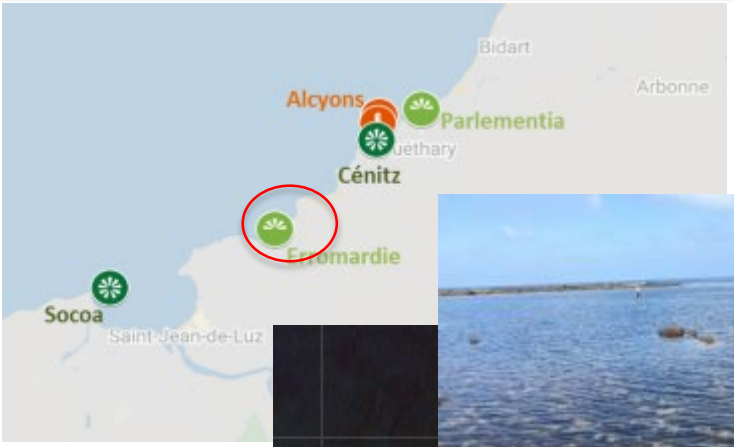
Urrugne 13/07 : Observation d'une nappe en surface au large des plages de Saint-Jean-de-Luz

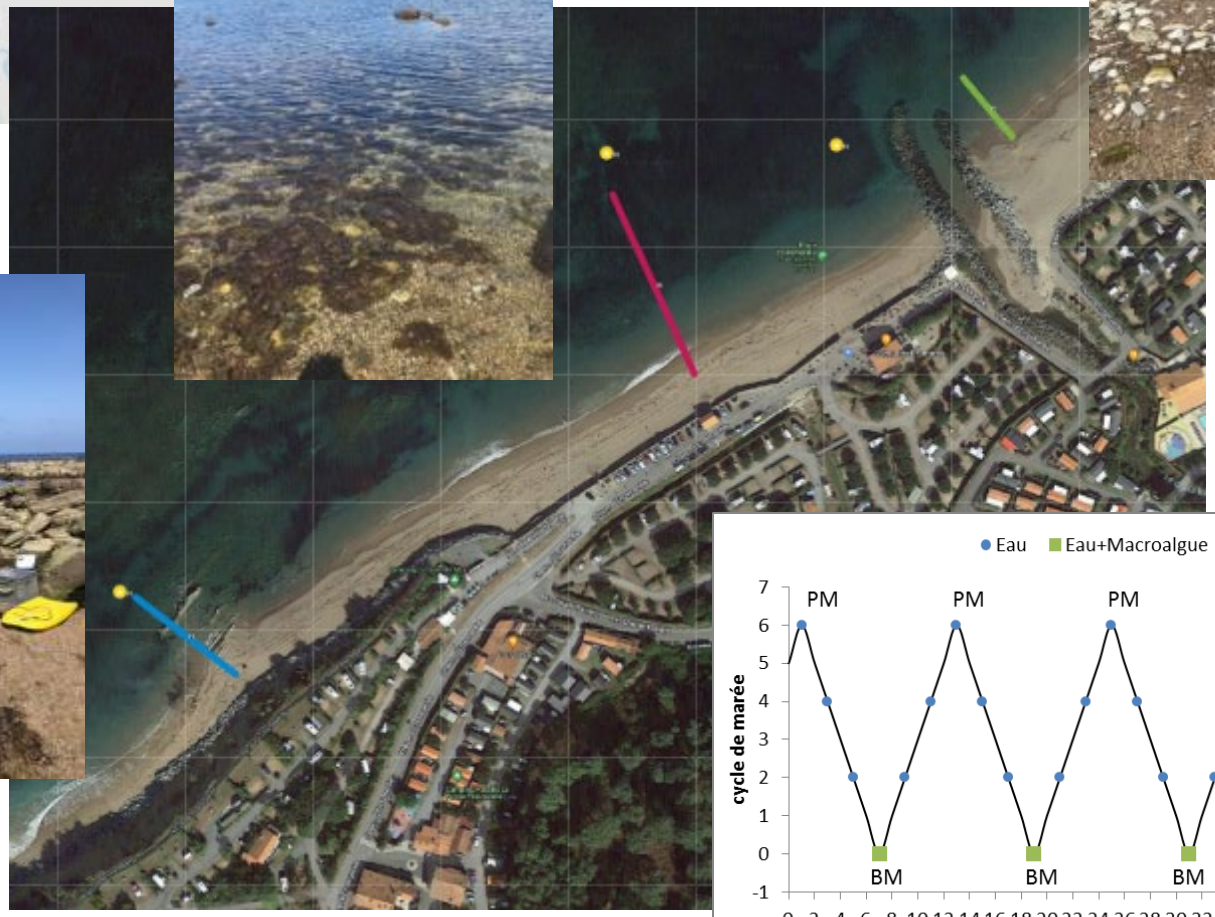


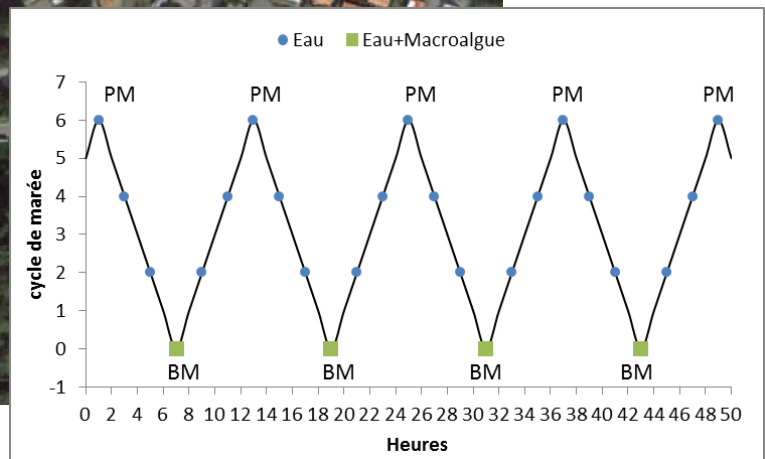


12,7 .10^6 cel./L un record !

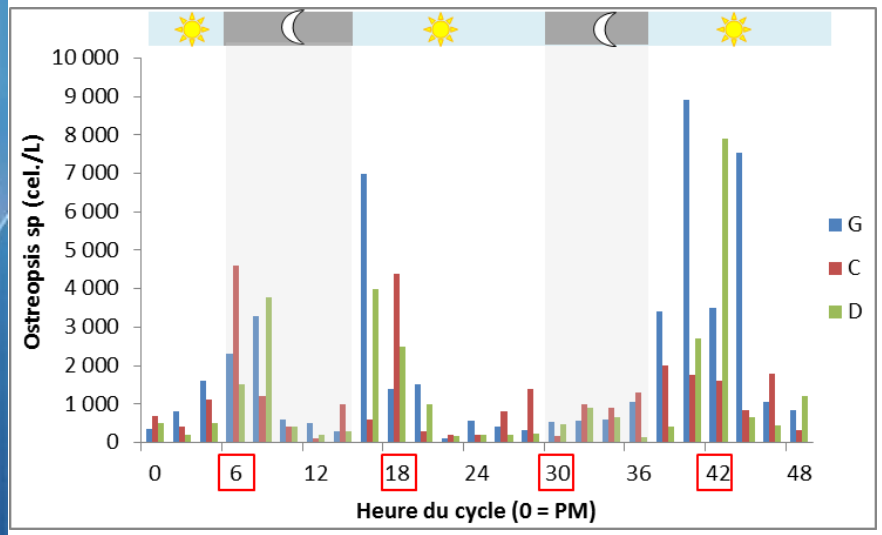
Tâche 3 : Suivi *Ostreopsis* durant 48 heures à Erromardie

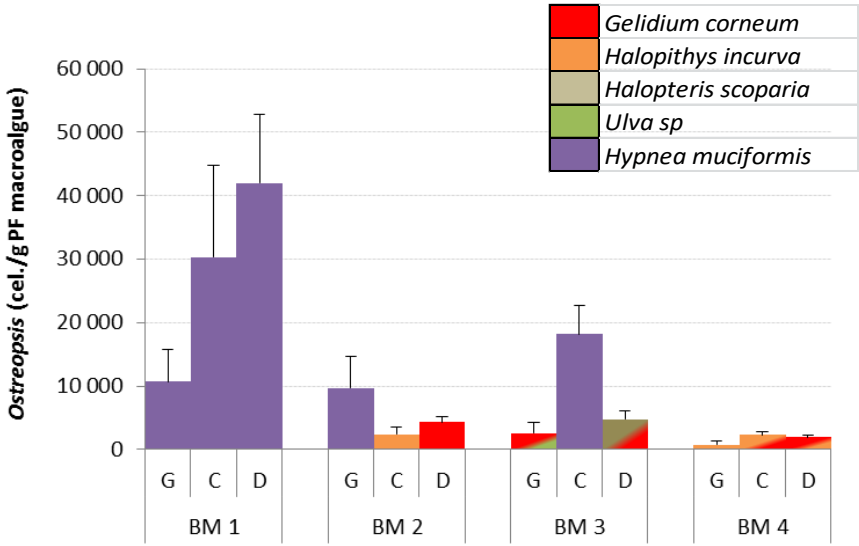






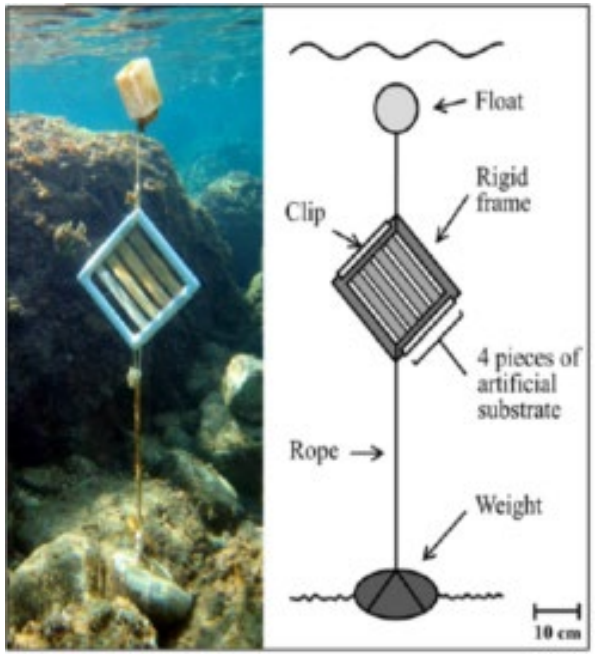
Tâche 3 : Suivi Ostreopsis durant 48 heures

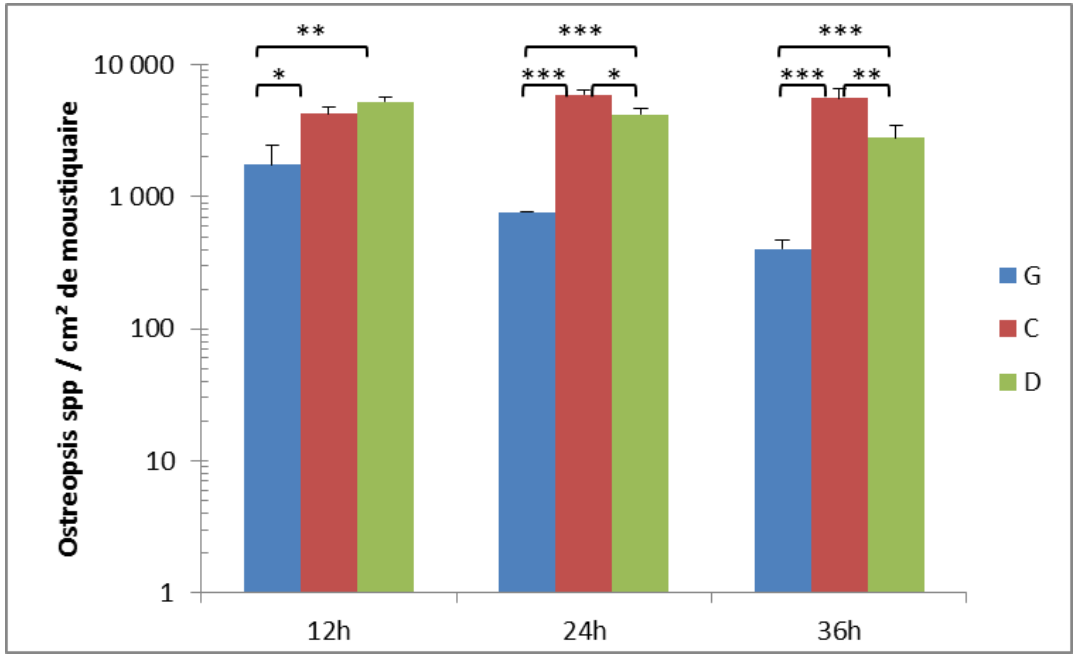




- Concentration d'*Ostreopsis* dans l'eau plus faibles à PM
- Concentration d'*Ostreopsis* plus importantes à BM +/- 2h, mais pas toujours => effet du rythme nycthéméral ? effet baisse oxygène dissous?
- Concentrations dans l'eau et sur les macroalgues parfois très différentes selon l'emplacement sur la plage
- *Hypnea muciformis* présente toujours de plus fortes abondances d'*Ostreopsis* que les autres macroalgues
- Difficulté pour collecter toujours la ou les mêmes espèces de macroalgues pour le suivi

Tâche 3 : Suivi *Ostreopsis* durant 48 heures



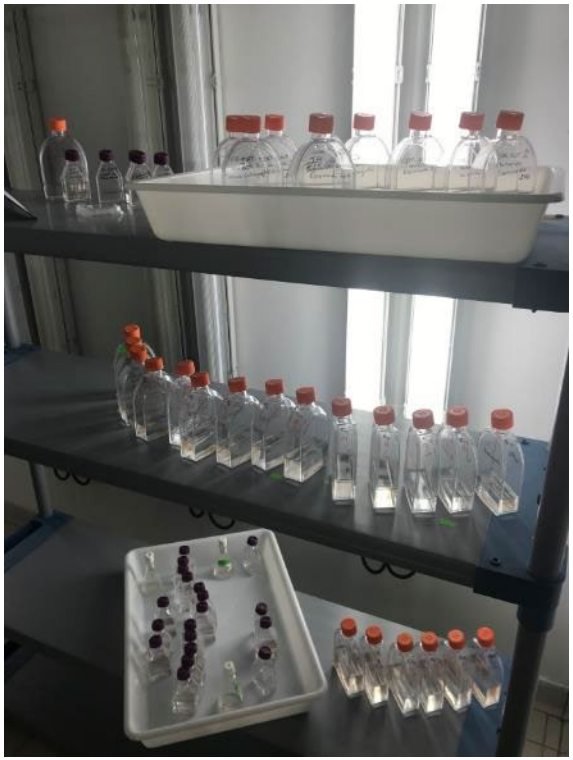


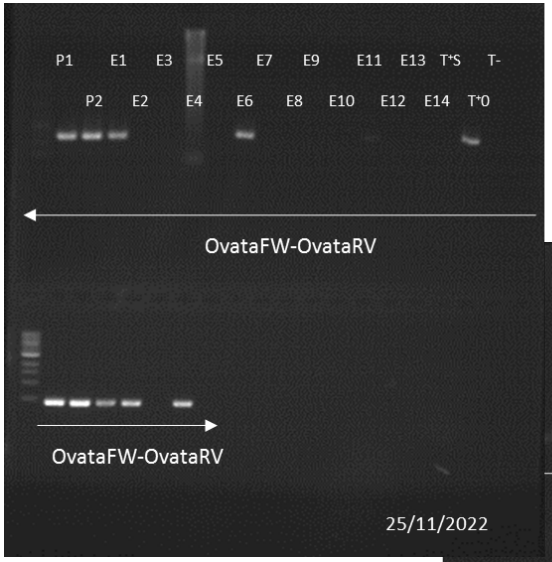
- Moins de variabilité entre des triplicas de moustiquaires que des triplicas de macroalgues
- Différences significatives d'abondance entre les trois points suivi sur la plage d'Erromardie
- A priori, 12 h de mouillage suffisent pour assurer un suivi
- Le support artificiel, donne des résultats cohérents entre les réplicas, permet de comparer plusieurs sites entre eux (pas dépendant de l'espèce de macroalgue) et permet d'intégrer le cycle de marée et le cycle nycthéméral.

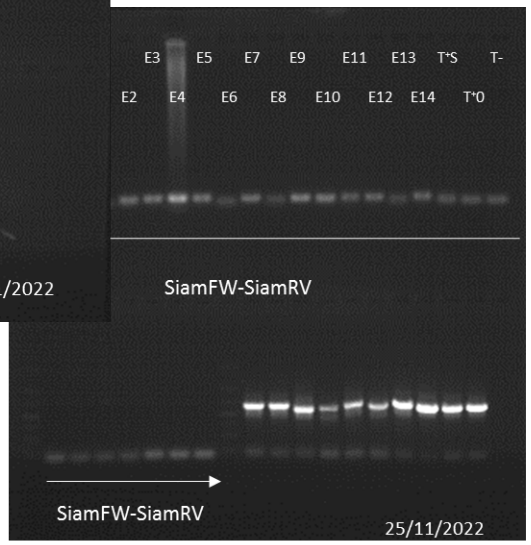
Tâche 3 – isolation et mise en culture

23 cultures d'*Ostreopsis* du Pays basque isolées et mises en culture par PHYSALG et identifiées par le LERBO

- En 2021 trois souches ont pu être isolées à partir d'un échantillon collecté à Erromardie le 16 août : 2 souches d'*O.* cf. *siamensis* et 1 souche d'*O.* cf. *ovata*
- En 2022 vingt souches ont pu être isolées en juillet et août :
  - Parlementia : 2 *O.* cf. *ovata*
  - Erromardie : 6 *O.* cf. *ovata* et 10 *O.* cf. *siamensis* + 2 encore à vérifier





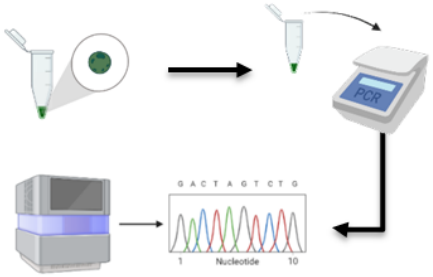


Tâche 2 – Développement d'outils moléculaires pour la surveillance d'*Ostreopsis*

Suivi journalier/hebdomadaire

Séquençage

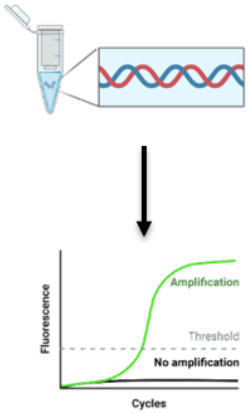
1. Isolement single-cell
2. Amplification par PCR
3. Séquençage & analyses des données



- Chronophage (~ 5jours)
- Coût élevé

qPCR

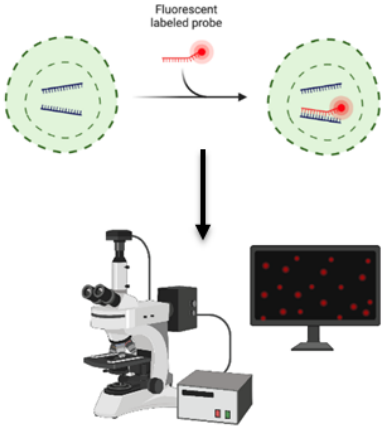
1. Extraction ADN
2. Amplification par qPCR



- Temps : 4,5 heures
- Coût moyen

FISH

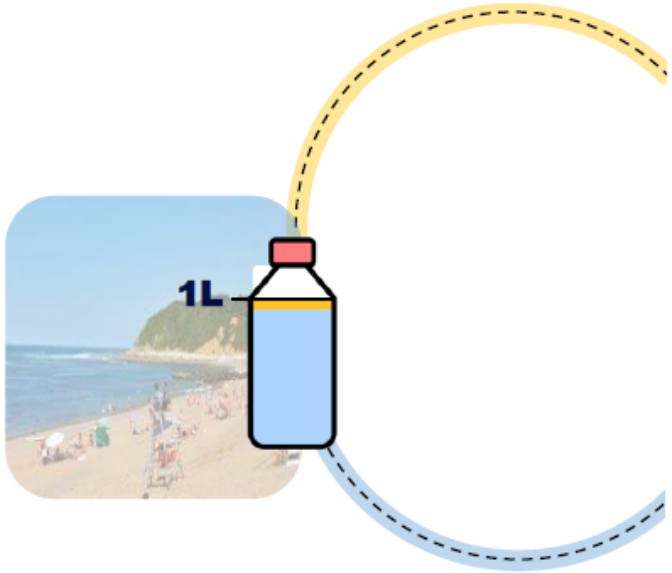
1. Filtration & Hybridation
2. Visualisation par microscopie



- Temps : 48 heures
- Coût moyen

Tâche 2 : qPCR protocole

1
Sampling bathing area

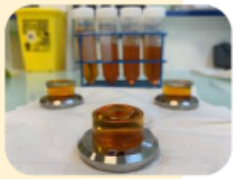


2
Laboratory processing

MICROSCOPY

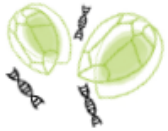
Estimating *Ostreopsis* abundance

- min. 8 hours of sedimentation
- not specific

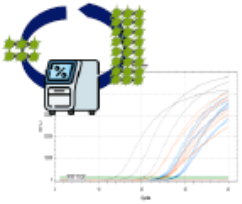


qPCR

Filtration
3µm membrane



DNA extraction
(Ifremer Brest protocol)



qPCR : genus, ***O. cf. ovata*** and ***O. cf. siamensis***
(Drouet *et al.*, 2021)

Tâche 2 : qPCR protocole

3
Development of quantitative method

- Standard curves to quantify the number of gene copies related to *O.* cf. *siamensis* and *O.* cf. *ovata* (nb. of copies/L) ✓

Goal : shift from a quantity of copies (nb. of copies/L) to a quantity of cells (nb. of cells/L)

⇨ Number of copies varies according to: **species** & **physiological state**

- **Ongoing hypothesis :** calculate the mean copy number per cell for each species >> quantification method

4
First analysis of environmental samples

- Detection of *O.* cf. *siamensis* and *O.* cf. *ovata* in environmental samples ✓

- **Ongoing** : first estimation of specific proportions

O. cf. *siamensis*

O. cf. *ovata*

Example : 08/08/2022

5
To be solved

- **Inhibition of the qPCR** > *Ostreopsis* is underestimated / not detected
- **Partial lysis** of the *Ostreopsis* cells

Tâche 2 – FISH protocole

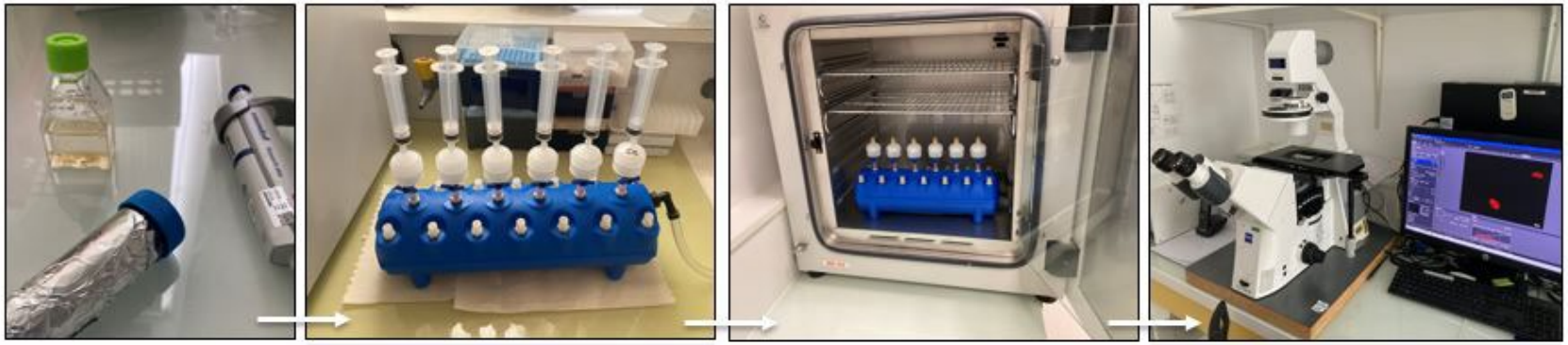
1. Design *in silico* de 6 sondes FISH

O. cf. *ovata* / *O.* sp. 9 (*O.* cf. *siamensis*)

ARN 28S - région D2

fluorophores Cy3/AlexaFluor555 & 6-FAM/AlexaFluor488

2. Protocole d'hybridation (adapted from Pitz et al. 2021)



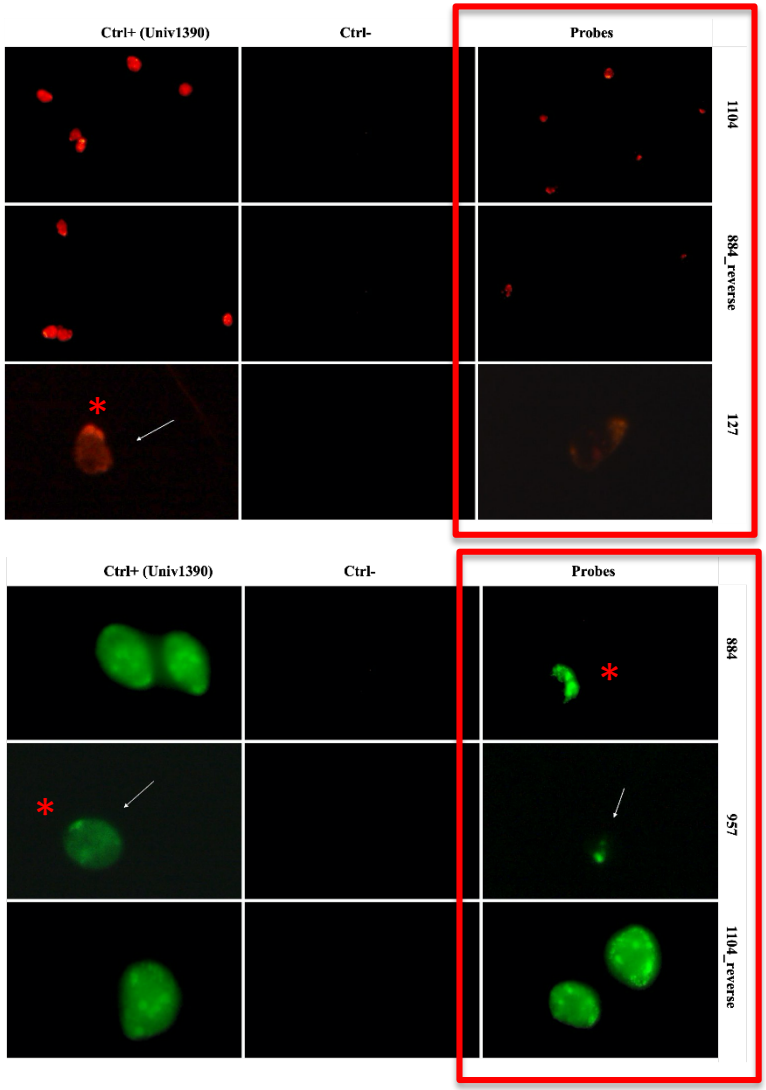
1 Fixation d'échantillons

2 Chargement des échantillons

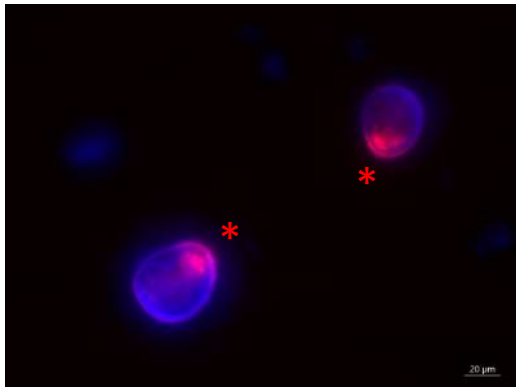
3 Hybridation

4 Visualisation par microscopie

Tâche 2 – FISH premiers résultats 2022



- Faible signal fluorescent des cellules dans les cultures d'*Ostreopsis*.
- Inhibition du signal dans les échantillons environnementaux.
  => autofluorescence naturelle des cellules.



- Coloration majoritaire de la zone apicale de la cellule (*).

Tâche 2 – FISH pistes d'optimisation

- Design de nouvelles sondes (Région D1/D3).

- Optimisation du temps d'hybridation (> 1h -3h).

- Diminution autofluorescence :
  Combiner méthanol + autre traitement

Ex : photoblanchiment aux UV, peroxyde d'hydrogène ou sulfate de cuivre (Thiele et al., 2011; Zeller et al., 2016).

Développement FISH
à continuer….

A suivre ....

A finir d'ici la fin de l'année :

- Dernier prélèvement le 8 décembre
- Isolations et identifications moléculaires pour connaître la proportion entre les deux espèces durant le bloom 2022
- Rédaction du livrable (février 2023)

Prolongation du projet OSS64 jusque septembre 2023

- Nouveau protocole de suivi (en tenant compte des recommandations de l'ANSES)
- Poursuivre le développement des outils moléculaires

Réponse à APP Interreg PROCTEFA (France-Espagne)

- Characterization of the environmental conditions favoring the development of *Ostreopsis*
- Toxic aerosols & Impact on human health and marine fauna

Remerciements

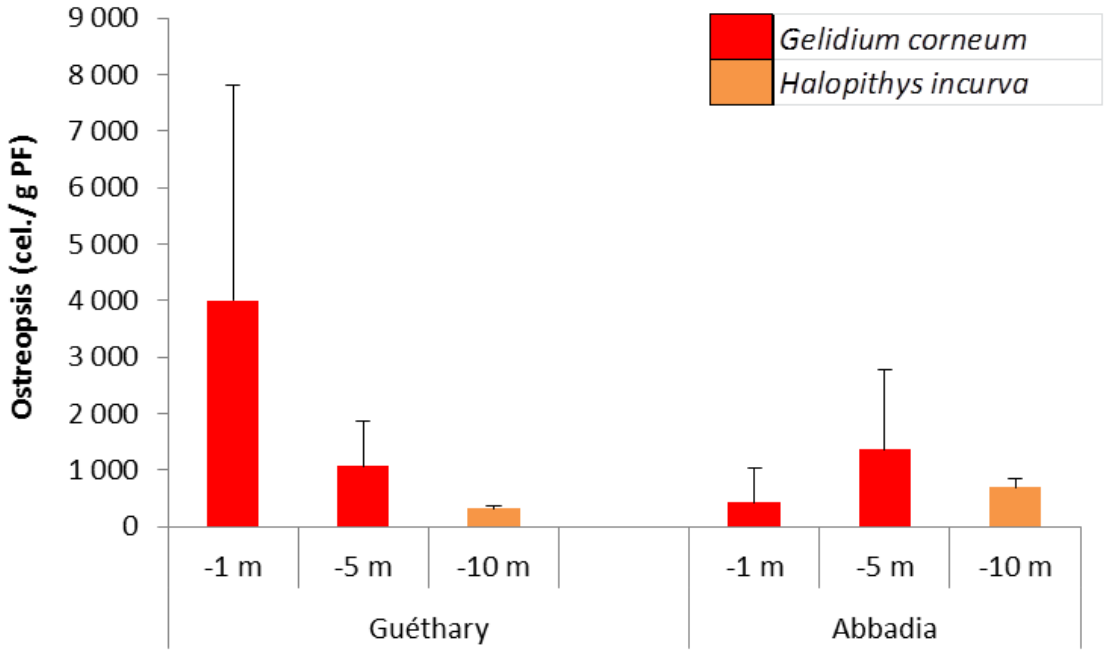
Aux financeurs du projet

- Communauté d'Agglomération du Pays Basque
  - Aurélie Bocquet-Escourrou, Laura Huguenin, Caroline Sarrade
- Agence de l'Eau Adour-Garonne
- Agence Régional de Santé

Aux contributeurs (terrain, labo, analyses et surtout les nombreux échanges très enrichissant !)

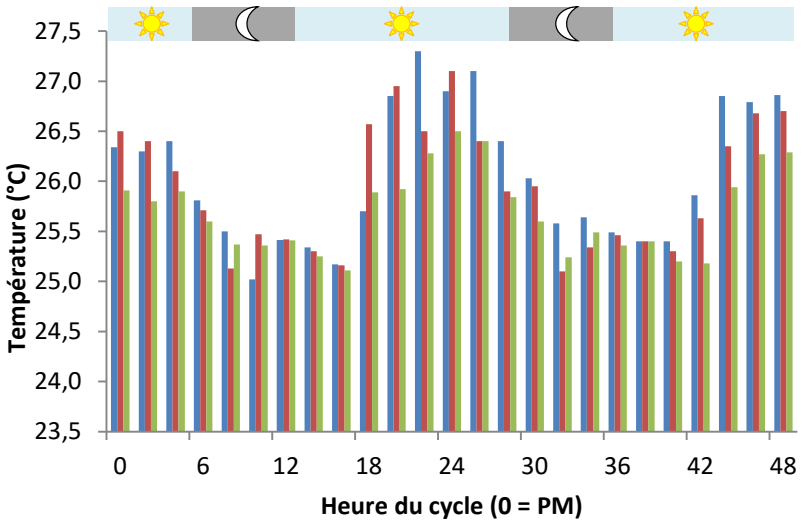
- Rivages Pro-Tech (Sarah Iroiz, Agnès Pétrau, Laetitia Jourdan, Mathias)
- Unité PHYTOX / PhysAlg (V. Séchet, L. Carpentier, Z. Amzil)
- Unité DYNECO / Pelagos (R. Siano, C. Jauzein)
- Unité Littoral
  - LERBO (N. Chomérat, G. Billien, S. Geffroy)
  - LERAR (M. Rumèbe-Perriere, C. Méteigner, MN de Casamajor, F. Sanchez, M. Lissardy, F. Ganthy)

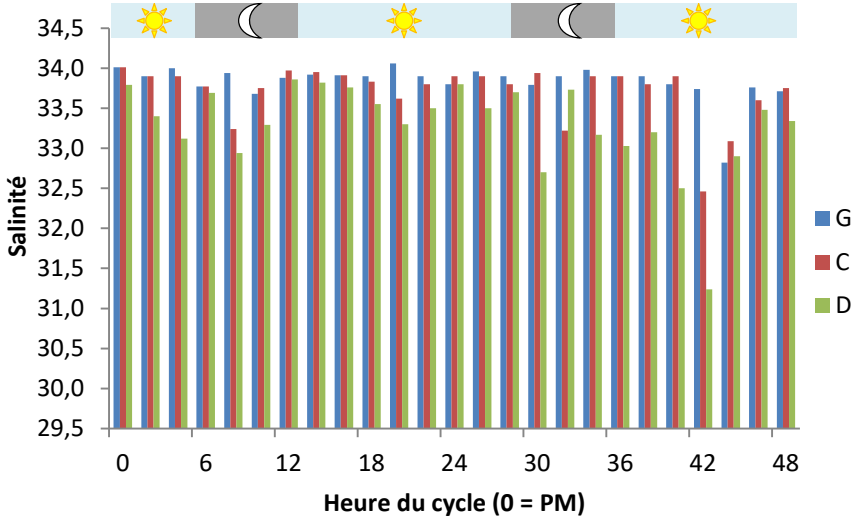
Tâche 3 : Suivi Ostreopsis avec la bathymétrie

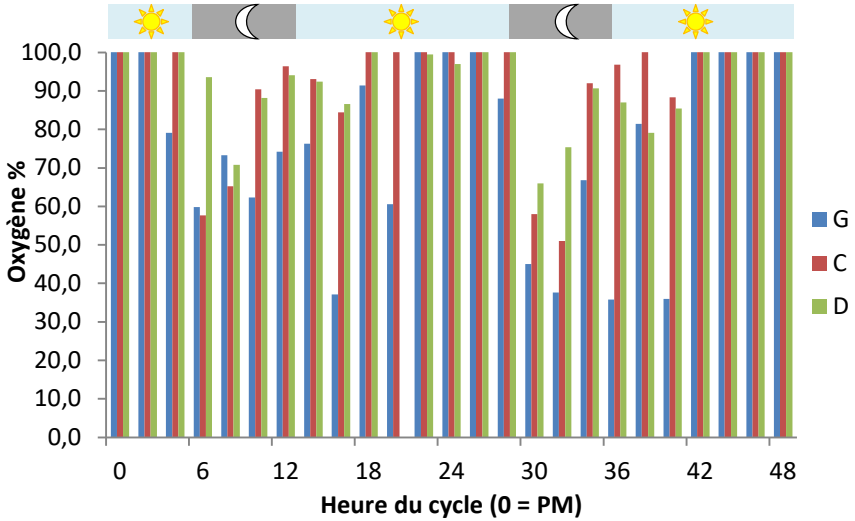


- Suivi réalisé à PM le 5 et 11 juillet. Les prélèvements d'eau au-dessus des macroalgues présentaient des abondances très faibles (< 1000 cel./L)
- Présence d'*Ostreopsis* sur les macroalgues jusqu'au moins 10 m de profondeur
- Grande variabilité entre les triplicas
- *Gelidium corneum* n'était pas présent à 10 m de profondeur

Tâche 3 : Suivi *Ostreopsis* durant 48 heures à Erromardie







- Températures de l'eau comprises entre 25 (nuit) et 27 °C (jour)
- Forte chute de la saturation en oxygène dans l'eau, la nuit surtout mais parfois le jour aussi
- Changement des conditions hydrodynamiques en fin de cycle (vent et houle) => dessalure plus importante à droite de la plage, sous influence du cours d'eau Le Grand Isaka

Les journées du réseau REPHY
30 novembre (interne), 1er – 2 décembre 2022
Ifremer Centre Atlantique, Nantes

AVIS DE L'ANSES DU 2 MARS 2021* SUR L'ÉTAT DES CONNAISSANCES RELATIVES AUX BRÉVÉTOXINES DANS LES COQUILLAGES, DONNÉES DE TOXICITÉ, D'OCCURRENCE ET MICROALGUES PRODUCTRICES

Nathalie ARNICH (Anses/DER/UERALIM) au nom de Groupe de Travail « Brévétoxines »

*AVIS RÉVISÉ EN DÉCEMBRE 2021

1 – Présentation de la saisine

Saisine de la direction générale de l'alimentation (DGAL) et la direction générale de la santé (DGS) du 14 janvier 2020

En France, de nombreuses toxines non réglementées sont suivies dans le cadre du réseau de veille d'émergence des biotoxines marines dans les coquillages (EMERGTOX) dont le comité de pilotage est présidé par la DGAL et inclut la DGS, la Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture (DPMA), Santé publique France, l'Anses, l'Ifremer et la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB).

Les brévétoxines sont incluses dans ce réseau depuis janvier 2018.

Elles ont été mises en évidence pour la première fois en France en novembre 2018 dans des moules en Corse (117 µg/kg de glande digestive). Le prélèvement d'eau associé pour le suivi du phytoplancton a montré la présence de *Karenia* spp. (genre de microalgues dont certaines espèces produisent des brévétoxines).

Il n'existe pas de limite maximale pour ces toxines dans le règlement (CE) n°853/2004 (fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale).

Les USA, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Mexique appliquent un seuil à 800 µg d'équivalent BTX-2/kg de chair de coquillages. Dans la norme CODEXSTAN 292–2008 (rev.2015) du *Codex Alimentarius*, la limite maximale pour les brévétoxines est de 200 unités souris* ou équivalent par kg de chair de mollusque vivant.

* Une unité souris (US) correspond à la quantité d'extrait brut causant la mort de 50% des souris (20 g) en 930 minutes (15,5 h)

1 - Présentation de la saisine

Dans ce contexte, il a été demandé à l'Anses de fournir des éléments de réponse aux questions suivantes :

Question 1. Quelles sont les données toxicologiques disponibles pour les brévétoxines ? Permettent-elles à l'Anses de proposer des valeurs toxicologiques de référence aiguë et chronique par voie orale ?

Question 2. Sur la base des données toxicologiques identifiées par l'Anses, est-il possible de proposer une valeur guide dans les coquillages au-delà de laquelle des investigations complémentaires seraient demandées dans le cadre du réseau EMERGTOX ?

Question 3. Quelles modalités de suivi des brévétoxines dans le milieu marin pourraient être recommandées dans le cadre du réseau EMERGTOX ? Quelles investigations complémentaires seraient à réaliser en cas de dépassement de la valeur guide ?

Question 4. Compte tenu des données toxicologiques et au vu du contexte, existe-t-il une préoccupation de santé publique aux niveaux de contamination identifiés dans certaines zones marines françaises liée à la consommation de coquillages ?

Question 5. Existe-t-il une préoccupation sanitaire liée à l'exposition aux brévétoxines par un contact direct avec de l'eau contaminée notamment en cas de baignade ou de pratique d'activités nautiques ou en cas d'exposition par inhalation à des embruns ?

2 - Organisation de l'expertise

L'Anses a confié l'instruction des quatre premières questions au groupe de travail « Brévétoxines», constitué par décision du 14 mai 2020 suite à un appel public à candidatures.

Les travaux d'expertise se sont basés sur une revue systématique de la littérature.

et sur une enquête auprès des Laboratoires Nationaux de Référence (LNR) européens et le Laboratoire de Référence de l'Union Européenne (LRUE)

Nom	Prénom	Organisme	Compétence
ABADIE	**Eric**	Ifremer / UMR MARBEC, Sète	Ecophysiologie et écologie des dinoflagellés, biotoxines marines, Réseau de surveillance et d'observation du phytoplankton et des phycotoxines (REPHY) en Occitanie
AMZIL	**Zouher**	Ifremer / Centre Atlantique, Nantes	Microalgues Toxiques et Nuisibles. Chimie analytique des biotoxines marines. Veille d'émergence des biotoxines marines (EMERGTOX)
BOTTEIN	**Marie-Yasmine**	ECODD, Valbonne	Toxicologie des biotoxines marines, connaissances sur les brévétoxines, méthodes analytiques, contamination chimique des aliments, écotoxicologie
COMTE	**Katia**	MNHN, UMR MCAM	Ecophysiologie et écologie des protistes photosynthétiques, écotoxicologie, culture, dosage des toxines
DELCOURT	**Nicolas**	CAPTV, CHU Purpan / Université Toulouse	Biochimie et toxicologie clinique, neurobiologie
HORT	**Vincent**	Anses, LSA - Unité Pesticides et Biotoxines Marines	Chimie analytique des biotoxines marines, veille d'émergence des biotoxines marines (EMERGTOX)
LE GARREC	**Raphaële**	Université de Bretagne Occidentale	Toxicologie, VTR, brévétoxines, neurotoxicité, système nerveux périphérique
MATTEI	**César**	Université d'Angers	Toxicologie des toxines, système nerveux, récepteurs, neurotoxicité, canaux ioniques
MOLGO	**Jordi**	CNRS/CEA Service d'Ingénierie Moléculaire pour la Santé, Saclay	Pharmacologie, neurosciences

+ Nadine NEAUD-MASSON (comme rapporteur pour les données de surveillances)

Voies d'exposition pour l'Homme

L'Homme peut être exposé aux brévétoxines

- par voie alimentaire
- par inhalation
- par contact cutanéomuqueux

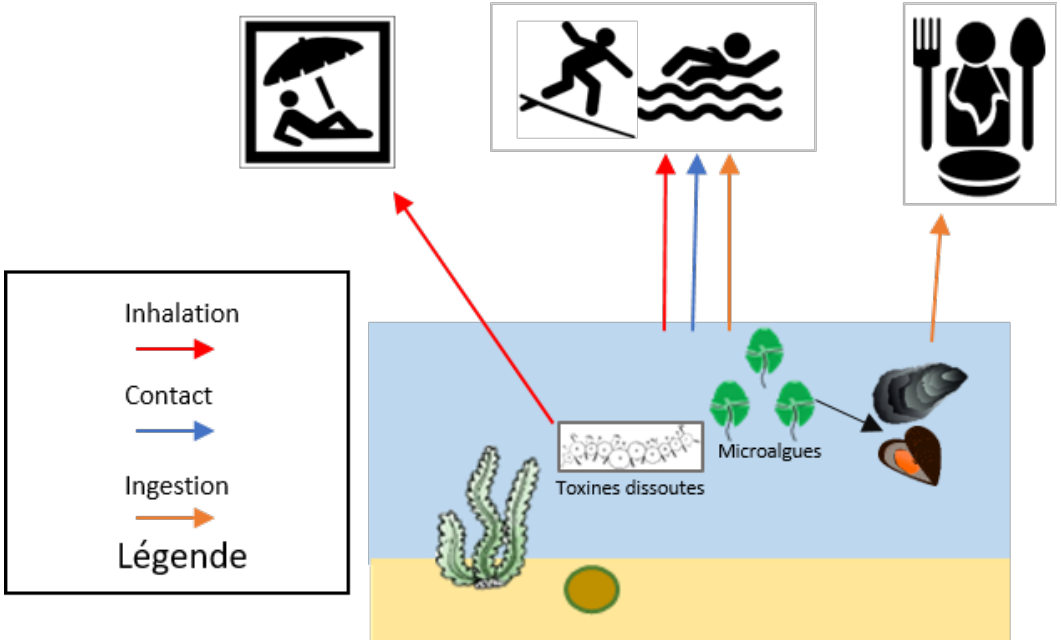
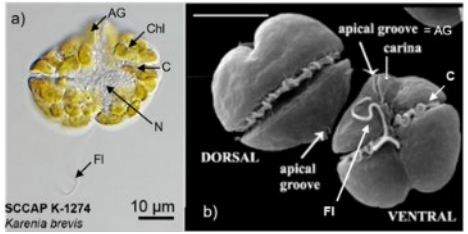


Figure 2 : Voies d'exposition de l'Homme aux brévétoxines

Principaux éléments de l’expertise

3.1 - Quels organismes produisent des brévétoxines ?

Microalgue,
groupe des dinoflagellés



BREVETOXINES

Principal producteur connu

- ***Karenia brevis***
- **autres *sp* de *Karenia***
- **d'autres microalgues**
- **coquillages**

d'autres toxines / métabolites secondaires

Images de marées rouges aux USA dues à une efflorescence de *K. brevis*

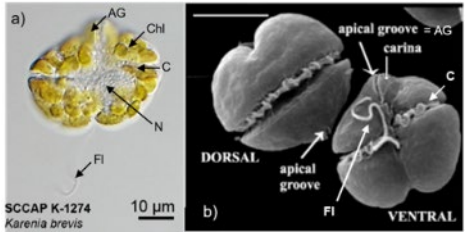
en haut, le long de la côte Nord de Floride entre Destin et Panama City,

en bas, sur la côte du Texas

(crédit photo : NOAA)

3.1 - Quels organismes produisent des brévétoxines ?

Microalgue,
groupe des dinoflagellés



BREVETOXINES

Principal producteur connu

- ***Karenia brevis***
- **autres *sp* de *Karenia***
- **d'autres microalgues**
- **coquillages**

d'autres toxines / métabolites secondaires

autres *sp* de *Karenia*

***K. papilionacea* produit BTX-2 dans des conditions de laboratoire**

***K. mikimotoi, K. bicuneiformis :* suspectées de produire des composés de type BTX**

autres microalgues

***Chattonella marina, C. antiqua, Heterosigma akashiwo et Fibrocapsa japonica :* suspectées de produire des composés de type BTX**

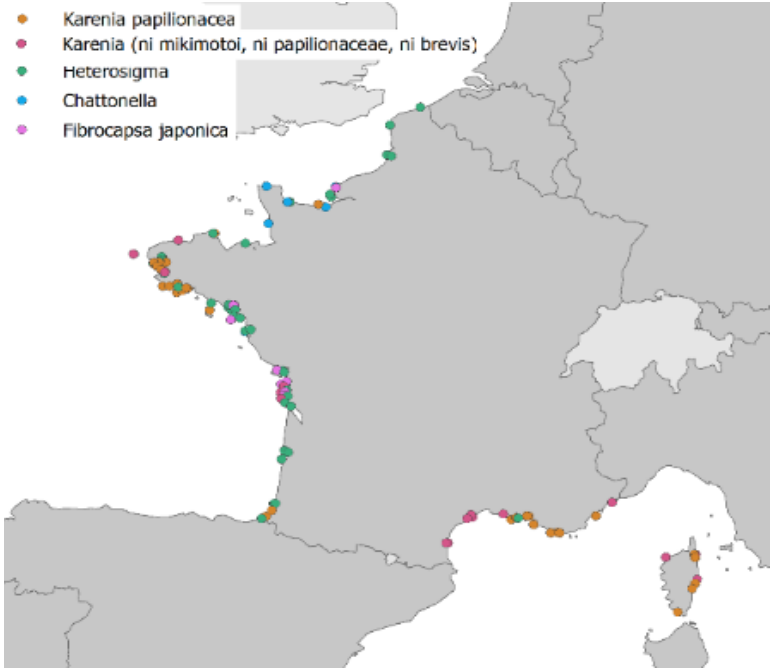
En France

- La microalgue productrice de brévétoxines n'a pas été identifiée

- Ce n'est pas *K. brevis* : pas recensée sur le littoral français métropolitain à ce jour (Ifremer)

- Les autres espèces suspectées de produire des brévétoxines sont présentes sur les côtes françaises, mais leur capacité de production de brévétoxines n'a pas été confirmée, sauf pour *K. papilionacea*, dont la production de BTX-2 a été confirmée en conditions de laboratoire.

- Besoin de recherche pour identifier la microalgue productrice de brévétoxines en Corse



3.2 - Combien de membres comporte la famille des brévétoxines ?

- Le GT a réalisé une synthèse des informations concernant les divers métabolites secondaires produits par *Karenia sp.*, issus du métabolisme par les coquillages et leur potentie toxique

- Les brévétoxines correspondent à une famille de biotoxines marines lipophiles comprenant une trentaine de métabolites dont la structure chimique est connue. A cela s'ajoute une trentaine d'autres métabolites dont la formule brute et la structure développée n'ont pas été caractérisées chimiquement ; ces métabolites sont généralement issus de la métabolisation par les coquillages.

Tableau 3 : Synthèse des informations identifiées par le GT

Groupe	Métabolite secondaire Appellation retenue par le GT	Synonyme	Etalon disponible	Matrice	Potentiel toxique
Brévétoxine A / BTX-A	**BTX-1**	PbTx-1, GB1, T46, BTX-A	oui	*K. brevis*	RBA + N2a + Cytotoxicité +>BTX3 Toxicité in vivo +
	Cysteine-BTX-1	/	non	**coquillages**	NR
	Cysteine-BTX-1-Sulfoxide	/	non	**coquillages**, potentiel artéfact	NR
	BTX-7 / PbTx-7	/	non	*K. brevis*	N2a +
	BTX-10 / PbTx-10	/	non	*K. brevis*	NR
	16:0 N-acyl-cysteine brevetoxin A	/	non	**coquillages**	NR
	Glutathione brevetoxin A	/	non	**coquillages**	NR
	Glycine cysteine brevetoxin A	/	non	**coquillages**	NR
	Forme ouverte de l'anneau A de BTX-1	/	non	*K. brevis*	NR
	Forme oxydée de BTX-1	/	non	*K. brevis*	NR

NR : non renseigné

...

Liste des brévétoxines pour l'expertise

- **En prenant en compte le potentiel toxique, l'occurrence des toxines dans les coquillages et la disponibilité des étalons, les brévétoxines retenues par le GT sont les suivantes : BTX-1, BTX-2, BTX-3, BTX-B1, BTX-B2, S-désoxy-BTX-B2, BTX-B3, BTX-B4(a et b) (cellules colorées en orange dans le tableau 3).**

- **Certains métabolites de brévétoxines présents dans les coquillages (et autres organismes marins) n'ont pas été retenus car leur structure chimique et leur potentiel toxique n'est pas renseigné.**

3.3 - Toxicité chez l'Homme

- Le syndrome nommé « Neurotoxic Shellfish Poisoning » (NSP, intoxication neurologique par fruits de mer) désigne l'intoxication liée à l'ingestion de coquillages contaminés par des brévétoxines.

- Les symptômes débutent entre 1h et 24h après l'exposition, et peuvent persister jusqu'à 3 jours.

- Le syndrome NSP se caractérise principalement par l'apparition de symptômes
  - digestifs : douleurs abdominales, nausées, vomissements et diarrhées.
  - neurologiques : essentiellement des paresthésies (picotements des lèvres et des extrémité des membres), vertiges, fatigue, paralysie partielle des membres, troubles de l'élocution, perte de coordination et dans les cas les plus graves, coma.
  - cardio-vasculaires (bradycardie, hypotension artérielle)

- Aucun décès n'a été rapporté à ce jour.

- Quelques 100aines de cas d'intoxications humaines liées à la consommation de coquillages contaminés par les brévétoxines ont été décrits dans des revues internationales.

3.4 - Caractérisation du danger

Les données de toxicité aiguë chez l'animal sont très limitées et ne permettent pas d'identifier une dose sans effet néfaste ni une dose minimale avec effets néfastes.

Chez l'Homme, les données sont également trop limitées pour pouvoir établir une valeur toxicologique de référence aiguë (ARfD, *Acute Reference Dose*).

Néanmoins, à partir des données de la littérature de cas d'intoxications humaines liées à la consommation de coquillages contaminés par des brévétoxines, le GT a identifié des doses (quantités de brévétoxines ingérées) minimales (« LOAEL aiguë ») associées à des symptômes bénins (picotements des lèvres et des extrémités des membres)

Le GT a retenu la BTX-3 comme brévétoxine de référence dans les coquillages (et non la BTX-2).

- **La BTX-3 est la BTX de référence pour le test ELISA,**
- **elle présente une DL_{50}** (dose létale à 50% chez la souris) **plus faible que celle de la BTX-2.**
- **la BTX-2 est minoritaire dans les coquillages, en comparaison de la BTX-3.**

3.5 - Recommandation de valeur guide dans les coquillages

- **A partir de ces valeurs repères (associées à des symptômes bénins chez l'Homme)**

  avec l'hypothèse d'un poids corporel de 70 kg

  et d'une consommation par défaut protectrice de 400 g de chair de coquillages (recommandation Efsa 2010),

  le GT a calculé des concentrations maximales à ne pas dépasser dans la chair de coquillages

- **179-344 µg eq. BTX-3/kg de chair de coquillages (donc 2 à 4 fois plus faible que la limite du *Codex*).**

⇨ la teneur maximale de 20 US/100 g de chair de coquillage (équivalente à 800 BTX-2/kg de chair de coquillages, correspondant à 680 BTX-3/kg de chair de coquillages) n'apparaît pas suffisamment protectrice.

Une valeur guide de 180 µg eq. BTX-3/kg de chair de coquillages (correspondant à la somme de l'ensemble des métabolites de BTX recherchés) est recommandée.

3.6 - Quelles investigations complémentaires seraient à réaliser en cas de dépassement de la valeur guide ?

En cas de dépassement de cette valeur guide dans des moules ou des huîtres en Corse (espèces suivies dans EMERGTOX au point de Diana, seule zone touchée par les brévétoxines en France métropolitaine à ce jour), le GT recommande :

- **de faire une information active auprès des professionnels de santé pour renforcer la détection de cas potentiels d'intoxication ;**
- **de rechercher les BTX dans les autres espèces de coquillages produits sur la zone concernée ;**
- **de rechercher la présence potentielle de BTX dans les coquillages sur le ou les autre(s) site(s) de production conchylicole, y compris en mer ouverte.**

=> identifier les périodes à risque en Corse au cours desquelles la fréquence de prélèvement des coquillages pourrait être renforcée.

En cas de pêche récréative dans la zone géographique à proximité, le GT recommande que ces résultats soient pris en compte par le gestionnaire du risque.

Ces recommandations s'appliquent aussi en cas de dépassement de cette valeur guide dans des coquillages d'autres zones de production que la Corse.

3.6 - Quelles investigations complémentaires seraient à réaliser en cas de dépassement de la valeur guide ?

Suivi épidémiologique

=> fiche de signalement pour les Centres Antipoison et de Toxicovigilance (CAPTV) a été élaborée début 2021 par le GT Toxines naturelles de la Direction des alertes et des vigilances sanitaires (DAVS) de l'Anses afin de recenser les cas d'intoxication par des biotoxines marines.

Les brévétoxines sont incluses à cette fiche.

3.7 - Préoccupation de santé publique aux niveaux de contamination identifiés dans certaines zones marines françaises liée à la consommation de coquillages ?

- **Données trop limitées pour servir de base à une estimation de l'exposition alimentaire du consommateur.**

- **Concentrations mesurées* à ce jour en France inférieures à la nouvelle valeur guide proposée par le GT (180 µg eq. BTX-3/kg de chair de coquillages), mais le GT souligne qu'il peut y avoir une sous-estimation de la teneur totale en BTX du fait que seules 2 BTX sur l'ensemble des métabolites potentiellement toxiques ont été analysées dans EMERGTOX.**

- **C'est pourquoi le GT estime qu'une préoccupation sanitaire après exposition aiguë ne peut pas être exclue.**

- **Le GT ne peut pas se prononcer sur les potentiels effets liés à une exposition répétée à des concentrations faibles.**

- **Similitude brévétoxines / ciguatoxines (neurotoxines responsables de la ciguatéra dont les effets peuvent perdurer pendant des mois voire des années après exposition aiguë) : le GT estime que des effets à long terme faisant suite à une exposition aiguë aux BTX ne peuvent pas être exclus.**

  Mais aucune étude de toxicité par administration orale répétée n'est disponible.

  Informations manquantes sur le potentiel toxique des BTX sur la reproduction et le développement.

*20 µg/kg de chair total en novembre 2018, 44 µg/kg en janvier 2019 à 57 µg/kg en novembre 2020.

Conclusions et recommandations de l’Agence

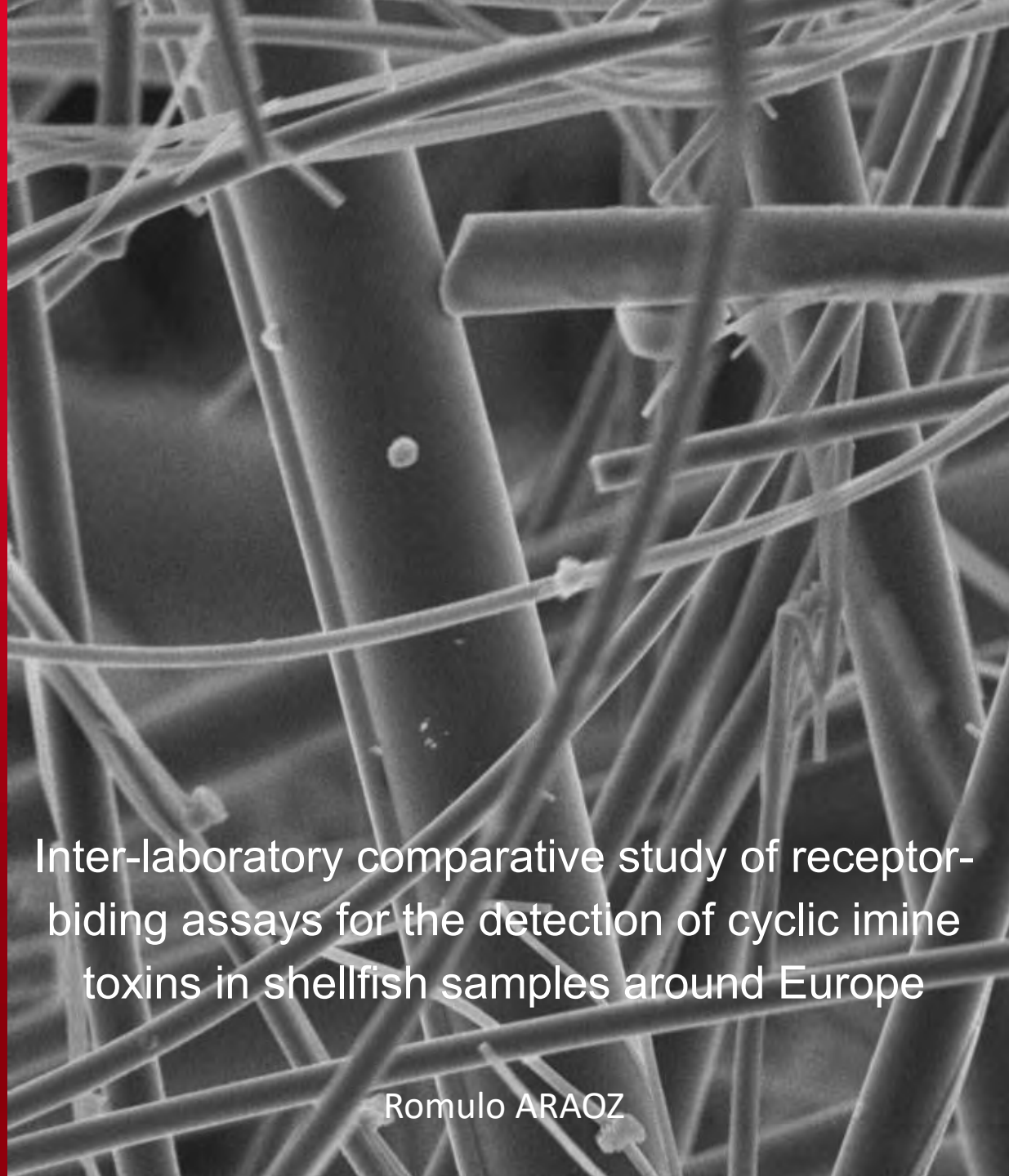
10 - Conclusions et recommandations de l'Agence

- Ces travaux d'expertise constituent une avancée pour la prise en compte des BTX dans les coquillages en France.
- Bien que ces biotoxines marines constituent un risque avéré en Floride particulièrement, mais également en Australie/Nouvelle-Zélande et au Mexique, il s'agit d'un risque émergent en France et plus largement en Europe, où elles ne sont pas réglementées.
- A ce jour, les BTX ont été détectées dans des coquillages français uniquement en Corse, à l'étang de Diana. L'Agence recommande donc de prioriser les efforts de recherche pour mieux comprendre cette situation afin d'identifier la ou les espèces de microalgues productrices, proposer un seuil d'alerte (en nombre de cellules dans l'eau) et caractériser le profil toxinique.
- Afin de pouvoir élaborer une valeur toxicologique de référence aiguë, l'Agence identifie également comme action prioritaire la réalisation d'une étude de toxicité orale aiguë chez le rongeur selon la ligne directrice 424 de l'OCDE pour l'étude de la neurotoxicité. ➔ étude en cours, financée par la DGS
- La fiche de signalement élaborée début 2021 pour les Centres Antipoison et de Toxicovigilance (CAPTV) devrait faciliter le recueil de cas et estimer plus précisément le niveau de préoccupation sanitaire lié aux brévétoxines en France.

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

Rómulo ARAOZ [1,2] &
Denis SERVENT [1,2]

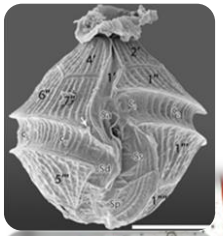
[1]*Université Paris-Saclay, CEA-Saclay, DMTS, Service d'Ingénierie Moléculaire pour la Santé (SIMoS), 91191 Gif-sur-Yvette, France.* [2]*CNRS, EMR9004, F-91191 Gif sur Yvette, France*

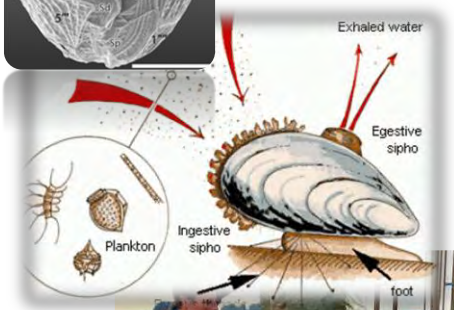


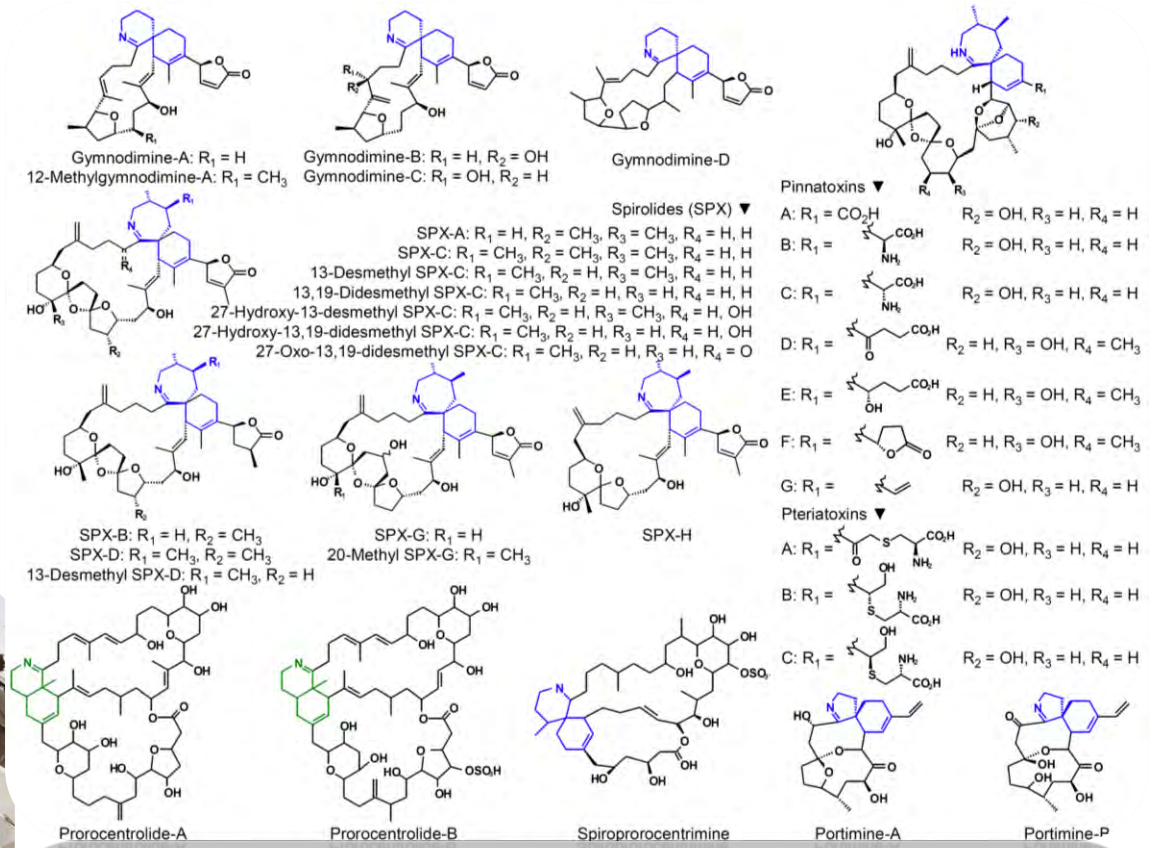
Inter-laboratory comparative study of receptor-biding assays for the detection of cyclic imine toxins in shellfish samples around Europe

Romulo ARAOZ

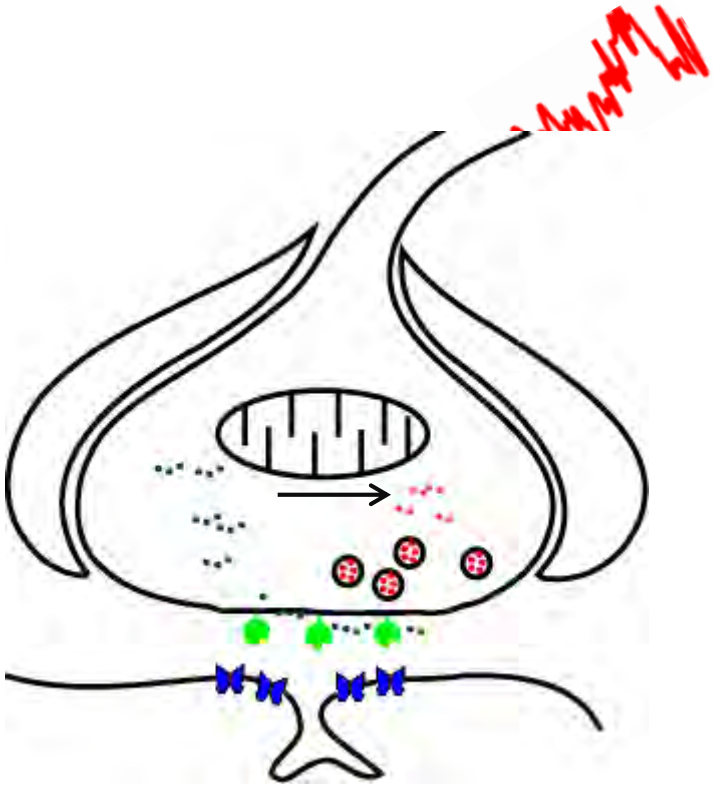
Shellfish is often found to be contaminated with Cyclic Imine Toxins (44 members)

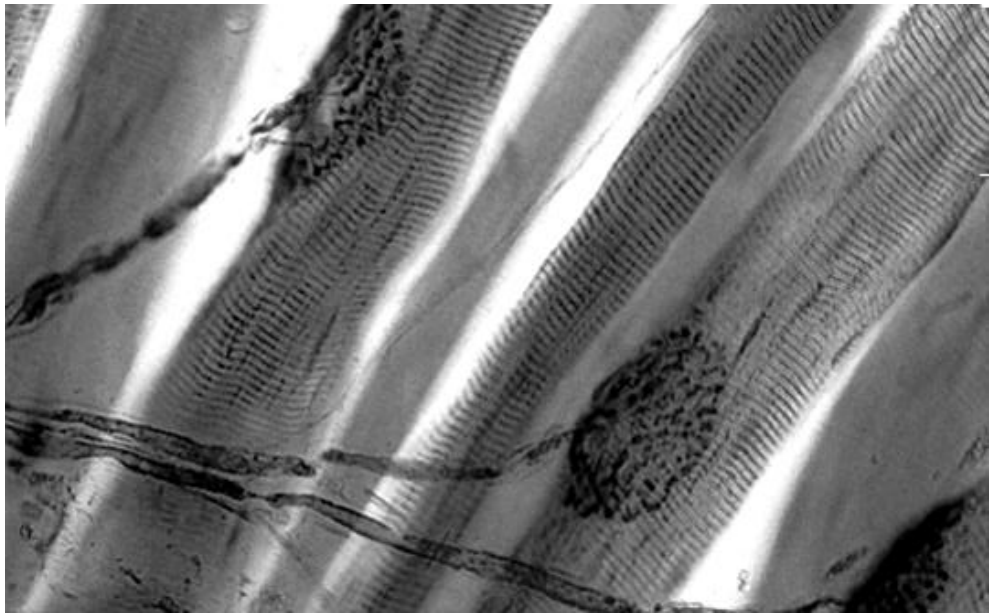






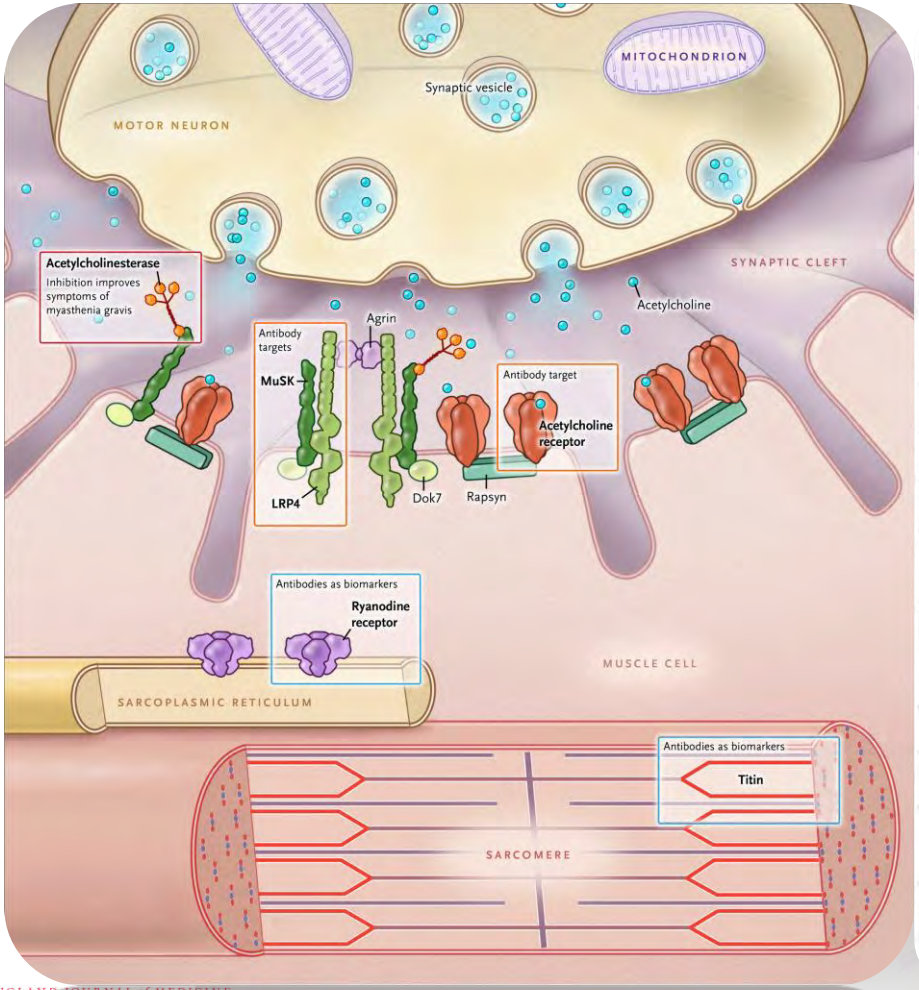
Cyclic Imine Toxins are FAST ACTING COMPOUNDS acting on nicotinic acetylcholine receptors causing animal death by respiratory arrest.

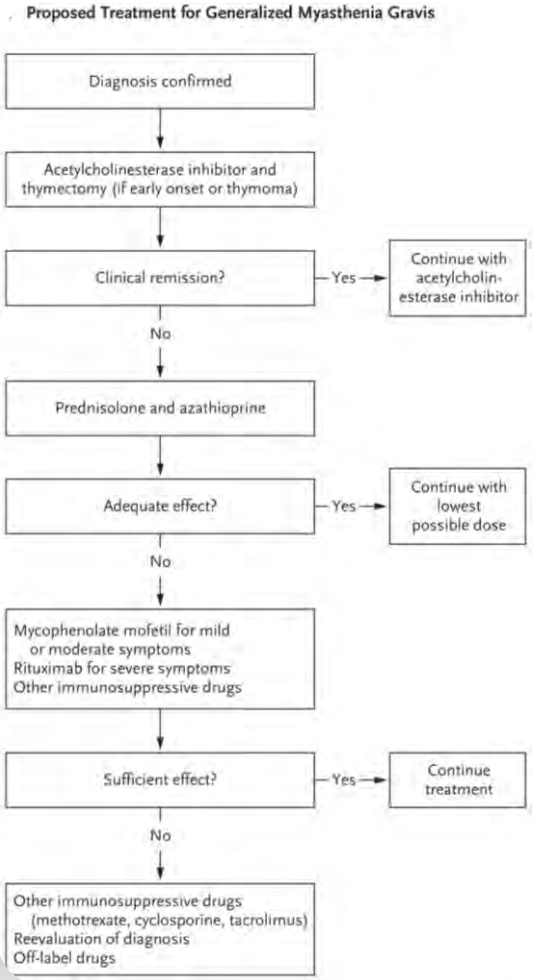


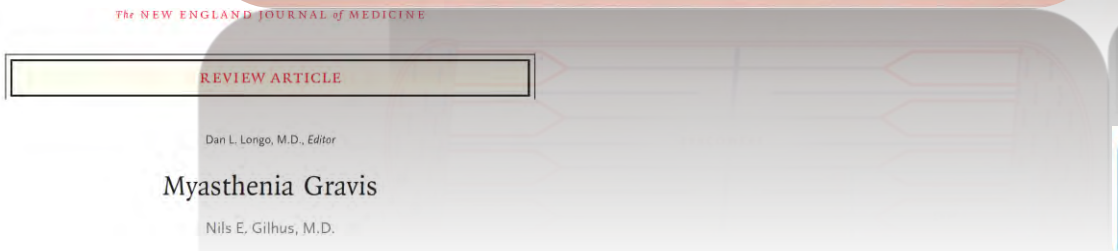


Neurotoxin	LD_{50} (µg/ kg; i.p., mouse)
Saxitoxin	5-10
Gymnodimine A	80
13 desmethyl spirolide C	6
Anatoxin-a	250

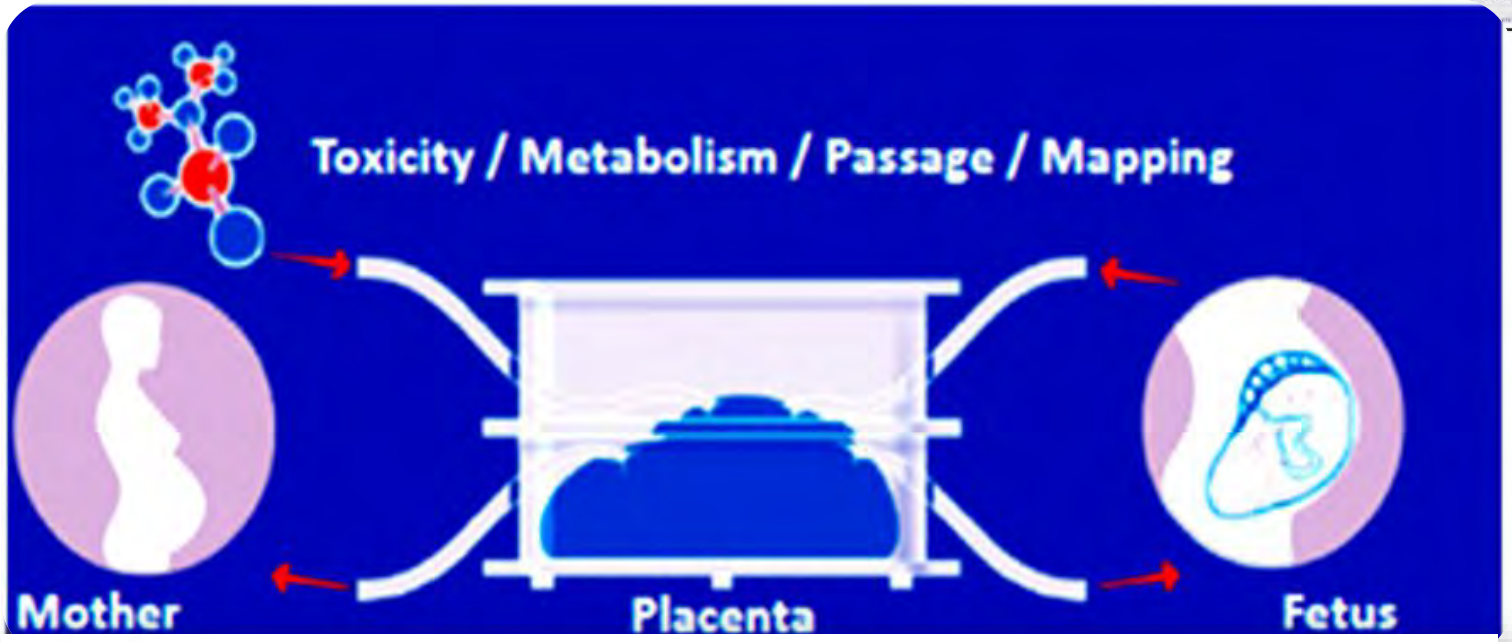
Populations suffering from autoimmune disorders of the NMJ could be very succeptible to CITxs (MG: incidence and prevalence 54 and 77.7 per million, respectively)

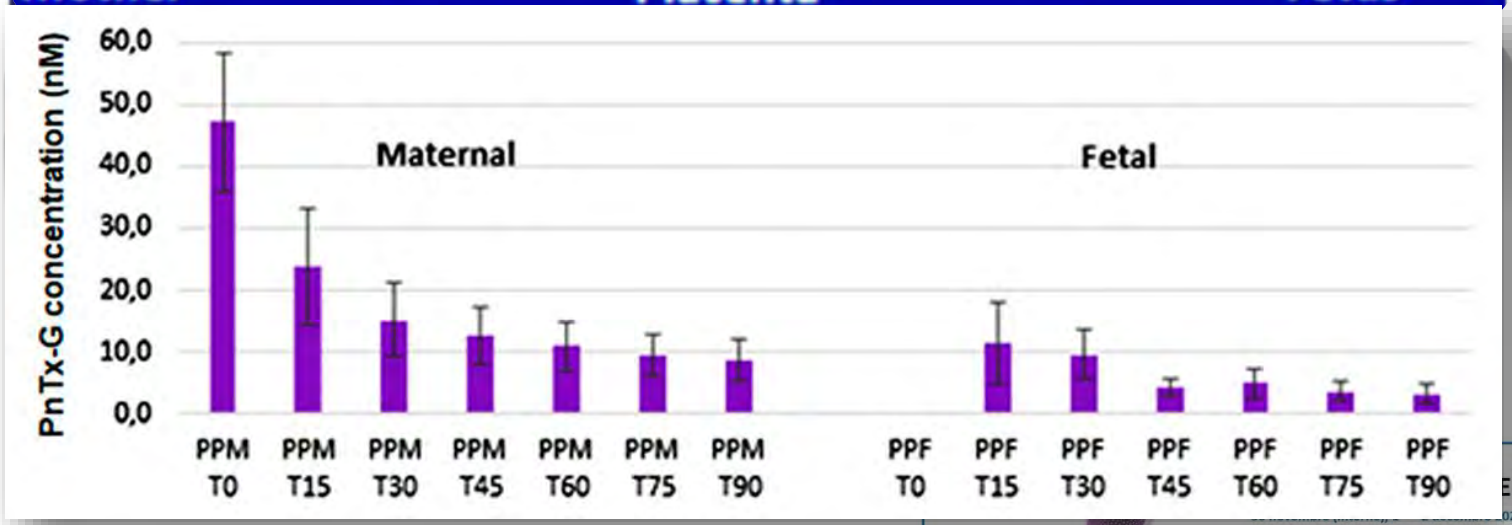




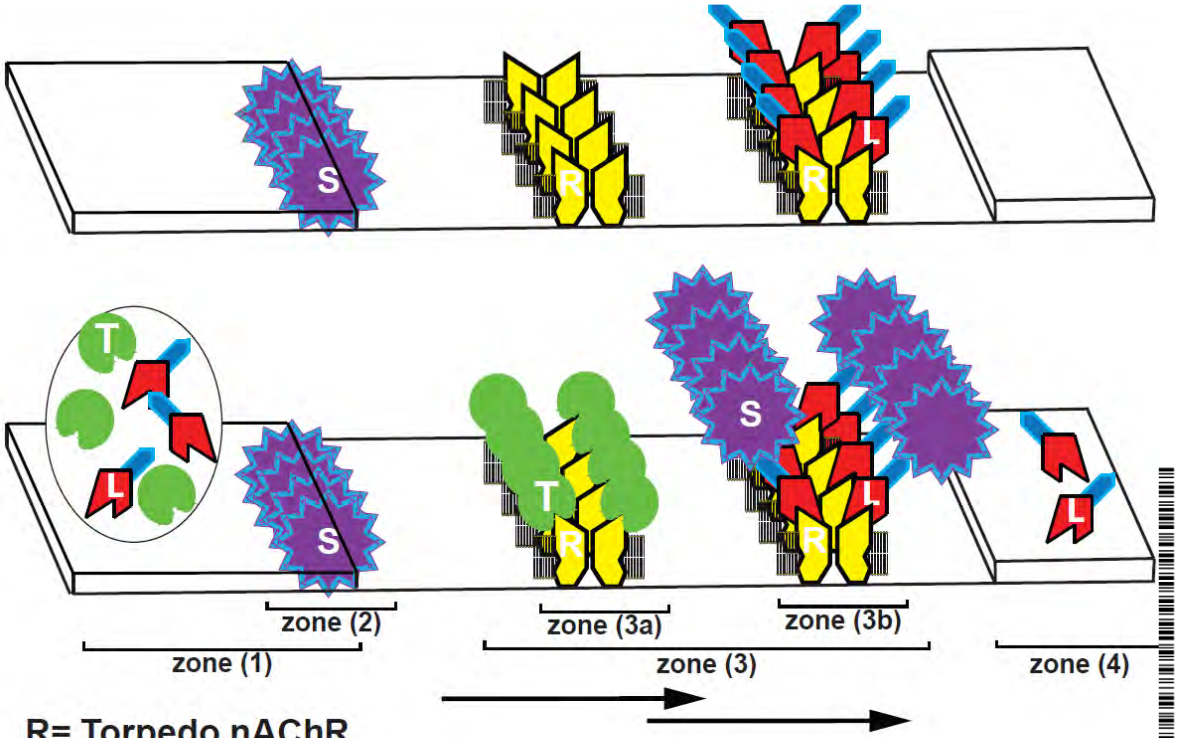


CiTxs are not regulated: Their high affinity for muscular and neuronal nAChRs and their easy passage of membrane barriers is of concern.

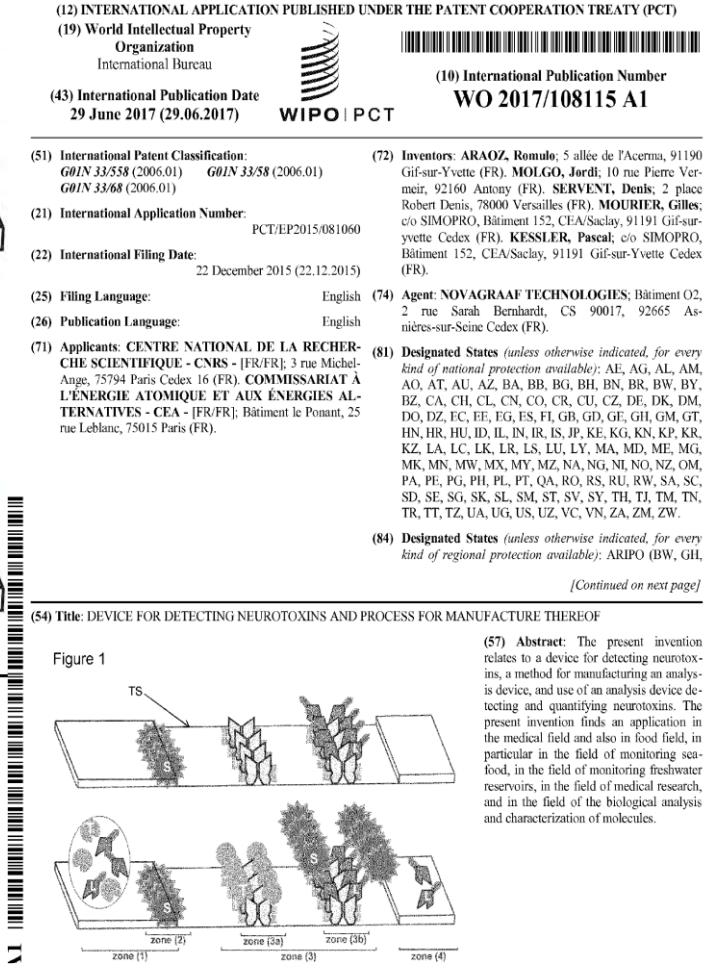




CITXS: Method Development (Receptor-toxin Affinity)



R= Torpedo nAChR
L = Biotinylated nAChR ligand
T = Toxin directed against nAChR
S = Streptavidin conjugate



(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
29 June 2017 (29.06.2017)

WIPO | PCT

(10) International Publication Number
WO 2017/108115 A1

(51) International Patent Classification:
G01N 33/558 (2006.01) *G01N 33/58* (2006.01)
G01N 33/68 (2006.01)

(21) International Application Number: PCT/EP2015/081060

(22) International Filing Date: 22 December 2015 (22.12.2015)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(71) Applicants: **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS -** [FR/FR]; 3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16 (FR). **COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES - CEA -** [FR/FR]; Bâtiment le Ponant, 25 rue Leblanc, 75015 Paris (FR).

(72) Inventors: **ARAOZ, Romulo**; 5 allée de l'Acerma, 91190 Gif-sur-Yvette (FR). **MOLGO, Jordi**; 10 rue Pierre Vermeir, 92160 Antony (FR). **SERVENT, Denis**; 2 place Robert Denis, 78000 Versailles (FR). **MOURIER, Gilles**; c/o SIMOPRO, Bâtiment 152, CEA/Saclay, 91191 Gif-sur-yvette Cedex (FR). **KESSLER, Pascal**; c/o SIMOPRO, Bâtiment 152, CEA/Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (FR).

(74) Agent: **NOVAGRAAF TECHNOLOGIES**; Bâtiment O2, 2 rue Sarah Bernhardt, CS 90017, 92665 Asnières-sur-Seine Cedex (FR).

(81) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of national protection available)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available)*: ARIPO (BW, GH,

[Continued on next page]

(54) Title: DEVICE FOR DETECTING NEUROTOXINS AND PROCESS FOR MANUFACTURE THEREOF

Figure 1

(57) Abstract: The present invention relates to a device for detecting neurotoxins, a method for manufacturing an analysis device, and use of an analysis device detecting and quantifying neurotoxins. The present invention finds an application in the medical field and also in food field, in particular in the field of monitoring seafood, in the field of monitoring freshwater reservoirs, in the field of medical research, and in the field of the biological analysis and characterization of molecules.

2015
PROTOTYPE/ PATENT SOUMISSION

2016
Maturation project

2017
PATENT PUBL.

FREE FOR
EXPLOITATION

Comparative Study of the Performance of CiTX Detection Methods on Shellfish Samples Provided by ALERTOX-NET Partners

Methods:

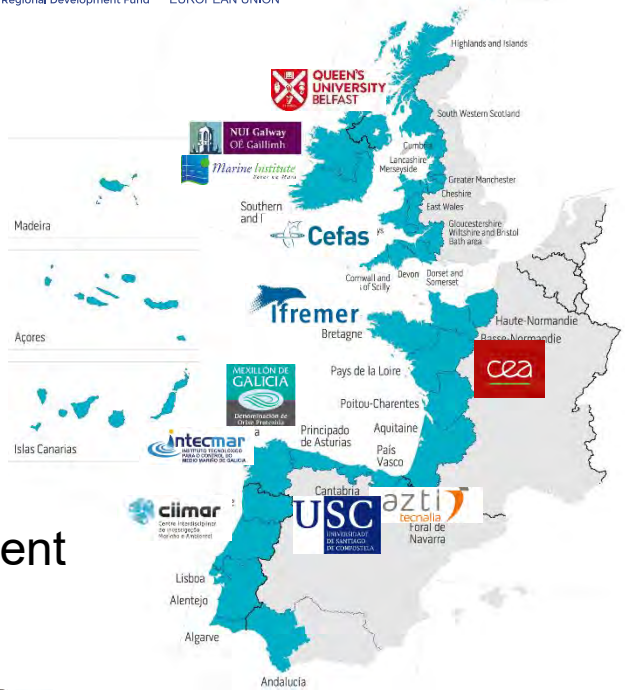
- Receptor-binding Assay from Abraxis
- Receptor Binding Assay (Home-made)
- Lateral Flow Test NeuroTorp
- Toxin extraction
- UPLC-MS/MS

Samples

- Shellfish Samples provided by ALERTOX-NET
- Shellfish Samples Collected by Microbia Environnement

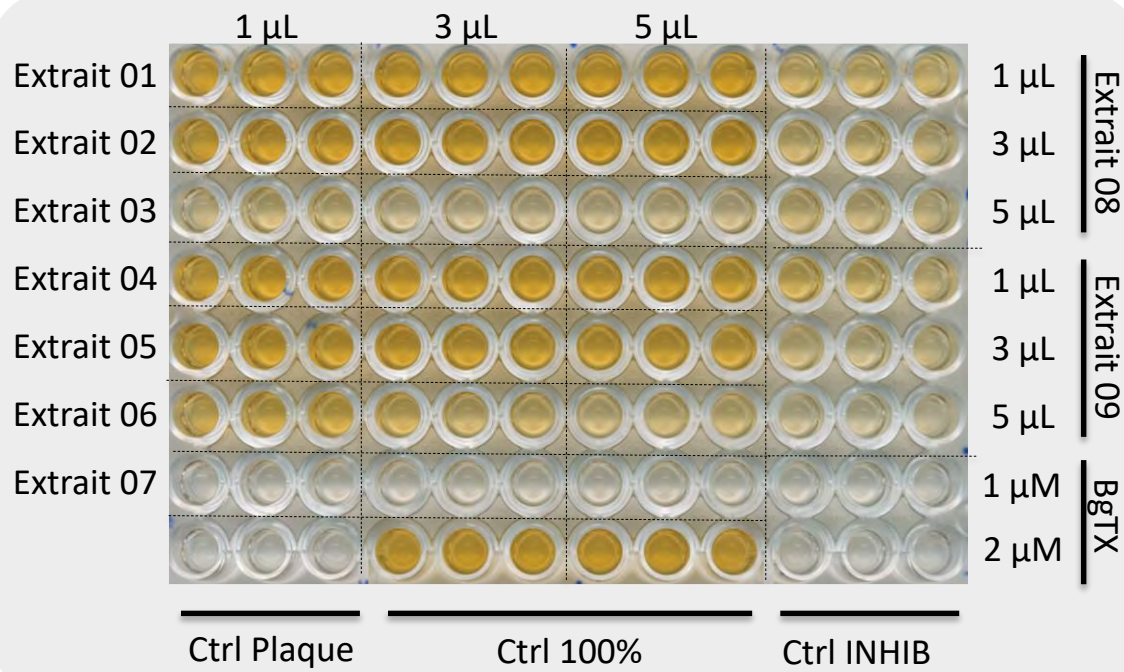
Labs. Involved

- USC Botana's lab (Spain)
- AZTI Barranco's lab (Spain)
- CEA-Saclay Servent's lab (France)
- Microbia Environnement Guillebault's lab (France



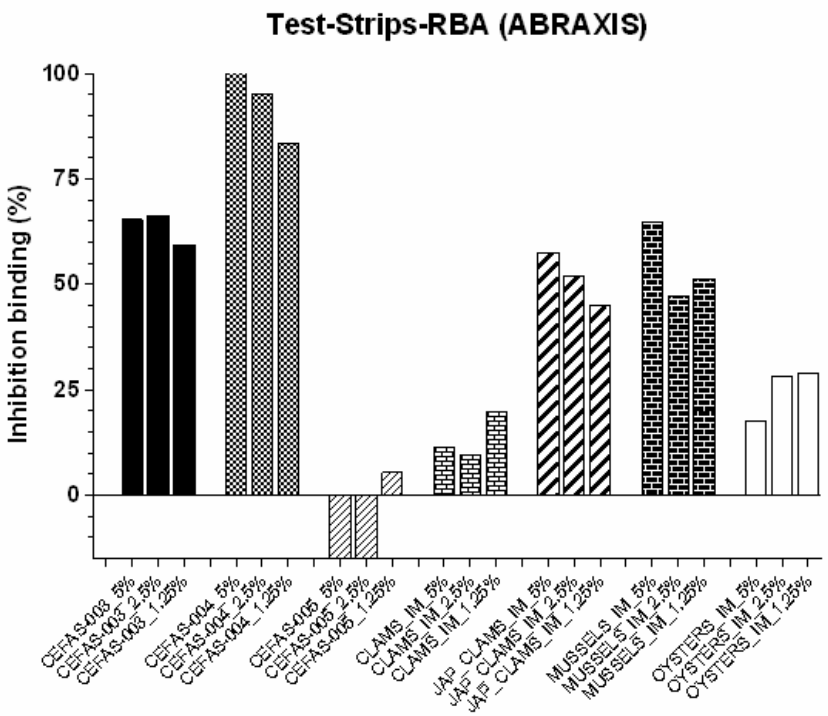
rephy
Les journées du réseau REPHY
30 novembre (interne), 1er – 2 décembre 2022
Ifremer Centre Atlantique, Nantes
Ifremer

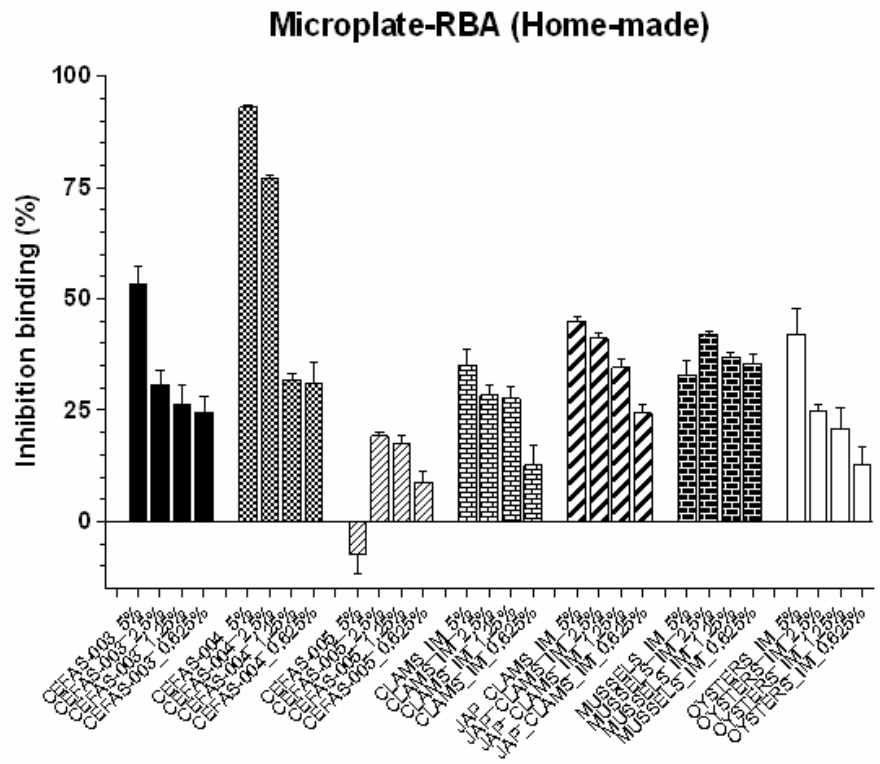
Microplate-receptor binding assay for detection of CITXs from ALERTOX-NET shellfish samples



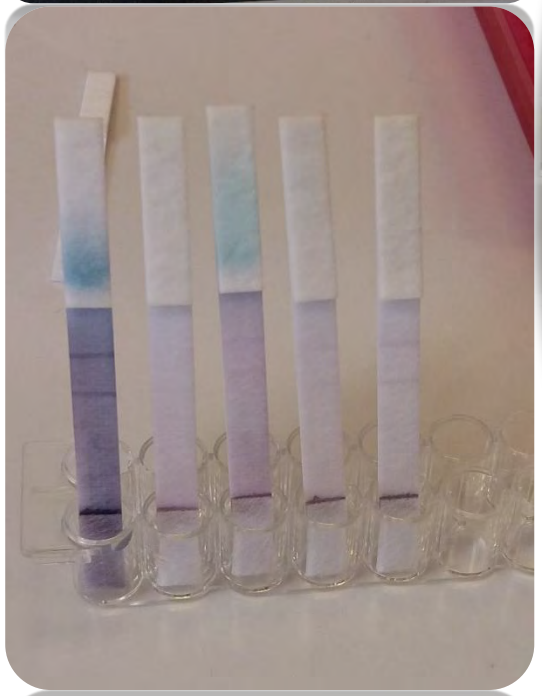
Interlaboratory Comparison Of Methods For Detecting CITXs Microplate-RBA (Abraxis) *vs* Microplate-RBA (Home-made)

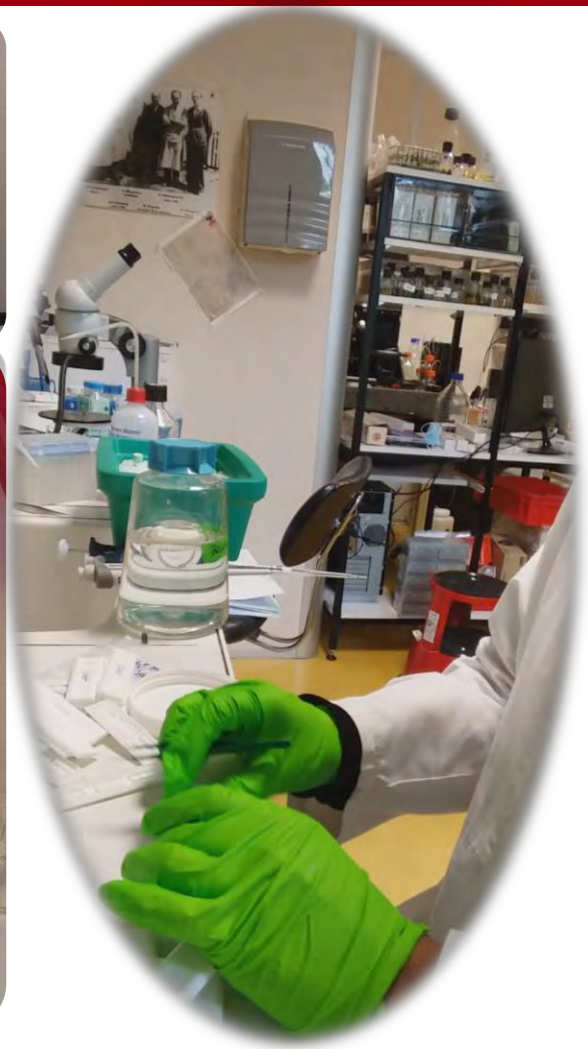
GOOD CORRELATION BETWEEN MICROPLATE-RBA (ABRAXIS) VS MICROPLATE- RBA(HOME)





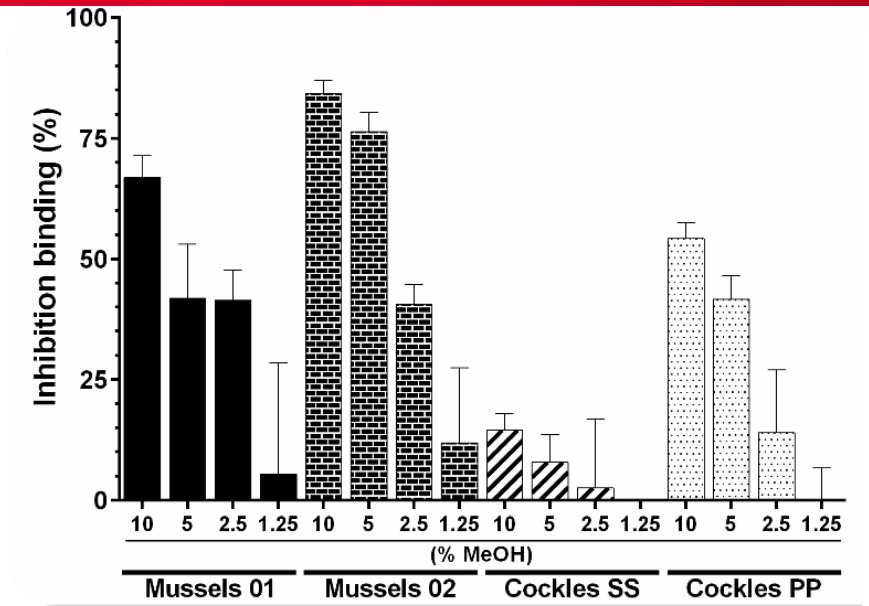
NeuroTorp, a lateral flow test for fast and easy detection of cyclic imine toxins

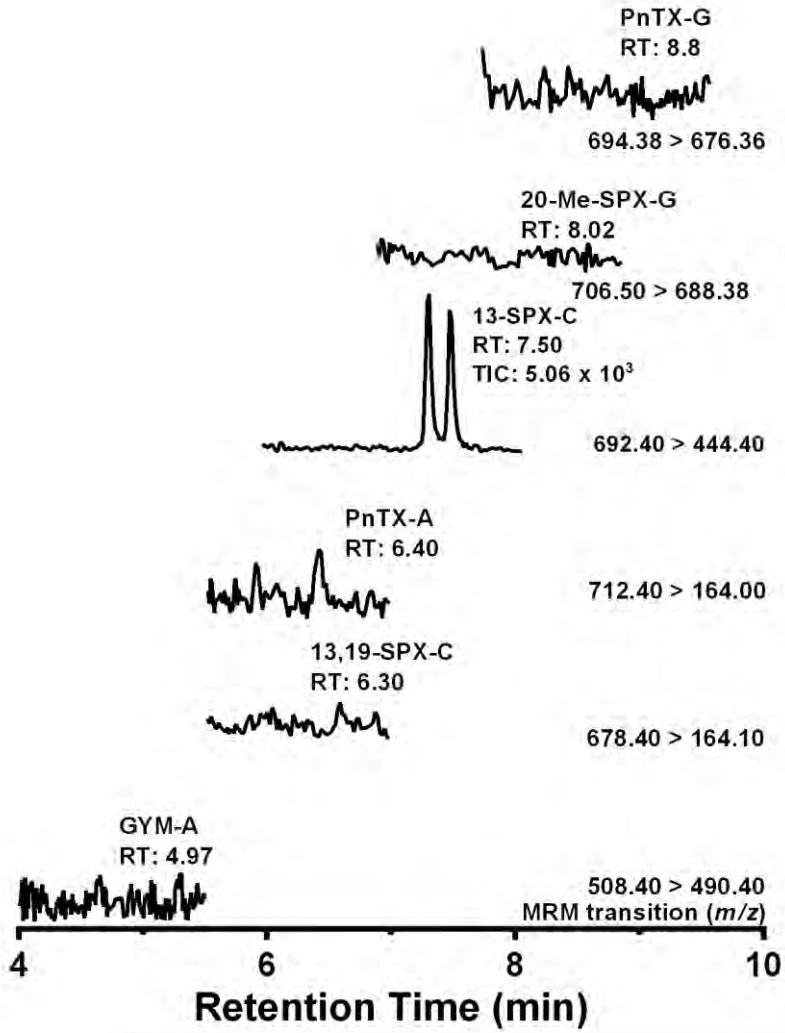




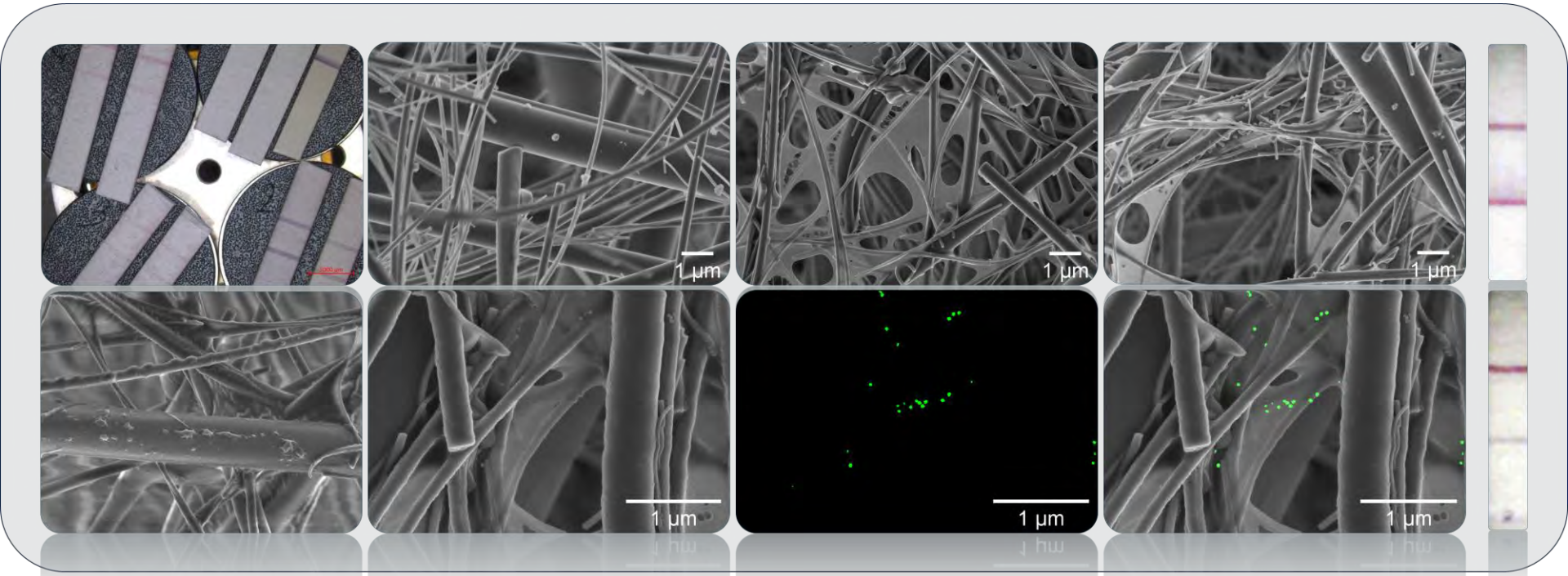
rephy
Les journées du réseau REPHY
30 novembre (interne), 1er – 2 décembre 2022
Ifremer Centre Atlantique, Nantes
Ifremer

CiTXs in shellfish extracts and cockle cans - UPLC-MS/MS validated the presence of 13-SPX-C in the conserves





Latest Highligliths of NeuroTorp



Generic Technologies For Cyclic Imine Toxins Detection

CYCLYC IMINE TOXINS	Receptor-based Assays		Antibody-based Assays		Mass Spectrometry
	Microplate	Strip test	Microplate	Strip test	
Commercialy Available	YES	NO	NO	NO	YES
High throughput	YES	NO	YES	NO	NO
Marine nicotinic neurotoxins	10/30	0/30	0/44	0/44	10/30
Multidetection	YES	YES	NO	NO	YES
Dependent on Toxin Standards	NO	NO	YES	YES	YES
User	Technician	End user	Technician	End user	HQ technician
Cost	Economical	Low price	Economical	Low price	Very expensive
TOXIN DISCOVERY	YES	YES	NO	NO	NO

CEA/ DRF/ JOLIOT
SIMoS/ LTMB
Denis SERVENT
Fanny NOIRMAIN

CEA/ DRF/ JOLIOT
SPI/ LERI
Stéphanie SIMON
Julie DANO

CNRS
ERL9004
Rómulo ARAOZ

USC Santiago de Compostela
Luis Miguel BOTANA
Paz OTERO
Jesus GONZALES

AZTI
Alex BARRANCO

Microbia Environment
Delphine GUILLEBAULT
Lisa JOURDAN

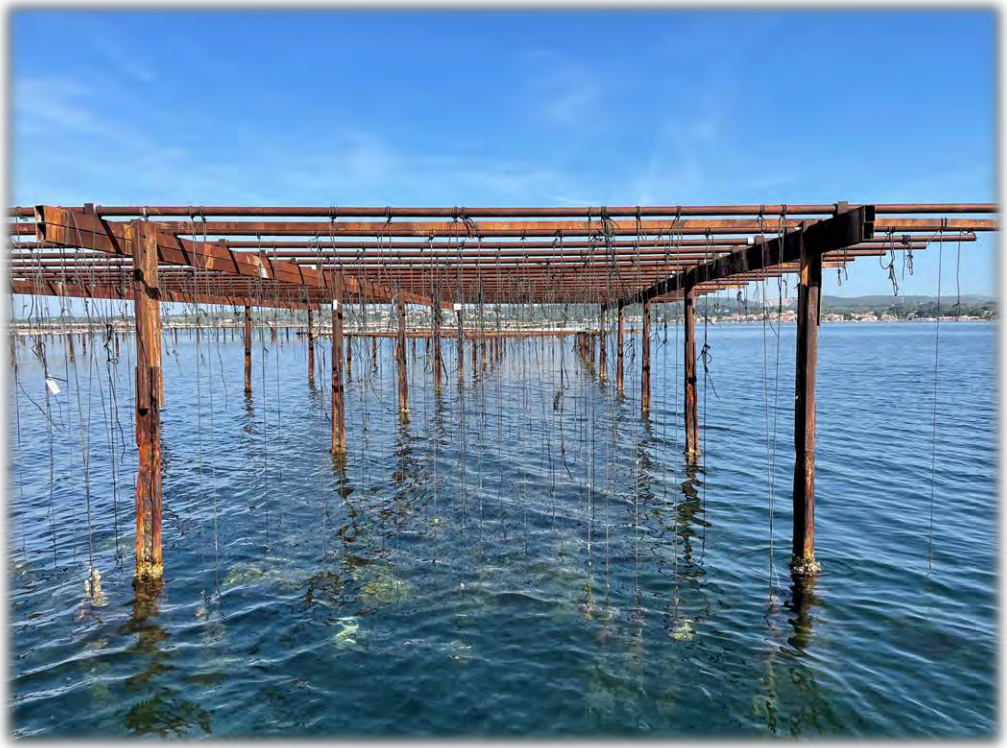
THANK YOU

Journées REPHY 2022

Prediction of *Alexandrium* and *Dinophysis* algal blooms and shellfish contamination in French Mediterranean Lagoons using decision trees and linear regression: a result of 10 years of sanitary monitoring

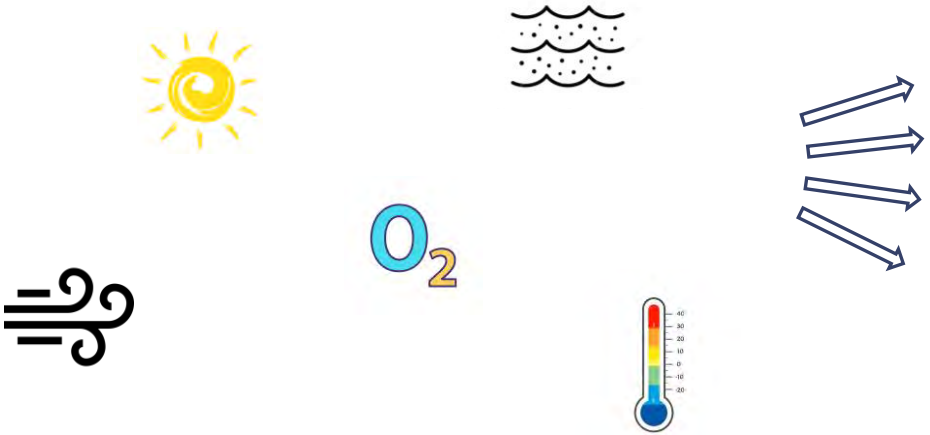
Harmful Algae, June 2022

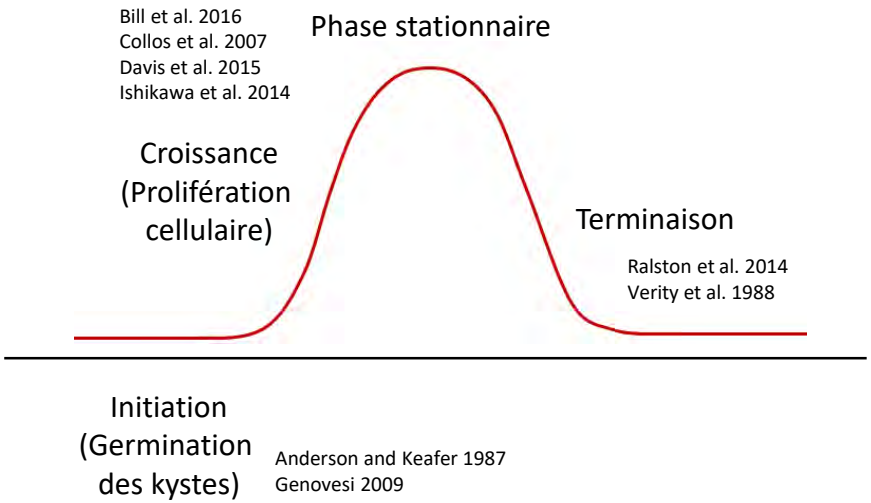
***Aurélien Bouquet**, Mohamed Laabir, Jean Luc Rolland, Nicolas Chomérat, Christelle Reynes, Robert Sabatier, Christine Felix, Tom Berteau, Claude Chiantella, Eric Abadie*



Le Contexte

Environnement et dynamiques des blooms

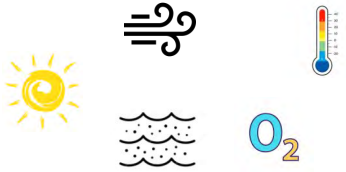


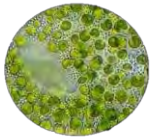


Périodes à risque mais peu de prise en compte des facteurs environnementaux dans la surveillance des blooms et des contaminations

Prédictions et outils statistiques

Variables prédictives ⟹ **Variable prédite**





Outils statistiques

Modèles de régression

Classiquement utilisé pour les HABs

Arbres de décisions

Facilement interprétables
Détermination de seuils critiques

Peut-on combiner les modèles statistiques et les arbres de décision pour prédire les risques de blooms de deux algues toxiques majeures et des contaminations des mollusques dans les lagunes méditerranéennes françaises ?

Alexandrium pacificum
Thau

→ Paralytic shellfish toxins (PSTs)

Dinophysis sp.
Leucate

→ Diarrheic shellfish toxins (DSTs)

Mollusques
(Huîtres, moules)

Méthodologie et résultats

Les données

Origine :
Campagnes des réseaux **REPHY** et **REPHYtox**

Les données

Origine :
Campagnes des réseaux **REPHY** et **REPHYtox**

Période:
- 1er janvier 2010 au 31 décembre 2019
- Prélèvements à minima toutes les deux semaines

Les données

Origine :
Campagnes des réseaux **REPHY** et **REPHYtox**

Période:
- 1er janvier 2010 au 31 décembre 2019
- Prélèvements à minima toutes les deux semaines

Zones:
- Lagune de **Thau**: Marseillan, Bouzigues, Crique de l'Angle
- Lagune de **Leucate**: Parc, Grau

Les données

Origine :
Campagnes des réseaux **REPHY** et **REPHYtox**

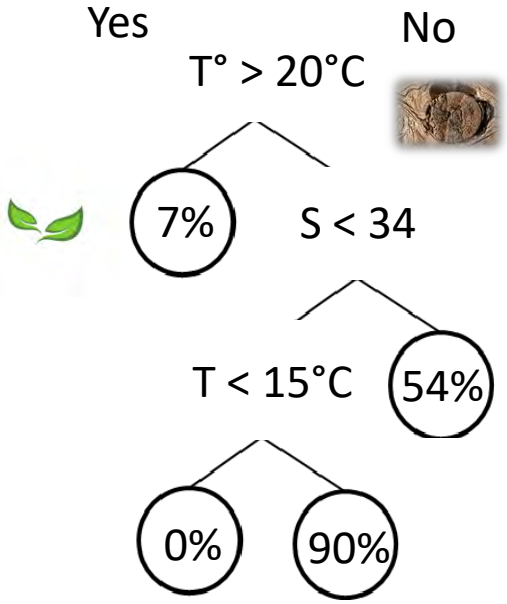
Période:
- 1er janvier 2010 au 31 décembre 2019
- Prélèvements à minima toutes les deux semaines

Zones:
- Lagune de **Thau**: Marseillan, Bouzigues, Crique de l'Angle
- Lagune de **Leucate**: Parc, Grau

Variables :
- **Abondances en microalgues** : *A. pacificum* à Thau, *Dinophysis* sp. à Leucate
- **Concentrations en toxines** dans les moules et les huîtres
- Variables environnementales : **Température, salinité, turbidité**

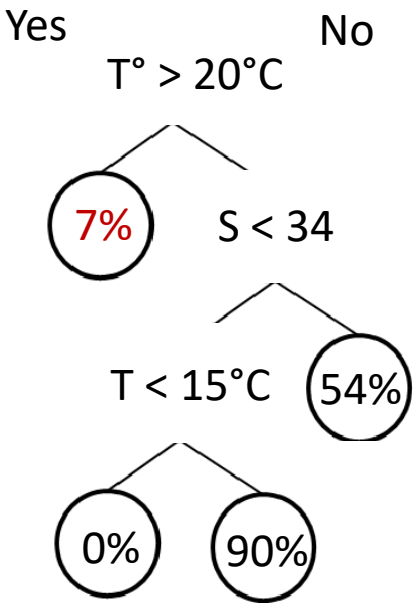
Les outils : l'arbre de décision

Les outils : l'arbre de décision

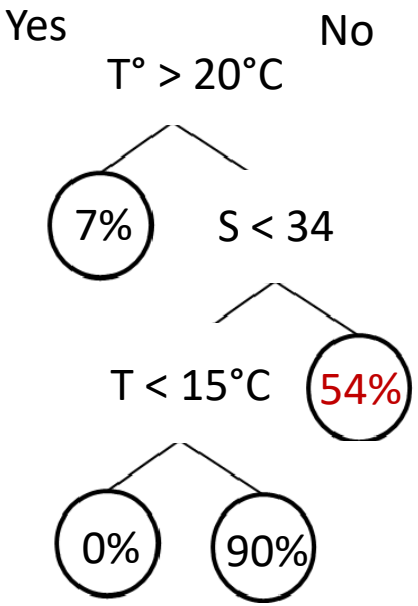


Les outils : l'arbre de décision

Au dessus de 20°C, il y a eu un bloom dans 7% des cas



Les outils : l'arbre de décision

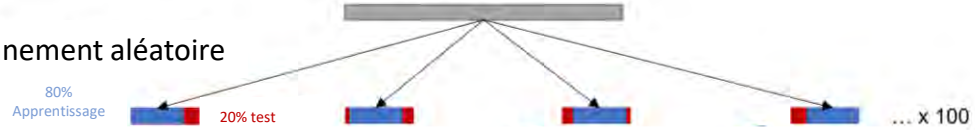


En dessous de 20°C et
pour une salinité supérieure à 34,
il y a eu un bloom dans 54% des cas

La validation croisée

Jeu de données complet

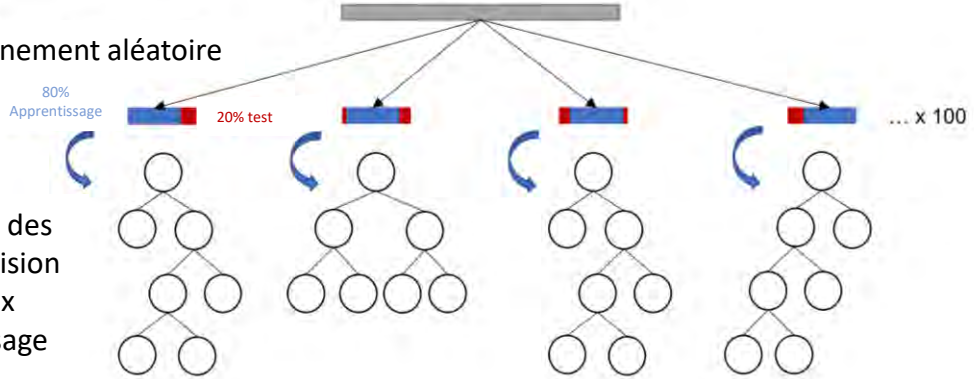
Partitionnement aléatoire



La validation croisée

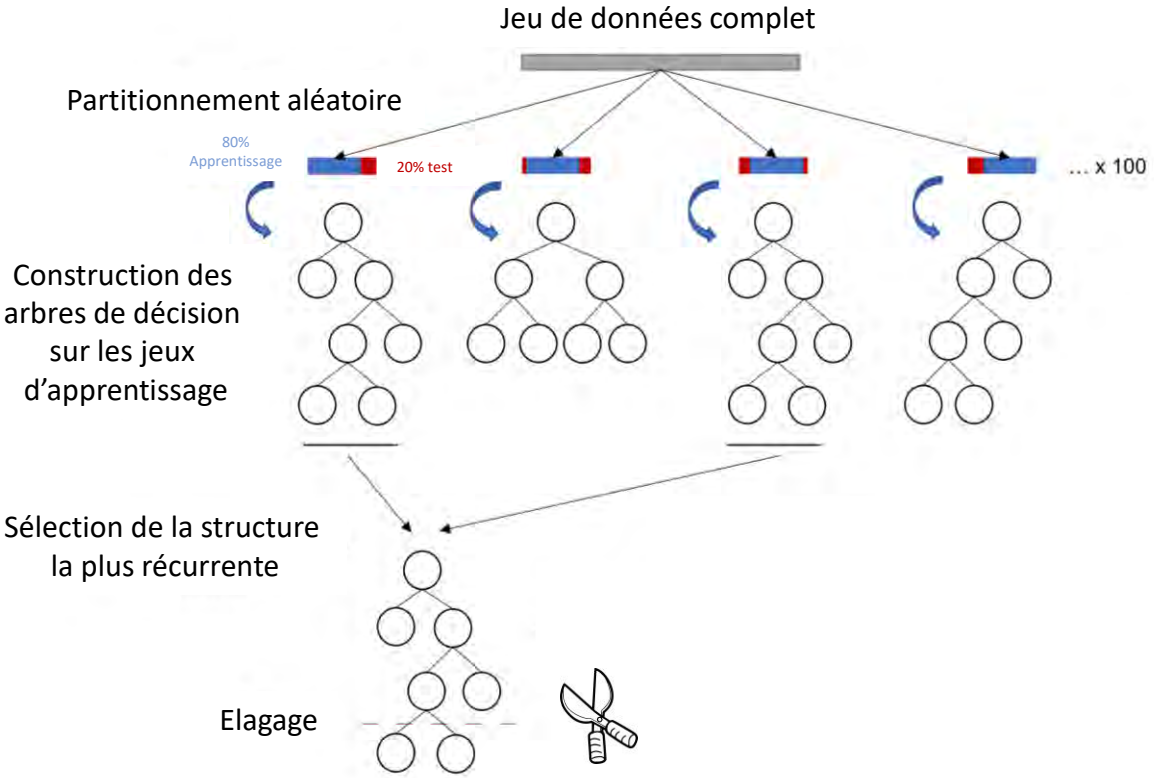
Jeu de données complet

Partitionnement aléatoire

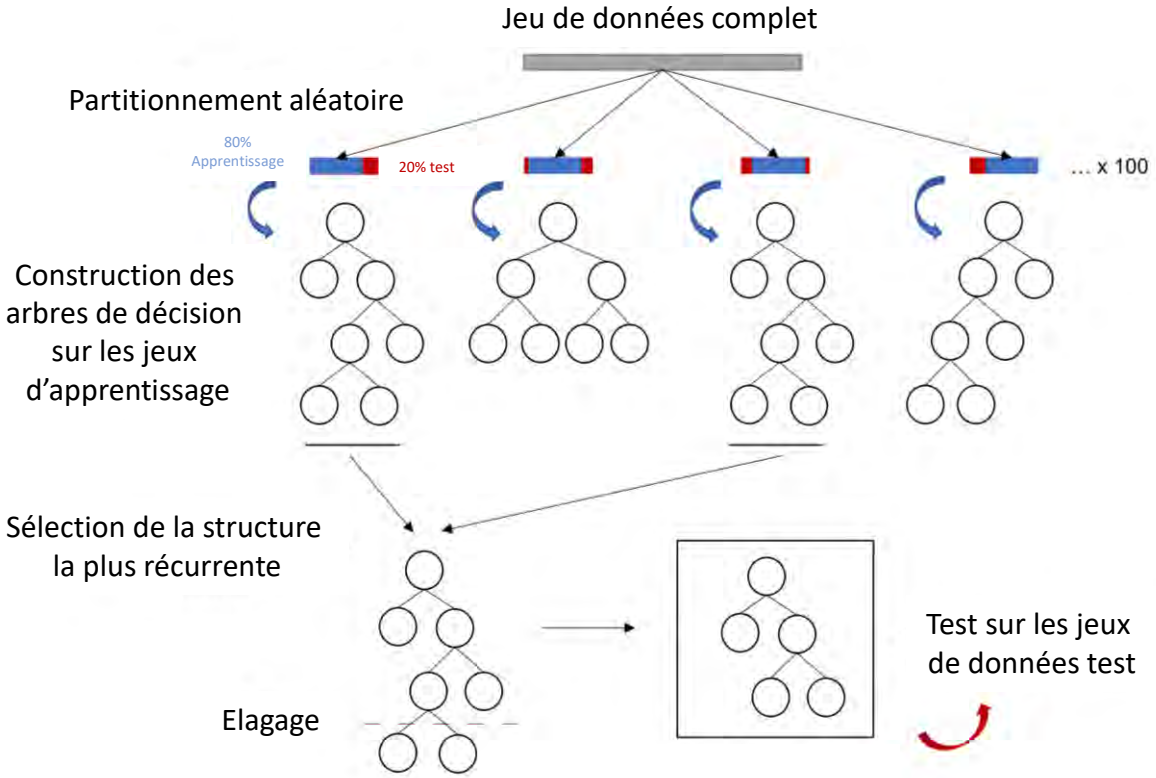


Construction des arbres de décision sur les jeux d'apprentissage

La validation croisée

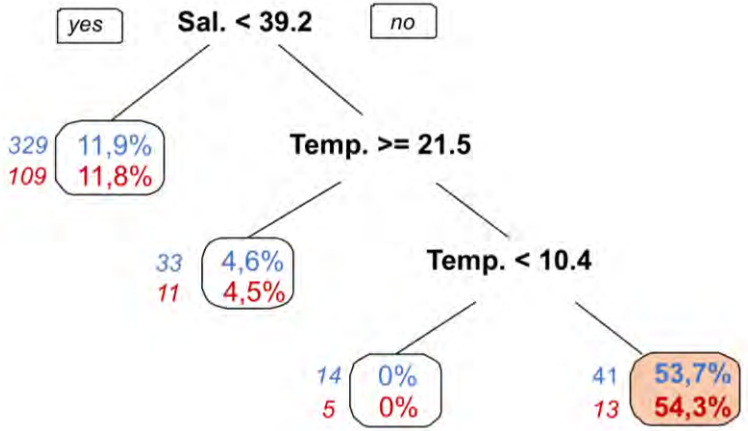


La validation croisée



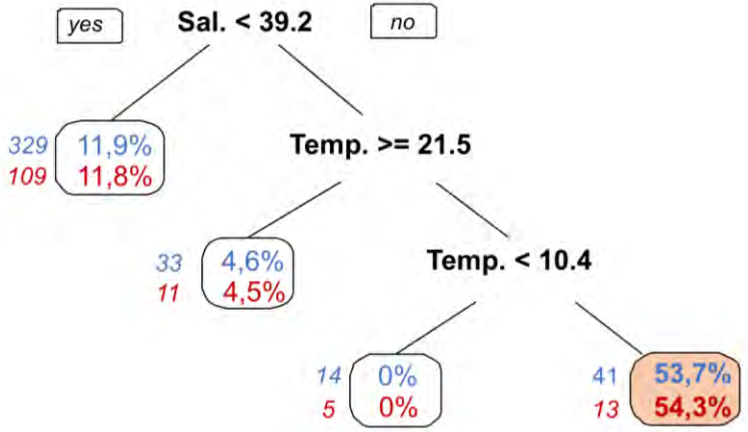
Arbres de décision (Thau)

Blooms d'*Alexandrium pacificum* à Thau



Arbres de décision (Thau)

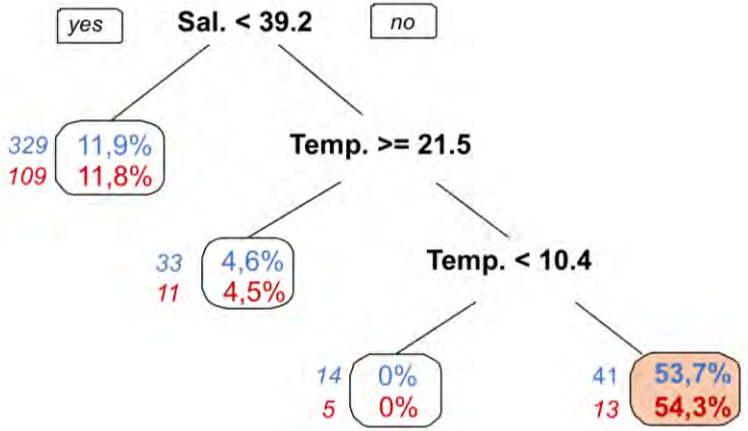
Blooms d'*Alexandrium pacificum* à Thau



Risques > 50% pour un température comprise entre 10.4 et 21.5 et une salinité >39.2

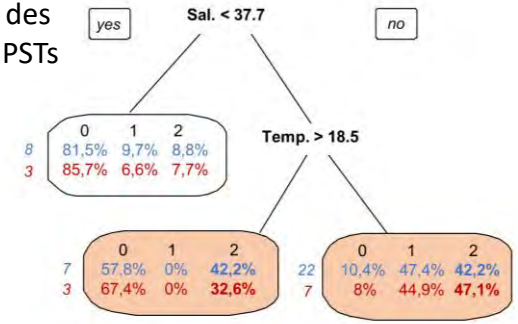
Arbres de décision (Thau)

Blooms d'*Alexandrium pacificum* à Thau

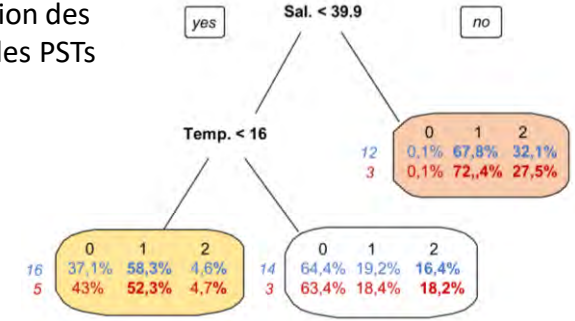


Risques > 50% pour un température comprise entre 10.4 et 21.5 et une salinité >39.2

Contamination des moules par les PSTs

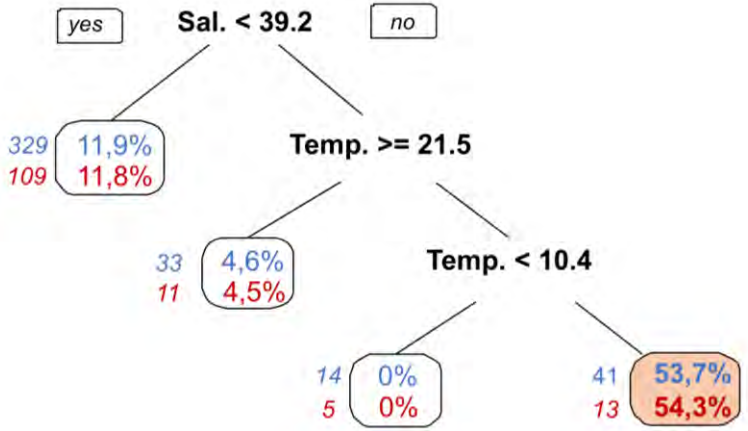


Contamination des huîtres par les PSTs



Arbres de décision (Thau)

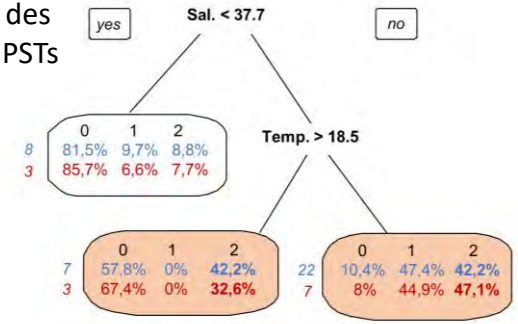
Blooms d'*Alexandrium pacificum* à Thau



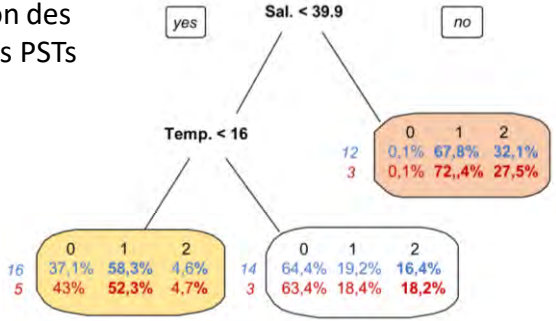
Risques > 50% pour un température comprise entre 10.4 et 21.5 et une salinité >39.2

Seuils de risques similaires pour les blooms et les contaminations des mollusques bivalves

Contamination des moules par les PSTs

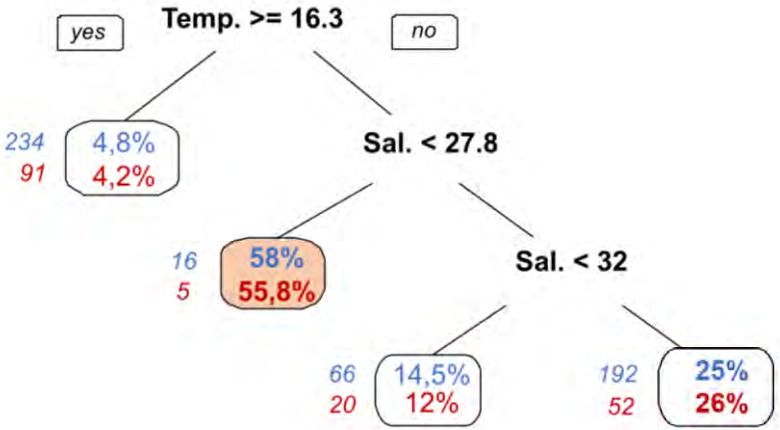


Contamination des huîtres par les PSTs



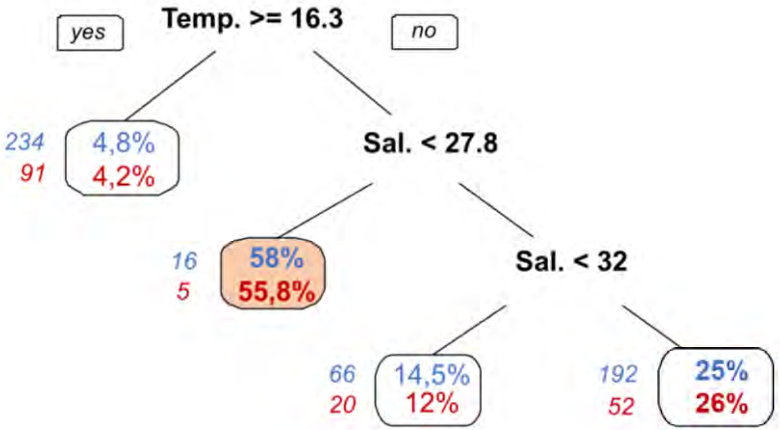
Arbres de décision (Leucate)

Blooms de *Dinophysis sp.* à Leucate



Arbres de décision (Leucate)

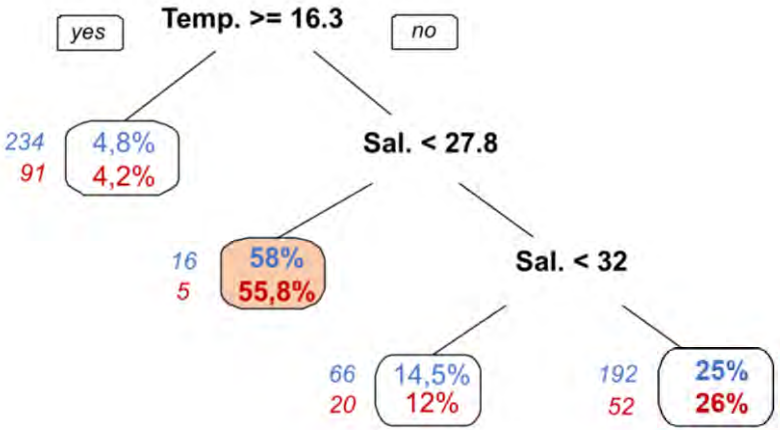
Blooms de *Dinophysis sp.* à Leucate



Risques > 50% pour un salinité inférieure à 27.8 et une température inférieure à 16.3

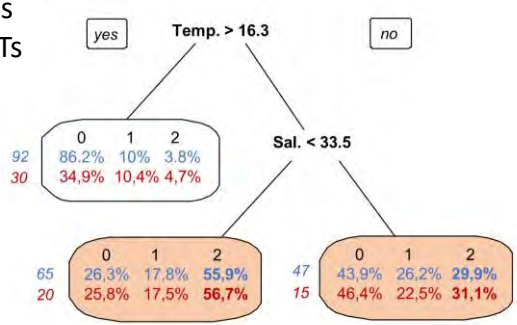
Arbres de décision (Leucate)

Blooms de *Dinophysis sp.* à Leucate

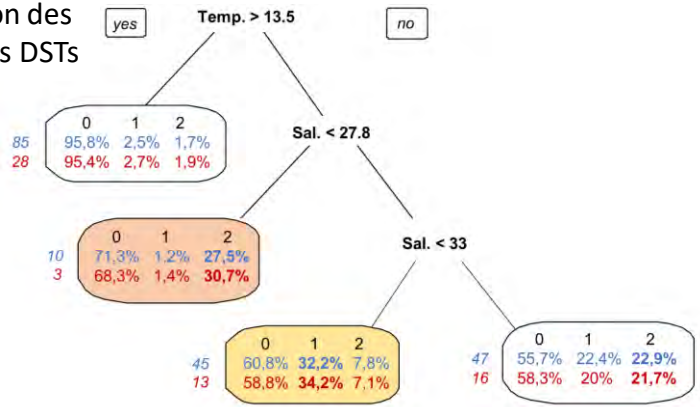


Risques > 50% pour un salinité inférieure à 27.8 et une température inférieure à 16.3

Contamination des moules par les DSTs

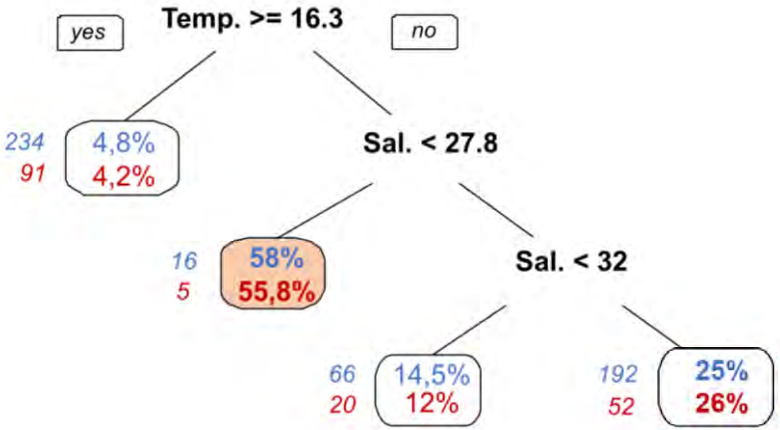


Contamination des huîtres par les DSTs



Arbres de décision (Leucate)

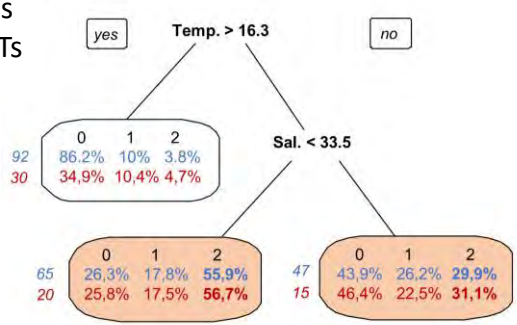
Blooms de *Dinophysis sp.* à Leucate



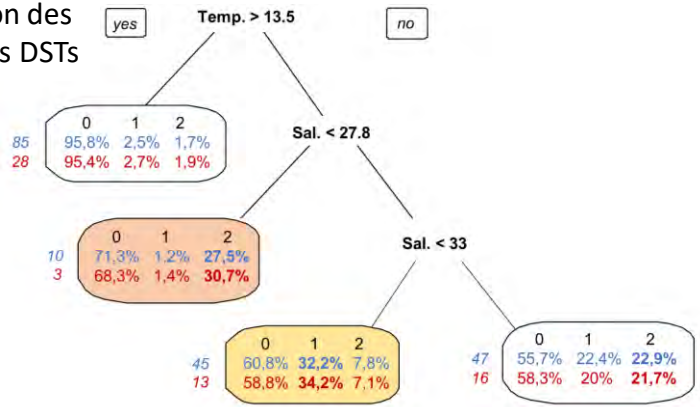
Risques > 50% pour un salinité inférieure à 27.8 et une température inférieure à 16.3

Seuils de risques similaires pour les blooms et les contaminations des mollusques bivalves mais plus restreints pour les huîtres

Contamination des moules par les DSTs

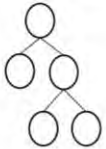


Contamination des huîtres par les DSTs



Les outils : le modèle de régression

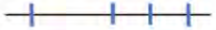
Arbres de décision



Distribution des données

Découpage des variables en classes

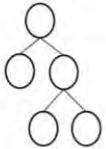
Variable explicative 1



Variable explicative 2

Les outils : le modèle de régression

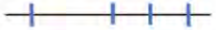
Arbres de décision



Distribution des données

Découpage des variables en classes

Variable explicative 1



Variable explicative 2

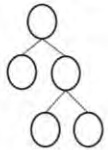
...

Construction du modèle

Modèle

Les outils : le modèle de régression

Arbres de décision



Distribution des données

Découpage des variables en classes

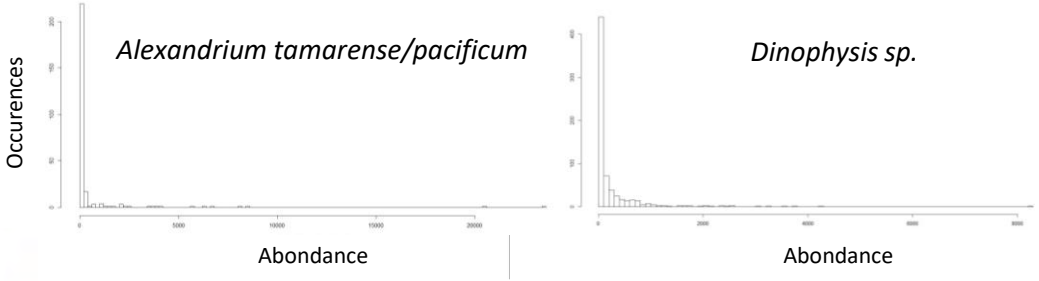
Variable explicative 1

Variable explicative 2

...

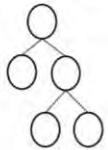
Construction du modèle

Modèle



Les outils : le modèle de régression

Arbres de décision



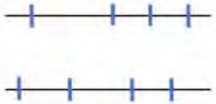
Distribution des données

Découpage des variables en classes

Variable explicative 1

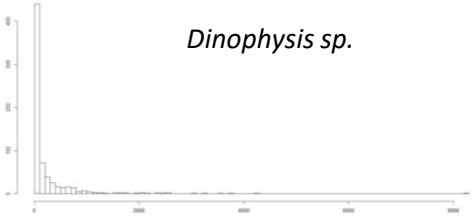
Variable explicative 2

...



Construction du modèle

Modèle



Zero inflated negative binomial (ZINB) model

- Modèle logisitique décrivant la présence ou absence d'algue
- Modèle négatif binomial décrivant l'abondance lorsque l'algue est présente

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Zero inflated negative binomial model

Coefficients du ZINB modèle appliqué à *A. pacificum*

	Abondance		Présence	
Terme	IRR	p.val	OR(presence)	p.val
Intercept	6.11e3	<2e-16 ***	1.92	0.060
Temp. <10.4	0.010	<7.73e-5 ***	0.14	1.60e-7 ***
Temp. ϵ[10.4; 14.6[	0.45	0.030 *	0.46	6.02e-3 **
Temp. ϵ[21.5; 25[	0.17	3.45e-7 ***	0.31	2.03e-5 ***
Temp. > 25	0.15	4.38e-3 **	0.15	2.66e-5 ***
Sal. < 36	0.25	4.85e-4 ***	0.21	7.45e-7 ***
Sal. ϵ [36; 39.2[	0.81	0.49	0.44	1.47e-3 **
Turb.	1.13	0.13	1.09	0.051

T°C de référence : 14.6 -> 21.5
S de référence : >39.2

Les températures et salinités de références sont celles où les risques sont les plus élevés

Les variables explicatives influencent de la même manière la présence et l'abondance des microalgues

Conclusion

Méthodologie utilisant deux outils statistiques complémentaires sur un jeu de données de 10 ans pour décrire les conditions environnementales où les risques de blooms et de contamination sont maximaux

Méthodologie utilisant deux outils statistiques complémentaires sur un jeu de données de 10 ans pour décrire les conditions environnementales où les risques de blooms et de contamination sont maximaux

Les conditions de blooms et de contaminations des coquillages sont sensiblement les mêmes

Méthodologie utilisant deux outils statistiques complémentaires sur un jeu de données de 10 ans pour décrire les conditions environnementales où les risques de blooms et de contamination sont maximaux

Les conditions de blooms et de contaminations des coquillages sont sensiblement les mêmes

Les conditions de présence et de fortes abondances de microalgues sont similaires

Méthodologie utilisant deux outils statistiques complémentaires sur un jeu de données de 10 ans pour décrire les conditions environnementales où les risques de blooms et de contamination sont maximaux

Les conditions de blooms et de contaminations des coquillages sont sensiblement les mêmes

Les conditions de présence et de fortes abondances de microalgues sont similaires

Peu de facteurs environnementaux pris en compte: précision potentiellement perfectible

Méthodologie utilisant deux outils statistiques complémentaires sur un jeu de données de 10 ans pour décrire les conditions environnementales où les risques de blooms et de contamination sont maximaux

Les conditions de blooms et de contaminations des coquillages sont sensiblement les mêmes

Les conditions de présence et de fortes abondances de microalgues sont similaires

Peu de facteurs environnementaux pris en compte: précision potentiellement perfectible

Perspectives :

- Application à d'autres jeux de données/régions
- Prise en compte d'autres facteurs environnementaux
- Adapter aux données les plus récentes pour actualiser les intervalles de risques mis en évidence

Merci de votre attention

Les approches de biologie moléculaires dans l'observation du futur. Contexte internationale et perspectives à l'échelle nationale

Raffaele Siano
raffaele.siano@ifremer.fr
DYNECO/ Pelagos
Centre de Brest (Brittany, France)

Ifremer

Journées REPHY
1-2 Décembre 2022

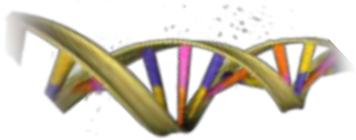
Why should we integrate molecular biology and eDNA approaches into the future observation/monitoring systems ?

Actual limits of phytoplankton monitoring systems based on light microscopy

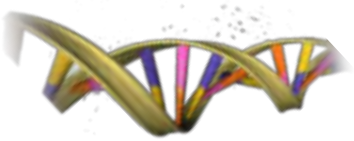
- Samples are only observed once by a single operator
- Water volume observed is limited
- After the analyses samples are destroyed, and it is impossible to analyse them again
- Species (including toxic ones) are not always identifiable) and identifications are based of personal skillful of the operator
- Accompanying communities (picoplankton, bacterioplankton, zooplankton) cannot be analyzed simultaneously
- Heterotrophs (including parasites and pathogens) cannot be always identified
- Rare species (new pathogens), cannot be identifiable), species phenology studied are limited.

Potential solution of eDNA analyses to plankton observation

- ✓ eDNA can analyzed many times in an objectively way by machines and softwares
- ✓ 1-5 L of coastal water can be analyses on a single filter
- ✓ eDNA can be lively stocked (biobanks)
- ✓ qPCR analyses allow simultaneous species specific quantification of target species, working time is 3-5 hours
- ✓ Metabarcoding provide semiquantitative estimation of different microbial community (microbiomes) from a same sample.
- ✓ Metabarcoding allow the identification of heterotrophs including pathogens and parasite
- ✓ Species/groups/genera can be identified down to <1% of their abundance (invasive species, new human and ecosystems health risks)



Institutional → National → European → International



Institutional

ROME

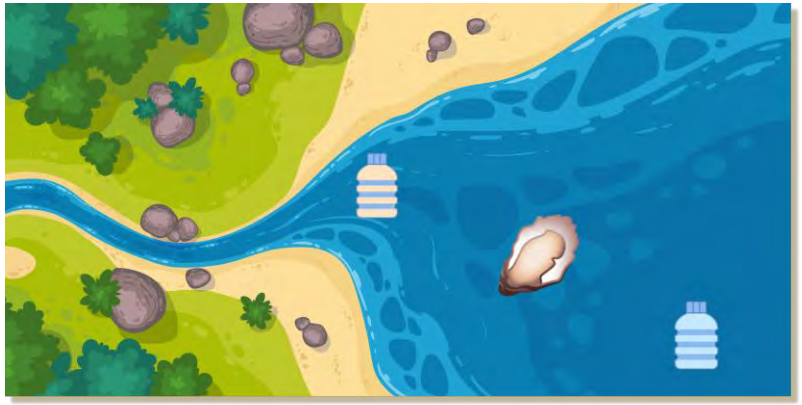
Réseau d'observatoires de microbiologie environnementale intégrée

Since September 2020

What's the impact of river-run offs over the coastal microbiomes ?

How oyster microbiome vary in the natural environment ?

Are new human and oyster pathogens emerging in French coastal ecosystems ?



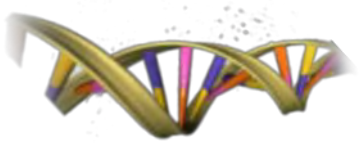
Coastline water samples representative of river inputs (Fortnightly, 3L)

Off-shore water samples representative of non-impacted waters (Fortnightly, 3L) ⟷ **REPHY**

Adult oyster (*C. gigas*) samples (Monthly, 15 specimen)

https://rome.ifremer.fr/

Virome (metaG) + bacteriome (metaB) + protistome (metaB) + oyster microbiome (metaB)



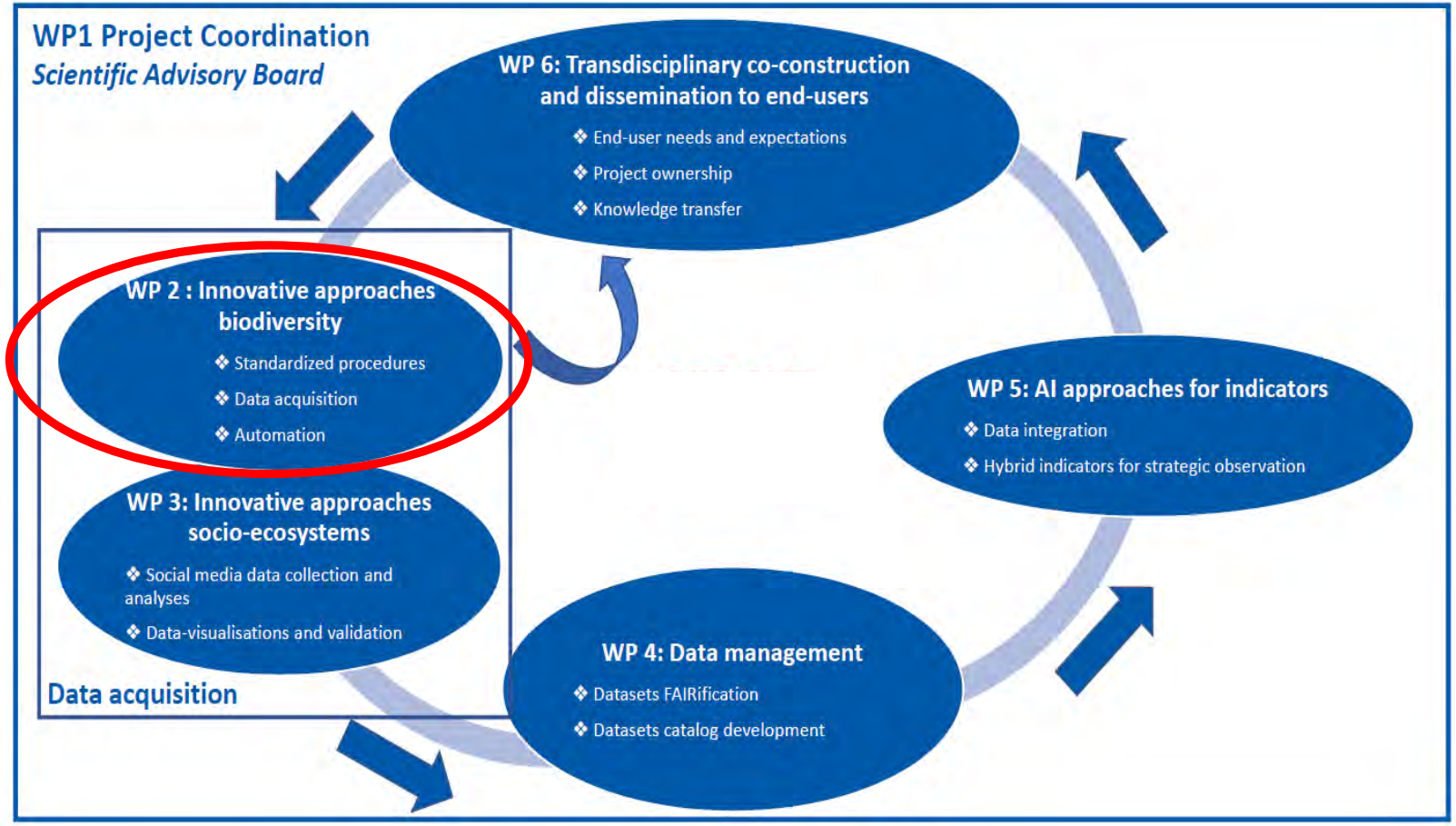
Institutional → National

PPR 2022-2028

FUTURE-OBS

Augmented Observatory for Coastal Socio-ecosystems

Fournir des solutions innovantes et durables co-construites avec les différents porteurs d'enjeux pour la mise en place **d'observatoires augmentés** capables d'analyser et de prédire les trajectoires des socio-écosystèmes face aux changements environnementaux



Porteur pour Ifremer
N. Deroy

FUTURE- OBS

Work Package 2

« Intégration de l'imagerie et de la génomique environnementale dans l'observation du futur »

Acquisition de données de biodiversité des virus aux métazoaires, des communautés pélagiques et benthiques

- Déploiement de nouvelles méthodes d'acquisition des données de biodiversité : imagerie et génomique
  - Formations, workshops
  - Standardisation des méthodes

- Développement de nouvelles méthodes d'acquisition des données de biodiversité: intelligence artificielle pour le traitement des images, métagénomes et métatranscriptomes pour la diversité fonctionnelle microbienne

- Combinaison d'outils innovants et traditionnels

FUTURE- OBS

Génomique environnementale

- ✓ Evaluer la complémentarité entre méthodes d'imagerie et de métabarcodes et modes de prélèvement
- ✓ Appliquer les méthodes de métabarcodes benthiques => détection précoce des espèces exotiques et invasives (DCSMM)

Milestone 2.3.
Workshop on sampling and laboratory techniques for eDNA analysis
(year 1)

Institutional → National → European

ICES CIEM

News | Events | Calendar | Library | SharePoint login | Admin | Search this site

ABOUT ICES | SCIENCE | DATA | ADVICE | JOIN US

Expert groups | Science priorities | Publications

WGHABD

Joint ICES/IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics

Affiliation: EPDSG

Chair: David Clarke

The ICES - IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WGHABD) looks at the dynamics of harmful algal blooms (HABs).

WGHABD is an important forum for ICES and the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC-UNESCO) to review and discuss HAB events and to provide annual advice and updates on the state of HABs in the region. It also facilitates interaction

Print it | Send to | Share it

© Kit Sen Chin - Fotolia.com

LINKS

https://www.ices.dk/community/groups/pages/wghabd.aspx

Representant for France :

Maud Lemoine
Raffaele Siano

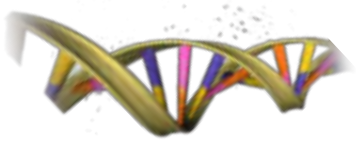
ToR –I :
Use of eDNA analyses to study and monitor HAB species dynamics
Leader: R. Siano

ICES-WG HAB D

	technologies and Techniques and *Seafood Production.*			
Produce protocols and guidelines for qPCR methodologies for the study and monitoring of HAB species using eDNA	The use of environmental DNA approaches are becoming routine for microbial community and species distribution studies. Work undertaken in the previous two reporting cycles have lead WGHABD to identify the qPCR method based on eDNA as the most appropriate method for HAB species ecological studies and monitoring. WGHABD have taken a longer term view here with this ToR and see it lasting two reporting cycles. The final outcome will be agreement on common protocols and assays and on the potential of applying of qPCR in routine HAB monitoring. This has direct relvance to ICES Science priorities *Ecosystem Science* and *Emerging Techniques and Technologies.*	1.6, 1.8, 4.4	Year 1,2,3	Yr 1 – review qPCR strategies along with metabarcoding approaches across the ICES countries for the field detection and ecological studies of HAB species. Yr 2 – Organisation of a qPCR meeting with experts outside the WGHABD (PICES etc) to discuss and elaborate common qPCR strategies and protocols (ICHA 2022/2023 Hiroshima, Japan). Yr 3 – Discussion with other ICES WG working groups about the eDNA approaches and presentation of the specificity of the WGHABD strategy. *For next reporting cycle* Yr 4 – Production of guidelines and protocols for the ICES area for qPCR methods. Yr 5 – Discussion and feedback from the monitoring systems about the feasibility of the application of the protocols. Yr 6 – Organisation of a practical qPCR workshop to show the chosen protocols.

Joint ICES –theme session
at the 2023 Annual Science Conference (ASC)
11- 14 September, Bilbao, Spain.

'Integration of molecular tools for biodiversity, risk assessment, ecosystem advice within a changing climate'.



Institutional → National → European

EURLMB

AGENDA
WORKING GROUP ON TOXIC PHYTOPLANKTON DETECTION
Virtual meeting, 15th December 2022

09:00 – 09:15	EURLMB: Opening and welcome
09:15 – 11:15	Presentations from invited experts
11:15 – 11:45	Coffee break
11:45 – 12:45	Presentations (15 min, country alph. order)
12:45 – 14:00	Lunch
14:00 – 15:15	EU NRLs/OLs (cont.) and EURLMB Presentations
15:15 – 15:30	Short break
15:30 – 17:00	Open discussion, topics proposed by EU NRLs
17:00 – 17:30	Conclusions

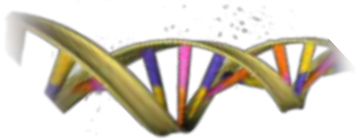
Invited experts: Antonella Penna, Uwe John, Dave Clarke, Raffaele Siano.

Participant EU NRLs: Croatia, Denmark, France, Greece, Iceland, Italy, Portugal, Spain, The Netherlands.

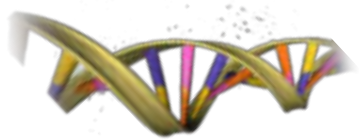
Link between molecular biology experts and managers of monitoring systems

Representant for France :

Maud Lemoine
Raffaele Siano



Institutional → National → European



Institutional → National → European

EMBL
European Molecular Biology Laboratory

BioOcean5D

EMBL
European Molecular Biology Laboratory

Fondation tara océan
explorer et partager

TREC Expedition

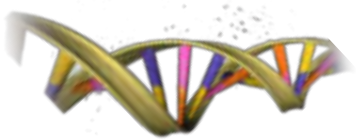
OBAMA-NEXT

AARHUS UNIVERSITY

ROME

CNRS UPMC
Station Biologique Roscoff

FUTURE-OBS



Institutional → National → European

- New eDNA data
- Paleogenomics

BioOcean5D

Biodicator of human impact

TREC Expedition

Estuarine ecosystems multiomics

OBAMA-NEXT

- European contextualization of French data
- Sediment analyses

ROME

eDNA data for policy decision (APP)

International vs national strategies

eDNA in The future of coastal observation

FUTURE-OBS

Institutional → National → European → International

pogo Partnership for Observation of the Global Ocean

55 MEMBERS IN 29 COUNTRIES

OBON
OCEAN BIOMOLECULAR OBSERVING NETWORK

What is OBON?
Our Objectives
Founding Coordinators
Ocean Decade Website
OBON on the Ocean Decade Forum

Sign up to our mailing list
Email Archive

Download the OBON Factsheet

Read OBON's paper in the Marine Technology Society Journal (May/June 2022)

Read our latest CALL for OBON Project Proposals *(May 2022)*
NB: this Ocean Decade Project Call closes on 30 Aug 2022

****Side Event at UN Ocean Conference 2022****

What is OBON?

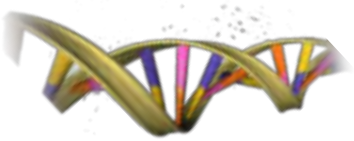
The Ocean Biomolecular Observing Network is an endorsed programme of the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development that will monitor, research & understand ocean life by analyzing biomolecules.

The first list of Endorsed Decade Actions was announced on 3 June 2021.

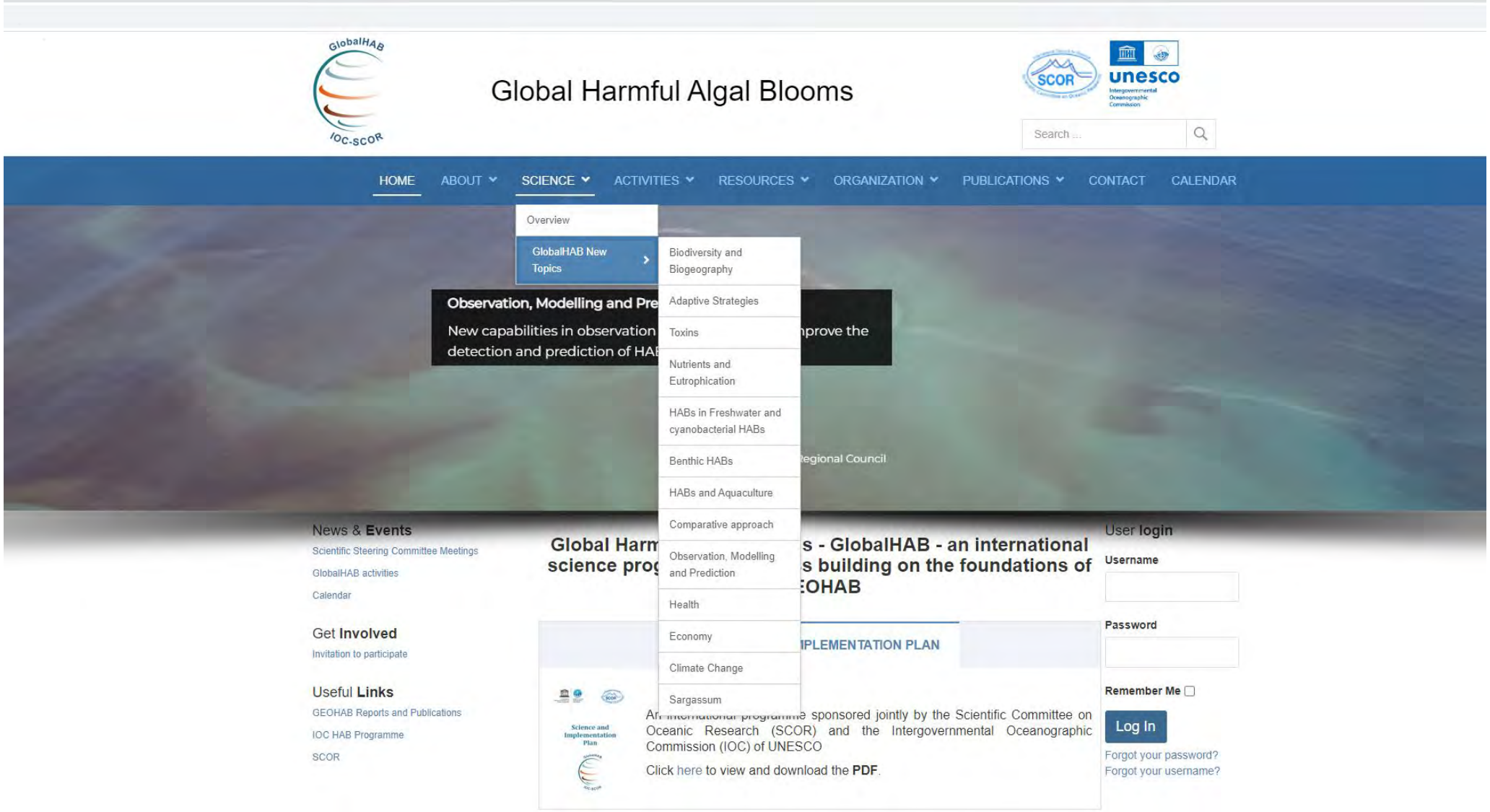
2021 2030 United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development

Representant for France and Ifremer

Raffaele Siano



Institutional → National → European → International



http://www.globalhab.info/

Theme 1: Biodiversity and Biogeography

Aim: foster the integration of molecular approaches, and in particular the qPCR method, Into HAB monitoring systems.

qPCR workshop proposal 2022-2023

Perspective:
qPCR workshop in 2022-23 with experts in the field to agree on common protocols and guidelines for HAB species detection.

Objectives and outcomes

- Resituate qPCR methods in the context of all eDNA approaches (qPCR vs. metabarcoding)

- Establish how qPCRs (qPCR and ddPCR) could be used in monitoring of HAB

(which marker, Quantitative data ? Early warning ? Detection of toxic populations?)

- Select target species to be monitored with qPCR at global scale

- Agree on common protocols adapted to HAB monitoring systems

- Elaborate international guidelines

(water volume filtration, target species primers, PCR protocols, data interpretation)

- Share results of the workshop with HAB communities and other ICES groups discussing eDNA approaches

(Special session at ICHA Hiroshima 2023, Position technical paper, presentation to ICES groups, IOC Manual)

The experts

Antonella Penna (Italy)
Kerstin Klemm, Uwe John (Germany)
Shauna Murray (Australia)
Kirtsy Smith (New Zealand)
Karen Rengefors (Sweden)
Anette Engesmo (Norway)
Taegyu Park (Korea)
Haifeng Gu/ Pengbin Wang (China)
Holly Bowers (USA)
Satoshi Nagai (Japan)
Chuipin Leaw (Malaysia)
Arturo Lluisma (Philippines)
Karl André (Spain)
Catarina Churro (Portugal)

GlobalHab subcometee

Raffaele Siano (France)
Dave Clarke (Ireland)
Po Teen Lim (Malaysia)
Bengt Karlson (Sweden)
Aletta Yniguez (Philippines)

Agenda

January-February 2022: contact people and elaborate the final list of participants

March-Mai 2022: Fix the place and the dates for the workshop and consolidate the budget

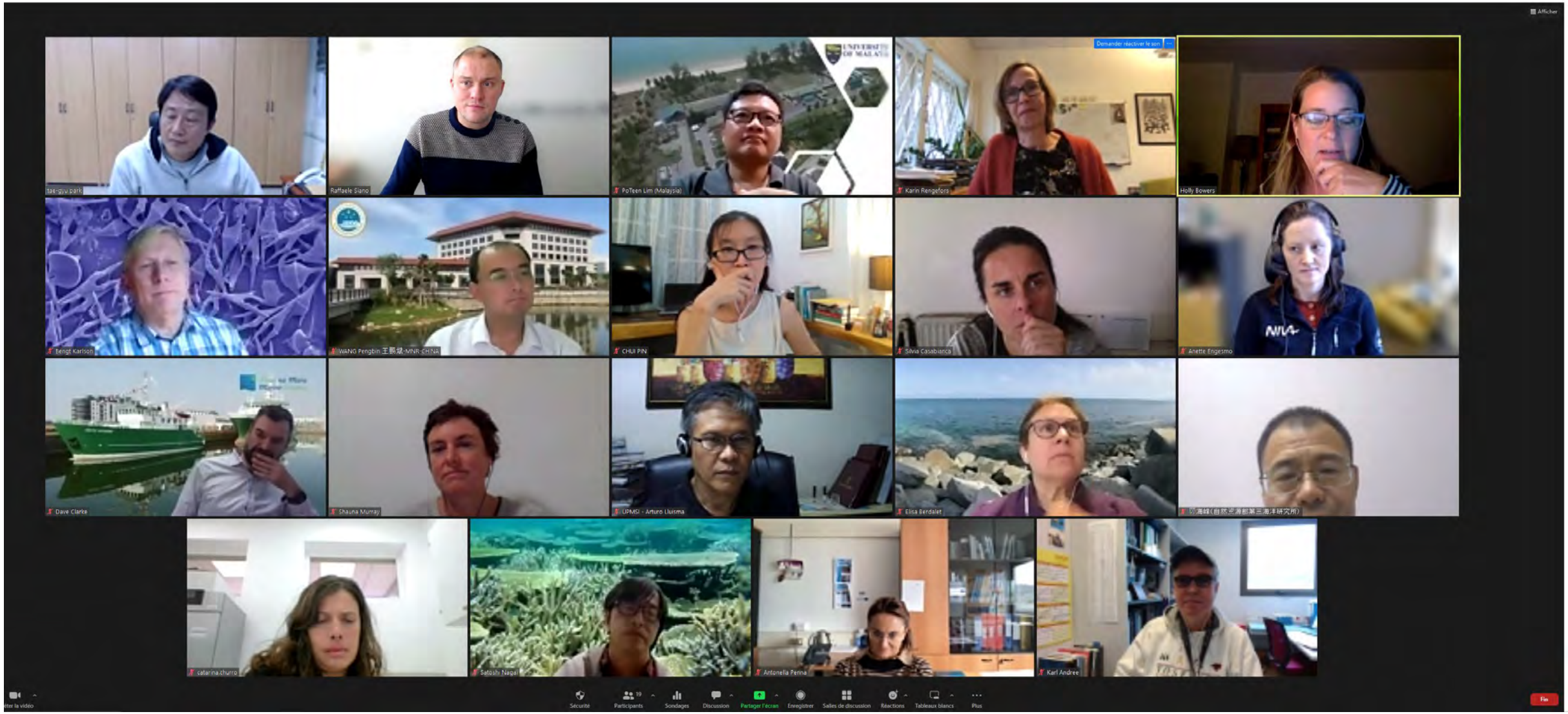
Between October 2022 – November 2023: Organize 1-3 virtual meetings with the participants to fix the idea of the workshop. One meeting could be about result presentation (meeting #2)

In-person meeting (writing session) : 3-4 days
(Beihai, China (host Dr. Pengbin Wang) or Hiroshima, Japan, host ICHA meeting/Satoshi Nagai)

Beginning of 2023 : Submit the idea of the presentation of the workshop QPCR result to the Hiroshima ICHA scientific committee

5-11 November 2023 : ICHA Hiroshima session/ presentation

meeting #1 : 17 November 2022

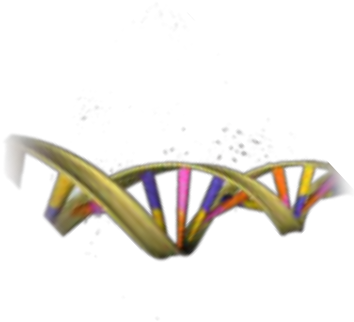


Take-home message…

…from national and international consortia :

We are living a transitional period, it is to the responsibility of this generation of scientists to change the observations systems of the 80's to improve research data quality and coastal monitoring managing….

….Ifremer is in the perfect timely situation at national and international levet to include eDNA into the observatory systems



Institutional → National → European → International

Merci !

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Ifremer

PHYTOX

PHYsiologie et TOXines des microalgues toxiques et nuisibles

PHILIPP HESS - RESPONSABLE D'UNITÉ

2 DÉCEMBRE 2022

Unité de recherche : PHYTOX – Ifremer Nantes (ODE)

PHYsiologie et TOXines des microalgues toxiques et nuisibles

« *Notre unité cherche à clarifier les stratégies de succès des microalgues toxiques et nuisibles, ainsi que les rôles et les impacts des toxines algales* » – Philipp Hess, Responsable PHYTOX

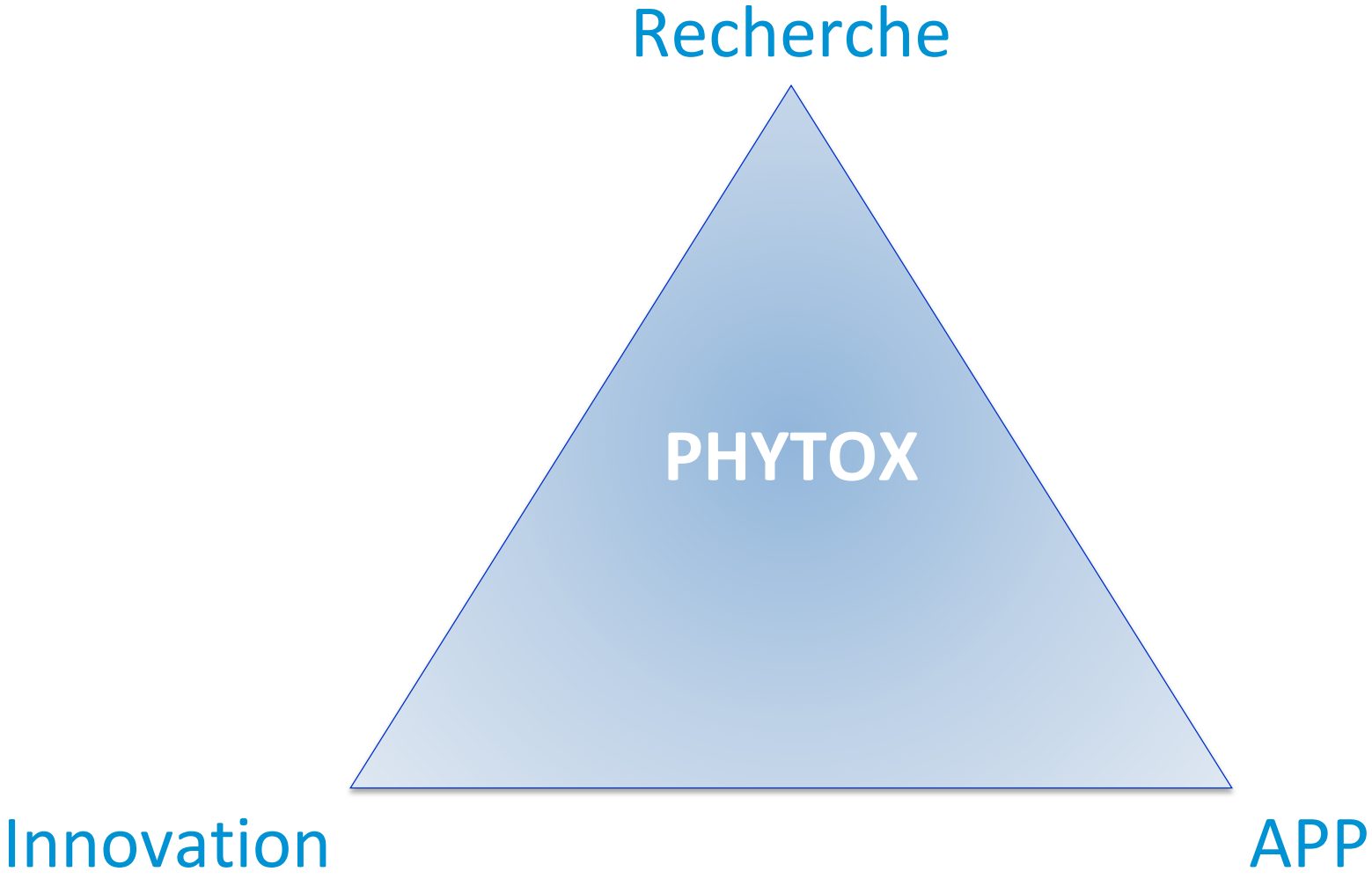
Banc de phénotypage pour microalgues
©Dugornay Olivier (2020) Ifremer

Equipement de biologie moléculaire

Spectrométrie de masse basse et haute résolution

- 30 personnes permanentes (+ régulièrement jusqu'à 12 étudiants et visiteurs)
- 3 nouveau laboratoires de métier :
  - ✓ Physiologie des microalgues (PHYSALG – Gaël Bougaran)
  - ✓ Génomique des microalgues (GENALG – Matthieu Garnier)
  - ✓ Métabolites des microalgues (METALG – Damien Réveillon)

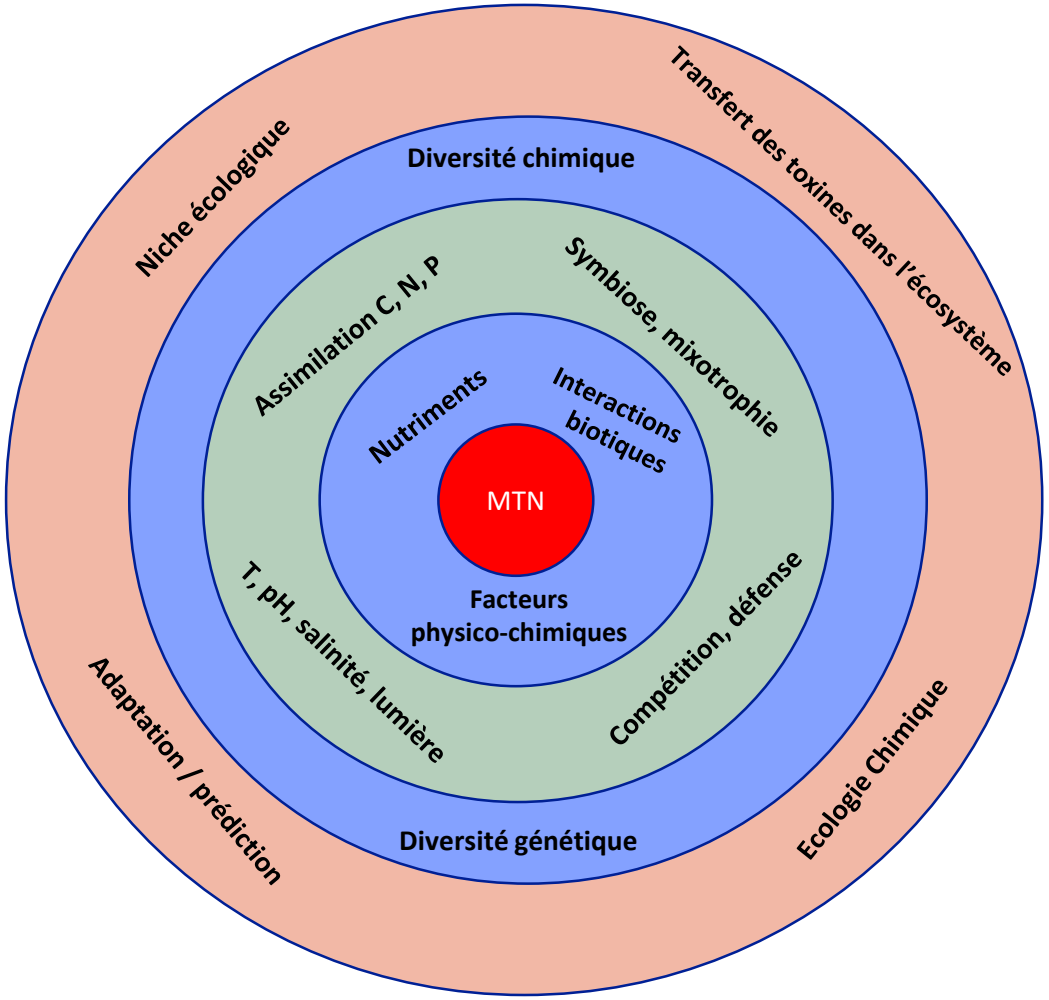
Tryptique



Physiologie et toxines des MTN
de la cellule à la société

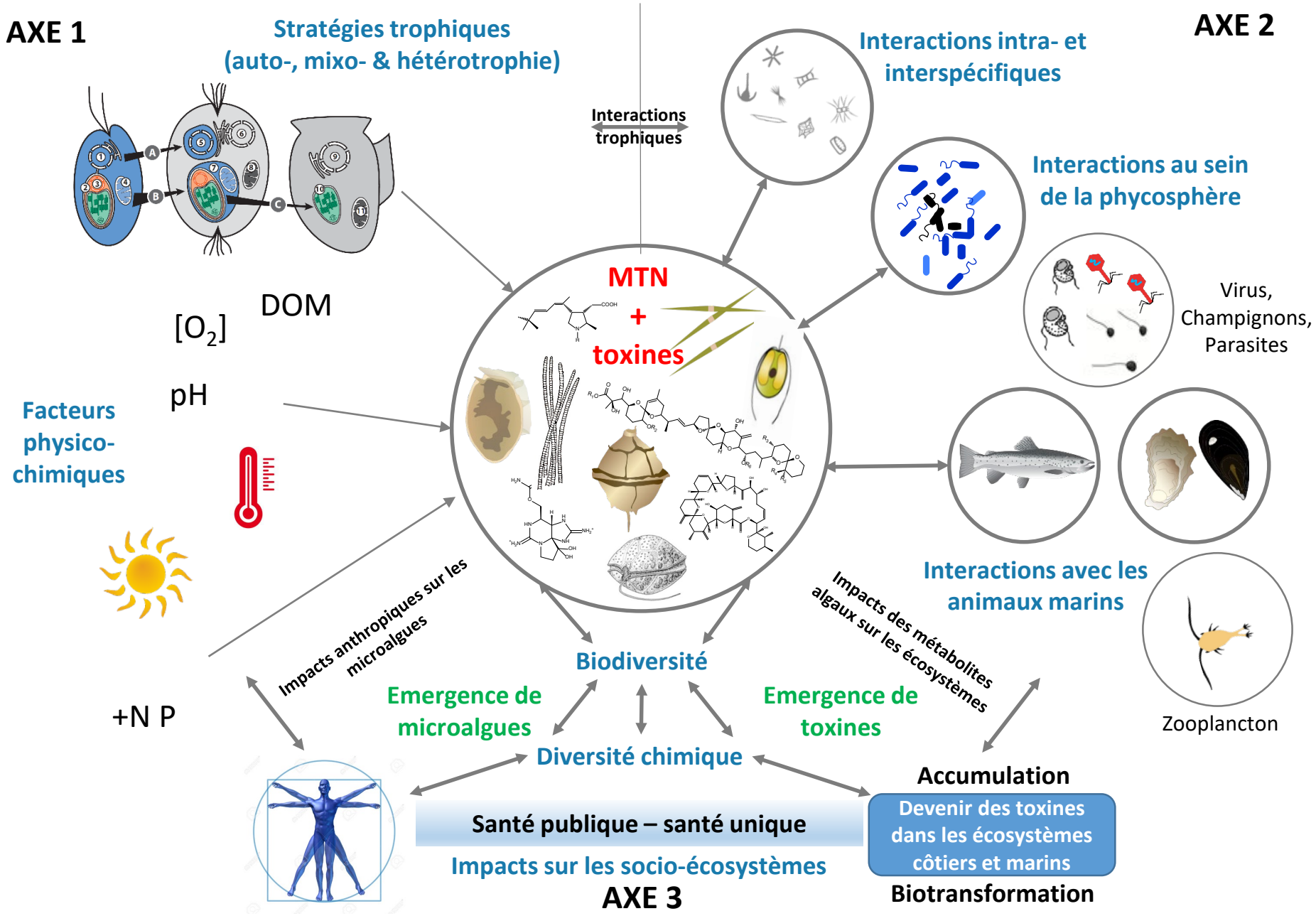
Eutrophisation

Santé humaine



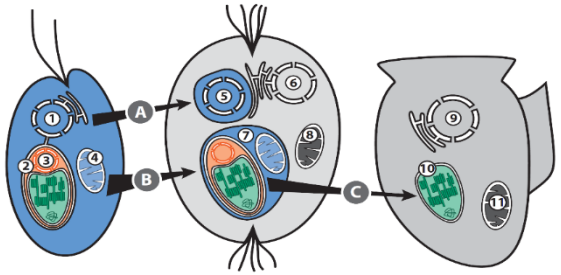
Changements climatiques et globaux

Mortalités des coquillages ou poissons

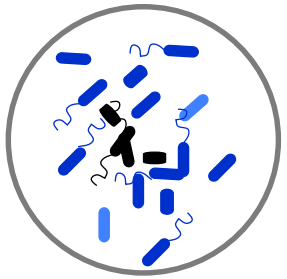

AXE 1
Stratégies trophiques
(auto-, mixo- & hétérotrophie)
Interactions
trophiques
AXE 2
Interactions intra- et
interspécifiques
Interactions au sein
de la phycosphère
Virus,
Champignons,
Parasites
MTN
+
toxines
DOM
[O2]
pH
Facteurs
physico-
chimiques
Interactions avec les
animaux marins
Zooplancton
Impacts anthropiques sur les
microalgues
Impacts des métabolites
algaux sur les écosystèmes
+N P
Biodiversité
Emergence de
microalgues
Emergence de
toxines
Diversité chimique
Accumulation
Santé publique – santé unique
Devenir des toxines
dans les écosystèmes
côtiers et marins
Impacts sur les socio-écosystèmes
AXE 3
Biotransformation

Priorités

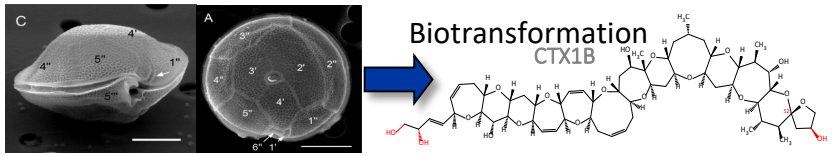
1. ***Dinophysis* : modes trophiques des micro-algues toxiques** (mixotrophie non-constitutive chez ***Dinophysis***, et mixotrophie constitutive chez *Alexandrium*, *Prymnesium*)



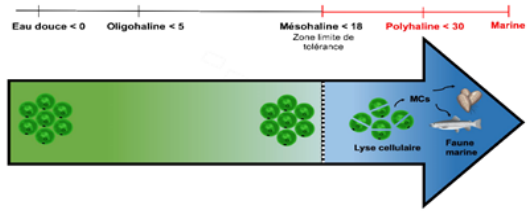
2. ***Prymnesium* : interactions micro-algues – micro-algues – bactéries** (prise en compte des interactions chimiques, métaboliques et trophiques, régulation des enzymes, interaction dans la phycosphère et modélisation)



3. ***Gambierdiscus* : diversité chimique des dinoflagellés** & identification de nouvelles toxines : focus **ciguatéra**



4. ***Microcystis*** : **focus transfert terre-mer** (problématique émergente due au changement climatique et l'augmentation des cyanobactéries)



Nouveau batiment inauguré en mars 2023

75 personnes ~ 60 ETP

Jumelages

Outre-mer

Nouméa : LEAD (2)
Océan Pacifique:
Diversité micro-algale

Antilles: BioDivEnv Martinique (2)
Pêche/Ciguatéra

UMR: LEMAR (10)
effets des microalgues sur les coquillages

RDT(4) LDCM :
capteurs pour microalgues et toxines

DYNECO - PELAGOS (13)
Dynamiques saisonnières & pluri-annuelles des populations
Structuration spatiale des communautés

PHYTOX (30)

Mécanismes physiologiques & stratégies trophiques des microalgues toxiques et nuisibles

Ecologie chimique : rôles des métabolites algaux dans les interactions entre organismes

Risques actuels et émergences toxiniques : de la diversité biologique à la diversité chimique

Unité Littoral (13)

LER/BL (2)
LER/N (1)
LER/MPL (2)

Eutrophisation / / pigments / algues nuisibles

LER/BO (7)

Taxinomie / Kystes / Ichtyotoxicité

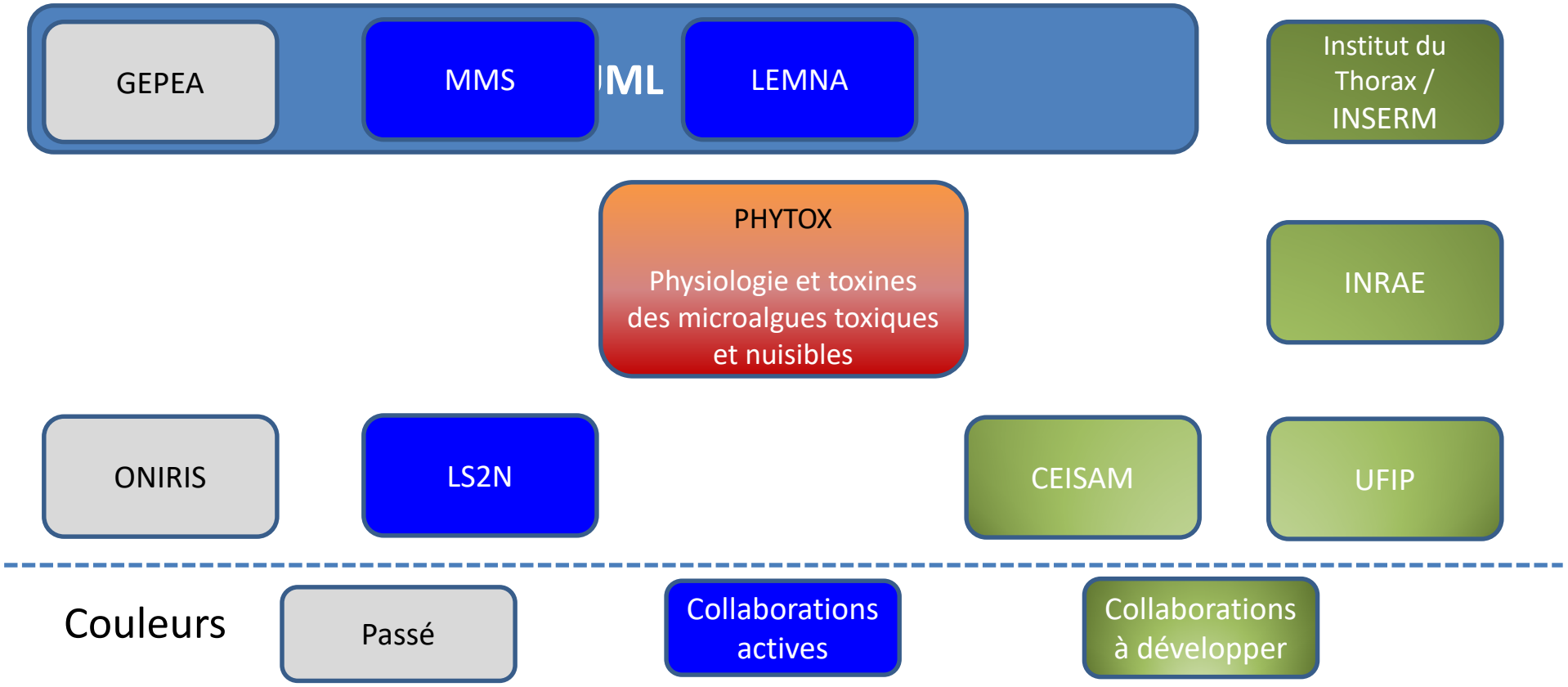
UMR: MARBEC (1) microalgues des lagunes (tox & écotox) **LER/LR (1)**

UMR: AMURE (2) économie des microalgues toxiques

Rattachement Secondaire (3)

Politique de site

Centre Atlantique Ifremer : Santé Unique (Santé humaine et environnement)
Participation à la construction d'un i-Site avec l'UN, ECN…
Politique de la Région : convention SMIDAP (développement filières conchyliculture & algoculture)



Paysage Français

GdR PHYCOTOX

LEMAR/PFOM
Unité Littoral (x6)
SU-LOV
SU-Roscoff

ANSES (x3)

BOREA
DCM
EPOC
LIENS

LP3C
MARBEC
CEA, MOI, PELAGOS, RIME, ILM, Hydro-Réunion

PHYTOX

Physiologie et toxines des microalgues toxiques et nuisibles

2014-2017 (4 ans) + 2018-2022 (5 ans) → Réflexion en cours sur l'organisation future de la communauté

- SFET
- ECOTOXICOMIC
- INRIA - Biocore
- INRIA - Dyliss
- INRAE - LBE
- INSA - Toulouse
- U Rouen -Glycomev
- Univ Nice
- …

Acteurs socio-économiques non-académiques : Ministères, Régions, Anses, Agences de l'eau, AFD, OFB, CNC, CRC …

Paysage Europe / International

ILM (PF)

U Vigo (ES)

IRTA (ES)

CIIMAR (PT)

U Trieste (IT)

MI (IE)

IEO (ES)

USC (ES)

AZTI (ES)

U Lisbon (PT)

U Naples (IT)

Univ. Liège (BE)

NOAA (USA)

PHYTOX

Physiologie et Toxines des microalgues toxiques et nuisibles

VIMS (USA)

Oxford Univ. (UK)

NRC (CA)

FRA (JP)

UFPR (BR)

U Sydney

IOCAS (Chine)

Cawthron (NZ)

U Kochi (JP)

UFRJ (BR)

OUC (Chine)

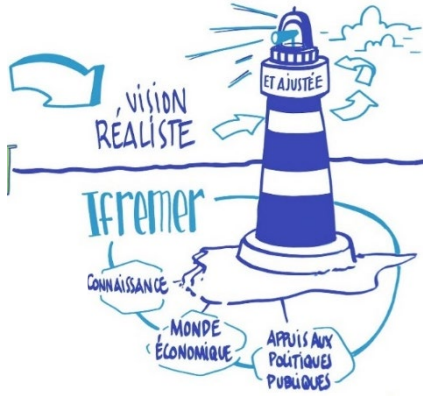
Djibouti

...

EURL-MB, ESFA, FVO / IAEA, FAO, WHO, IOC

Appuis aux politiques publiques

- Projet d'institut : biodiversité & écosystèmes
- Projet d'institut : évolution des organismes dans le cadre du changement global
- MTES (Mer & Littoral, représentation IPHAB…)
- M Mer (DPMA, DIRM)
- M-Alim'Agr (DGAL : études EMERGTOX, SECTOX…)
- Région(s) : filières conchyliculture, santé, microalgues
- Anses : évaluation du risque, études (convention en renouvellement)



- EFSA : évaluation du risque, études (EuroCigua)
- DG Santé / EURL : études, collaborations
- FVO (OAV) : évaluations d'autres pays / accueil FR
- IOC : IPHAB (Task Force 1, Task Force Ciguatera)
- FAO / WHO : consultations d'experts
- IAEA : collaboration (détection de toxines)

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

2
3
(6)
9
12
14

Sélection de projets par axe – priorité

(>70 actions en cours 2022)

- **Mixotrophie :**
  - **HETEROMIXO (LEFE)/thèse Clémence Boucher (DS) : *Prymnesium parvum***
  - ***Dinophysis* à concevoir (Région, ANR, ATLASEA, diversité des proies, phagotrophy, génomique)**

- **Interaction :**
  - **BlueRemediOmics (Horizon Europe, interactions *P. parvum* – bactéries)**
  - **HABIS (ANR, LER-BO sur les microalgues ichtyotoxiques)**
  - **GENODINO (avec La Tremblade, génotoxicité de *Dinophysis* pour l'huître)**
  - **Collaboration Univ. Gothenburg (E. Selander) : interaction *Dinophysis* – copépodamides**

- **Diversité & émergence :**
  - **CARMINA (AFD) : les genres *Gambierdiscus*, *Fukuyoa* et *Coolia* dans les Caraïbes**
  - **EMERTOX (H2020 – RISE) : diversité des microalgues Cap Vert, Portugal & France**
  - **COCONUT (DS) : ciguatoxines en Nouvelle Calédonie**
  - **EuroCigua 2 (EFSA) : suite des ciguatoxines dans les Canaries, Madère et Méditarennée**

- **Impact :**
  - **Brevetox I et II**
  - **Ostreopsis au Pays Basque : OSS 64 / Interreg en préparation**
  - **Collaboration IRD – Sénégal (P. Brehmer) : maladie du pêcheur / *V. rugosum***

APP et innovation

- **APP/France :**
  - **Programme - EMERGTOX (DGAL, Anses), pilotage PHYTOX**
  - **Projet - CENTAURE (*Centrodinium punctatum* & STX, Arcachon, DS interne Ifremer)**
  - **Projet - DETOX (détoxification des coquillages, pilote CNC, Ifremer conseil & bibliographie)**
  - **GT Ostreopsis (Anses)**
  - **Expertise Ifremer (ASP dans les coquilles St. Jacques dans les Pertuis)**

- **APP/International :**
  - **EURL-MB WG Emerging Toxins (2022)**
  - **IOC-IPHAB (task teams), récurrent**
    - TT – Biotoxin detection, management & regulation (pilotage PHYTOX)
    - TT – Algal taxonomy (K. Mertens)
    - TT – Ciguatera (co-pilotage PHYTOX)
    - TT – Early Warning (participation PHYTOX)
    - TT – Dessalement de l'eau de mer (participation PHYTOX)

- **Innovation :**
  - **UNAMI (DI) : composés photo-protecteurs des microalgues pour la cosmétique**
    - ➢ **Projet de création d'entreprise**
  - **BlueLab-MicroPeau (Yves Rocher et ANRT) : composés pro- et anti-inflammatoires des microalgues toxiques et bénéfiques (thèse Cifre Loïc Plessis)**
  - **Biocontrôle (ImmuneRise) : utilisation de *A. carterae* (ichtyotoxique) pour antifongique**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Merci à tous

Ifremer

Picnic sur la plage, Quiberon, 27 September 2022