



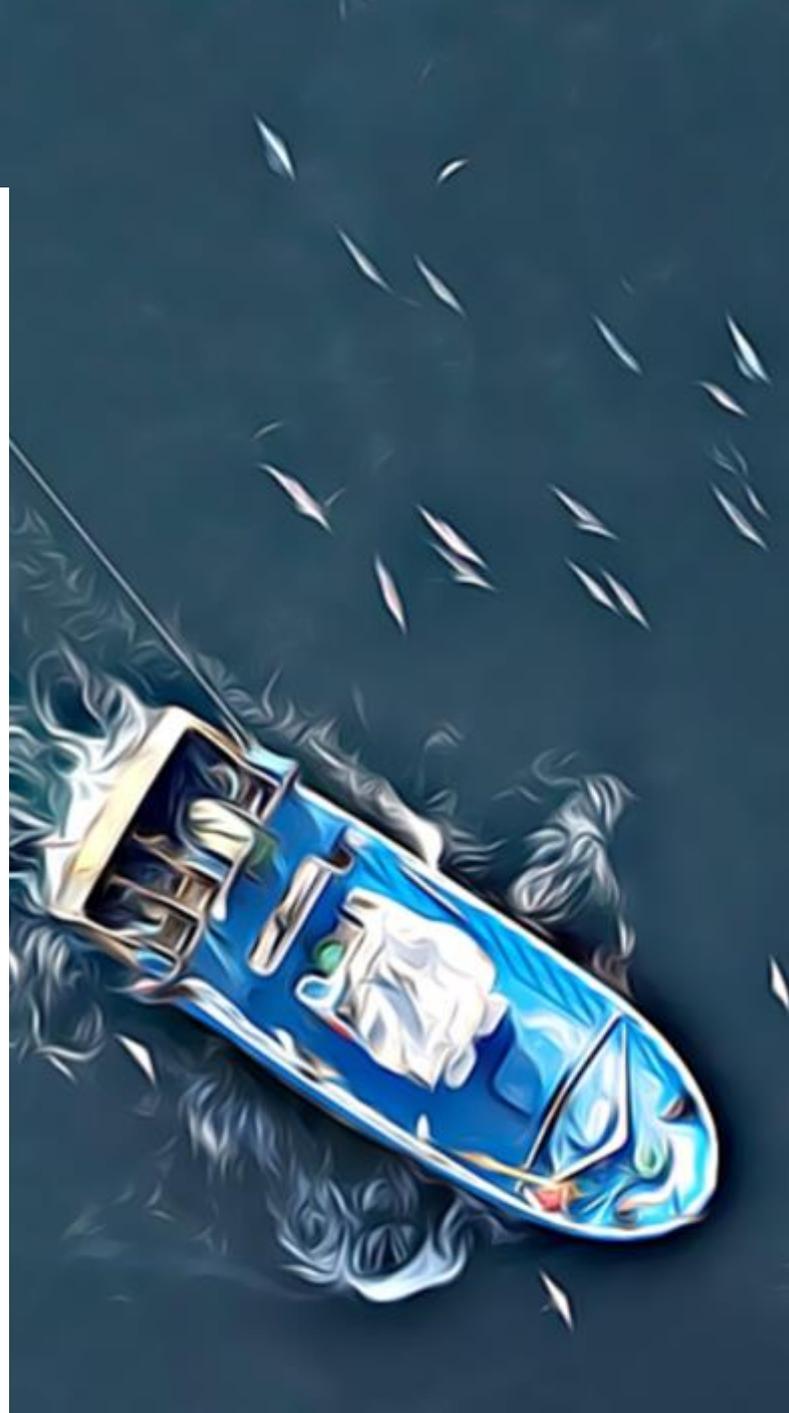
# DELphinus MOuvements GESTion

---

Décembre 2023

---

Rapport intermédiaire 2023





**Durée du projet** : 3 ans

**Date de lancement** : 01/03/2022

**Date de fin** : 30/06/2025

**Coordinateurs de projet** : Clara ULRICH, Pierre PETITGAS, Jérôme SPITZ, Marion PILLET.

**Site web** : <https://Delmoges.recherche.univ-lr.fr>

## Rapport d'activité au 31 décembre 2023

**Work Package (WP) concerné** : WP5

### Responsables du WP :

Clara ULRICH (Ifremer), Pierre PETITGAS (Ifremer) et Jérôme SPITZ (CNRS)

**Livrable inclus** : L5.1 (comptes-rendus des réunions de Comités de pilotage (COPIls) et comités de gouvernance) - L5.3 (bilan annuel des communications)

**Date de production** : 22/12/2023

**Titre** : Delmoges - Rapport intermédiaire 2023

**Rédaction** : Marion PILLET, Tiphaine CHOUVELON, Amélia VIRICEL-PANTE, Mathieu DORAY, Matthieu AUTHIER, Antoine Hugué, Hélène PELTIER, Robin FAILLETTAZ, Laurent DUBROCA, Sophie GOURGUET, Vincent RIDOUX, Sigrid LEHUTA, Clara ULRICH, Pierre PETITGAS, Jérôme SPITZ.

**Contenu scientifique** : Toutes les personnes impliquées dans les différents WPs du projet Delmoges (Figure 2) ont participé à la production du contenu scientifique de ce rapport intermédiaire.

## Résumé

Depuis les années 1990, la France connaît régulièrement des épisodes de mortalités importantes de dauphins, qui entraînent des pics d'échouages sur le littoral Atlantique en hiver. Depuis 2016, les échouages de petits cétacés dans le golfe de Gascogne présentant des traces de capture, atteignent des niveaux inédits. Si les données scientifiques actuelles permettent d'évaluer globalement le risque induit par ces captures accidentelles pour la conservation de la population de dauphins communs, elles sont toutefois trop lacunaires pour comprendre les déterminants écosystémiques et halieutiques à l'origine de ces captures. La Rochelle Université-CNRS et l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) ont construit en concertation avec l'Office Français de la Biodiversité (OFB), les professionnels de la pêche et l'État, le projet Delmoges (Delphinus MOuvements GEstion). Il vise, dans un premier temps, à combler ces lacunes en allant chercher des nouvelles données sur les habitats des dauphins, sur leurs interactions trophiques dans l'écosystème et leurs interactions techniques avec les engins de pêche. Ensuite, le projet propose d'intégrer les connaissances sur l'ensemble du socio-écosystème pour envisager une diversité de scénarios de diminution des captures accidentelles incluant des solutions technologiques et, enfin, d'en évaluer les conséquences biologiques et socio-économiques.

Ce rapport présente les différents aspects du projet et leurs avancées entre le 15 décembre 2022 et le 31 décembre 2023. On y retrouve les aspects scientifiques développés dans chacun des WPs, les comptes-rendus des réunions de COPIls et des comités de gouvernance, ainsi que le bilan des communications.

## Dissémination

**Type de document** : rapport

**Public** : OUI

**Lieux de stockage** : Archiver, cloud Ifremer du projet Delmoges.

# Consortium scientifique



La Rochelle Université (LRUniv)  
23 avenue Albert Einstein  
BP 33060  
17031 La Rochelle

<https://www.univ-larochelle.fr/>



Centre national de la recherche scientifique (CNRS)  
3, rue Michel-Ange  
75794 Paris cedex 16

<https://www.cnrs.fr/fr>



Institut Français pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)  
1625 route de Sainte-Anne - CS 10070  
29280 Plouzané

[www.ifremer.fr/](http://www.ifremer.fr/)



Université  
de Bretagne  
Occidentale

Université de Bretagne Occidentale (UBO)  
3 rue des Archives  
CS93837  
29238 Brest cedex 3

<https://nouveau.univ-brest.fr/>



Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CNP MEM)  
134 avenue de Malakoff  
75116 Paris

<https://www.comite-peches.fr/>

# Table des matières

1	Contexte .....	6
1.1	Contexte environnemental et scientifique.....	6
1.2	Rôle et structure du rapport au 22 décembre 2023 .....	7
1.3	Structure du projet .....	8
1.4	Composition détaillée des équipes au 22 décembre 2023 .....	9
1.5	Échéancier .....	10
2	Bilan au 31 décembre 2022.....	11
2.1	Dauphins communs dans le golfe de Gascogne (WP1) .....	11
2.1.1	Rappel des objectifs de ce WP .....	11
2.1.2	Réalisations en 2023 .....	13
2.1.3	Résultats principaux .....	14
2.1.4	Difficultés rencontrées .....	15
2.1.5	Livrables réalisés .....	15
2.1.6	Evènements à venir .....	16
2.2	Cascades dans l'écosystème (WP2).....	16
2.2.1	Rappel des objectifs de ce WP .....	16
2.2.2	Réalisations en 2023 .....	17
2.2.3	Résultats principaux .....	20
2.2.4	Difficultés rencontrées .....	26
2.2.5	Livrables réalisés .....	27
2.2.6	Evènements à venir .....	27
2.3	Intéractions dauphins – pêcheries (WP3) .....	27
2.3.1	Rappel des objectifs de ce WP .....	27
2.3.2	Réalisations en 2023 .....	29
2.3.3	Résultats principaux .....	30
2.3.4	Difficultés rencontrées .....	33
2.3.5	Livrables réalisés .....	34
2.3.6	Evènements à venir .....	35
2.4	Options de remédiations (WP4) .....	35
2.4.1	Rappel des objectifs de ce WP .....	35
2.4.2	Réalisations en 2023 .....	36

2.4.3	Résultats principaux .....	38
2.4.4	Difficultés rencontrées .....	39
2.4.5	Livrables réalisés .....	40
2.4.6	Evènements à venir .....	40
2.5	Coordination - Gouvernance (WP5) .....	40
2.5.1	Rappel du contexte et des objectifs de ce WP .....	40
2.5.2	Réalisations durant l'année 2023 .....	42
2.5.3	Difficultés rencontrées .....	44
2.5.4	Livrables réalisés .....	44
2.5.5	Évènements à venir .....	44
3	Bilan annuel des livrables et communications .....	45
4	Recrutements de personnel temporaire .....	47
5	Bibliographie .....	48
6	Annexes .....	49

# 1 Contexte

## 1.1 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET SCIENTIFIQUE

Depuis les années 90, la France connaît régulièrement des épisodes de mortalités importantes de dauphins en hiver, qui entraînent des pics d'échouages sur le littoral Atlantique. La plupart des dauphins échoués présentent des marques causées par des engins de pêche, indiquant qu'ils ont été victimes de captures accidentelles (ICES 2022, 2023). Depuis 2016, les échouages de petits cétacés présentant des traces de capture ont atteint des niveaux importants. On estime le nombre de dauphins capturés à plusieurs milliers chaque année le long des côtes atlantiques françaises, essentiellement dans le golfe de Gascogne (Peltier *et al.* 2020b, Peltier *et al.* 2020a, ICES 2022, 2023). Ces niveaux de captures accidentelles pourraient remettre en question la viabilité de la population de dauphin commun de l'Atlantique Nord Est (ICES 2022, 2023). Pourtant, il n'y a pas de signe à cette échelle, d'un changement majeur de l'abondance de la population des dauphins communs (Blanchard *et al.* 2021), ni d'une augmentation de l'effort de pêche dans le golfe de Gascogne. Les captures accidentelles ont lieu pour une diversité de métiers pélagiques et démersaux et sur de larges zones. Si les analyses de données scientifiques collectées en routine (campagnes halieutiques et aériennes, observateurs en mer, données d'échouage et d'activité de pêche) jusqu'à présent ont fourni des informations permettant d'estimer le nombre de dauphins capturés et l'effet potentiel de ces captures accidentelles sur la viabilité de la population de dauphins en Atlantique Nord-Est, elles n'ont pas permis d'élucider les facteurs écosystémiques et halieutiques à leur origine. Pourquoi observe t'on cette augmentation de mortalité depuis quelques années ? Les premières hypothèses mettent en jeu des changements possibles dans la distribution et les habitats des dauphins dans le golfe de Gascogne et des changements dans les pratiques de pêches.

Le dauphin commun étant une espèce protégée (EUNIS 2023) et au vue des chiffres de mortalité accidentelle observée, la Commission Européenne a mis en demeure la France à l'été 2020 de prendre des mesures pour réduire ces captures accidentelles. La France a depuis fait progresser son plan d'action et ses engagements pour lutter contre les captures accidentelles (MTE 2022). Sur demande du Ministère de la Mer et du Ministère de la Transition Ecologique, l'Office Français de la Biodiversité (OFB), l'Ifremer, La Rochelle Université et le CNRS ont signé en décembre 2020 une déclaration d'intention de partenariat pour augmenter les connaissances et proposer des solutions de remédiation. Le projet Delmoges fait suite à cette déclaration et propose : i) de produire de nouvelles connaissances écologiques et halieutiques permettant de mieux comprendre les déterminants des captures accidentelles, ii) d'élaborer une diversité de scénarios permettant de réduire les captures accidentelles et iii) d'évaluer ces scénarios avec leurs conséquences socio-économiques et territoriales.

## 1.2 ROLE ET STRUCTURE DU RAPPORT AU 22 DECEMBRE 2023

L'objectif de ce rapport est de présenter l'avancée du projet Delmoges durant l'année 2023 (depuis le dernier rapport intermédiaire, livré le 15 décembre 2022). Ce rapport est fourni par le *Work Package 5* (**WP5** : coordination) aux financeurs du projet.

La première partie présente les aspects généraux et administratifs du projet et un échéancier des différents WPs, tâches et livrables. Dans un deuxième temps, le bilan scientifique de l'année 2023 est présenté pour chacun des WPs (incluant le bilan annuel des rencontres et les comptes-rendus des COPILs et comité de gouvernance (L5.1) dans le bilan du **WP5**. La dernière partie du rapport inclus un bilan des communications produites (L5.3).

### 1.3 STRUCTURE DU PROJET

Le projet Delmoges est structuré en plusieurs WPs qui visent chacun à apporter des connaissances sur les différents compartiments du projet (dauphins, ressources halieutiques et pêches) et leurs interactions (Figure 1).

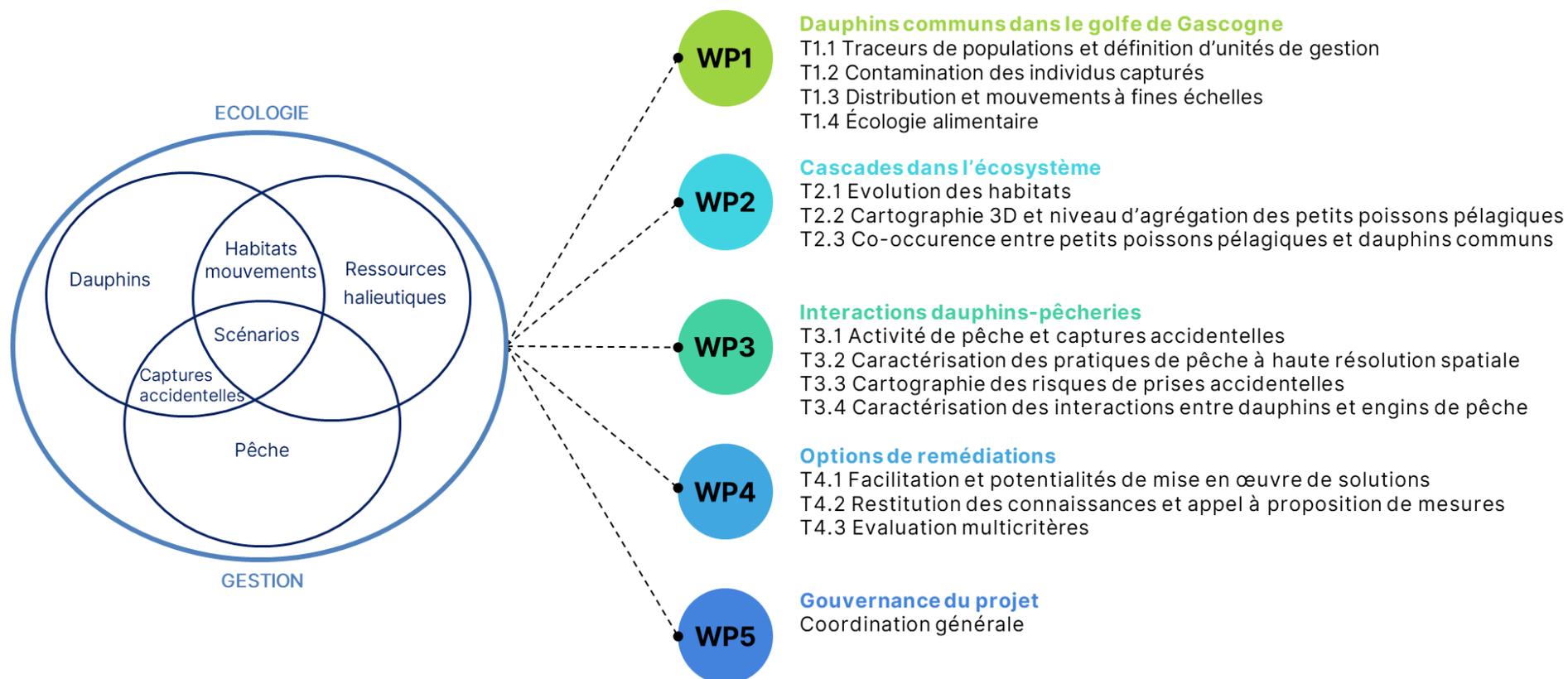


Figure 1 : Structure du projet comprenant les différents compartiments scientifiques analysés ainsi que la liste des tâches de chaque Work Package.

## 1.4 COMPOSITION DETAILLEE DES EQUIPES AU 22 DECEMBRE 2023

WP1	WP2	WP3
Tiphaine CHOUVELON (LRUniv-CNRS) Amélia VIRICEL-PANTE (UBO) Paula MENDEZ-FERNANDEZ (LRUniv-CNRS) Sylvie LAPEGUE (Ifremer) Céline REISSER (Ifremer) Bruno ERNANDE (Ifremer) Sophie ARNAUD (Ifremer) Yann AMINOT (Ifremer) Catherine MUNSCHY (Ifremer) Olivier VAN-CANNEYT (LRUniv-CNRS) Jérôme SPITZ (LRUniv-CNRS) Florence CAURANT (LRUniv-CNRS) Nicolas BRIANT (Ifremer) Tamás MALKÒCS (UBO) Johanna FAURE (LRUniv-CNRS)	Mathieu DORAY (Ifremer) Matthieu AUTHIER (LRUniv-CNRS) Antoine HUGUET (Ifremer) Pierre PETITGAS (Ifremer) Emeline VEIT (Ifremer) Laurent BERGER (Ifremer) Alejandro ARIZA (Ifremer) Germain BOUSSARIE (Ifremer) Aurélien FAVREAU (Ifremer) Marine BALLUTAUD (LRUniv-CNRS)	Hélène PELTIER (LRUniv-CNRS) Robin FAILLETTAZ (Ifremer) Laurent DUBROCA (Ifremer) Sébastien DEMANECHÉ (Ifremer) Julie DUCHENE (Ifremer) Julien RODRIGUEZ (Ifremer) Thomas CLOATRE (Ifremer) Fabien MORANDEAU (Ifremer) Yves LE GALL (Ifremer) Camille DESLIAS (LRUniv-CNRS) Matthieu AUTHIER (LRUniv-CNRS) Germain BOUSSARIE (Ifremer) Mathieu BREVET (Ifremer)
WP4	WP5	
Sophie GOURGET (Ifremer) Vincent RIDOUX (LRUniv-CNRS) Sigrid LEHUTA (Ifremer) Manuel BELLANGER (Ifremer) Olivier THEBAUD (Ifremer) Nicolas BECU (LRUniv-CNRS) Julien VIAU (LRUniv – IAE) Hubert PUJET (LRUniv – IAE) Guillaume DELALIEUX (LRUniv - IAE) Louis MAILLARD (Ifremer)	Jérôme SPITZ (LRUniv-CNRS) Clara ULRICH (Ifremer) Pierre PETITGAS (Ifremer) Marion PILLET (LRUniv-CNRS) Marion DEMPTOS (LRUniv-CNRS)	

Figure 2 : Liste des personnes impliquées dans chacun des Work Packages du projet Delmoges.

### 1.5 ÉCHEANCIER

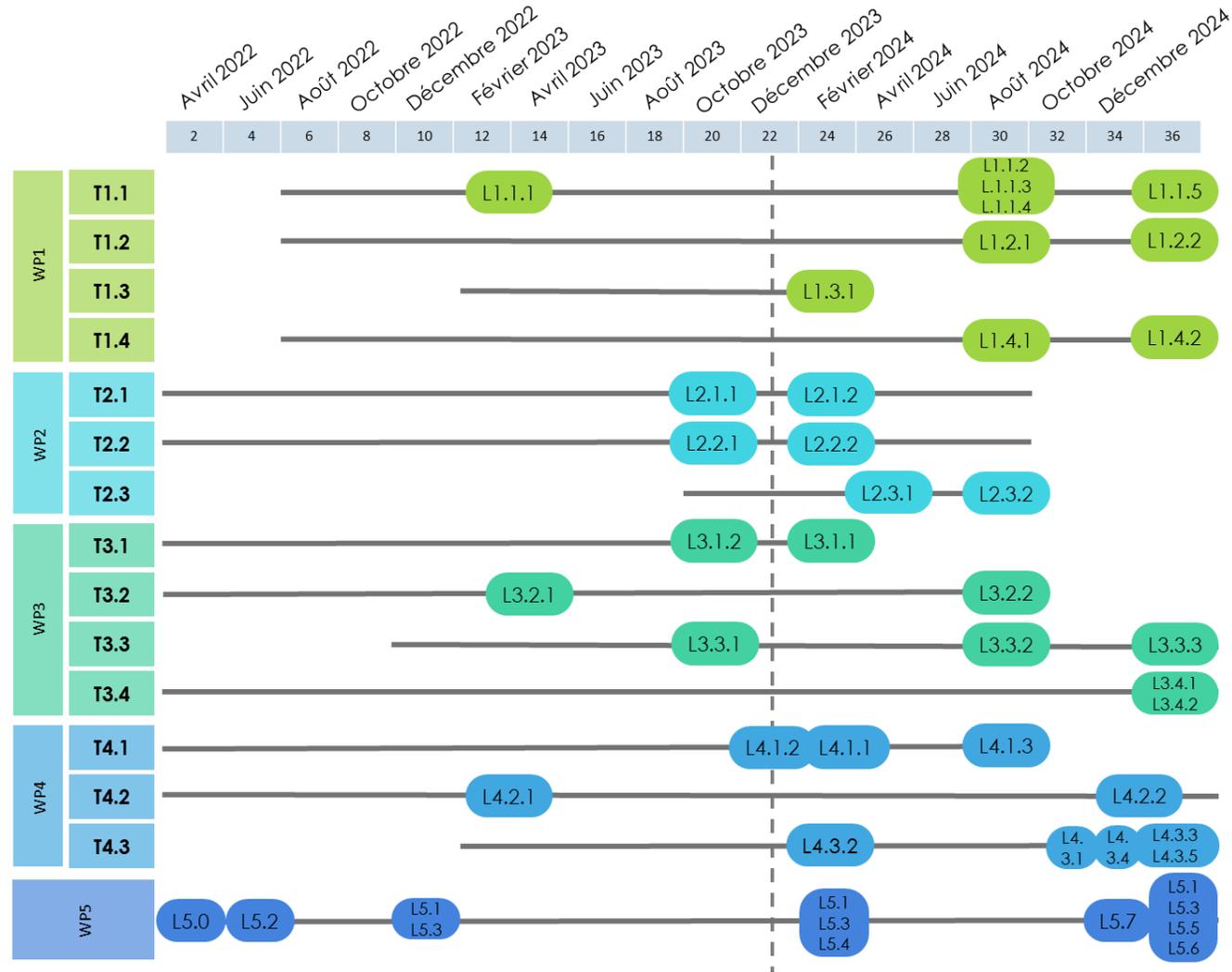


Figure 3 : Echancier des différentes tâches et livrables de chaque Work Package du projet Delmoges (le détail des livrables est présenté en Annexe 1), la ligne pointillée représente la date de production de ce rapport.

## 2 Bilan au 31 décembre 2022

### 2.1 DAUPHINS COMMUNS DANS LE GOLFE DE GASCOGNE (WP1)

#### 2.1.1 Rappel des objectifs de ce WP

Le **WP1** a pour objectifs principaux de : i) caractériser la ou les population(s) de dauphins communs affectée(s) par le phénomène de captures dans le golfe de Gascogne, et la structuration côte-large ; ii) renseigner trois aspects de l'écologie des dauphins pouvant influencer de façon majeure le risque de captures : état de santé/niveaux de contamination, distribution spatiale et mouvements à fine échelle en hiver, écologie alimentaire.

**Tâche 1.1.** Les différentes analyses et approches permettant d'identifier la structuration des populations et de définir des unités de gestion chez les petits cétacés (i.e. marqueurs génétiques, traceurs écologiques) seront mises à jour, en se basant sur des techniques génomiques et sur un nouvel échantillonnage ciblé, incluant notamment des individus de provenance océanique (au-delà du plateau continental dans le golfe de Gascogne).

La tâche 1.1 a ainsi pour objectifs de répondre aux questions suivantes :

- Peut-on identifier une (nouvelle) structuration des populations à partir des nouveaux outils génétiques à disposition ?
- Existe-t-il une ou plusieurs unités de gestion pour les dauphins communs fréquentant le golfe de Gascogne ?
- Peut-on utiliser de nouvelles méthodes basées sur l'ADN environnemental (ADNe) pour caractériser la diversité intraspécifique chez le dauphin commun ?

**Tâche 1.2.** Une première évaluation de l'état de santé des dauphins communs peut être appréhendée par l'analyse des niveaux de contamination chimique mesurés dans les tissus biologiques (contaminants historiques et émergents), cette contamination pouvant fragiliser et modifier le comportement des individus et ainsi constituer un risque accru de captures. En tant qu'espèces longévives et de haut niveau trophique, les mammifères marins sont en effet susceptibles d'accumuler fortement certains contaminants, notamment les contaminants lipophiles (s'accumulant dans le lard) et/ou ceux ayant une forte capacité de bioamplification (augmentation des concentrations dans la chaîne alimentaire). Si les niveaux de contamination atteignent rarement des niveaux létaux (susceptibles de provoquer directement la mort des animaux), les contaminants chimiques en général sont bien documentés pour induire des effets néfastes sur de nombreuses fonctions biologiques, même à des niveaux faibles pour certains contaminants et même chez les mammifères marins.

La tâche 1.2 a ainsi pour objectifs de répondre aux questions suivantes :

- Les dauphins communs présentant des marques évidentes de capture présentent-ils des niveaux et profils de contamination différents du reste des individus retrouvés échoués sans marques de captures ?

- Parmi les dauphins communs présentant des marques évidentes de capture, les individus échoués ces dernières années présentent-ils des niveaux et profils de contamination différents de ceux échoués il y a une à deux décennies ?

**Tâche 1.3.** Longtemps évaluée lors d'une unique saison, l'été, la connaissance des mouvements intra-annuels du dauphin commun était jusqu'à présent peu documentée. Des relevés aériens plus récents ont mis en évidence des changements saisonniers de la distribution, et suggéré également des changements intra-saisonniers. Lors de l'hiver 2020, des survols effectués dans le cadre du programme CAPECET (financement DEB) ont ainsi montré pour la première fois la capacité des dauphins à se concentrer temporairement dans certaines zones illustrant une forte variabilité intra-hivernale de leur distribution. Par ailleurs, un verrou crucial à lever consiste en notre capacité à prédire ces mouvements et les agrégations des dauphins durant la saison hivernale (saisons de captures). L'origine de la dynamique spatiale des dauphins est en effet probablement liée à des changements de son environnement et notamment à la variabilité de la distribution et du comportement agrégatifs des petits pélagiques (hypothèse qui sera testée dans le [WP2](#)). Une campagne de survols pendant l'hiver 2023 devrait ainsi permettre de valider les observations obtenues en 2020, et de renforcer le jeu de données d'observations en mer alimentant le [WP2](#) pour l'analyse des interactions spatiales entre les dauphins et leur environnement.

La tâche 1.3 a pour objectifs de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les déplacements hivernaux à fines échelles spatiale et temporelle des dauphins communs dans le golfe de Gascogne ?
- Peut-on relier ces déplacements et ces changements de distribution à d'autres facteurs écologiques (e.g. distribution des proies, cf. [WP2](#)) ?

**Tâche 1.4.** Historiquement, les dauphins communs du golfe de Gascogne sont connus pour consommer majoritairement des petits poissons pélagiques gras. Afin de tester l'hypothèse de changements alimentaires associés à l'augmentation des captures accidentelles, une évaluation des changements à long terme de l'alimentation des dauphins doit être réalisée, par l'utilisation de différentes méthodes : étude des contenus stomacaux apportant une information sur les proies ingérées à court terme ; isotopie stable du carbone, de l'azote et du soufre mesurée dans le muscle, apportant une information sur les proies assimilées et/ou sur les zones d'alimentation à des échelles de temps plus importantes (mois). De plus, la distribution des petits poissons pélagiques en hiver étant peu connue dans le golfe de Gascogne, les dauphins échoués peuvent constituer des échantillonneurs biologiques potentiels pour identifier des zones de présence et de concentration des différentes espèces de poissons proies, à partir de la spatialisation des contenus stomacaux (grâce au modèle de dérive inverse Mothy).

La tâche 1.4 a ainsi pour objectifs de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les espèces proies préférentielles des dauphins communs lors des captures ? Ont-elles changé dans le temps ?

- Les signatures isotopiques révèlent-elles une évolution temporelle des circonstances d'alimentation chez le dauphin commun ?
- Les dauphins peuvent-ils être des échantillonneurs biologiques pour fournir des informations sur la distribution des poissons en hiver en absence de campagne halieutique ?

### 2.1.2 Réalisations en 2023

**Tâche 1.1.** Courant 2023, tous les échantillons (30 biopsies, 7 stations ADNe) de la campagne Delgost 1 de juin 2022 ont été analysés (marqueurs génétiques) et/ou ont bien été livrés aux différents laboratoires pour analyses (marqueurs génétiques plus récents, isotopie stable et certains contaminants en tant que traceurs écologiques). Tous les échantillons issus de la banque d'échantillons de Pelagis (échouages) sélectionnés dans le cadre de cette tâche ont également été livrés aux laboratoires pour analyses.

En juin 2023, une seconde campagne de biopsies (Delgost 2) a eu lieu, permettant d'acquérir 30 nouvelles biopsies et des échantillons ADNe sur 10 nouvelles stations en zone océanique. Les conditions météorologiques étaient bien plus favorables qu'en 2022 et ont permis l'échantillonnage des nouveaux individus sur des groupes plus variés et bien plus au large. Ces échantillons sont également en cours d'analyses par les différents laboratoires. Enfin, des échantillons issus d'autres zones (Irlande, Espagne, Portugal) ont été reçus fin 2023 et sont en cours d'envoi aux différents laboratoires, pour finalisation des analyses en 2024.

**Tâche 1.2.** Tous les échantillons issus de la banque d'échantillons de Pelagis sélectionnés pour cette tâche sont désormais parvenus aux différents laboratoires pour analyses. Les premiers résultats sont disponibles en termes de variabilité temporelle pour certains contaminants d'intérêt émergent (voir 2.1.3 Résultats principaux). Une offre de post-doctorat de 18 mois sur la contamination par approche non-ciblée est parue de début mars à juin 2023 mais n'a pas été pourvue (commission infructueuse). Le sujet du post-doctorat a donc été revu (voir 2.1.4 Difficultés rencontrées et 2.1.6 Evènements à venir).

**Tâche 1.3.** La campagne hivernale de survols de type "CAPECET" a bien eu lieu du 5 janvier au 20 mars 2023. Elle s'est déroulée en six sessions de vols, espacées d'environ 15 jours chacune et comprenant un couplage avec le drone DriX lors des sessions de février 2023. Sur 13776 observations (groupes ou individus), 519 observations (= 2473 individus) étaient des petits delphinidés correspondant en grande partie à des dauphins communs. Plusieurs ateliers ont ensuite eu lieu courant 2023 pour l'analyse conjointe des données de campagnes hivernales entre **WP1**, **WP2** et **WP3**, permettant notamment la production (toujours en cours) de cartes de risque potentiel de captures pour février 2023.

**Tâche 1.4.** En 2023, une centralisation de toutes les données d'isotopie stable carbone et azote (traceurs trophiques) disponibles à Pelagis, pour des dauphins communs échoués sur nos côtes entre 2000 et 2019, a tout d'abord été effectuée. Un complément d'analyses pour des individus échoués

dans les années les plus récentes (2020-2023) a ensuite été réalisé, et l'ensemble des échantillons de cette "série historique" a également été encapsulé pour l'analyse des isotopes stables du soufre (en tant que traceur complémentaire potentiel de la zone d'alimentation sur un gradient côte-large). Ces dernières données sont toujours en cours d'acquisition. Les données de contenus stomacaux provenant d'individus échoués postérieurement à 2016 ont également été centralisées pour traitement ultérieur dans le cadre d'un post-doctorat (voir 2.1.6 Evènements à venir).

### 2.1.3 Résultats principaux

**Tâche 1.1.** Les premières analyses génétiques effectuées sur les échantillons de Delgost 1 (juin 2022) et sur des individus récents issus d'échouages confirment les résultats antérieurs obtenus avec des marqueurs d'ADN mitochondrial : ces données ne permettent pas de révéler de structure apparente entre les individus de zone océanique et ceux fréquentant le plateau, ce qui avait déjà été observé il y a une quinzaine d'années avec ce type marqueur. Il est donc nécessaire d'évaluer plus finement la structure génétique des populations à partir d'autres marqueurs plus récemment développés, notamment des marqueurs génomiques nucléaires (SNPs : "*single nucleotide polymorphisms*"), ce qui est bien prévu à terme dans le cadre de Delmoges (analyses et traitement de données en cours dans le cadre du post-doctorat de Tamás Malkòcs). Concernant l'approche ADNe, les premières données issues de la campagne Delgost 1 ont également mis en avant la diversité génétique des dauphins communs présents dans le golfe de Gascogne. La comparaison entre les données génétiques issues des individus biopsiés et par approche ADNe sur les mêmes stations a révélé un chevauchement seulement partiel entre les séquences obtenues par les deux approches d'échantillonnage. L'importante diversité génétique (i.e., un grand nombre d'haplotypes observés sur chaque station) est probablement en cause. Ces premiers résultats soulignent la complémentarité des deux approches pour obtenir un échantillon représentatif de la diversité génétique des groupes échantillonnés.

Pour ce qui est de la définition des unités de gestion à partir des données de traceurs dits "écologiques" (isotopie stable et certains contaminants pouvant montrer une ségrégation de populations à des échelles de temps plus courtes), aucun résultat n'est à ce jour disponible. Pour cela, il est en effet nécessaire d'attendre la fin des analyses concernées (en cours) et le traitement ultérieur de données par le post-doctorat dédié, qui démarrera en janvier 2024.

**Tâche 1.2.** La plupart des analyses de contaminants sont toujours en cours mais des premiers résultats sont disponibles en termes de tendance temporelle de certains contaminants d'intérêt émergent, notamment les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS). Ces résultats montrent que 29 composés sont détectés au moins une fois dans les tissus de dauphins, sur 38 composés recherchés et sur des milliers potentiellement existant dans l'environnement. Les concentrations totales (somme des composés quantifiés) montrent une tendance à la diminution depuis 2005, probablement suite aux restrictions européennes d'utilisation pour les composés majoritaires parmi ceux recherchés.

**Tâche 1.3.** Les ateliers et analyses conjointes entre données des campagnes hivernales inter **WP1-WP2-WP3** ont permis de produire les cartes préliminaires de risque potentiel de captures pour février 2023.

**Tâche 1.4.** Sur 166 estomacs au contenu trié pour la période 2017-2019, les premiers résultats montrent que les sardines et les anchois dominent le spectre de proies ingérées par les dauphins communs sur le plateau continental et constituent environ 40% de la biomasse. Ils confirment ainsi les résultats antérieurs, à savoir un régime alimentaire des dauphins communs principalement basé sur des petits poissons pélagiques gras. En termes de signatures isotopiques mesurées sur des dauphins échoués entre 2000 et 2019, une tendance significative à la baisse des signatures en carbone est observée. Une analyse plus fine de l'ensemble de ces données doit cependant être réalisée pour bien les interpréter (objet des post-doctorats courant sur 2024, voir 2.1.6 Evènements à venir).

#### 2.1.4 Difficultés rencontrées

**Tâche 1.1.** L'obtention des échantillons de différentes zones en Atlantique nord-est n'a été finalisée qu'en octobre 2023, ce qui a eu pour conséquence un décalage mineur pour l'envoi des banques génomiques au prestataire de séquenceur. Néanmoins, ce décalage d'envoi ne devrait pas impacter le rendu du livrable 1.1.2 prévu en aout 2024 ("Jeu de données génétique versé dans Genbank").

**Tâche 1.2.** La principale difficulté rencontrée est liée au fait qu'un nombre très faible d'individus "non-capturés" (i.e. dont il est certain que la cause de mortalité est autre que de la capture) est finalement disponible, notamment en hiver, pour comparaison des niveaux et profils de contaminants par rapport aux individus présentant des marques évidentes de capture. Pour les individus "capturés", les tendances temporelles de la contamination pourront cependant être appréhendées (voir 2.1.3 Résultats principaux). Une autre difficulté rencontrée pour cette tâche a été la commission infructueuse du post-doctorat prévu sur la contamination par approche non-ciblée. Cette approche sera donc moins couverte que prévue dans le cadre du projet.

**Tâche 1.3.** Lors des survols à l'hiver 2023, les conditions météorologiques ont parfois entraîné une couverture incomplète de la zone ciblée lors des sessions, mais les 6 sessions prévues ont tout de même pu être réalisées et notamment celles en couplage avec le DriX en février 2023.

**Tâche 1.4.** Il n'y a pas de difficulté majeure à signaler pour cette tâche.

#### 2.1.5 Livrables réalisés

Le rapport sur la campagne Delgost 1 de juin 2022 (livrable 1.1.1), seul livrable dû en 2023 pour le WP1, a été livré fin mars 2023 :

Méndez-Fernandez P., Dabin W., Rouby E., Richard G., Lapègue S., Spitz J. (2023). Campagne de collecte de biopsies : DELphis golfe de Gascogne Océanique SStructure. Rapport de campagne (L1.1.1). <https://archimer.ifremer.fr/doc/00834/94566/>

**Tâche 1.2. et 2.3.** Aucun livrable n'est attendu pour ces tâches à ce stade.

### 2.1.6 Evènements à venir

**Tâche 1.1.** Les données génomiques brutes pour tous les échantillons sont attendues pour janvier 2024. L'analyse de ces données sera effectuée au printemps et les résultats seront mis ensuite en relation avec les données des traceurs écologiques. Les échantillons d'ADNe prélevés lors de la deuxième campagne en zone océanique (Delgost 2) seront analysés courant 2024.

Le post-doctorat non pourvu en T1.2 sur la contamination par approche non-ciblée a été revu et viendra finalement consolider la tâche T1.1, avec le recrutement à partir de janvier 2024 de Tiphaine Mille pour un post-doctorat sur la définition des unités de gestion à partir des traceurs écologiques (incluant certains contaminants).

**Tâche 1.2.** Lors des prochains 6 mois, les analyses et le traitement de données seront poursuivis pour cette tâche.

**Tâche 1.3.** Le rapport sur la campagne de survols de l'hiver 2023 (livrable 1.3.1) doit être livré fin février 2024. Une seconde campagne, de moindre ampleur, est également prévue à l'hiver 2024, toujours en concertation avec le **WP2** pour un nouveau couplage avec le DriX.

**Tâche 1.4.** Lors des prochains 6 mois, les analyses et le traitement de données seront poursuivis pour cette tâche, notamment dans le cadre du recrutement de Johanna Faure (décembre 2023) pour un post-doctorat de 8 mois sur l'analyse des données issues des contenus stomacaux, afin de décrire l'alimentation pendant la période récente de captures accidentelles (années analysées : 2017, 2018, 2019) et tester les hypothèses d'un changement à long-terme de la composition de l'alimentation et/ou des distributions en taille des petits poissons pélagiques ingérés.

## 2.2 CASCADES DANS L'ECOSYSTEME (WP2)

### 2.2.1 Rappel des objectifs de ce WP

Le **WP2** Delmoges vise à relier la distribution des dauphins communs à la dynamique de leur environnement pour caractériser leur probabilité d'occurrence sur les habitats en lien avec les conditions physiques et trophiques. Les variations des habitats des dauphins seront caractérisées ainsi que les conditions favorisant les comportements alimentaires augmentant le risque de capture accidentelle.

Trois échelles spatiales sont considérées. A large échelle, les forçages du golfe de Gascogne (indices météorologiques, débits fluviaux, température et chlorophylle) seront étudiés dans la tâche 2.1. Les

évolutions depuis 20 ans seront analysées pour identifier des changements qui pourraient avoir conduit à une modification des habitats des dauphins ou de leurs proies, les rapprochant de la côte. Les petits poissons pélagiques (PPPs) sont des proies grégaires à haute valeur énergétique constituant la majorité du régime alimentaire des dauphins communs. A méso-échelle, les données d'abondance de PPPs issues des campagnes scientifiques et de la pêche commerciale seront combinées afin de cartographier les opportunités alimentaires des prédateurs, à différentes saisons dans la tâche 2.2.

L'hiver étant une saison peu connue, une campagne à la mer par prospection acoustique est nécessaire pour caractériser à cette saison la distribution, l'agrégation et la profondeur des bancs des petits poissons pélagiques. Cette opération sur les poissons est envisagée en même temps qu'un survol aérien sur les dauphins. La dynamique des distributions de dauphins sera modélisée statistiquement en tenant compte des distributions et du niveau d'agrégation des petits poissons pélagiques dans la tâche 2.3.

## 2.2.2 Réalisations en 2023

### Tâche 2.1.

À partir des données environnementales 1) satellite, 2) *in situ*, 3) météorologiques, 4) débits des fleuves, 5) issues de l'océanographie opérationnelle (e.g. ERA5) 6) et des grands indices atmosphériques, (e.g. NAO, AMO), il s'agit de cartographier les variables forçantes et la production biologique dans les bas niveaux trophiques et identifier les grandes tendances et changements intervenus dans l'écosystème du golfe de Gascogne (43°N - 48°N, 0°W - 5°W) sur les 20 dernières années.

Le travail s'est décomposé en deux grandes actions :

- L'encadrement d'un stage de master 2 sur le sujet suivant : « Indices environnementaux et corrélations avec les niveaux trophiques supérieurs dans le golfe de Gascogne » poursuivant et précisant le travail entamé en 2022. Ce rapport est fourni par ailleurs ;
- La finalisation à l'échelle du golfe de Gascogne de routine de traitements sur la base de l'imagerie satellitaire permettant de produire des cartographies de la chlorophylle-*a* agrégées à différentes échelles sur toute la zone et les utiliser en entrées de modèles linéaires dynamiques pour calculer des tendances désaisonnalisées.

### **Indices environnementaux et corrélations avec les niveaux trophiques supérieurs dans le golfe de Gascogne**

L'océanographie opérationnelle fournit depuis 20 ans des cartes satellites quotidiennes de la surface de la mer pour la température et la chlorophylle-*a*. En météorologie, des données similaires existent sous forme de champs de pression atmosphériques. Leur analyse spatio-temporelle a permis d'identifier des situations météorologiques caractéristiques et récurrentes (modèles spatiaux) et de fournir des indices d'amplitude pour ces modèles. L'étude a adopté une approche similaire pour l'analyse des séries de cartes satellitaires mensuelles de température de surface de la mer et de chlorophylle-*a* sur le golfe de Gascogne.

Des Fonctions Orthogonales Empiriques (EOF) sont appliquées par mois à la série de cartes de 1999 à 2020 afin d'extraire les patrons spatiaux de variabilités cohérents dans le temps et la série temporelle de leurs amplitudes associées. Les EOFs sont ensuite classés en groupe pour identifier les modèles spatiaux similaires au fil des années et des mois. Un indice moyen par année est calculé pour chaque patron spatial moyen de variabilité identifié du groupe (Figure 4).

Les séries d'indices correspondent à de nouvelles séries temporelles environnementales qui peuvent expliquer statistiquement les variations de la condition des niveaux trophiques supérieurs.

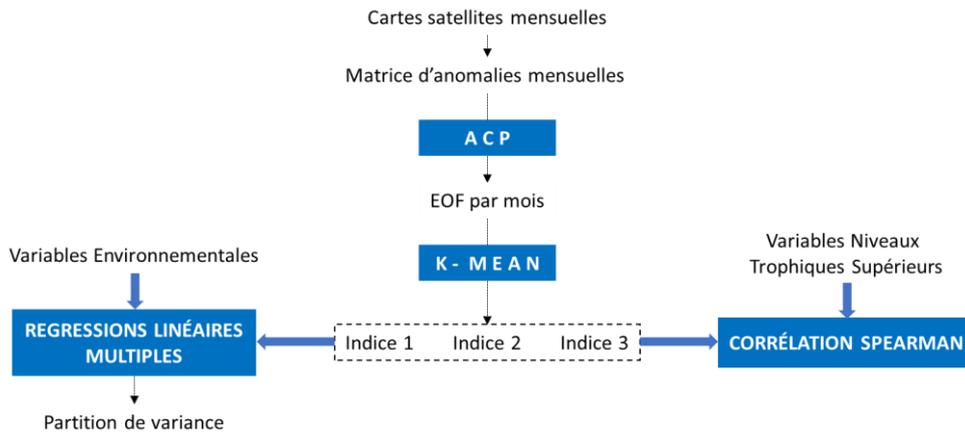


Figure 4 : Schéma récapitulatif de la création d'indices environnementaux de température et de concentration en chlorophylle-a, de leur compréhension à l'aide de variables environnementales, et de leur valorisation avec des données de niveaux trophiques supérieurs.

### Cartographies fines des variables forçantes et calcul de tendances

Le travail effectué concerne la récupération d'images MODIS journalières sur la période 1998 - 2020 qui permettent le calcul de la variable chlorophylle-a ( $mg/m^3$ ). Des situations climatologiques ont été effectuées sur toute la fenêtre temporelle. Les résultats sont à la meilleure définition possible soit 1 km.

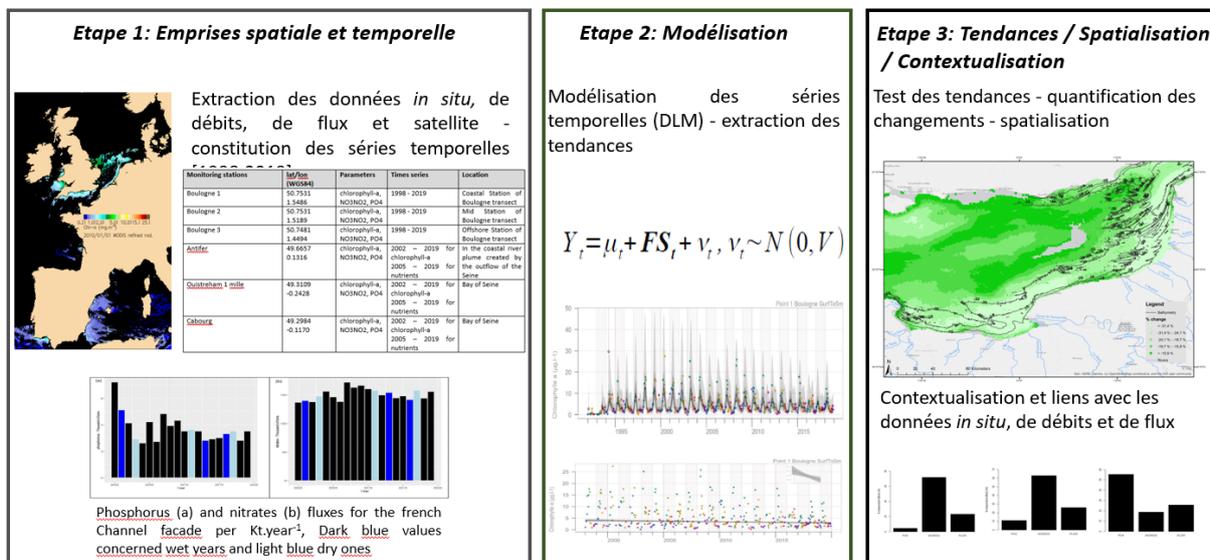


Figure 5 : Méthodologie pour la constitution des séries temporelles issus du satellite et le calcul des tendances.

Le calcul de la variable chlorophylle-*a* été conduit en utilisant les chaînes de traitement développées à l'Ifremer et mise en œuvre par la société ARGANS. Cette variable est calculée en utilisant l'algorithme OC5, toujours issu des travaux de l'Ifremer.

Le principe est de générer les modèles linéaires avec leurs trois composantes pour chaque série (ou chaque pixel) : tendance, saisonnalité et terme d'erreur. Les tendances sont ensuite extraites et testées statistiquement sur leurs évolutions. Les pixels ayant connu une évolution monotone significative statistiquement sont spatialisés et les variations quantifiées.

**Tâche 2.2.** Les PPPs sont les proies préférentielles des dauphins communs. Leur distribution étant inconnue en hiver dans le golfe de Gascogne, une campagne acoustique intégrée a été réalisée en février 2023 afin de caractériser à cette saison la distribution, l'agrégation et la profondeur des bancs de PPPs. Cette campagne a été réalisée pendant le pic d'échouage hivernal de dauphins communs, en même temps que les survols aériens CAPECET (WP1), visant à cartographier à large échelle la distribution de la mégafaune dans le centre du golfe de Gascogne. Les données collectées lors de ces campagnes combinées ont permis d'étudier pour la première fois la co-occurrence des dauphins communs et de leurs proies lors du pic hivernal de captures accidentelles de dauphins, afin de tester l'influence du comportement trophique des dauphins sur les captures accidentelles.

Nous avons utilisé le drone autonome de surface Drix du groupe Exail<sup>1</sup> pour réaliser cette campagne car il était la seule plateforme disponible qui pouvait répondre aux besoins de la mission. Le Drix est un drone autonome de surface de 7,7 m de long doté d'une carène perce vagues et propulsé par un moteur diesel (vitesse de croisière 7 à 9 nœuds, autonomie de 2 à 6 jours, Figure 6). Le drone était équipé d'un hydrophone pour cartographier les dauphins, et d'un échosondeur pour cartographier leurs proies. Ces capteurs étaient intégrés dans une gondole située à 2 m profondeur, ce qui permet de limiter le masquage acoustique de l'échosondeur par le bullage en surface. Mathis Cambreling a été recruté pendant 10 mois afin de participer à la campagne drone et d'analyser les données d'acoustique halieutique.

La campagne a été réalisée du 01 au 22/02/2023. Le Drix a parcouru environ 1600 km pour couvrir la zone centrale du golfe de Gascogne où se produisent la majorité des captures accidentelles (Figure 6).

Un étudiant de l'Institut Agro de Rennes, Aurel Hebert-Burggraeve, a réalisé son stage de Master 2 à Ifremer Nantes dans l'UMR DECOD de mars à août 2023, afin de développer un modèle hiérarchique de la distribution multi-saisons et années pour diverses espèces de PPPs (sardine *Sardina pilchardus* et anchois *Engraulis encrasicolus*) dans le golfe de Gascogne.

---

<sup>1</sup> <https://www.ixblue.com/maritime/maritime-autonomy/uncrewed-surface-vehicles/>

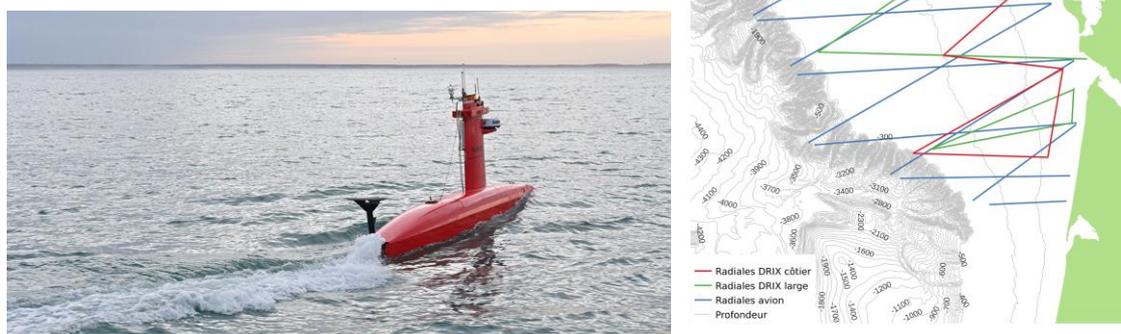


Figure 6 : Gauche : drone DriX en action (© Ifremer, S. Lesbats) ; droite : zone prospectée lors de la campagne d'hiver DriX-CAPECET Delmoges. Parcours du drone de surface (lignes rouges et vertes) et de l'avion déployé pendant la campagne CAPECET (lignes bleues).

**Tâche 2.3.** Une étude bibliographique sur les modèles joint d'espèces (jSDM) a été entreprise par Floriane Plard au cours du premier trimestre 2023. Marine Ballutaud a été recrutée à partir du 13 novembre 2023 pour un post-doctorat sur la modélisation statistique de la co-occurrence entre PPPs et dauphins communs.

Le tableau ci-dessous synthétise l'avancement de la tâche 2 (période de rapportage en gris) :

Mois	10	12	14	16	18	20
	12/2022	02/2023	04/2023	06/2023	08/2023	10/2023
<b>WP2 : Cascades dans l'écosystème</b>						
T21 Evolution des habitats						L211
T22 Cartographies 3d et niveau d'agrégation des petits poissons pélagiques		C2			L221	
T23 Co-occurrence entre petits poissons pélagiques et dauphins communs						

## 2.2.3 Résultats principaux

### Tâche 2.1.

#### Indices environnementaux et corrélations avec les niveaux trophiques supérieurs dans le golfe de Gascogne

En hiver, les eaux de surface situées au niveau des côtes françaises se sont réchauffées de façon significative. La hausse cumulée est égale à +0,69°C entre 1999 et 2021 (Figure 7).

## SEA SURFACE TEMPERATURE

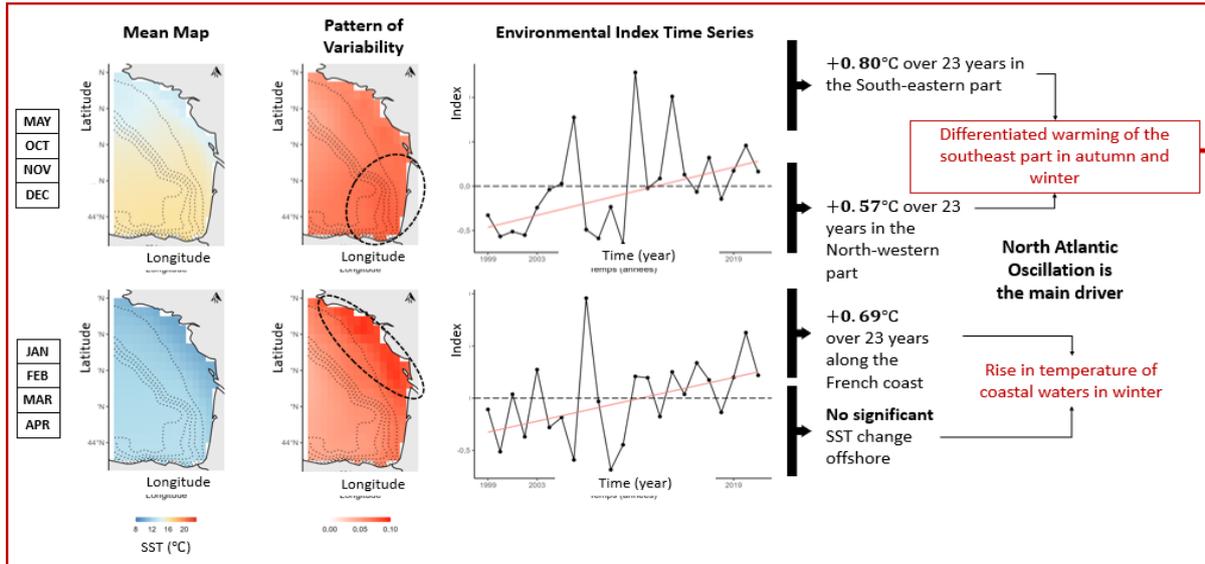


Figure 7 : Patrons spatiaux de température de surface dans le golfe de Gascogne, obtenus par le calcul des EOFs et leur regroupement par la méthode des k-means. Chaque ligne correspond à un patron spatial et son indice. La première colonne montre la carte moyenne des températures pour les mois sélectionnés dans le groupe. La deuxième colonne montre les patrons spatiaux de variabilité. Les isobathes sont représentés tous les 100 mètres de sonde par des lignes pointillées. La troisième colonne montre les cartes de variance locales expliquées. La quatrième colonne montre les séries temporelles des amplitudes. La ligne rouge indique que la pente de la tendance linéaire (Mann-Kendal) est significative.

Durant les mois de transitions (printemps et automne), les eaux de surfaces se réchauffent aussi, mais de façon différenciée. Dans le quart Nord-Ouest du golfe, on quantifie la hausse à  $+0,57^{\circ}\text{C}$ . Dans le quart Sud-Est, cette hausse est de  $+0,80^{\circ}\text{C}$  sur la même période. Aucune tendance linéaire significative n'a en revanche été détectée en été, entre 1999 et 2021.

La concentration en chlorophylle-*a* le long des côtes françaises, notamment au large des fleuves, a baissé de façon significative pour tous les mois de l'année. Entre 1999 et 2021, la biomasse de phytoplancton a ainsi baissé de  $0,23 \mu\text{g.l}^{-1}$  (Figure 8).

## CHLOROPHYLL-A

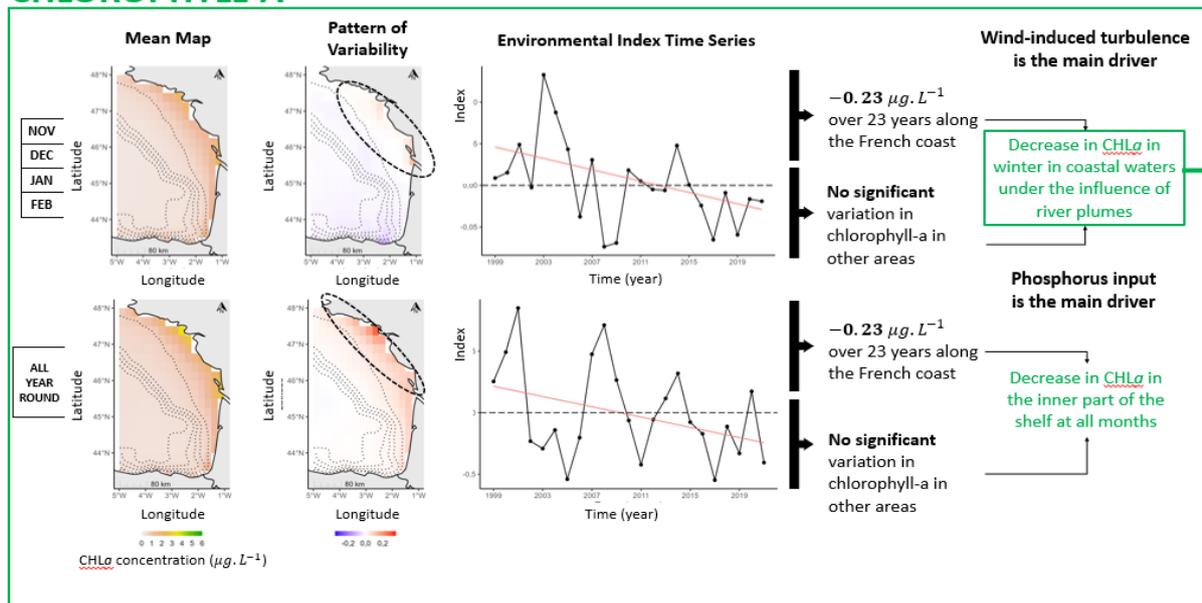


Figure 8 : Patrons spatiaux de concentration en chlorophylle-a dans le golfe de Gascogne, obtenus par la méthode des EOFs et le regroupement des EOFs par k-means. Chaque ligne correspond à un patron spatial et son indice. La première colonne montre la carte moyenne des concentrations pour les mois sélectionnés dans le groupe. La deuxième colonne montre les patrons spatiaux de variabilité. Les isobathes sont représentés tous les 100 mètres de sonde par des lignes pointillées. La troisième colonne montre les cartes de variance locales expliquées. La quatrième colonne montre les séries temporelles des amplitudes. La ligne rouge indique que la pente de la tendance linéaire (Mann-Kendal) est significative.

L'analyse des patrons de variabilité spatio-temporelle des cartes satellites de la température a permis de mettre en évidence un réchauffement significatif des eaux du golfe situées le long de la côte française en hiver et dans le quart Sud-Est durant le printemps et l'automne. Ces réchauffements sont majoritairement influencés par la NAO qui traduit l'effet du réchauffement global du climat sur le golfe de Gascogne. L'analyse des patrons de variabilité spatio-temporelle des cartes satellites de la chlorophylle-a a permis de mettre en évidence une baisse de la biomasse de phytoplancton des eaux côtières à l'échelle de l'année et une baisse devant les estuaires en hiver. Cette dynamique serait principalement influencée par les apports décroissants en phosphore et par le réchauffement des eaux de surface. Dans un contexte de changements globaux et de pressions anthropiques croissantes, l'étude des anomalies de températures et de chlorophylle-a à plus petites échelles pourrait améliorer le lien avec des phénomènes de cascades trophiques locaux et intenses.

Le rapport stage comportant tous les résultats est disponible via le lien suivant : <https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00847/95907/103847.pdf>. Les indices calculés sont fournis sur demande.

### Cartographies fines des variables forçantes et calcul de tendances

Pour les 21 années de l'étude, l'examen des tendances de la concentration en chlorophylle-a révèle une baisse généralisée à l'échelle du golfe pour la période productive (Figure 9). Ces tendances, extraites des DLM, ont permis d'autre part de quantifier cette diminution (Figure 10). Exprimé en pourcentage, une grande partie de la zone en deçà de la ligne bathymétrique des 50 m est caractérisée par une diminution d'au moins 10% sur la période, ce qui correspond à une valeur d'au

moins  $0.1 \mu\text{g.l}^{-1}$ . La spatialisation expose cependant plusieurs phénomènes plus locaux. En Sud-Bretagne, de Quimper à Vannes, une particularité émerge avec une tendance à la hausse sur plusieurs kilomètres de large à la côte puis un gradient côte-large marqué (Figure 10). Ce gradient comporte une zone où une tendance continue monotone à la hausse est détectée, puis une zone où la tendance devient non significative et enfin, à environ 15 km des côtes, une nouvelle zone où on revient à une tendance significative continue monotone à la décroissance. L'augmentation de la concentration en chlorophylle-*a* dans la partie très côtière est supérieure à  $0.1 \mu\text{g.l}^{-1}$  pour la période (Figure 11). Une autre particularité concerne la partie centrale située à la limite du plateau au niveau du Cap Ferrat et de la Pente Aquitaine où une augmentation de chlorophylle-*a* est détectée ; les variations y restent cependant faibles car inférieures à  $0.1 \mu\text{g.l}^{-1}$ . A une centaine de kilomètres au large de Saint Nazaire au sud-ouest (Figure 10), une zone d'environ 40 par 50 km affiche une diminution de plus de 20% en chlorophylle-*a*, quantifiée à plus de  $0.1 \mu\text{g.l}^{-1}$  sur la période (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

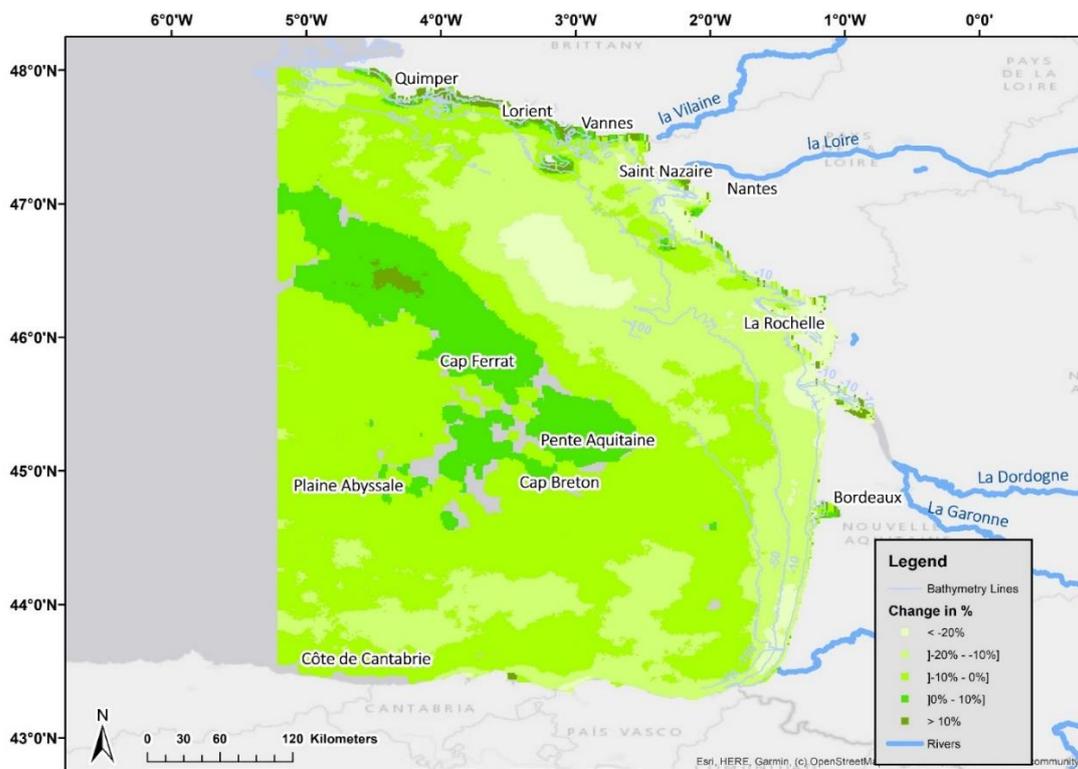


Figure 9 : Intensité du changement dans les concentrations en chlorophylle-*a* au cours des 21 années de l'étude exprimée en pourcentage sur le golfe de Gascogne. Estimation pour chaque pixel issu des séries temporelles de tendances désaisonnalisées traitées par les DLM, capteur MODIS. Les pixels gris sont des pixels pour lesquels aucune tendance monotone significative n'a été détectée.

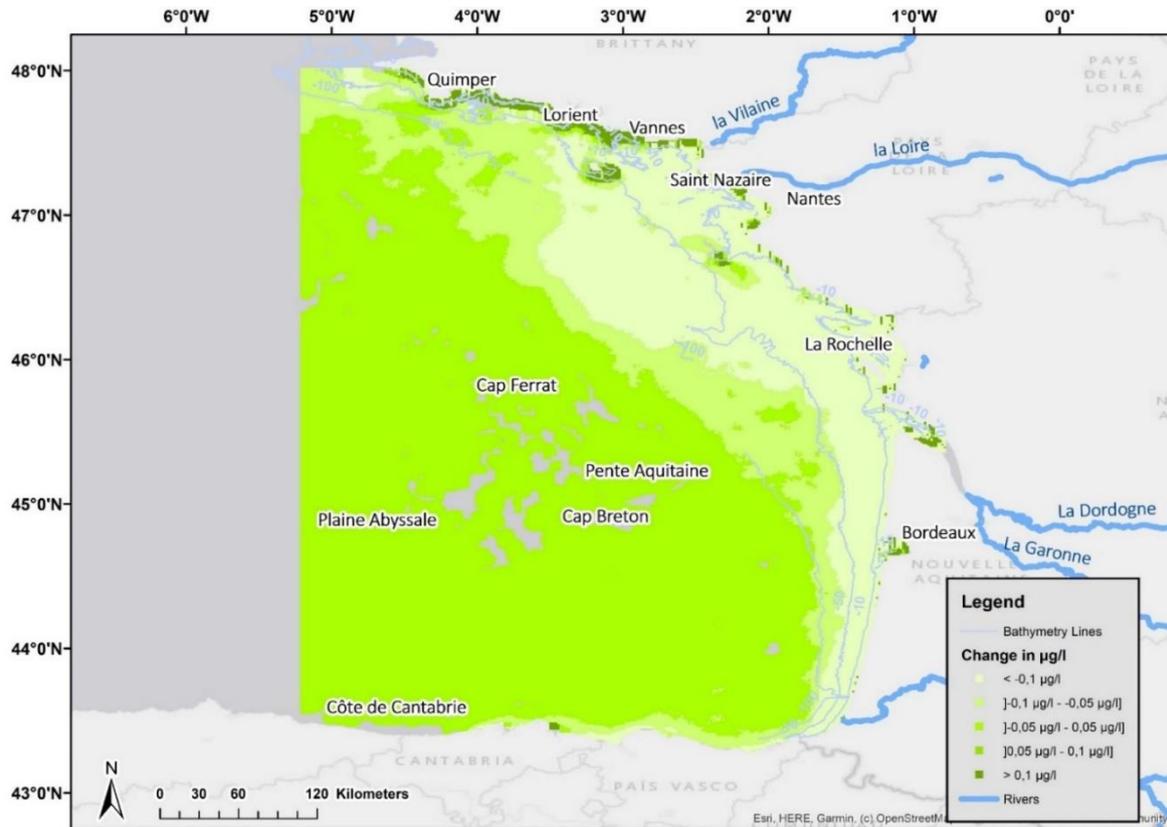


Figure 10 : Intensité du changement dans les concentrations en chlorophylle-a au cours des 21 années de l'étude exprimée en  $\mu\text{g.l}^{-1}$  dans le Sud Bretagne. Estimation pour chaque pixel issu des séries temporelles de tendances désaisonnalisées traitées par les DLM. Les pixels gris sont des pixels pour lesquels aucune tendance monotone significative n'a été détectée.

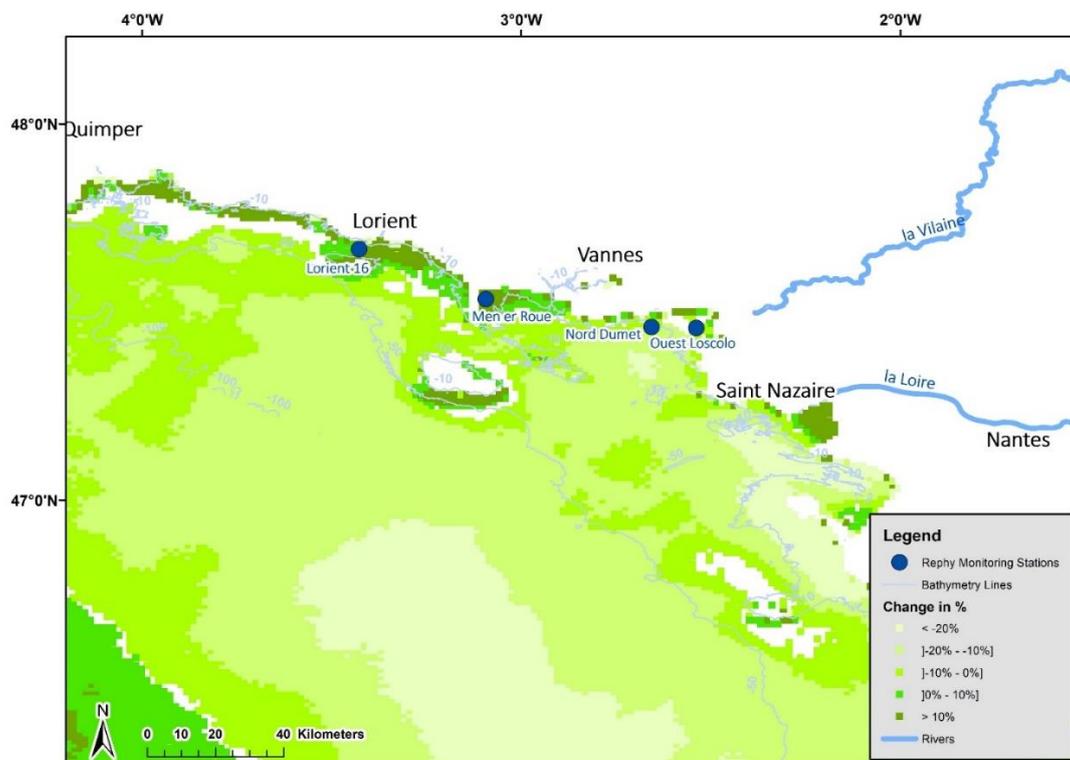


Figure 11 : Intensité du changement dans les concentrations en chlorophylle-a au cours des 21 années de l'étude exprimée en pourcentage dans le Sud Bretagne. Estimation pour chaque pixel issu des séries temporelles de tendances désaisonnalisées traitées par les DLM, capteur MODIS. Les pixels blancs sont des pixels pour lesquels aucune tendance monotone significative n'a été détectée.

Les cartographies des tendances de la chlorophylle-*a* mettent en avant une baisse significative des concentrations à l'échelle du golfe, avec des patrons visualisant un gradient côte-large mais aussi des particularités plus locales. Au large, l'augmentation de la température constatée de façon générale sur toute la zone impacte négativement la biomasse phytoplanctonique sur le plateau et même au-delà. L'influence du changement climatique semble y jouer un rôle majeur. Au nord du golfe, les zones sous influence de la Loire opposent deux effets, l'un au large de l'embouchure en lien avec les débits plus faibles et la baisse importante de phosphore et l'autre, le long des côtes du Sud Bretagne où la disponibilité en nutriments semble rester à des niveaux élevés permettant une tendance à la hausse des valeurs de chlorophylle-*a*.

## Tâche 2.2.

### Campagne DriX – CAPECET

Les plus fortes concentrations de dauphins et de leurs proies préférentielles ont été détectées près des côtes, à moins de 100 m de profondeur, aussi bien par le DriX que lors des survols aériens (Figure 12).

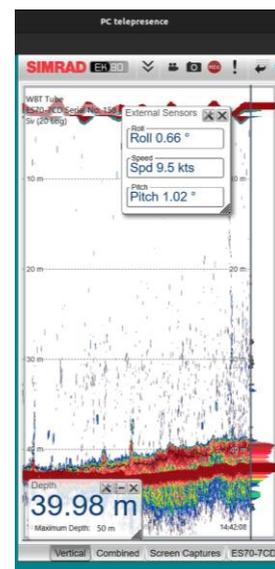
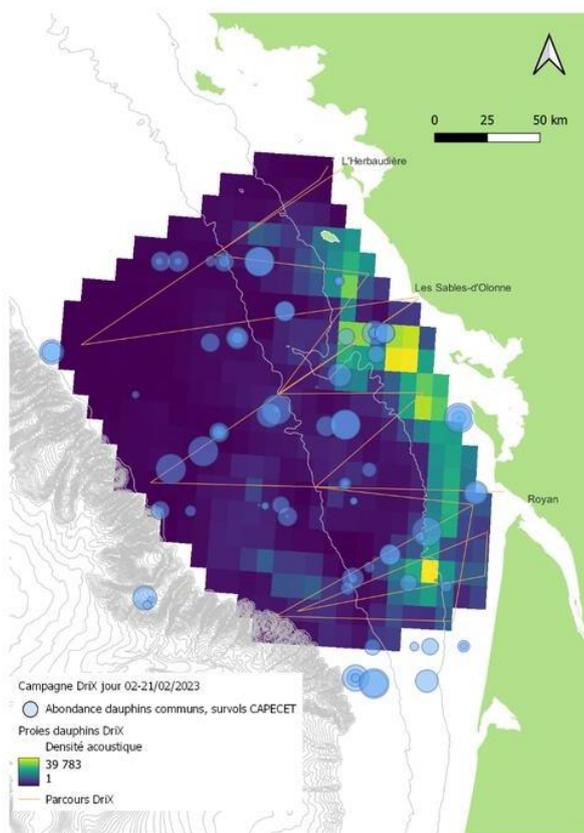


Figure 12 : Gauche : carte haute résolution de l'abondance des dauphins communs (cercles bleus, survols CAPECET) et de leurs proies (zones colorées, campagne DriX) dans la zone centrale du golfe de Gascogne. Droite : Couche de poisson très dense proche du fond observée devant les Sables d'Olonne

Les bancs de PPPs étaient globalement semblables à ceux observés chaque année au printemps lors de la campagne PELGAS. Des couches denses de PPPs ont cependant été observées pour la première fois très près du fond (Figure 12). Ces bancs étaient composés de sprats (*Sprattus sprattus*) et de sardines, d'après les résultats des prélèvements par chalutage réalisés par des navires de pêche professionnelle, affrétés par le projet.

Ces nouvelles observations suggèrent que les dauphins communs évoluant en hiver dans le golfe de Gascogne pourraient être amenés à plonger très près du fond pour se nourrir. Bien que non observé directement, ce comportement alimentaire est ici déduit du croisement des données sur la distribution des poissons et le régime alimentaire des dauphins. Il pourrait expliquer comment des dauphins se retrouvent en interaction avec des filets de pêche posés près du fond, qui ciblent les poissons de fond comme la sole. Les PPPs agrégés au fond participeraient ainsi à augmenter le risque d'interactions des dauphins avec divers engins de pêche posés au fond, et donc les captures accidentelles.

### **Modélisation spatio-temporelle de la distribution des proies des dauphins**

Le modèle hiérarchique développé par Aurel Hebert-Burggraeve intègre 3 types de données : présence-absence et biomasse de poissons des campagnes scientifiques et présence de poissons par les données de pêche. Le modèle a fourni pour la première fois une description quantitative de la dynamique spatiale saisonnière de la sardine et des pêcheries associées. Les principales zones de distribution de la sardine étaient côtières, de l'embouchure de la Gironde au sud-ouest de la Bretagne. La sardine était en moyenne distribuée sur une plus large zone sous forme de petits agrégats au printemps. Elle semblait se concentrer dans ses zones de distribution principales en été et se disperser vers le large en automne, mais dans une moindre mesure qu'au printemps. Les pêcheries étaient concentrées dans les zones de distribution principale de la sardine à la côte, et étaient plus intenses en été, puis à l'automne et moins intenses au printemps. Après avoir intégré les données hivernales, l'application de notre modèle à l'anchois, et son couplage avec les distributions de dauphins communs devrait à terme permettre d'améliorer notre compréhension des interactions entre les PPPs et les dauphins et d'évaluer leur influence sur les captures accidentelles (Hebert-Burggraeve 2023).

#### **Tâche 2.3.**

L'étude bibliographique sur les jSDM a souligné la complexité de ces approches, les temps de préparation des données et les temps de calculs conséquents pour ajuster les modèles. A l'issue de cette étude bibliographique, ces modèles n'ont pas été retenus pour la suite du projet.

### **2.2.4 Difficultés rencontrées**

**Tâche 2.1.** Il n'y a pas de difficulté majeure à signaler pour cette tâche.

**Tâche 2.2.** Le modèle de distribution n'a pu être appliqué qu'à la sardine dans le cadre du stage de master 2. Il sera appliqué à l'anchois dans le cadre du postdoc de Marine Ballutaud (T2.3).

La demande d'accès auprès de la DGAMPA aux données AIS pour produire des cartes détaillées d'effort de pêche et de risque de capture accidentelle de dauphins pendant la campagne DriX en février 2023 n'a pas abouti. Les données AIS ont été acquises par ailleurs.

**Tâche 2.3.** Il n’y a pas de difficulté majeure à signaler pour cette tâche.

### 2.2.5 Livrables réalisés

**Tâche 2.1.** Le livrable L2.1.1 a été mis en ligne fin octobre 2023 :

Huguet A., Petitgas P., Dorand M., Ozanam B. (2023). Indices environnementaux et tableau de bord de leurs déviations rapport à la climatologie, 2000-2020. (L2.1.1). [https://delmoges.recherche.univ-lr.fr/wp-content/uploads/sites/30/2023/11/Delmoges\\_livrable\\_L211\\_vf.pdf](https://delmoges.recherche.univ-lr.fr/wp-content/uploads/sites/30/2023/11/Delmoges_livrable_L211_vf.pdf)

**Tâche 2.2.** Le livrable L2.2.1 a été mis en ligne fin octobre 2023 :

Octobre 2023 : Doray M., Hebert-Burggraeve A., Olmos M., Authier M. (2023). Cartes de distribution saisonnières et interannuelles des principales proies des dauphins communs dans le golfe de Gascogne à partir des données existantes (L2.2.1). <https://archimer.ifremer.fr/doc/00858/97040/>

**Tâche 2.3.** Aucun livrable n’est attendu pour cette tâche à ce stade.

### 2.2.6 Evènements à venir

**Tâche 2.1.** Un manuscrit sur les variations d'habitats potentiels des dauphins en fonction des variables environnementales est attendu pour le printemps 2024.

**Tâche 2.2.** Les données acoustiques collectées par le drone sur la densité, l’altitude, et le niveau d’agrégation des PPPs sont en train d’être combinées avec les densités de dauphins issues des survols (WP1) et les cartes d’effort de pêche et les données de captures accidentelles du WP3, afin de produire des cartes détaillées du risque de capture accidentelle de dauphins communs dans la zone prospectée en février 2023. Cette étude pilote devrait permettre de mieux comprendre le processus de capture accidentelle, et préparer la cartographie de ce risque à plus large échelle (WP3).

Une nouvelle campagne DriX-CAPECET va être réalisée en février 2024, afin de confirmer les observations réalisées pendant la campagne 2023.

**Tâche 2.3.** Une étude de simulation pour évaluer un modèle de co-occurrence entre proies et prédateurs (Carroll *et al.* 2019) sera réalisée afin de mieux comprendre ce modèle statistique, et notamment la correspondance entre l’espace des paramètres et l’espace des données. Cette étude permettra d’éclairer l’interprétation des paramètres estimés sur le cas d’études entre PPPs et dauphins communs dans le golfe de Gascogne.

## 2.3 INTERACTIONS DAUPHINS – PECHERIES (WP3)

### 2.3.1 Rappel des objectifs de ce WP

L’objectif du WP3 est de caractériser les interactions à la fois spatio-temporelles mais aussi individuelles des dauphins communs avec les activités et engins de pêche.

**Tâche 3.1.** Cette première tâche consiste en la cartographie et la description à fine échelle des activités de pêche et des captures accidentelles de dauphins communs. L'objectif est de faire un bilan détaillé et cartographique, ainsi que l'évolution interannuelle depuis 2000 de l'effort de pêche, des caractéristiques des engins, et des captures accidentelles à une résolution spatio-temporelle la plus fine possible. Enfin, il s'agira de mettre en place des routines d'extraction pérennes pour répondre aux appels à données nationaux et internationaux.

**Tâche 3.2.** Cette tâche vise à améliorer l'identification et la caractérisation des filières et de l'effort de pêche des fileyeurs. L'objectif est de pouvoir estimer le temps de pêche de l'engin plutôt que celui du bateau, à partir de données de localisation haute résolution. Cette tâche a également pour objectif d'identifier à l'échelle individuelle les stratégies de pêche des fileyeurs, en associant les données fines de localisation, les débarquements et la typologie des navires. Ces deux approches pourraient permettre de détecter d'éventuels changements d'effort de pêche, de dimensions des engins ou de pratiques de pêche pouvant être à l'origine de l'augmentation récente des captures de dauphins communs.

La co-occurrence entre les zones de captures (issues des programmes d'observateurs (3.1) et des échouages) et ces pratiques à fine échelle (3.1 et 3.2) permettra d'identifier les pratiques les plus à risque, à des résolutions spatiales et temporelles les plus fines possibles.

**Tâche 3.3.** Cette tâche a pour objectif de modéliser le risque de capture en intégrant différents compartiments, comme la distribution des dauphins communs (**WP1**), la distribution des petits poissons pélagiques (**WP2**) et les pratiques de pêche à risque (**WP3**) (Figure 13). Cette approche devrait permettre de quantifier la contribution de chaque compartiment au risque de capture, et ainsi améliorer notre compréhension du phénomène et de ses évolutions récentes.

**Tâche 3.4.** Cette dernière tâche, par une approche plus technologique, vise à caractériser grâce à un drone embarquant un réseau d'hydrophones, le comportement individuel des dauphins à proximité des engins de pêche, qu'ils soient ou non équipés de dispositifs de mitigation. C'est également dans le cadre de cette action que des ateliers avec les professionnels de la pêche permettront d'échanger autour de l'ensemble de ces résultats.

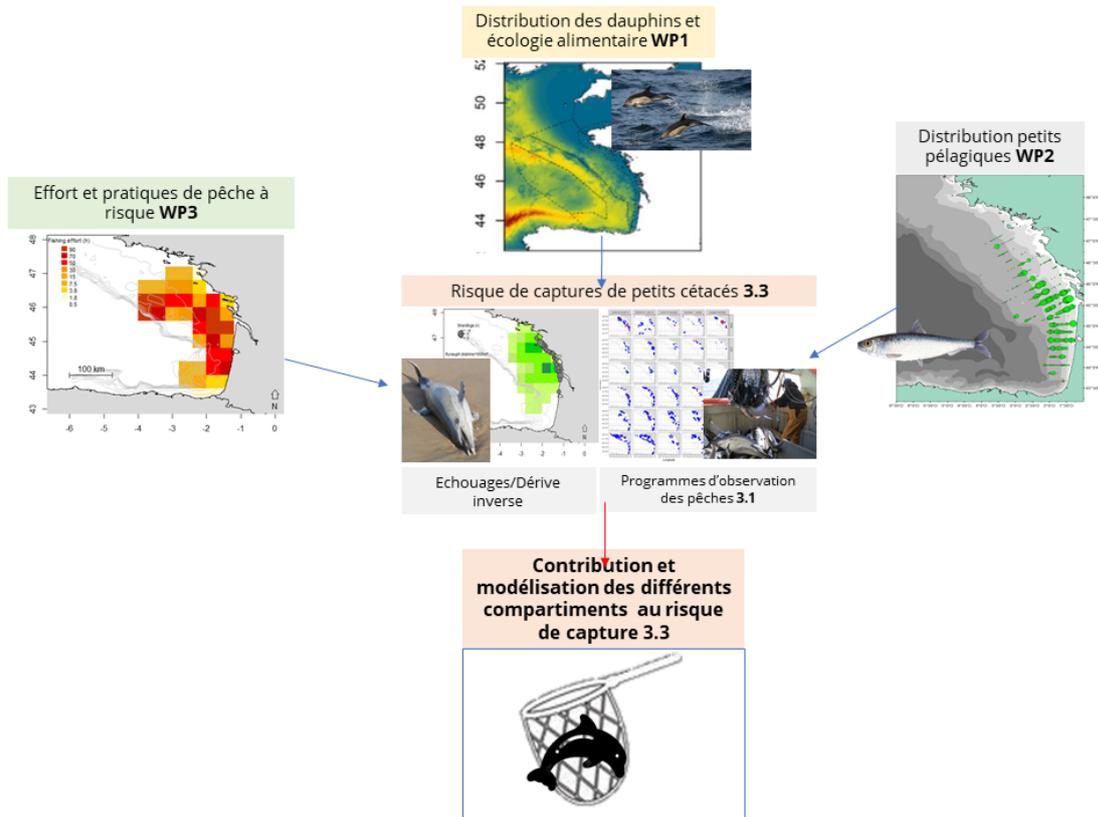


Figure 13 : Schéma théorique de l'organisation du WP3, ainsi que ces liens avec les autres WPs du projet.

### 2.3.2 Réalisations en 2023

**Tâche 3.1.** Mathieu Brevet a été recruté en post-doc au printemps sur cette tâche. Il a participé aux groupes de travail BYC du CIEM et à la conférence ASC du CIEM où il a présenté un poster (voir 3 Bilan annuel des livrables et communications).

**Tâche 3.2.** Une approche pour améliorer le calcul de l'effort de pêche des navires utilisant des engins passifs a pu être calibrée, développée et testée pour une application aux fileyeurs du golfe de Gascogne en utilisant les données de qualification issues du programme OBSCAME. Les modèles développés sont disponibles et les méthodes déployées sont compilées dans un logiciel libre sous forme d'un package R accompagné d'un tutoriel (package "iapessa").

La classification des trajectoires des fileyeurs en fonction de la géométrie des trajectoires et des espèces pêchées a permis de démontrer une augmentation des trajectoires associées à la pêche du merlu depuis 2015. Un package rassemblant l'ensemble des fonctions d'identification et de classification des trajectoires a été conçu (package "iTRAS").

**Tâche 3.3.** Les travaux de cette action sont à leur commencement en cette fin d'année 2023. Son objectif est d'identifier des zones de risque de captures avec deux approches : la cartographie des captures recensées lors des programmes d'observateurs des pêches, et une approche basée sur la co-occurrence entre distribution des dauphins communs et de l'effort de pêche des flottilles/pratiques à risque.

Enfin, la modélisation du processus de capture en intégrant l'ensemble des éléments de l'écosystème sera réalisée afin de comprendre quel compartiment influence le plus les événements de capture.

**Tâche 3.4.** La réalisation de la campagne DELSOUND (drone Sphyrna) s'est déroulée entre avril et juin 2023. Au total, 18h26 d'enregistrement acoustique ont été collectées et commencent à être analysées.

### 2.3.3 Résultats principaux

**Tâche 3.1.** Le travail sur la classification holistique des comportements de pêches à partir des données du SIH est mené par Mathieu Brevet qui a mis en place un workflow analytique. Les résultats préliminaires (années 2019-2022 uniquement) ont été présentés à diverses réunions, dont les journées Delmoges à Brest en octobre ; et ont donné lieu à de nombreuses discussions avec les partenaires du projet (voir 3 Bilan annuel des livrables et communications). Les résultats obtenus sont globalement cohérents avec les typologies précédemment établies. Des coopérations inter-WP sont prévus sur le sujet, avec pour but d'obtenir un tableau comparatif des différentes classifications existantes entre 2000 et 2022, et de réemployer une classification unique au sein de différents projets.

Un package analytique R (PelaRRP pour "*Regularized Regression with Post-stratification*") a été préparé afin de faciliter la mise en œuvre des analyses réalisées chaque année dans le cadre d'une saisine concernant l'estimation des captures accidentelles de dauphins à partir des données ObsMer (Rouby *et al.* 2022).

#### Tâche 3.2.

##### **Effort de pêche à partir des données haute résolution**

Le package R "iapasca" rassemblant les scripts d'analyse visant à calculer l'effort de pêche des fileyeurs en utilisant des données à haute résolution a été finalisé. Un tutoriel présentant son utilisation au travers d'un exemple simple y a été associé et présenté lors de deux sessions (<https://doi.org/10.13155/93094>). Des mises à jour et le développement de nouvelles fonctionnalités pour le calcul et la cartographie d'effort ont été ajoutés au cours de l'année 2023.

Le processus théorique proposé en 2022 combinant apprentissage-statistique et géo-informatique est déployable au travers des méthodes proposées dans ce package. Une approche similaire issue de travaux collaboratifs menés dans le cadre de groupes de travail du CIEM est décrite dans un article scientifique publié cette année (Mendo *et al.* 2023). Dans cet article est démontré l'inadéquation de l'utilisation de métriques d'effort de pêche navire pour décrire l'effort de pêche d'engins passifs au

travers de nombreux cas d'étude. Une application de la méthodologie décrite démontre la possibilité de déterminer la longueur déployée ainsi que la durée d'immersion de ces engins.

En 2023, cette approche a été calibrée et testée pour une application aux fileyeurs du golfe de Gascogne en utilisant les données de qualification issues du programme OBSCAME. Ce travail a été réalisé dans le cadre du stage de Master 2 suivi d'un CDD de 4 mois de Mathurin Sans.

Les modèles optimisés pour la reconnaissance des opérations de pêche des fileyeurs sont disponibles pour différentes résolutions des données de géolocalisation des navires (1 min, 5 min, 15 min et 1 heure). Enfin, l'ensemble du processus a pu être validé au travers de différentes approches : une validation-croisée par navire et l'utilisation de données d'observations indépendantes issues du programme OBSMER. La capacité de cette méthode pour déterminer des données d'effort exprimée en heures de pêche, longueur totale de filets déployée et la durée d'immersion a pu être évaluée à l'échelle d'une marée et pour l'obtention de cartes agrégées d'effort à différentes résolutions (C-squares 0.05° et 0.01°) en fonction des résolutions disponibles pour les données de géolocalisation.

Ce travail a fait l'objet d'un rapport de stage de Master 2 (voir 3 Bilan annuel des livrables et communications) et d'un rapport final incluant la validation du calcul des métriques d'effort engin (Sans & Rodriguez 2023) publiés sous Archimer.

A partir des modèles calibrés, des cartes d'effort navire améliorées ont pu être générées en utilisant le flux VMS disponible en 2022 et 2023.

### **Trajectoires individuelles des fileyeurs :**

L'augmentation récente des captures de dauphins soulève différentes questions, dont celle des changements potentiels de pratiques de pêche qui pourraient être plus à risque pour les dauphins communs. Cependant, aucun changement majeur n'avait été relevé quant à l'effort de pêche global à l'échelle des données réglementaires. À l'échelle individuelle, une analyse par identification des stratégies de pêche des navires pourrait permettre une compréhension plus fine du processus de capture. Ce livrable apporte une méthode générique d'identification de ces stratégies dans la zone d'intérêt par analyse des données géospatiales à haute résolution temporelle des navires de pêche. Le package analytique "iTRAS" (<https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse/itras>) compte 17 fonctions développées sous R. Ce package permet de distinguer les marées de chaque navire. Au sein de ces marées, il est possible de déterminer si oui ou non le navire est en activité de pêche et ainsi identifier les opérations de pêche individuelles de chaque navire. Les trajectoires des opérations de pêche peuvent également être décrites par le biais de caractéristiques spatiales et halieutiques précises pour être catégoriser par classification hiérarchique.

**Tâche 3.3.** Un état des lieux des données utiles/disponibles pour répondre à la problématique a été réalisé. Ensuite, une recherche bibliographique a permis de déterminer le type de modèle statistique approprié à la conception du modèle et aux données. Le modèle retenu est le *Random Forest Spatialisé*. L'estimation de l'effort de pêche des fileyeurs à partir des données haute résolution en ainsi en cours pour les années 2015 à 2020, grâce au package "iapasca" (tâche 3.2).

**Tâche 3.4.** Le montage et la préparation de la campagne se sont déroulés au premier semestre 2023. Les sorties avec le drone Sphyrna ont permis de collecter plusieurs enregistrements de dauphins nageant dans la colonne d'eau. Plusieurs sorties ont été synchronisées avec des fileyeurs professionnels (basés à Quiberon et à Lorient), mais n'ont pas permis d'enregistrer des dauphins, soit car il n'y en avait pas sur zone, soit à cause de soucis techniques. Les données brutes regroupent quatre séquences d'écoute exploitables, avec chaque séquence enregistrée sur 5 canaux acoustiques distincts. L'exploration préliminaire des données a permis de calculer une première triangulation spatio-temporelle des positions de l'origine des clics reçus. Un exemple de position relative est présenté sur la figure suivante, pour une des séquences enregistrées. L'analyse des données doit désormais être affinée afin de convertir les coordonnées relatives en coordonnées métriques. L'objectif étant d'obtenir une estimation de la profondeur maximale, en mètres, des dauphins communs enregistrés.

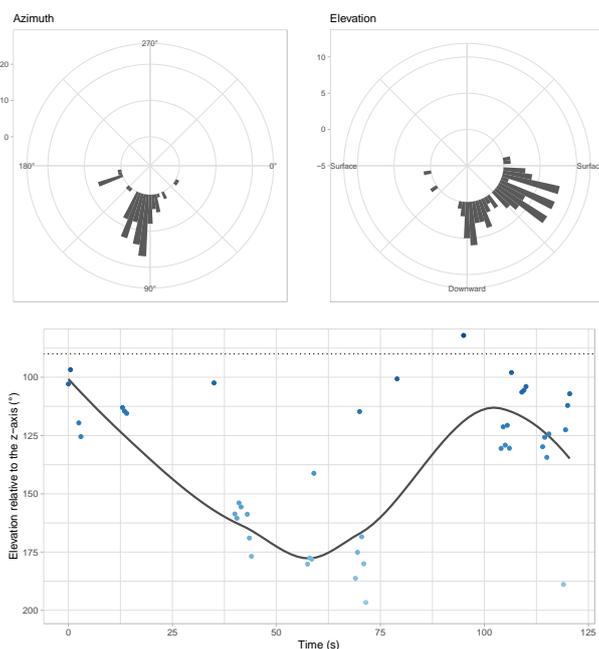


Figure 14 : Exemple de position triangulée (Azimuth, en haut à gauche, Élévation, à droite) et la variation temporelle de l'élévation, indiquant une grande oscillation verticale.

### 2.3.4 Difficultés rencontrées

**Tâche 3.1.** Les difficultés rencontrées sont d'ordre terminologique et d'ordre technique/computationnel. Concernant la terminologie, les diverses présentations des résultats intermédiaires de cette tâche ont révélé que le terme de "flottille" n'était pas complètement adapté au vu du travail réalisé. Les termes de stratégies et de tactiques de pêches sont plus appropriés pour décrire les résultats de l'approche holistique mise en œuvre.

Concernant les calculs, l'approche holistique considère l'ensemble des années disponibles et un grand volume de données pour réaliser la classification avec les méthodes les plus abouties disponibles actuellement. Cette approche est gourmande en calculs (externalisés vers des serveurs de calculs intensifs dédiés ; e.g. Datarmor), notamment pour la phase de calculs du nombre de cluster optimal qui précède la mise en place de la classification en elle-même. Ces étapes sont extrêmement coûteuses en ressources de calcul et sont actuellement un goulot d'étranglement dans la finalisation des résultats.

#### Tâche 3.2.

##### **Effort de pêche à partir des données haute résolution**

Un équipement de plusieurs fileyeurs par des sondes était envisagé dans le cadre de Delmoges afin de compléter la base de calibration utilisée dans la tâche 3.2. Compte-tenu du contexte, cet équipement n'a pas pu être déployé dans les temps impartis au projet. Ainsi, pour la calibration des modèles d'apprentissage statistique pour décrire l'effort navire des fileyeurs, seuls les 20 navires équipés dans le cadre du programme OBSCAME ont pu être utilisés. La question de la représentativité de ces 20 navires pour décrire l'ensemble des fileyeurs opérant dans le golfe de Gascogne (de l'ordre de 500) peut être légitimement posée. Cependant, bien qu'avec un effectif déséquilibré, les principaux types de fileyeurs identifiés dans Demaneche *et al.* (2019) apparaissent représentés dans cette base.

##### **Trajectoires individuelles des fileyeurs :**

Le couplage des données AIS avec les données SACROIS a été rendu long et laborieux par l'absence de transmission de ces jeux de données partageant le même code d'anonymisation. Ces difficultés furent chronophages, et n'ont pas permis de couvrir l'ensemble des données envisagées en premier lieu.

**Tâche 3.3.** Cette tâche fait face aux mêmes difficultés que la 3.2 sur les trajectoires individuelles des fileyeurs.

**Tâche 3.4.** De nombreuses difficultés ont été rencontrées tant lors de la préparation (montage, convention, préparation des navires) que de la réalisation de la campagne. Si certains points sont imputables à Seaproven (i.e., logistique pour l'accueil et le déploiement du drone de 21 m) et aux scientifiques coordonnant dans la campagne (i.e. tests de sensibilité et émission des moteurs dans les basses fréquences seulement), les plus grosses difficultés ont été le fait d'aléas de l'expérimentation de nouvelles méthodes d'acquisition en mer : météo défavorable, matériel emporté par le filet pêcheur volontaire, matériel informatique (lecteur de carte) devenu défaillant, perte aléatoire de paquets de données pendant les écoutes hydrophones, etc.). En octobre 2023, la compagnie Seaproven a été placée en liquidation judiciaire et ne pourra désormais plus collecter de nouvelles données, mais la campagne a toutefois permis de démontrer que cette méthode, originale, est adaptée pour étudier le comportement des dauphins autour des engins de pêche dormant.

### 2.3.5 Livrables réalisés

**Tâche 3.1.** La base de données des captures accidentelles complétée et qualifiée et le rapport sur son contenu (L3.1.2) a été fournie fin octobre 2023. La mise à disposition de la base est en attente de validation. Cette base sera mise à jour annuellement.

**Tâche 3.2.** Le package "iapesca" a été livré en janvier 2023 :

Rodriguez J. (2023). iapesca, a R-package for manipulating and interpreting high resolution geospatial data from fishing vessels. R tutorial. <https://doi.org/10.13155/93094> (L3.2.1).

Ce package R est disponible sur le GitLab Ifremer : <https://gitlab.ifremer.fr/iapesca/r-packages/iapesca>.

Le package "iTRAS" a été livré en mars 2023 :

Paillé J., Vignard C., Deslias C., Authier M., Peltier H. (2023). Identifier les stratégies de pêche individuelles des fileyeurs (package iTRAS). (L3.2.1).

Ce package R est disponible sur le GitLab de La Rochelle Université : <https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse/itras>.

**Tâche 3.3.** Le package "PelaRRP" a été livré fin octobre 2023 :

Authier M., Brevet M., Dubroca L. (2023). Cartographier le risque de captures de cétacés à partir des données d'effort de pêche et d'observation à la mer (PelaRRP). (L3.3.1). <https://gitlab.univ-lr.fr/pelaverse>

Ce package sera enrichi de nouvelles fonctionnalités au cours de l'année 2024. Il est disponible sur demande aux partenaires du projet, puis sera rendu publique à l'issue du projet.

### 2.3.6 Evènements à venir

**Tâche 3.1.** Un stage de M2 sera encadré au premier semestre 2024 pour regarder plus en détail les méthodologies d'estimation de risque de captures accidentelles principalement en Manche et sur la façade Atlantique à l'échelle des flottilles. La candidate a été sélectionnée suite à la publication de l'offre de stage à l'automne 2023.

Une publication annexe à la tâche 3.1 est également en cours de rédaction, sur le lien entre activités de pêches et phénotypes des dauphins capturés. Ce projet annexe a été initié suite à l'encadrement d'une stagiaire de L1.

**Tâche 3.2.** Les travaux de recherche de la tâche 3.2 sont terminés. Une publication sur les trajectoires individuelles des fileyeurs sera prochainement soumise.

**Tâche 3.3.** Des échanges avec les **WP1** et **WP2** et au sein du **WP3** vont permettre d'anticiper la structure des données qui seront intégrées à l'exercice global de modélisation des événements de capture dans le golfe de Gascogne. Le travail de co-occurrence et de modélisation reste à faire durant les 18 prochains mois.

**Tâche 3.4.** Les analyses des données et leur valorisation sont prévues pour la deuxième partie du projet.

## 2.4 OPTIONS DE REMEDIATIONS (WP4)

### 2.4.1 Rappel des objectifs de ce WP

La question des captures accidentelles de dauphins réunit des problématiques de conservation et de gestion de la pêche et nécessite de combiner des outils existants dans les deux domaines. Dans un contexte social et médiatique tendu, la transparence, le partage des connaissances et des perceptions, l'explicitation des intérêts et des contraintes sont des éléments clés de la réussite des actions mises en œuvre. Cette compréhension partagée doit s'appuyer sur des connaissances et des évaluations scientifiques objectives. Initialement, le **WP4** entendait faciliter la co-construction de mesures de remédiation et évaluer leur performance selon des critères multiples. La co-construction qui était initialement prévue n'a pas été possible en 2023 et n'est plus envisageable dans les délais impartis au projet. Certaines tâches et actions du **WP4** ont par conséquent dû être modifiées pour s'adapter à la situation.

Une première analyse permet d'évaluer les potentialités de solutions proposées à l'international pour limiter les captures accidentelles et possiblement déclinables dans le contexte du golfe de Gascogne. L'analyse porte notamment sur les dimensions institutionnelles et de gouvernance liées à la mise en œuvre de solutions durables.

Une représentation des interdépendances au sein du socio-écosystème intégrant les dimensions écologiques, techniques, socio-économiques et institutionnelles devait être développée et discutée dans le cadre d'ateliers rassemblant une diversité d'acteurs concernés. Cette représentation devait

servir de base pour un simulateur interactif qui devait être déployé auprès de divers acteurs sous forme d'ateliers. Ce simulateur devait permettre d'appréhender le problème de manière intégrée, de tester librement des changements de fonctionnement (espace de dialogue sécurisé) et d'échanger et confronter les systèmes de valeurs. Le contexte de 2023 a fait que ces actions n'ont pas pu et ne pourront pas être menées comme prévu initialement. Les objectifs de ces actions ont donc dû être revus. Les travaux qui ont pu et pourront être menés seront donc limités et permettront de fournir des éléments concernant des interactions clés au sein du socio-écosystème sur la base d'échanges et de perceptions d'une partie seulement des parties prenantes.

Une plateforme numérique de partage de connaissances en ligne intègre les connaissances issues des différents WPs de Delmoges et de projets en cours en lien avec Delmoges. La plateforme devait faciliter les débats et concertations sur des options pour l'élaboration des scénarios. En réponse à des demandes des financeurs, cette partie est en cours de révision.

Une sélection de différents scénarios sera ensuite évaluée sur la base de critères multiples, biologiques et socio-économiques, dont l'acceptabilité, soit qualitativement, soit quantitativement en utilisant notamment deux plateformes de simulation de pêcheries.

## 2.4.2 Réalisations en 2023

**Tâche 4.1.** Suite aux travaux démarrés en 2022 sur l'appropriation des travaux CETAMBICION (et autres synthèses), ainsi qu'à l'approfondissement de la revue des dispositifs basés sur les incitations, un atelier international a été organisé en mars 2023. Cet atelier portait sur les potentialités des approches incitatives pour réduire les prises accessoires de dauphins dans le golfe de Gascogne. Le périmètre de l'atelier inclut les dimensions de gouvernance liées à la mise en œuvre de ces approches ainsi que les préoccupations de faisabilité politique et juridique. L'atelier a été suivi, en juin 2023, par une restitution sous forme de webinaire à l'ensemble des participants du comité de gouvernance du projet Delmoges. La synthèse des conclusions de l'atelier est en cours de finalisation ; un manuscrit à soumettre pour publication dans une revue internationale à comité de lecture est également en cours de préparation.

Dans le cadre de l'action 4.1.2 sur la représentation intégrée du socio-écosystème, deux ateliers ont été organisés en 2023. Un autre atelier avait été planifié et préparé, mais celui-ci a été annulé la veille par les participants (dû au contexte particulier lié au plan d'action et décision du Conseil d'État). Étant donné le contexte et le peu de disponibilité des différents participants envisagés, il a été décidé en COPIL de ne pas attendre de pouvoir faire l'ensemble des ateliers prévus. Le contexte très incertain ne garantissait en effet pas de pouvoir organiser les ateliers dans le futur. Il a alors été décidé d'analyser les éléments issus des deux ateliers effectués (un atelier avec les scientifiques de Delmoges et un atelier avec les décideurs et gestionnaires). Le livrable L4.1.2 porte donc sur des éléments de synthèse et de restitution de ces deux ateliers.

Dans le cadre de l'action 4.1.3, une ingénieure a été recrutée pour 9 mois en 2023 pour travailler sur le développement numérique du simulateur interactif. L'ingénieure a développé les modules informatiques et les systèmes d'interfaces permettant de modéliser les interactions entre la

représentation spatiale d'un espace simulé et des actions de jeu permettant d'apporter de l'interactivité dans la simulation. L'ensemble a été développé dans la plateforme générique *Simulation Game Editor* (<https://github.com/nbecu/SGE>). Les modules développés et systèmes d'interfaces sont utilisés pour développer une version alpha<sup>2</sup> du simulateur interactif qui comprend une modélisation de l'espace marin caractérisé par des ressources halieutiques, et des zones de fréquentation par les mammifères marins, une modélisation de l'activité de pêche qui comprend des navires, un effort et des zones de pêche ayant un feedback sur les captures accidentelles, et une modélisation de mesures d'incitation économique ayant un feedback sur les revenus simulés des navires en fonction des zones et des efforts choisis.

**Tâche 4.2.** La plateforme numérique a été livrée avec une partie "labo de bord" (partie privative pour les scientifiques de Delmoges) et une partie grand public. Cette dernière partie est opérationnelle, mais à la demande des financeurs, la communication sur cette partie a été stoppée. Des bibliothèques d'aide aux débats sont également disponibles. Elles sont composées de plusieurs rayons destinés aux scientifiques ou au grand public (ex : "Connaissances de la mer et de la pêche", "Actualités", "Résumé des débats", "Tests & Solutions", etc.).

Une période de tests en circuit privatif a précédé l'ouverture de la plateforme. Ces tests ont permis de faciliter le ciblage des thématiques utiles pour faire progresser les contributions des acteurs (pour le moment, uniquement les scientifiques de Delmoges) selon l'actualité et les résultats scientifiques disponibles.

**Tâche 4.3.** Cette tâche a démarré courant 2023. Dans le cadre des actions 4.3.1 et 4.3.3, un ingénieur a été recruté en octobre 2023 à l'Ifremer Nantes pour 14 mois. L'évaluation qualitative (action 4.3.1) devait initialement être nourrie des ateliers des actions 4.1.2 et 4.1.3, ainsi que des débats de la plateforme (tâche 4.2). Les deux premières tâches n'ayant pas pu être menées à bien, un protocole d'enquête est en cours de conception afin d'évaluer l'acceptabilité par les différents acteurs de différents scénarios de remédiation et d'identifier les critères d'évaluation de ces scénarios qu'il convient de considérer. Ce protocole sera discuté avec les partenaires afin d'assurer sa faisabilité.

Pour la partie quantitative, la mise à disposition de la plateforme de simulation ISIS-Fish nécessite de réviser la segmentation des flottilles existante dans le modèle (segmentation issue de projets précédents FFP MACCO et DEFIPEL). Cette segmentation doit être adaptée aux questions posées à Delmoges et harmonisée avec la typologie développée par le **WP3**. Ce travail a débuté et est en attente des résultats du **WP3**.

Dans le cadre de l'action 4.3.2 "Caractérisation des pêcheries et de la filière", un travail a été poursuivi sur la caractérisation des navires ayant pratiqué les engins à risque concernés : chalut pélagique en paire (PTM), chalut de fond en paire (PTB), chalut pélagique à panneau (OTM), trémail (GTR), senne tournante (PS), filet maillant calé (GNS) dans le golfe de Gascogne. Cela a permis d'actualiser les

---

<sup>2</sup> Version incomplète (qui n'a pas toutes les fonctionnalités) qui comporte encore des bugs, et qui n'est pas encore stable.

travaux précédents sur ce sujet des années 2021 et 2022. Ces données pluriannuelles ont permis d'analyser notamment les impacts de scénarios de fermeture spatio-temporelle sur les entreprises de pêche, mais également sur l'économie de la filière qui en découle.

### 2.4.3 Résultats principaux

**Tâche 4.1.** Les conclusions de l'atelier international ont été présentées lors d'une présentation de restitution au comité de gouvernance en juin 2023, ainsi qu'à la conférence internationale ICES ASC 2023. Au cours des travaux sur cette tâche, une typologie des mesures incitatives visant à limiter les captures accidentelles a été proposée et validée (Figure 15).

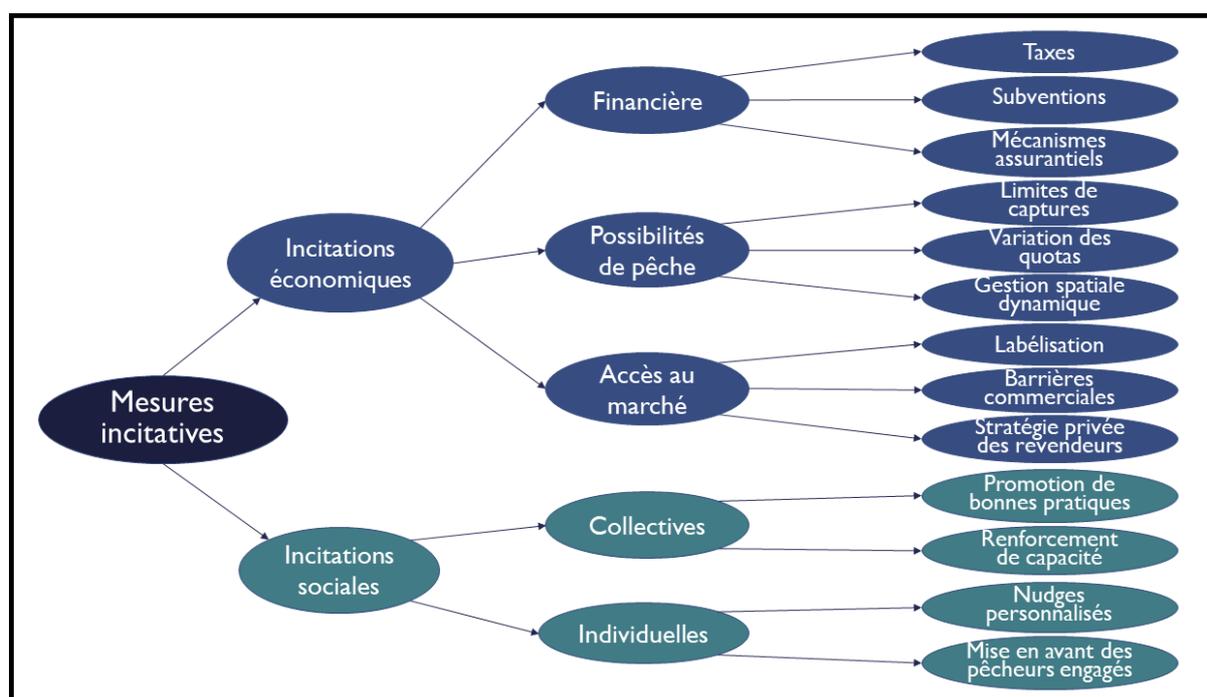


Figure 15 : Typologie des mesures incitatives pour limiter les captures accidentelles. Source: Bellanger et al. (en préparation) Rapport de l'atelier "Potentialities of incentive-based approaches to reduce dolphin bycatch in the Bay of Biscay" organisé à Brest les 16 et 17 mars 2023.

**Tâche 4.2.** La plateforme numérique (Figure 16) a été mise en ligne (<https://concertation-dauphins-pechedurable.univ-lr.fr/login>) et plusieurs synthèses et documents sont mis à disposition pour les scientifiques de Delmoges sur cette plateforme.

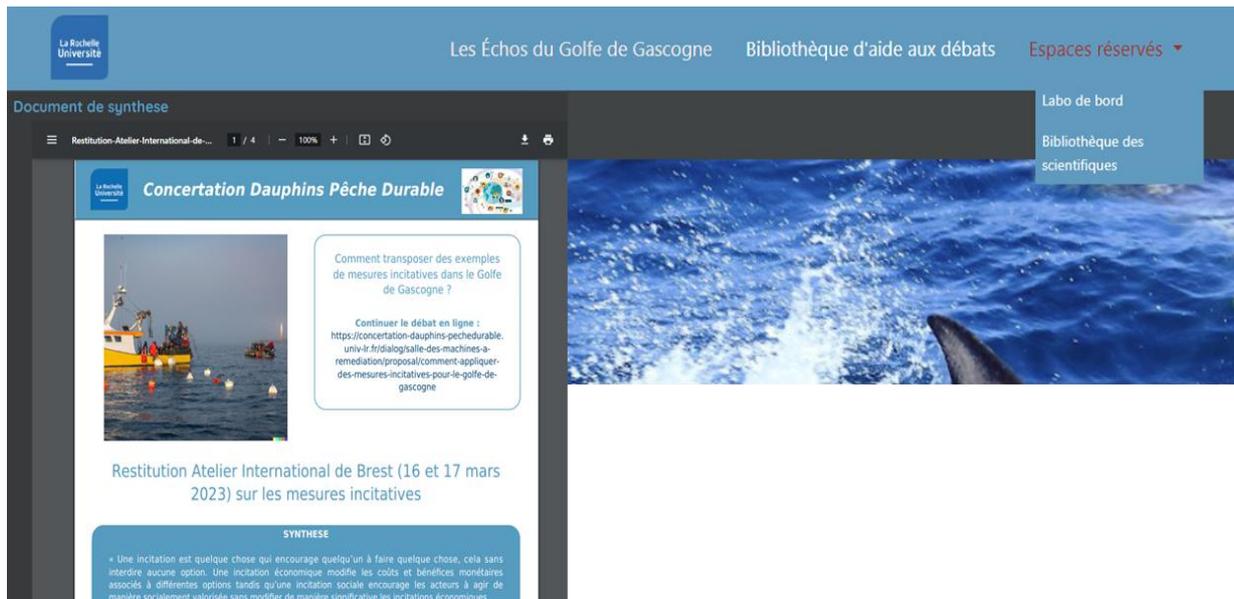


Figure 16 : Aperçu de la plateforme numérique en ligne et exemple de document mis à disposition.

**Tâche 4.3.** Une liste exhaustive des mesures de remédiation proposées a été établie et documentée. Elle indique la source de la proposition, les flottilles ciblées et les effets attendus. Cette liste est mise à disposition sur la plateforme numérique.

Des travaux de croisements entre les segmentations de flottilles coconstruites avec les professionnels au cours de projets précédents (MACCO et DEFIPEL) et les stratégies définies par le **WP3** de Delmoges ont révélé les cohérences et incohérences entre les différentes approches mises en œuvre et la nécessité d'affiner la description de l'activité des fileyeurs actuellement implémentée dans ISIS-Fish, notamment spatialement (Annexe 2).

En parallèle, une méthode de stratification des navires par l'engin principal en valeur a été stabilisée dans le cadre de l'action 4.3.2. Cette méthode a permis d'identifier 15 strates, ce qui permet d'appréhender le poids économique des engins à risque. Les strates obtenues sont également intégrées dans les travaux de comparaison de stratégies définies dans le **WP3** et des typologies ISIS-Fish.

#### 2.4.4 Difficultés rencontrées

**Tâche 4.1.** En raison du contexte politique et médiatique, les ateliers prévus dans le cadre de l'action 4.1.2 n'ont pas pu être organisés dans leur ensemble. La partie de co-construction avec les acteurs professionnels est fortement remise en cause pour les actions de cette tâche. Le simulateur interactif (L4.1.3) ne pourra pas être déployé auprès des acteurs de la profession, et cette action ne sera donc pas mise en œuvre telle qu'elle était initialement prévue.

**Tâche 4.2.** La demande de suspension de la communication sur la partie grand public de la plateforme numérique a eu pour conséquence que l'action 4.2.2, initialement prévue pour analyser les mesures proposées via la plateforme, n'a pas pu être réalisée. Le livrable L4.2.2 sera ajusté et proposera un

"recensement des mesures et des scénarios évalués par les scientifiques". Il devrait être livré début 2025.

**Tâche 4.3.** L'action 4.3.1 sur les enquêtes est reportée afin d'augmenter la probabilité de retours (la période entre fin 2023 et début 2024 étant compromise en raison du plan d'action). Il est également nécessaire d'attendre les résultats de la tâche de cartographie des risques (**WP3**) avant de les intégrer dans les enquêtes. Les attentes concernant les résultats de l'enquête sont également plus élevées en raison de l'absence d'autres sources d'informations qualitatives sur l'acceptabilité des mesures (en raison des problèmes rencontrés dans les tâches 4.1 et 4.2). Par conséquent, les tâches dépendant des résultats de l'enquête, en particulier les simulations avec ISIS-Fish (T4.3.3) et l'analyse multicritère (T4.3.5), sont reportées. Le retard est estimé à trois mois si le calendrier de l'enquête (avril à juillet 2024) peut être respecté.

## 2.4.5 Livrables réalisés

**Tâche 4.1.** Le livrable L4.1.2 a été rendu en décembre 2023.

**Tâche 4.2.** Le livrable L4.2.1 ("Plateforme numérique de partage de connaissances et de facilitation de débat") a été rendu en juin 2023 et est en accès restreint aux scientifiques du projet : <https://concertation-dauphins-pechedurable.univ-lr.fr/login>.

**Tâche 4.3.** Aucun livrable n'est attendu pour cette tâche à ce stade. Du retard est attendu sur les livrables L4.3.1, L4.3.3 et L4.3.5 qui devraient être respectivement produits au 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> trimestres 2024 et au 1<sup>er</sup> trimestre 2025.

## 2.4.6 Evènements à venir

**Tâche 4.1.** Les travaux sur les deux livrables L4.1.1 et L4.1.2 seront présentés lors de la conférence internationale MSEAS début juin 2024 (<https://meetings.pices.int/meetings/international/2024/MSEAS/Background>).

**Tâche 4.2.** Plusieurs ateliers sont prévus en 2024 pour animer l'espace scientifique de la plateforme.

**Tâche 4.3.** La préparation des enquêtes dans le cadre de l'action 4.3.1 donnera lieu à des réunions entre scientifiques du projet et avec les professionnels au cours des mois de décembre 2023 et janvier 2024. Les enquêtes débiteront si possible en avril 2024.

## 2.5 COORDINATION - GOUVERNANCE (WP5)

### 2.5.1 Rappel du contexte et des objectifs de ce WP

Du fait de sa conception, de sa portée à la fois politique et médiatique, et de son montage scientifique, administratif et financier original, le projet Delmoges nécessite une gouvernance rigoureuse pour assurer la bonne conduite des analyses scientifiques, leur valorisation et

dissémination adéquates auprès des tutelles, des parties prenantes et des autres audiences intéressées par le sujet (grand public, monde académique). Le comité de gouvernance reflète les enjeux (externes) et difficultés (internes) spécifiquement liées à ce projet particulier. Les enjeux identifiés incluent : i) l'adéquation temporelle du projet de recherche avec les engagements gouvernementaux ; ii) la nécessité de contribuer au dialogue avec les parties prenantes malgré des clivages importants ; et iii) la cohésion avec d'autres initiatives de recherche nationales et européennes sur des sujets proches. Les difficultés identifiées concernent plus spécifiquement la bonne réalisation des objectifs scientifiques et la coordination des équipes scientifiques engagées, reconnaissant que : i) les challenges scientifiques du projet Delmoges se situent à l'interface entre les champs de compétence de Pelagis (La Rochelle Université – CNRS) et d'Ifremer, et représentent des collaborations à construire ou à renforcer entre les deux entités ; ii) la diversité des questions proposées, et le nombre important d'équipes thématiques engagées et la nécessité de créer et maintenir une approche collective multidisciplinaire intégrée ; et iii) l'absence de financement des coûts salariaux entraîne une forte dépendance au personnel temporaire. Ce contexte très pluridisciplinaire issu d'un accord pluripartite entre les instituts porteurs de Delmoges et les ministères, a conduit à faire le choix d'une gouvernance conjointe impliquant les directions des instituts porteurs (LRUniv/CNRS, Ifremer).

La structure de gouvernance repose sur deux noyaux collégiaux centraux : le comité de pilotage scientifique, et le comité de gouvernance (Figure 17).

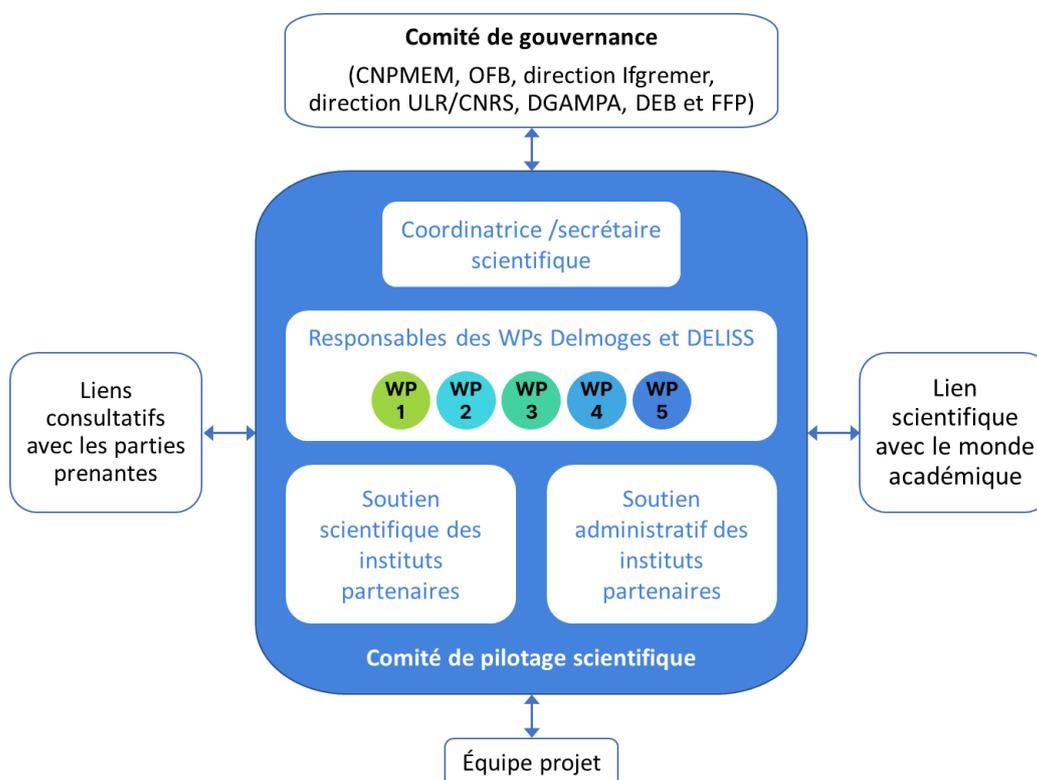


Figure 17 : Représentation schématique de la gouvernance du projet Delmoges

## 2.5.2 Réalisations durant l'année 2023

### Réunions et ateliers intra- et inter-WPs

Plusieurs rencontres en présentiel et en distanciel ont eu lieu cette année.

#### - Journées Delmoges

L'équipe projet et les partenaires scientifiques se sont réunis deux fois en présentiel depuis janvier 2023 : à un an d'avancée du projet (les 29-30 mars 2023, à La Rochelle) et à 18 mois d'avancement du projet (les 12-13 octobre 2023, à Brest). Ces journées ont été l'occasion de présenter l'avancée du projet de façon biannuelle et de présenter les données analysées pour chacun des WPs Delmoges. Les résultats sont aussi présentés dans la section 2 du présent rapport intermédiaire. L'échéancier Delmoges (Figure 3) est ajusté en fonction des contraintes rencontrées durant l'avancée du projet. A ce jour, les actions et livrables des différents WPs sont dans les temps. Du retard est cependant à prévoir sur certains livrables à venir (Figure 3 ; voir Annexe 1).

Ces journées ont aussi été l'occasion d'avancer sur les actions communes grâce à des ateliers de travail (notamment sur la cartographie des risques et les typologies de flottilles) ou en planifiant les futures campagnes d'hiver.

Ces réunions ont été enregistrées et les vidéos sont disponibles sur le site web Delmoges (<https://Delmoges.recherche.univ-lr.fr/valorisation-2/>).

*Les comptes-rendus détaillés de ces journées ont été diffusés aux participants et au comité de gouvernance du projet, sont mis en ligne sur le cloud de l'Ifremer et sont disponibles sur demande auprès du WP5.*

#### - Réunion du comité de gouvernance

Le comité de pilotage scientifique s'est réuni avec le comité de gouvernance (en présentiel et visioconférence le 30 mars 2023 durant les Journées Delmoges à La Rochelle, et en visioconférence le 8 décembre 2023). Ces rencontres ont permis de faire un point scientifique et administratif sur l'avancée du projet. Les responsables des WPs ont présenté un bilan des actions Delmoges à un an et 18 mois d'avancement (voir 2 Bilan au 31 décembre 2022).

*Les comptes-rendus détaillés de ce comité de gouvernance ont été diffusés aux participants, sont mis en ligne sur le cloud de l'Ifremer et sont disponibles sur demande auprès du WP5.*

#### - Comités de pilotages mensuels

Des comités de pilotage (COPIL) ont eu lieu mensuellement par visioconférence les 30 janvier, 27 février, 27 mars, 24 avril, 22 mai, 26 juin, 24 juillet, 28 août, 15 septembre, 30 octobre et 27 novembre 2023. Les responsables de chaque WP et les représentants du CNPMM et de la profession sont présents à ces comités.

*Les comptes-rendus détaillés de ces COPILs ont été diffusés aux participants sur le cloud de l'Ifremer et sont disponibles sur demande auprès du WP5.*

- **Réunion et atelier sur l'évolution du WP4**

Les scientifiques impliqués dans le WP4, les représentants du CNPMM et de la profession, les représentants de l'OFB et les financeurs du projet Delmoges (DGAMPA, DEB et FFP) se sont retrouvés en visioconférence le 5 octobre 2023 pour échanger sur l'évolution du WP4 au cours des mois à venir, suite aux difficultés rencontrées durant l'année 2023. Durant cette réunion, des actions alternatives aux actions impactées par le contexte de 2023 ont été proposées. Ces propositions ont fait l'objet d'autres discussions au comité de gouvernance de décembre 2024 et feront l'objet d'autres discussions début 2024.

Un atelier pour avancer concrètement sur la partie "enquête et mesures" et faire du lien entre les différentes actions (enquêtes, critères d'évaluation, travail pédagogique avec les étudiants) a eu lieu pendant les Journées Delmoges (13 octobre 2023).

- **Atelier international sur les "Mesures incitatives" (WP4)**

Un atelier international sur les potentialités des approches incitatives pour réduire les captures accidentelles de dauphins dans le golfe de Gascogne a eu lieu les 16 et 17 mars 2023. Il a été restitué auprès du comité de gouvernance le 16 juin 2023.

- **Ateliers "Cartographie des risques" (WP1-WP2-WP3)**

Des ateliers sur cette thématique ont eu lieu régulièrement en 2023 (19 juin, 29 septembre et 13 octobre) pour avancer sur la définition du risque de captures accidentelles de dauphins, mais aussi créer des cartes de risque en se basant sur le travail pilote réalisé sur les données d'hiver 2023, définir des concepts et discuter sur les données disponibles. Les premières cartes ont été présentées lors des Journées Delmoges des 12-13 octobre à Brest et d'autres ateliers vont avoir lieu courant 2024 pour affiner les cartes réalisées en ajoutant d'autres données.

- **Ateliers "Stratégies et effort de pêche - Typologies de flottilles" (WP2-WP3-WP4)**

Plusieurs ateliers ont eu lieu courant 2023 (8 juin, 25 septembre et 13 octobre) sur la thématique des stratégies de pêche, de l'effort de pêche et/ou des typologies de flottilles. Ces ateliers visent à faire le lien entre les différentes classifications existantes (stratégies développées dans le post-doctorat de Mathieu Brevet, typologies de l'Ifremer, typologies utilisées par la Cellule Mer) pour décrire les similarités et différences et les stratégies concernées. Des tables de correspondances sont en cours de construction et ce travail va continuer en 2024.

- **Ateliers "Plateforme numérique" (WP4)**

A l'occasion du lancement de la plateforme le 8 juin 2023, un atelier d'échange a été réalisé en partenariat avec l'E.C.O.L.E de la Mer à La Rochelle. Les participants ont échangé sur différents thèmes (i.e. comment consommer du poisson de façon responsable tout en protégeant les dauphins).

Des ateliers réservés aux scientifiques ont ensuite eu lieu, le 21 novembre à Pelagis et durant chacune des Journées Delmoges (31 mars et 13 octobre 2023). Durant ces ateliers, les participants ont été invités à réagir à un sujet mis en ligne sur la plateforme. Cela a permis aux participants d'apprendre

à utiliser la plateforme et de réfléchir ensemble à des sujets de débats, mais aussi, aux responsables de la plateforme d'avoir des retours sur le fonctionnement de cette dernière.

Les synthèses de ces ateliers ont été mises en ligne sur la plateforme pour être accessible aux participants.

### 2.5.3 Difficultés rencontrées

Le contexte tendu de l'année 2023 a compliqué les échanges entre les différents partenaires du projet Delmoges, notamment sur le **WP4** (voir 2.4 Options de remédiations (WP4)). La situation s'est améliorée progressivement durant la fin de l'année 2023.

### 2.5.4 Livrables réalisés

Les livrables L5.1 (comptes-rendus des COPILs et comités de gouvernance) et L5.3 (bilan annuel des communications) pour l'année 2023 sont intégrés au présent rapport intermédiaire (voir 3 Bilan annuel des livrables et communications).

### 2.5.5 Évènements à venir

Une réunion annuelle Delmoges sera organisée à La Rochelle les 27 et 28 mars 2024, en présence de l'équipe projet, des partenaires scientifiques. Cette réunion aura pour objectif de faire le bilan à un an d'avancement du projet et d'échanger autour des actions à mener pour la dernière année de celui-ci. Les membres du comité de gouvernance seront conviés à participer à une session de ces Journées Delmoges.

### 3 Bilan annuel des livrables et communications

	Date	Lieu
<b>Livrables réalisés</b>		
<b>L1.1.1</b> Rapport de campagne "biopsies au large"	Livré le 31/03/23	
<b>L2.1.1</b> Indices environnementaux et tableau de bord de leurs déviations rapport à la climatologie, 2000-2020	Livré le 31/10/23	
<b>L2.2.1</b> Cartes de distribution mensuelle et interannuelle des principales proies des dauphins communs dans le golfe de Gascogne à partir des données existantes	Livré le 31/10/23	
<b>L3.1.2</b> Base de données des captures accidentelles complétée et qualifiée et rapport sur son contenu	Livré le 31/10/23	
<b>L3.2.1</b> Identifier les stratégies de pêche individuelles des fileyeurs (packages analytiques R "iapesca" et "iTRAS")	Livré le 30/01/2023 et le 31/03/23	
<b>L3.3.1</b> Cartographier le risque de captures de cétacés à partir des données d'effort de pêche et d'observation à la mer (package analytique R "PelaRRP")	Livré le 31/10/23	
<b>L4.2.1</b> Plateforme numérique de partage de connaissances et de facilitation de débat	Livré le 08/06/23	
<b>L5.1</b> Comptes-rendus des COPILs et comités de gouvernance		
<b>L5.3</b> Bilan annuel des communications		
<b>Rapports de stage</b>		
<b>WP1</b> Jamet J. Comparaison de la contamination inorganique et de l'écologie alimentaire chez les dauphins communs morts de captures accidentelles vis-à-vis des autres causes de mortalité (2 <sup>ème</sup> année de BUT Génie Ecologique)	Juin 2023	IUT La Rochelle
<b>WP2</b> Ozanam B. Indices environnementaux et corrélations avec les niveaux trophiques supérieurs dans le golfe de Gascogne (Master 2)	Juin 2023	Université Sorbonne
<b>WP2</b> Hebert-Burrgraeve A. Une approche d'intégration de données avec des modèles hiérarchiques pour caractériser les variations spatio-temporelles de la distribution des petits poissons pélagiques dans le golfe de Gascogne (Ingénieur)	Septembre 2023	Institut Agro Rennes- Angers
<b>WP3</b> Sans M. Application de méthodes d'apprentissage statistique à la reconnaissance des opérations de pêche des fileyeurs (Master 2)	Juillet 2023	UBO

Conférences			
WP2	Ozanam B., Petitgas P., Huguet A. (poster). Satellite-derived marine environmental indices and their relations to higher trophic levels in the Bay of Biscay.	Septembre 2023	CIEM (Bilbao, Espagne)
WP3	Brevet M., Dubroca L., Authier M. (poster). Building a comprehensive pipeline to estimate bycatch among fleets : a case study in the Bay of Biscay common dolphins ( <i>Delphinus delphis</i> )	Septembre 2023	CIEM (Bilbao, Espagne)
WP4	Delalieux G., Barthold C. The "Science of Spin" in Science-Policy Interface : Corporate Playbook as a Way to control Public Policy Framing : The Case of Dolphins Bycatch in French Bay of Biscay	Juillet 2023	EGOS (Cagliari)
WP4	Bellanger M., Dudouet B., Gourguet S., Thebaud O. Potentialities of incitative-based approaches to reduce marine mammal bycatch	Septembre 2023	CIEM (Bilbao, Espagne)
Réunions et ateliers			
	Journées Delmoges	30 et 31/03/2023	La Rochelle
	Comité de gouvernance	30/03/2023 et 08/12/23	La Rochelle et distanciel
	COPILs scientifiques	Mensuels	Distanciel
WP1	Ateliers "Cartographie des risques"	19/06/2023, 27/09/2023, 13/10/2023	Distanciel
WP2	Ateliers "Stratégies et effort de pêche - Typologies de flottilles"	08/06/2023,	Distanciel
WP3		25/09/2023,	
WP4		13/10/2023	
WP4	Atelier international "Mesures incitatives"	13/03/2023	Distanciel
WP4	Restitution de l'atelier international "Mesures incitatives"	16/06/2023	Distanciel

Les livrables, rapports de stages, et présentations aux conférences sont mis en ligne sur le site web du projet (<https://delmoges.recherche.univ-lr.fr/valorisation-2/>) et sont disponibles sur demande auprès du WP5.

## 4 Recrutements de personnel temporaire

- **WP1** Johann Jamet a travaillé sur la "Comparaison de la contamination inorganique et de l'écologie alimentaire chez les dauphins communs morts de captures accidentelles vis-à-vis des autres causes de mortalité" pour son stage de 2ème année de BUT Génie Ecologique à l'IUT de La Rochelle ;
- **WP1** Johanna Faure (postdoc) – Analyse des tendances temporelles de l'alimentation (contenus stomacaux)
- **WP2** Aurel Hebert-Burggraevae a travaillé à "Une approche d'intégration de données avec des modèles hiérarchiques pour caractériser les variations spatio-temporelles de la distribution des petits poissons pélagiques dans le golfe de Gascogne" pour son stage de fin d'études d'ingénieur à l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ;
- **WP2** Baptiste Ozanam a travaillé sur les "Indices environnementaux et corrélations avec les niveaux trophiques supérieurs dans le golfe de Gascogne" pour son stage de Master 2 à l'Université Sorbonne ;
- **WP2** Marine Ballutaud (postdoc) - Travail sur la modélisation des relations spatiales proies-prédateurs et de leurs habitats.
- **WP3** Mathurin Sans a travaillé sur l'"Application de méthodes d'apprentissage statistique à la reconnaissance des opérations de pêche des fileyeurs" pour son stage de Master 2 à l'Université de Bretagne Occidentale et durant le CDD qui y a fait suite ;
- **WP4** Marine Regien (CDD) a développé les aspects techniques du simulateur interactif ;
- **WP4** Louis Maillard (CDD) va travailler sur le modèle ISIS Fish et les enquêtes.

## 5 Bibliographie

- Blanchard, A., Dorémus, G., Laran, S., Nivière, M., Sanchez, T., Spitz, J. & Van Canneyt, O. (2021). Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport de campagne SAMM II Atlantique-Manche - Hiver 2021. Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS) pour la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et L'Office Français de la Biodiversité: 103-pp.
- Carroll, G., Holsman, K. K., Brodie, S., Thorson, J. T., Hazen, E. L., Bograd, S. J., Haltuch, M. A., Kotwicki, S., Samhuri, J., Spencer, P., Willis-Norton, E. & Selden, R. L. (2019). "A review of methods for quantifying spatial predator-prey overlap." Global Ecology and Biogeography **28**(11): 1561-1577.
- Demaneche, S., Berthou, P., Le Blond, S., Begot, E. & Weiss, J. (2019). Amélioration de la connaissance de l'activité des fileyeurs dans le golfe de Gascogne. Ifremer pour la DPMA - Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, La Défense, Ref. DG/2019.350: 76 p.
- EUNIS. (2023). "European Nature Information System." from [https://eunis.eea.europa.eu/species/1385#legal\\_status](https://eunis.eea.europa.eu/species/1385#legal_status).
- Hebert-Burggraeve, A. (2023). Une approche d'intégration de données avec des modèles hiérarchiques pour caractériser les variations spatio-temporelles de la distribution des petits poissons pélagiques dans le Golfe de Gascogne / A data-integration approach with hierarchical models to reveal spatiotemporal variations of small pelagic fish distribution in the Bay of Biscay. Mémoire de fin d'études d'ingénieur en "Sciences Halieutiques et Aquacoles" (Ressources et Ecosystèmes Aquatiques), Institut Agro Rennes-Angers.
- ICES (2022). Working Group on Bycatch of Protected Species (WGBYC). ICES Scientific Reports. **4**: 265.
- ICES (2023). Workshop on mitigation measures to reduce bycatch of short-beaked common dolphins in the Bay of Biscay (WKEMBYC2). ICES Scientific Reports. **5**: 66 p.
- Mendo, T., Glemarec, G., Mendo, J., Hjørleifsson, E., Smout, S., Northridge, S., Rodriguez, J., Mujal-Colilles, A. & James, M. (2023). "Estimating fishing effort from highly resolved geospatial data: Focusing on passive gears." Ecological Indicators **154**: 110822.
- MTE. (2022). "Les 7 engagements de l'État, des pêcheurs et des scientifiques pour lutter contre les captures accidentelles de petits cétacés en Atlantique." from <https://www.mer.gouv.fr/cetaces>.
- Peltier, H., Authier, M., Caurant, F., Dabin, W., Daniel, P., Dars, C., Demaret, F., Meheust, E., Ridoux, V., Van Canneyt, O. & Spitz, J. (2020a). Bilan 2020 des événements d'échouages de l'hiver et de l'été, cartographie des mortalités et corrélation spatiale avec les pêcheries, Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS): 12-p.
- Peltier, H., Authier, M., Caurant, F., Dabin, W., Daniel, P., Dars, C., Demaret, F., Meheust, E., Ridoux, V., Van Canneyt, O. & Spitz, J. (2020b). Identifier la co-occurrence spatio-temporelle des captures accidentelles de dauphins communs et des pêcheries dans le golfe de Gascogne de 2010 à 2019, Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS): 25-p.
- Rouby, E., Dubroca, L., Cloâtre, T., Demaneche, S., Genu, M., Macleod, K., Peltier, H., Ridoux, V. & Authier, M. (2022). "Estimating Bycatch From Non-representative Samples (II): A Case Study of Pair Trawlers and Common Dolphins in the Bay of Biscay." Frontiers in Marine Science **8**: 795942.
- Sans, M. & Rodriguez, J. (2023). Development and application of a machine-learning and geocomputation workflow for assessing the gear effort of gillnetters operating in the Bay of Biscay, Ifremer: 52 p.

## 6 Annexes

Annexe 1 : Détail de chaque livrable du projet Delmoges (les livrables surlignés en bleu clair sont ceux déjà réalisés ou présentés dans le présent rapport intermédiaire) et ajustements des dates de rendus suite aux difficultés rencontrées.

WP	Numéro livrable	Titre	Echéance (mois 1 à 36)
WP1	L111	Rapport de campagne "biopsies au large"	13
	L112	Jeu de données "Génétique" versé dans Genbank	30
	L113	Jeu de données "Traceurs écologiques (isotopie, métaux et PCB/contaminants historiques)" versé dans SEANOE	30
	L114	Jeu de données ADNe versé dans SEANOE	30
	L115	Rapports de synthèse sur les traceurs pour la définition d'unités de gestion (génétiques, contaminants, ADNe), sous la forme de manuscrits de publication à soumettre	36
	L121	Jeu de données "Contaminants émergents" versé dans SEANOE	30
	L122	Rapport de synthèse sur la contamination (historique et émergente) des individus capturés, sous la forme d'un ou plusieurs manuscrit(s) de publication à soumettre	36
	L131	Rapport de campagne "survol aérien" (distribution hivernale)	24
	L141	Cartes de distribution des proies de dauphin commun d'après la re-spatialisation de leur contenu stomacal	30
	L142	Rapport de synthèse sur l'écologie alimentaire, sous la forme d'un manuscrit de publication à soumettre	36
WP2	L211	Indices environnementaux et tableau de bord de leurs déviations rapport à la climatologie, 2000-2020	20
	L212	Manuscrit sur les variations d'habitats potentiels des dauphins en fonction des variables environnementales	24
	L221	Cartes de distribution mensuelle et interannuelle des principales proies des dauphins communs dans le golfe de Gascogne à partir des données existantes	<del>18</del> 20
	L222	Rapport sur l'utilisation de méthodes hydroacoustiques sur différentes plateformes pour caractériser la distribution des dauphins communs et des petits poissons pélagiques en fin d'hiver, sous la forme de manuscrit à soumettre	24
	L231	Cartes des zones de co-occurrence des dauphins et de leurs principales proies dans le golfe de Gascogne (M. Authier, 2023 t2).	26
	L232	Manuscrit sur la dynamique des zones de co-occurrence des dauphins et de leurs principales proies et leurs déterminants dans le golfe de Gascogne	30
WP3	L311	Description des activités de pêches, cartographie et typologie des flottilles opérant dans le golfe de Gascogne de 2000 à 2021 (rapport)	24
	L312	Base de données des captures accidentelles complétée et qualifiée & rapport sur son contenu	<del>12</del> 20

	L321	Identifier les stratégies de pêche individuelles des fileyeurs (package analytique R)	12
	L322	Identifier les stratégies de pêche individuelles des fileyeurs dans le golfe de Gascogne et la co-occurrence de ces pratiques avec les captures de cétacés (manuscrit de publication à soumettre)	24 30
	L331	Cartographier le risque de captures de cétacés à partir des données d'effort de pêche et d'observation à la mer (package analytique R)	<del>18</del> 20
	L332	Cartographie du risque de captures de cétacés dans le golfe de Gascogne à partir des données d'observation à la mer (cartes + manuscrit de publication)	24 30
	L333	Modélisation du risque de capture dans le golfe de Gascogne en intégrant différents compartiments du processus de capture (distribution de l'effort de pêche, distribution des cétacés, distribution de leurs proies, distribution des mortalités de dauphins...) (Manuscrit de publication à soumettre)	36
	L341	Description des mouvements en 3D à submésoséchelle des dauphins communs dans les zones à fort risque de captures accidentelles et autour des navires lors d'actions de pêche (manuscrit de publication à soumettre)	36
	L342	Une synthèse des contextes augmentant le risque de capture accidentelle dans le golfe de Gascogne (écologie, comportement des dauphins, pratiques de pêche), une revue des mesures technologiques de remédiation pour le golfe de Gascogne avec une proposition de protocoles pour les tester	36
WP4	L411	Déclinaisons possibles de solutions de remédiation dans le contexte des activités de pêche du golfe de Gascogne, sous la forme d'un manuscrit de publication à soumettre	<del>14</del> 24
	L412	Représentation intégrée (modélisation qualitative) du socio-écosystème, sous la forme de fiches synthétiques	<del>18</del> 22
	L413	<del>Un simulateur interactif du socio-écosystème englobant la problématique des captures accidentelles, sous la forme d'un manuscrit de publication à soumettre</del> Rapport sur le développement technique et les perspectives éventuelles apportées par le simulateur interactif.	28
	L421	Plateforme numérique de partage de connaissances et de facilitation de débat	€ 12
	L422	<del>Analyses des scénarios de la plateforme afin d'obtenir à une liste de solutions de remédiation à évaluer et critères d'évaluation</del> Recensement des mesures et des scénarios évalués par les scientifiques	<del>18</del> 34
	L431	Evaluation qualitative des solutions et analyse des contraintes et réactions	<del>24</del> 32
	L432	Caractérisation des pêcheries et de la filière et photographie socio-économique des flottilles à risque	24
	L433	Simulation et évaluation halieutique (ISIS-Fish) des solutions	<del>34</del> 36
	L434	Simulation et évaluation socio-économique des solutions	34

	<b>L435</b>	Synthèse résultats évaluation solutions - analyse multicritère, sous la forme d'un manuscrit de publication à soumettre	36
<b>WP5</b>	<b>L50</b>	Organisation d'une réunion de lancement de projet	1
	<b>L51</b>	Comptes-rendus de réunions des COPIL et comités de gouvernance une fois par an	12, 24, 36
	<b>L52</b>	Un plan de communication / dissémination des résultats hors articles académiques (e.g. site web, vidéos, réseaux sociaux, etc.)	3
	<b>L53</b>	Bilan annuel de communication	12, 24, 36
	<b>L54</b>	Bilan à mi-parcours (atelier et " <i>Policy brief</i> ") en appui à la politique publique	24
	<b>L55</b>	Une liste d'articles scientifiques publiés / soumis / en cours	36
	<b>L56</b>	Un/des résumé(s) vulgarisé(s) (" <i>Policy brief</i> ") en français public(s)	36
	<b>L57</b>	Organisation d'un symposium final	35

Contingence des bateaux présents dans les deux typologies (2019-2022)



Annexe 2 : Croisement des typologies de navires (stratégies annuelles) établies dans les projets FFP MACCO (en concertation avec les professionnels de la pêche) et Delmoges (WP3). Il met en évidence les importantes différences entre les deux typologies