

MODEL CET

Méditerranée



MODEL CET Méditerranée : Conception d'un modèle prédictif de distribution et d'abondance des Cétacés en Méditerranée

Synthèse de la collecte des données

L2

TerrOïko, le Centre d'Écologie
Fonctionnelle et Évolutive (CEFE),
Miraceti, EcoOcéan Institut et Pascal
Monestiez

20 février 2025

Contact : Mélodie Kunegel-Lion et Victor Gauducheu

Mail : melodie.kunegel-lion@terroiko.fr

victor.gauducheu@terroiko.fr

Tél : 05 81 60 06 96



TABLE DES MATIÈRES

A.	Introduction.....	3
1.	Contexte et enjeux de connaissance des répartitions et abondances des cétacés en Méditerranée.....	3
2.	Objectifs de la phase.....	3
3.	Déroulé de la phase.....	4
B.	Méthodologie de récolte des données.....	5
1.	Observations de cétacés.....	5
2.	Variables environnementales.....	8
3.	Données anthropiques.....	9
C.	Résultats.....	11

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Aperçu du tableau récapitulatif des données envisagées pour la phase de compilation.	5
Figure 2 : Carte récapitulative des données d'observation et des transects recueillies dans la phase 1 de récolte des données.	12

A. INTRODUCTION

1. CONTEXTE ET ENJEUX DE CONNAISSANCE DES RÉPARTITIONS ET ABONDANCES DES CÉTACÉS EN MÉDITERRANÉE

Avec d'une part le développement accéléré de la production d'énergies renouvelables (ENR) soutenue par le gouvernement (LOI n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables) et d'autre part les chiffres alarmants concernant l'extinction de masse des espèces (Watson et al. 2019), il devient plus que jamais nécessaire de bien connaître la distribution et l'abondance des espèces afin de bien anticiper et prévenir les effets des projets de développement des ENR sur la biodiversité. De récents travaux de prospectives ont par ailleurs montré les conséquences particulièrement néfastes pour le climat et la biodiversité de stratégies de développement des ENR ne prenant pas ou que marginalement en compte leurs effets sur la biodiversité (voir géoprospective du projet européen BISON¹). Le milieu marin, aujourd'hui perçu comme un milieu de développement économique stratégique d'avenir, ne fait pas exception à ce constat.

Les Cétacés jouent un rôle essentiel dans la régulation du fonctionnement des écosystèmes marins notamment par leur position généralement élevée dans les chaînes trophiques (Sheehy et al. 2022). Ce sont par ailleurs des espèces mobiles nécessitant de très grands espaces de bonne qualité pour assurer la réalisation de leur cycle de vie (Dickson et al. 2022). Ces caractéristiques en font des espèces parapluies intéressantes pour comprendre l'état du milieu dans lequel elles vivent et donc pour planifier l'usage de ce milieu (Caro et al. 2005) afin de garantir d'un côté un Bon État Ecologique pour ces espèces et le partage de l'espace maritime à bon escient et répondre aux exigences de la Directive Cadre Sur le Milieu Marin (DCSMM).

Comprendre la distribution et l'abondance des Cétacés constitue donc un moyen d'évaluer le fonctionnement et l'état des écosystèmes associés et donc d'identifier les secteurs sensibles à l'accroissement de perturbations anthropiques.

2. OBJECTIFS DE LA PHASE

La phase du projet qui vient de s'écouler avait comme objectifs de recenser puis de recueillir l'ensemble des données mobilisables par le projet ModelCet :

- Données d'observations de cétacés récoltées par tout un réseau d'acteurs de la conservation des cétacés à identifier ;
- Co-variables environnementales et contextuelles permettant d'alimenter les modèles de simulation.

¹ <https://bison-transport.eu/>

3. DÉROULÉ DE LA PHASE

Il s'agissait donc ici de recenser les campagnes en mer effectuées par le passé par de nombreux acteurs (associations environnementales, bureaux d'études, aires marine protégées ...) ainsi que les observations de cétacés dites opportunistes. De plus, toutes les variables environnementales susceptibles d'être mobilisées dans les modèles ont été recensées et récoltées, même en cas de redondance apparente. Par exemple, la bathymétrie de la Méditerranée est disponible à partir d'imagerie satellite uniquement, ou bien avec intégration d'études bathymétriques réalisées par transects en bateau. Il appartiendra au comité technique d'arbitrer sur les choix de sources définitives pour les co-variables.

Lors de cette phase, nous avons rencontré des contraintes techniques, organisationnelles et humaines liées au rassemblement d'un nombre conséquent de données éminemment diverses. En effet, chaque fournisseur de données suit ses propres procédures, comme par exemple le format des conventions de données. De plus, nous avons rencontré quelques délais importants dans les livraisons, particulièrement pour les données dont l'OFB était chargé de la récupération auprès des porteurs de projets éoliens *offshore*. Ainsi, le présent rapport recense l'état actuel, à la date de rédaction, des données récoltées. Les bases de données continuera à être enrichie en fonction des apports ultérieurs.

Cependant, la majorité des données identifiées ont été obtenues. Les phases de test et de simulation peuvent dorénavant être entamées, et seront affinées au fur et à mesure avec l'addition des données encore en attente à l'heure actuelle.

B. MÉTHODOLOGIE DE RÉCOLTE DES DONNÉES

1. OBSERVATIONS DE CÉTACÉS

i. Recensement et bancarisation des données existantes

Une synthèse, produite par l'OFB, recensant un nombre conséquent de campagnes en mer et de sources d'observations de cétacés sur la façade française Méditerranéenne, a constitué une base de travail pour entamer les recherches. L'OFB est notamment à l'origine de plusieurs campagnes d'état initial ou de suivi, en lien avec des parc éoliens pilotes en Méditerranée.

Les associations de conservation des cétacés ÉcoOcéan Institut et Miraceti ont également fourni des informations essentielles sur les différentes actions menées sur l'aire d'étude, à l'échelle locale et internationale. Outre les données dont elles sont propriétaires, ces associations font partie de réseaux internationaux de partage de données consacrés à l'étude des cétacés dans la zone, pour lesquels des dispositifs spécifiques existent : convention de partage de données pour le réseau Fixed Line Transect (FLT), mise en contact et demande de consentement au partage des observations pour le réseau InterCet.

Les données existantes se retrouvent sous des formes diverses, allant des seuls points d'observation dont l'identification de l'espèce est incertaine (ex : données participatives) à des campagnes scientifiques protocolées avec effort d'échantillonnage associé. Certaines correspondent à des sorties en bateau en mer, d'autres à des survols aériens, etc.

Cette hétérogénéité a nécessité une grande rigueur dans la bancarisation des données, sous forme d'un tableau synthétique de métadonnées. Ce tableau des métadonnées est fourni avec le présent rapport dans sa version actuelle, et sera mis à jour en fonction de l'avancée du processus de récolte des données.

Type	Données	Source	Description	Donnée protocolée	Format	Emprise spatiale	Emprise temporelle	Résolution spatiale	Résolution temporelle	Nombre entités	Nombre champs	Lien ou contact	Date de récupération	Type de récupération	Statut données	Modalités d'automatisation de récupération à l'avenir
Réponse	Observations	Whale watches labellisés dans le PNMGCL	Données opportunistes sur ObsEnMer	Non								Données envoyées à Miraceti				
Réponse	Résultats campagnes cétacés	PNMGCL/OFB	Suivis bisannuels du Parc naturel marin du golfe du Lion 2019 et après	Non		Parc du Golfe du Lion	2018 ; 2019 - en cours					Noémie Michez	En attente de bancarisation par référent SIC : à relancer début mai si besoin			
Réponse	Résultats campagnes cétacés	PNMGCL/OFB/ÉcoOcéan Institut	Suivis bisannuels du Parc naturel marin du golfe du Lion 2018 uniquement	Oui	shp points	Parc du Golfe du Lion	2018					EcoOcéan	mars-24			
Réponse	Résultats campagnes cétacés	Observatoire PELAGIS/OFB	Campagnes aériennes SAMM 1 (hiver 2011/12 et été 2012)	Oui	shp (effort : lignes ; obs : points)	Façade méditerranéenne	2011/2012					Campagne SAMM : https://pelagos.univ-lr.fr/pelagus/PelaObs/	19/03/24	Plateforme	Publique	Données accessibles en ligne, API ?
Réponse	Résultats campagnes cétacés	Observatoire PELAGIS/OFB	Campagnes aériennes SAMM2 (hiver 2019)	Oui	shp (effort : lignes ; obs : points)	Façade méditerranéenne	2019					Campagne SAMM : https://pelagos.univ-lr.fr/pelagus/PelaObs/	19/03/24	Plateforme	Publique	Données accessibles en ligne, API ?
Réponse	Résultats campagnes cétacés	ACCOBAMS	Campagne ACCOBAMS Survey Initiative aérienne (été 2018)	Oui	shp points	Méditerranée entière	2018					https://accobams.org/fr/asi-acces-donnees/	19/03/24	Plateforme	Publique	Données accessibles en ligne, API ?
	Données acoustiques	ACCOBAMS	Song of the Whales													
Réponse	Résultats campagnes cétacés	ACCOBAMS	Campagne ACCOBAMS Survey Initiative en bateau (été 2018)	Oui	shp points	Méditerranée entière	2018					https://accobams.org/fr/asi-acces-donnees/	19/03/24	Plateforme	Publique	Données accessibles en ligne, API ?
	Données acoustiques	AMP Côtiers Université de Toulon	Port Cros ?									Hervé Glotin : glothin@univ-tln.fr				
	Données acoustiques	AMP Golfe Saint Tropez Breach	Les peuples de la mer									Grégory Sella				
Réponse	Résultats campagnes cétacés	GISIM/ÉcoOcéan Institut/Breach	Projet GISEM Grand Dauphin Étude et Gestion en Méditerranée (2013-2015)	Oui	shp (effort : lignes ; obs : points)	Golfe du Lion	2013 - 2015					EcoOcéan	mars-24			
Réponse	Résultats campagnes cétacés	Pelagus/OFB/IREMER	Campagnes de suivi de la faune pélagique MOOSE	Oui	shp (effort : lignes ; obs : points)	Façade méditerranéenne	2019 ; 2021					Campagne MOOSE : https://pelagos.univ-lr.fr/pelagus/PelaObs/	19/03/24		Publique	Données accessibles en ligne, API ?

Figure 1 : Aperçu du tableau récapitulatif des données envisagées pour la phase de compilation.

Certaines données, en gris dans le tableau de suivi des données, ont été renseignées dans le tableau de manière indicative, par souci d'exhaustivité. Cependant, au cours des réunions de travail, le choix a été fait de ne pas les intégrer. C'est par exemple le cas de l'ADN environnemental (ADNe), pour lequel il n'a pas été considéré que ce type de données puisse fournir une information exploitable (résolution spatio-temporelle, quantification, traitement de la donnée ...).

ii. Récupération des données

De nombreux interlocuteurs et interlocutrices ont été sollicités afin de constituer une grande base de données des observations de cétacés.

Données propriétaires et partenaires

L'OFB s'est chargé de récupérer les données issues des données de campagnes d'évaluation environnementale et de suivi liées aux parc éoliens pilotes. On recense ainsi les campagnes des sites éoliens *Mistral (2011-2012)*, *Provence Grand Large (2013)*, *Eolmed-Gruissan (2016-2017)*, *Éoliennes Flottantes du Golfe du Lion (2017-2018)*, *MOOSE (2019, 2021)* ou encore les campagnes *Migrailion (2022-2024)*. À ce jour, les campagnes en italique ne nous ont pas encore été transmises, les processus de demande d'accès étant en cours. Ces données protocolées et issues d'appels d'offres professionnels sont de grande qualité et apporteront une plus-value pour le projet. Cependant, elles ne s'étalent pas sur de nombreuses années de suivi, et sont définies pour une emprise spatiale restreinte. Récupérer ces données a nécessité plus d'un an de délai après les premières demandes auprès des porteurs de projets.

Une part conséquente des données cétacés a été apportée par les associations partenaires, Miraceti et ÉcoOcéan Institut. On recense les campagnes suivantes : *GDEGeM (2013-2015)*, *PELMED (2011, 2017-2020)*, *TURSMED (2020-2024)*, *Grampus (2022-2023)*, *DB Lion (2021, 2023-2024)*, *TTGDL (2021)* ; *TT Occitanie (2019-2020)*, *-ImpactCet (2008--2023)*. De même, des suivis issus des actions d'aires marines protégées ont été transmises par différents gestionnaires d'AMP, tels que le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion : suivis bisannuels (2018--2024).

Données publiques et semi-publiques

Certaines données étaient téléchargeables en ligne directement, sur des plateformes de diffusion de données (ex : campagnes ACCOBAMS, campagnes SAMM de 2011-2012 et 2019). D'autres ont été fournies après extraction sur des plateformes semi-publiques (ex : OBSenMER, et observations relatives à des protocoles spécifiques).

Les plateformes OBIS et SeaMap ont permis d'accéder à de très nombreuses observations.

Cependant certaines sont protocolées et, à travers les plateformes, nous n'obtenons pas les efforts et protocoles associés. Malheureusement, cela réduit fortement leur intérêt statistique au sein du projet ModelCet.

Données privées étrangères

De nombreux organismes ont été contactés pour solliciter des accords d'utilisation de leurs données. Parmi eux, un nombre conséquent n'opérait pas dans notre zone d'étude, ou très marginalement, tel que l'association Recerca Cetàcea ou l'Université de Valence. D'autres encore n'ont jamais fourni de réponse malgré les relances, comme le Bottlenose Dolphin Research Institute (BDRI) ou Submon. D'autres enfin ont refusé, à cause de l'absence de contreparties financières, comme c'est le cas d'Edmaktub. Il s'agit exclusivement d'acteurs étrangers, espagnols ou italiens. Cela signifie que la recherche de données a été plutôt fructueuse en France, mais que les collaborations internationales ne sont peut être pas les plus pertinentes pour ce projet. En effet, beaucoup d'interrogations des personnes contactées portaient sur la zone d'étude et le choix d'inclure malgré tout des données hors des eaux françaises. Au final, seules des organisations participant à des réseaux de partage de données ont pu donner leur accord pour l'utilisation de leurs données (voir paragraphe -suivant).

Accords de partages de données

Des accords de partage de données ont été sollicités auprès de différents réseaux d'acteurs de conservation des cétacés (ex : réseaux InterCet.it et FLT Med Net). Ces réseaux ont pour objectif de faciliter la collaboration entre les différents producteurs de données, mais le partage est soumis à réglementation. Chaque membre de ces réseaux est libre d'accepter ou non les conditions de partage.

Ainsi, certaines sources de données ont été exclues de la compilation de données. Soit par leur refus explicite, soit en raison de leur demande de statuts d'auteur sur les articles scientifiques potentiels issus du projet, ce qui va à l'encontre des conditions des consensus en termes de règles de contribution et de mention des journaux scientifiques, compte tenu de la faible quantité de données qu'ils apportent et de la non implication dans le processus de publication..

2. VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

Les données environnementales permettent d'avoir une connaissance la plus fine possible de l'environnement dans lequel sont observés les cétacés. Des liens statistiques avec les observations permettent donc d'obtenir des informations sur les préférences des cétacés en termes d'habitat. Il est possible de classer ces variables environnementales en plusieurs catégories :

- Variables environnementales constantes temporellement. Il s'agit de **données paysagères structurelles**, immuables, telles que la bathymétrie, la géomorphologie des fonds, ou encore la nature du substrat du fond marin.
- Variables environnementales spatio-temporelles. Il s'agit de l'ensemble des paramètres du milieu marin qui varient dans le temps et dans l'espace. Cette catégorie se subdivise en plusieurs sous-catégories, telles que les variables :
 - **physiques** : température, densité salinité, pression partielle de surface en dioxyde de carbone ... ;
 - **hydrodynamiques** : courantologie (NEMO, GLAZUR 64), profondeur de la couche de mélange (SeaDataNet)... ;
 - **chimiques** : pH, concentrations en éléments chimiques principaux sous différentes formes : oxygène, phosphate, azote (nitrate, ammonium), carbone (inorganique) ... ;
 - **biologiques** : concentration en chlorophylle, en phytoplancton, productivité primaire.

Le choix définitif des variables qui seront utilisées n'étant pas arrêté à l'heure actuelle, d'autres variables seront susceptibles d'être ajoutées à terme. Cependant, une source de données fiables et utilisée partout dans le monde est la plateforme Copernicus, qui héberge des modèles intégrés permettant d'avoir accès à un nombre important de ces variables depuis le milieu des années 90, de manière fiable et à une échelle fine, à de nombreuses profondeurs. Il s'agit d'une plateforme dédiée à l'étude des phénomènes marins, et qui est actualisée sur une base régulière.

Face à une telle accessibilité de données, il est difficile de rivaliser. Cependant, le Dr. Yann Ourmières, a élaboré un modèle de courantologie couvrant une grande partie de notre zone d'étude, et à une échelle plus fine (1 km de résolution contre 4 km de résolution pour Copernicus). Nous sommes actuellement en discussion afin d'évaluer la pertinence de l'usage de ses modèles, et notamment les avantages et inconvénients face aux modèles de Copernicus Méditerranée. L'intérêt de l'intégration de ces données pourra également être étudié dans la phase d'évaluation de la performance des modèles.

Il convient toutefois de garder en tête que les données environnementales issues de modèles hydrodynamiques marins peuvent présenter des imprécisions et « altérations » par rapport aux données réelles. En effet, ces modèles sont alimentés régulièrement par des données brutes externes. Cela permet aux modèles de se réaligner avec la réalité, car ils ont tendance à en dévier. Les variables les plus susceptibles de subir ces imprécisions sont les données biologiques et écologiques (telles que la production nette primaire, concentration en phytoplancton ...), et, dans une moindre mesure, les variables chimiques (pression partielle en O₂, nitrate et ammonium dissout ...).

D'autres sources de données ont été évaluées, mais elles ne sont pas utilisables directement, et ne remplissent pas les besoins opérationnels du projet. Il existe par exemple plusieurs réseaux de bouées dérivantes équipées de différents capteurs (conductivité, température, densité ...) transférant en temps réel des données à certains points. Mais ces données, pour précises et « véritables » qu'elles soient, ne sont disponibles qu'en certains points spatio-temporels donnés.

Des sources de données « brutes » peuvent également être sollicitées de manière à ne pas subir trop d'altération via leur intégration à des modèles uniformisés à l'échelle de la Méditerranée (ex : Copernicus). Les images satellites peuvent ainsi être traitées pour en extraire des valeurs d'abondance en chlorophylle a (et donc en phytoplancton).

3. DONNÉES ANTHROPIQUES

Les variables anthropiques permettent de mesurer la perturbation des écosystèmes marins naturels par les activités humaines. Idéalement, nous aurions une connaissance très fine de toutes les activités impactant la vie sous-marine. Malheureusement, il est souvent difficile de mesurer de manière exacte et continue les différentes pressions anthropiques. Cependant, les avancées technologiques de ces dernières décennies ont permis d'améliorer les connaissances de certaines de ces perturbations.

Le trafic maritime est l'une des activités humaines les plus importantes en mer. Les bateaux de plus de 14 mètres, et un nombre croissant de bateaux plus petits, disposent de transpondeurs AIS qui enregistrent leur position GPS en temps réel. Cela permet d'obtenir une quantification de la perturbation des océans, qui rassemble les pollutions sonore, mais aussi potentiellement chimique et physique (déchets, carburants ...), ainsi que l'exposition aux collisions entre cétacés et bateaux. La plateforme globalmaritimetraffic.org met à disposition ces données AIS, corrigées et analysées de manière à obtenir des intensités de trafic maritime à l'échelle mensuelle, directement exploitables.

Les activités de pêche interfèrent notoirement avec les cétacés, que ce soit de manière indirecte par compétition sur les proies ou destruction de l'habitat dans le cas du chalutage de fond, et de manière directe par des interactions avec les engins de pêche (enchevêtrements, capture et noyade dans les filets ...). La plateforme *Global fishing watch* fournit elle aussi une estimation de l'effort de pêche dans les eaux mondiales qui permet de quantifier l'activité de pêche à partir de données AIS. Les données AIS sont cependant soumises aux choix des navires pour leur activation, et certains sont désactivés lors d'activités de pêche illégale. L'utilisation de données satellites SAR (Synthetic Aperture Radar) alliées avec les données AIS permet d'améliorer la détection de l'activité de pêche.²

Les macrodéchets sont parfois comptabilisés dans des suivis de campagne, notamment lorsqu'elles s'effectuent par avion. Il n'existe pas à l'heure actuelle de modèles de prédiction de leur emplacement ou de leur abondance, et les données collectées sont donc épisodiques.

² <https://academic.oup.com/icesjms/advance-article/doi/10.1093/icesjms/fsae153/7899435>

C. RÉSULTATS

La phase de recensement et de compilation de données a permis l'obtention d'un nombre conséquent de données d'observations sur la zone d'étude. Il convient toutefois de noter qu'à ce stade, des doublons sont susceptibles d'exister, notamment entre les jeux de données issus de plateformes en ligne.

À l'heure actuelle ont été récoltées les données de :

- 24 campagnes en mer dédiées à l'observation des cétacés, avec différents objectifs et protocoles (scientifiques, suivi AMP, construction de parcs éoliens pilotes) pour un total de 2 042 observations de groupes de cétacés ;
- Des observations issues de programmes spécifiques (Fixed Line Transect, InterCet ...) rassemblant des données de différents acteurs (en cours) ;
- 12 089 et 11 052 données d'observation, respectivement sur les bases de données en ligne de ObisMapper et SeamapEnvDuke, mais avec probablement un nombre conséquent de doublons.

L'ensemble des données recueillies sont représentées dans la Figure 2 ci-dessous. Les transects effectués par les avions ou les bateaux des différentes campagnes ont également été représentés lorsqu'ils ont été obtenus.

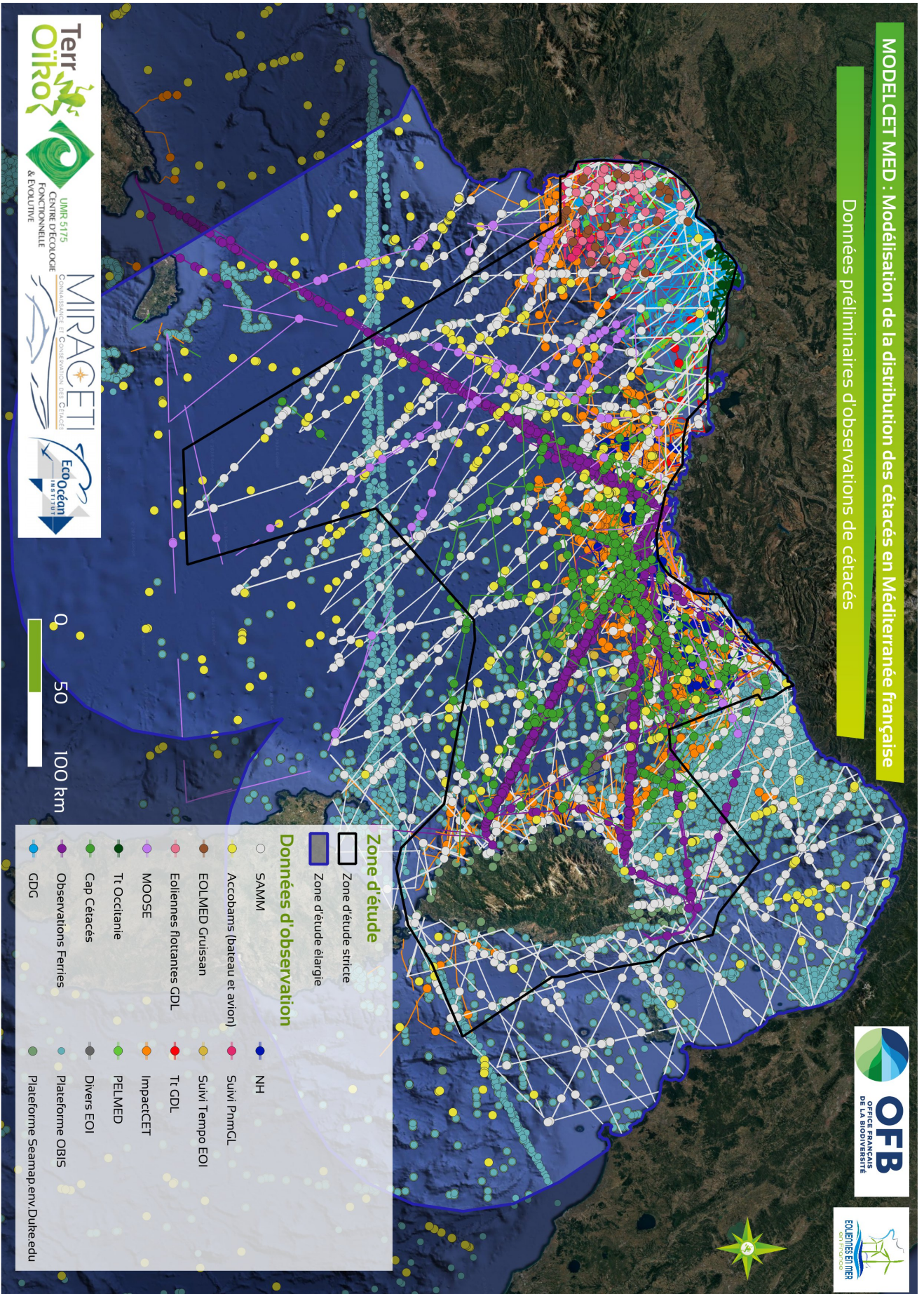


Figure 2 : Carte récapitulative des données d'observation et des transects recueillies dans la phase 1 de récolte des données.



La biodiversité dans vos projets