

Etude du Grand dauphin le long des côtes Camarguaises

Convention DREAL C2020-SBEP-118



Rapport final

Septembre 2024

Rédigé par Céline Tardy, Justine Lambert et Hélène Labach

Avec l'aide de Léna Collet et Delphine Marobin



Ce rapport doit être cité comme suit :

Tardy C., Lambert J., Collet L., Marobin D., Labach H., 2024. Etude du Grand dauphin le long des côtes Camarguaises. Rapport final, convention DREAL PACA et MIRACETI. 54p.

Table des matières

Liste des figures	5
Liste des tableaux	7
Liste des cartes	8
1. Introduction.....	9
2. Conservation des cétacés en Méditerranée.....	9
2.1. Contexte national	9
2.1.1. Arrêté du 1er juillet 2011 (modifié par l'arrêté du 3 septembre 2020)	9
2.1.2. Le Plan d'actions pour la protection des cétacés	10
2.1.3. Les aires marines protégées et le Parc naturel régional de Camargue	10
2.2. Contexte international	12
2.2.1. La Directive-Cadre « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM) et les Plans d'Action pour le Milieu Marin (PAMM).....	12
2.2.2. L'ACCOBAMS	13
3. Etat des connaissances sur le Grand dauphin	15
3.1. Présentation des données disponibles au sein du Parc	15
3.1.1. Données d'observations protocolées avec effort	15
3.1.1.1. Protocole	15
3.1.1.2. Données d'effort de prospection	16
3.1.2. Données d'observations sans effort.....	17
3.2. Distribution spatio-temporelle du Grand dauphin.....	18
3.2.1. Données d'observations.....	18
3.2.2. Taux de rencontre	18
3.3. Organisation sociale du Grand dauphin	21
3.3.1. Taille et composition des groupes.....	21
3.3.1.1. Taille des groupes.....	21
3.3.1.2. Composition des groupes	22
3.3.2. Structure de la population.....	23
3.3.2.1. Photo-identification.....	23
3.3.2.2. Structure sociale	24
3.4. Fidélité à la zone d'étude	28
3.5. Comportements et zones fonctionnelles	30
3.6. Interactions avec les activités humaines.....	32
4. Etat des connaissances sur les pressions au sein du Parc naturel régional de Camargue	33
4.1. Le trafic maritime	34
4.2. La plaisance et le whale-watching.....	35

4.3.	La pêche de loisir et professionnelle	37
4.4.	Les activités militaires, sismiques, éoliennes et d'exploration d'hydrocarbures	39
4.5.	La pollution chimique et biologique	42
4.6.	Synthèse des enjeux	45
5.	Conclusion	47
6.	Bibliographie	52
7.	Annexe	54

Liste des figures

Figure 1. Effort de prospection réalisé dans la zone d'étude, sur la période de 2013 à 2023, par MIRACETI, le PnrC et EcoOcéan Institut. A. Cartographie de l'effort parcouru (en km) par maille, toutes saisons confondues (2013-2023). B. Répartition annuelle des distances parcourues durant l'effort.....	16
Figure 2. Effort de prospection réalisé dans la zone d'étude, sur la période de 2021 à 2023, par MIRACETI et le PnrC.	17
Figure 3. Taux de rencontre du Grand dauphin en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude (*) pour une p-value < 0.05.	20
Figure 4. Courbe cumulative du nombre d'individus identifiés.	24
Figure 5. Structure sociale des grands dauphins dans la zone d'étude, pour les individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 et après filtration des photos (n=10). A. Sociogramme des dix individus observés. Les cercles représentent les individus et les lignes représentent les relations entre ces individus. B. Dendrogramme de la structure sociale des grands dauphins, chaque couleur correspondant à un groupe social différent.....	24
Figure 6. Présentation des différents indices d'association mesurés sur les dix individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 dans les sites Natura 2000 « Bancs sableux de l'Espiguette » et le domaine marin du site « Camargue ». A. Distribution des indices d'associations des grands dauphins HWI, la ligne rouge indiquant l'indice d'association moyen observé et la ligne bleue, l'indice d'association estimé. B. Valeurs de la variable sociale « Strength ». C. Valeurs de la variable « Betweenness ». D. Valeurs de l'« Eigenvector centrality ». Les lignes rouges correspondent au seuil de 97,5 % de la distribution, permettant d'identifier les individus clés pour le réseau (n=10).	25
Figure 7. Structure sociale des grands dauphins dans la zone d'étude, pour les individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 et après filtration des photos (n=19). A. Sociogramme des 19 individus observés. Les cercles représentent les individus et les lignes représentent les relations entre ces individus. B. Dendrogramme de la structure sociale des grands dauphins, chaque couleur correspondant à un groupe social différent.....	26
Figure 8. Présentation des différents indices d'association mesurés sur les 19 individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 dans les sites Natura 2000 « Bancs sableux de l'Espiguette » et le domaine marin du site « Camargue ». A. Distribution des indices d'associations des grands dauphins HWI, la ligne rouge indiquant l'indice d'association moyen observé et la ligne bleue, l'indice d'association estimé. B. Valeurs de la variable sociale « Strength ». C. Valeurs de la variable « Betweenness ». D. Valeurs de l'« Eigenvector centrality ». Les lignes rouges correspondent au seuil de 97,5 % de la distribution, permettant d'identifier les individus clés pour le réseau (n=19).	27
Figure 9. Nombre de recapture des grands dauphins observés au niveau de la zone d'étude entre 2013 et 2023.....	28
Figure 10. Proportion des observations réalisées au sein et hors du PnrC en fonction de la saison pour les individus les plus observés dans le PnrC.	30
Figure 11. Proportions des comportements relevés lors des observations en effort de Grand dauphin (entre 2013 et 2023).	30
Figure 12. Nombre et type de comportements observés chez les groupes de Grand dauphin par saison au sein de la zone Espiguette-Camargue (entre 2013 et 2023).	32
Figure 13. Nombre d'observations de chaque comportement en fonction des sites et des saisons au sein de la zone Espiguette-Camargue (entre 2013 et 2023).	32
Figure 14. Activités humaines associées aux groupes de Grand dauphin observés en effort dans la zone Espiguette-Camargue et fonction du comportement de ces groupes.	33

Figure 15. Densité des signaux AIS émis par les navires en Méditerranée en 2017. Le rectangle noir correspond à la zone d'étude (source : Marinetransit). 34

Liste des tableaux

Tableau 1. Taille moyenne des groupes de Grand dauphin, en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude. (*) pour une p-value > 0.05.....	21
Tableau 2. Nombre de nouveau-né observé dans les groupes de Grand dauphin en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude. (*) pour une p-value > 0.05.	23
Tableau 3. Nombre de juvénile observé dans les groupes de Grand dauphin en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude. (*) pour une p-value > 0.05.....	23
Tableau 4. Détails des enjeux espèces/zones sur les sites étudiés par type de pression.....	45
Tableau 5. Bilan des connaissances sur le Grand dauphin au sein du PnrC.....	48
Tableau 6. Bilan des pressions et de leur impact sur le Grand dauphin au sein du PnrC.	48
Tableau 7. Bilan des manques (besoins) en termes de suivi à long-terme suite à l'analyse des jeux de données au sein de la zone Espiguette-Camargue.....	49
Tableau 8. Bilan des manques (besoins) en études complémentaires au sein du Parc.....	49
Tableau 9. Bilan des perspectives et de la méthodologie nécessaire pour améliorer les connaissances.	50

Liste des cartes

Carte 1. Le Parc naturel régional de Camargue et les différents périmètres des mesures de gestion en mer.	11
Carte 2. Cartographie simplifiée des sites N2000 marins animés par le Parc et son découpage en fonction des sites.....	12
Carte 3. Echelles administratives de mise en œuvre de la DCSMM.....	13
Carte 4. Etats de l'aire de répartition (Parties) de l'Accord.....	14
Carte 5. Effort total couvert lors de la campagne de suivis aériens de l'été 2018.....	15
Carte 6. Répartition géographique des observations de Grand dauphin au niveau des sites Natura 2000 « Bacs sableux de l'Espiguette » et « Camargue », lors de sorties dédiées et opportunistes entre 2013 et 2023.....	18
Carte 7. Taux de rencontre du Grand dauphin, toutes saisons confondues (2013-2023), au niveau des sites Natura 2000 "Bacs sableux de l'Espiguette" et "Camargue".	19
Carte 8. Taux de rencontre réalisé dans la zone d'étude, toutes saisons confondues sur la période de 2021 à 2023, par MIRACETI et le PnrC.	20
Carte 9. Taille des groupes de Grand dauphin observés au niveau des sites Natura 2000 "Camargue" et "Bacs sableux de l'Espiguette" (2020-2023).	21
Carte 10. Distribution spatiale des grands dauphins les plus observés au sein de la zone Espiguette-Camargue.	29
Carte 11. Distribution des comportements adoptés par les groupes de Grand dauphin observés en effort sur les sites N2000 animés par le Parc (entre 2013 et 2023).....	31
Carte 12. Secteurs de concentration de la plaisance et du mouillage liées aux activités nautiques entre 2019 et 2021.....	36
Carte 13. Secteurs de concentration de la plaisance et des activités de pêche entre 2019 et 2021. ..	38
Carte 14. Fréquence d'occurrence des blocs de permis sismiques sur 10 ans lorsque les levés sismiques sont autorisés (d'après Maglio et al., 2016).	40
Carte 15. Zones retenues pour les premiers parcs éoliens et pour leurs extensions.	41
Carte 16. Résultats principaux de 20 ans de suivi de la contamination chimique en Méditerranée (crédit: Ifremer).....	43

1. Introduction

MIRACETI est une association d'intérêt général, issue de la fusion, en juin 2020, de 3 acteurs historiques œuvrant ensemble depuis plusieurs dizaines d'années pour la protection des cétacés en Méditerranée. Le Groupe d'Etude des Cétacés de Méditerranée (GECEM) qui organisait depuis 1991 des campagnes d'étude des Grands dauphins et des Dauphins de Risso en Corse et sur les côtes de Provence. Souffleurs d'Ecume qui avait pour objectif le maintien des populations de cétacés de Méditerranée dans un état de conservation favorable, en privilégiant une démarche scientifique et de concertation avec les acteurs locaux. Le Groupement d'Intérêt Scientifique pour les Mammifères Marins de Méditerranée et leur environnement qui favorisait la connaissance et la synergie des compétences sur les mammifères marins en fédérant les acteurs travaillant dans l'étude et la conservation des cétacés.

Afin de mener à bien son projet, MIRACETI déploie ses actions selon 5 missions complémentaires : connaître, conseiller, protéger, former et sensibiliser. Depuis 2013, les précédentes associations et désormais MIRACETI portent de nombreux projets sur le Grand dauphin et ceux en partenariat avec les aires marines protégées présentes sur la façade méditerranéenne.

Le Parc naturel régional de Camargue a été créé le 25 septembre 1970, afin de doter la Camargue d'un outil de protection et de gestion à la hauteur de leur valeur et de leurs enjeux. Le Parc compte une grande biodiversité, parmi laquelle de nombreuses espèces d'intérêt communautaire dont font partie les cétacés, et notamment le Grand dauphin inscrit dans l'annexe 2 de la Directive 92/43/CEE (Directive Habitat-Faune-Flore).

Afin de répondre aux objectifs et finalités du plan de gestion du Parc, un état des lieux des connaissances et des données historiques sur la fréquentation du Parc par les cétacés et plus particulièrement par le Grand dauphin, mais aussi des pressions pouvant impacter ce peuplement, est aujourd'hui nécessaire. La réalisation de cet état des lieux a été possible via un partenariat entre le Parc naturel régional de Camargue et MIRACETI.

Dans la continuité de cet état des lieux, un premier bilan des limites et des besoins en termes de connaissances sera présenté, ainsi que les perspectives d'études envisagées par le Parc sur le long terme.

2. Conservation des cétacés en Méditerranée

La conservation des cétacés au sein du Parc naturel régional de Camargue s'inscrit dans un contexte juridique national et international.

2.1. Contexte national

2.1.1. Arrêté du 1er juillet 2011 (modifié par l'arrêté du 3 septembre 2020)

L'arrêté du 1^{er} juillet 2011 fixe la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection. Il régit, entre autres, l'approche des cétacés en France.

L'[arrêté du 3 septembre 2020](#), publié récemment, porte modification à l'arrêté du 1^{er} juillet 2011 et stipule que « la perturbation intentionnelle incluant l'approche des animaux à une distance de moins de 100 mètres dans les aires marines protégées mentionnées à l'article L. 334-1 du code de l'environnement, et la poursuite ou le harcèlement des animaux dans le milieu naturel sont interdits ».

2.1.2. Le Plan d'actions pour la protection des cétacés

Les cétacés subissent de nombreuses pressions liées aux activités marines et littorales. Dans ce contexte, le Ministère de la Transition écologique a mis en place une stratégie nationale, dans le but de mieux les connaître et mieux les protéger.

Ce plan comprend 18 actions, chacune répartie dans 4 axes principaux :

- Renforcer la connaissance des populations de cétacés et des impacts des activités humaines
- Réduire les pressions anthropiques sur les cétacés
- Renforcer l'action internationale
- Mobiliser les différents acteurs et parties prenantes

Ces axes s'appliquent dans tout l'espace maritime français, en métropole et outre-mer.

La publication et la mise en œuvre du [Plan d'actions pour la protection des cétacés](#) correspond à l'action 43 du Plan biodiversité.

2.1.3. Les aires marines protégées et le Parc naturel régional de Camargue

Les aires marines protégées sont des espaces délimités en mer qui répondent à des objectifs de protection de la nature à long terme. Le code de l'environnement reconnaît différentes catégories d'aires marines protégées (Parcs nationaux, Parcs naturels marins, Parc naturels régionaux, Réserves naturelles...). Au total, 546 aires marines protégées ont été créées en métropole et outre-mer.

Créé par le décret du 25 septembre 1970, le Parc de Camargue est l'un des plus anciens Parcs naturels régionaux, c'est le troisième à avoir vu le jour sur le territoire national.

Au droit de sa façade littorale, le Parc de Camargue anime et gère plusieurs sites comportant une partie marine (Carte 1), sur une surface totale de 130 000 ha.

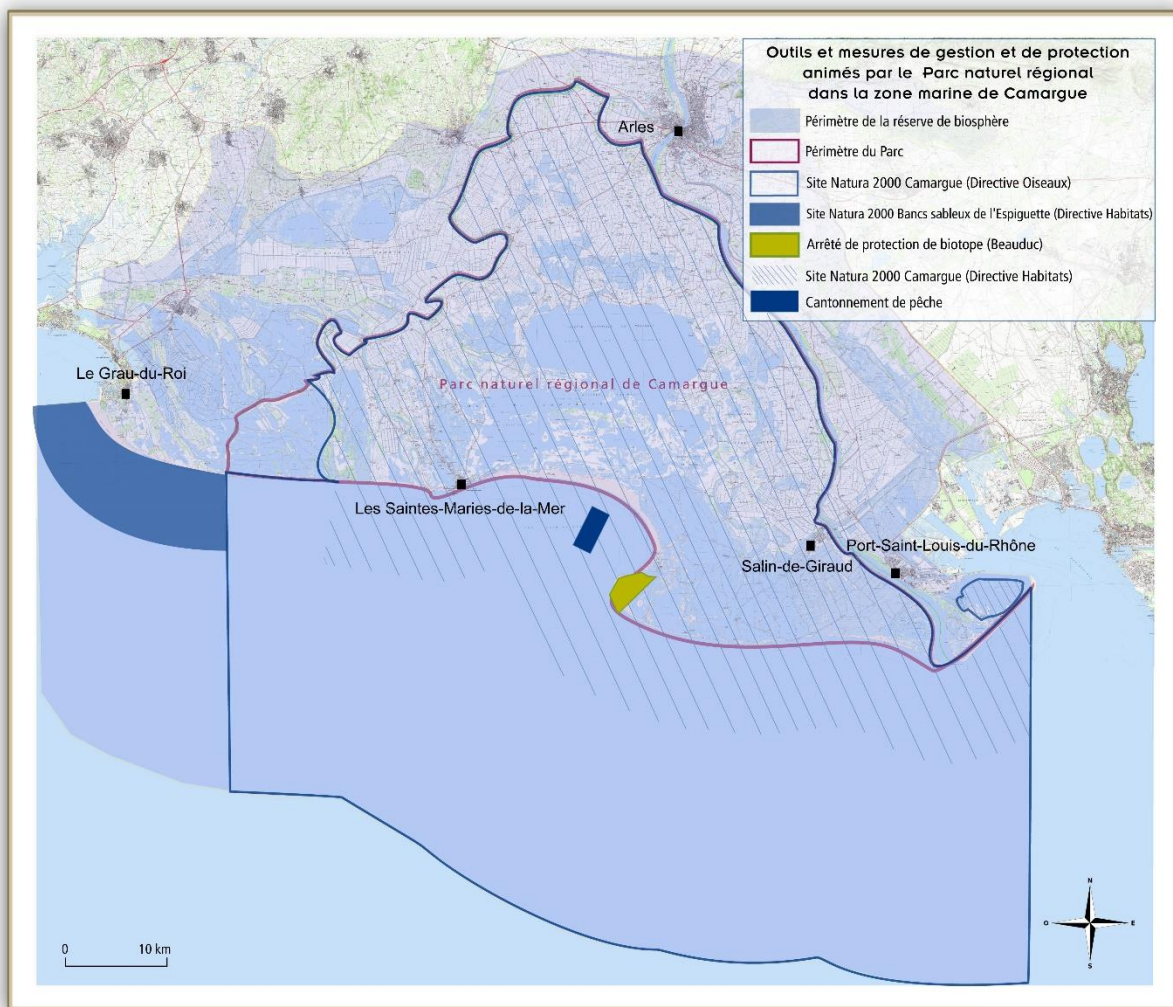
Au titre de natura 2000, il anime ainsi les sites :

- La Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Camargue » (jusqu'aux 3 milles marins, soit 56 km) et la Zone de Protection Spéciale (ZPS) « Camargue » (jusqu'aux 12 milles marins, soit 22,2 km) ;
- La ZSC « Bancs sableux de l'Espiguette » (jusqu'aux 3 milles marins), exclusivement marine.

Au sein de la ZSC « Camargue », deux zones de protection renforcées créées en 2013 sont gérées par le Parc :

- Cantonnement de pêche du golfe de Beauduc (450 ha en mer)
- Zone de protection de la pointe de Beauduc (450 ha mixte terre-mer dont 50 ha en mer).

L'ensemble des sites animés ou gérés par le Parc mais aussi par le Syndicat mixte de gestion de la Camargue Gardoise (côté Gard) est labellisé au titre d'une Réserve de biosphère (12 milles marins de la pointe de l'Espiguette à Port-St-Louis).



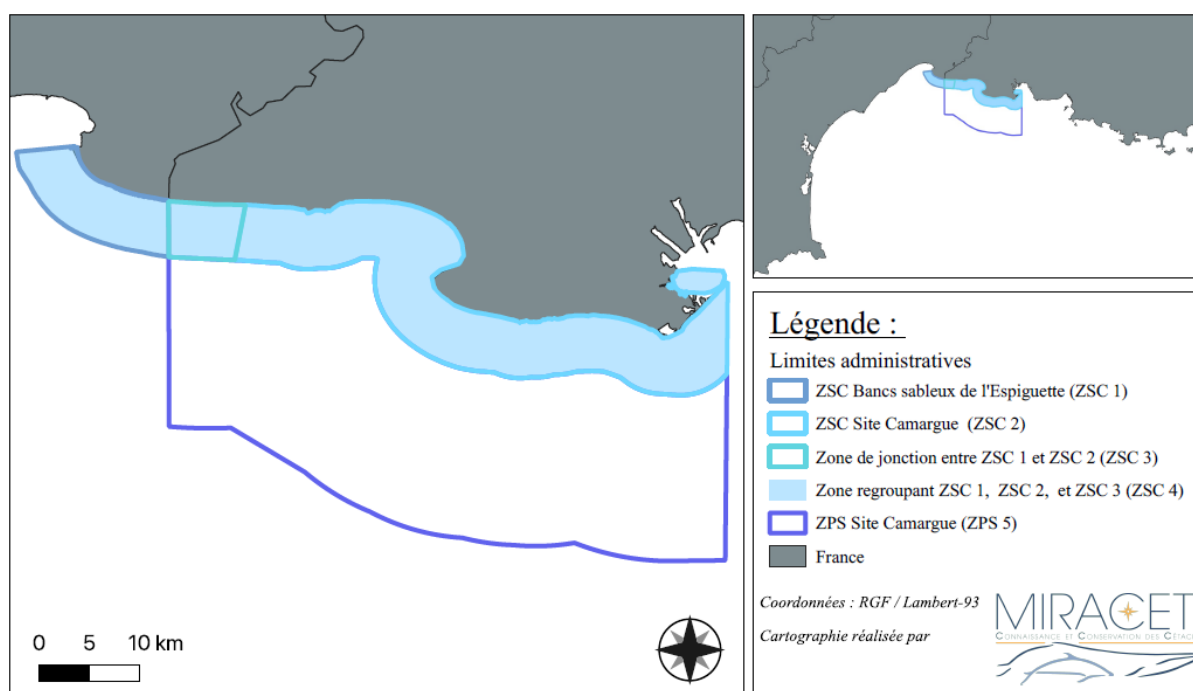
Parc naturel régional de Camargue – SIT des PNR PACA – www.pnrpaca.org



Carte 1. Le Parc naturel régional de Camargue et les différents périmètres des mesures de gestion en mer.

Les différents sites de l'étude ont été identifiés par des codes pour simplifier la compréhension de l'étude (Carte 2). Afin d'analyser l'intérêt de la fusion des zones côtières pour la protection du Grand dauphin dans cette région, la zone de jonction entre « Bancs sableux de l'Espiguette » et du Site « Camargue » Directive Habitats, appartenant au site Camargue Directive Oiseaux, est étudiée séparément de ce dernier. Dans le même objectif, l'étude de la zone entièrement côtière (ZSC 4), regroupant ZSC 1, ZSC 2 et ZSC 3, est également réalisée.

De même dans la suite du rapport, l'ensemble des 3 sites natura 2000 que le Parc anime sera nommé comme « zone Espiguette-Camargue » et correspondra à la zone d'étude entière.

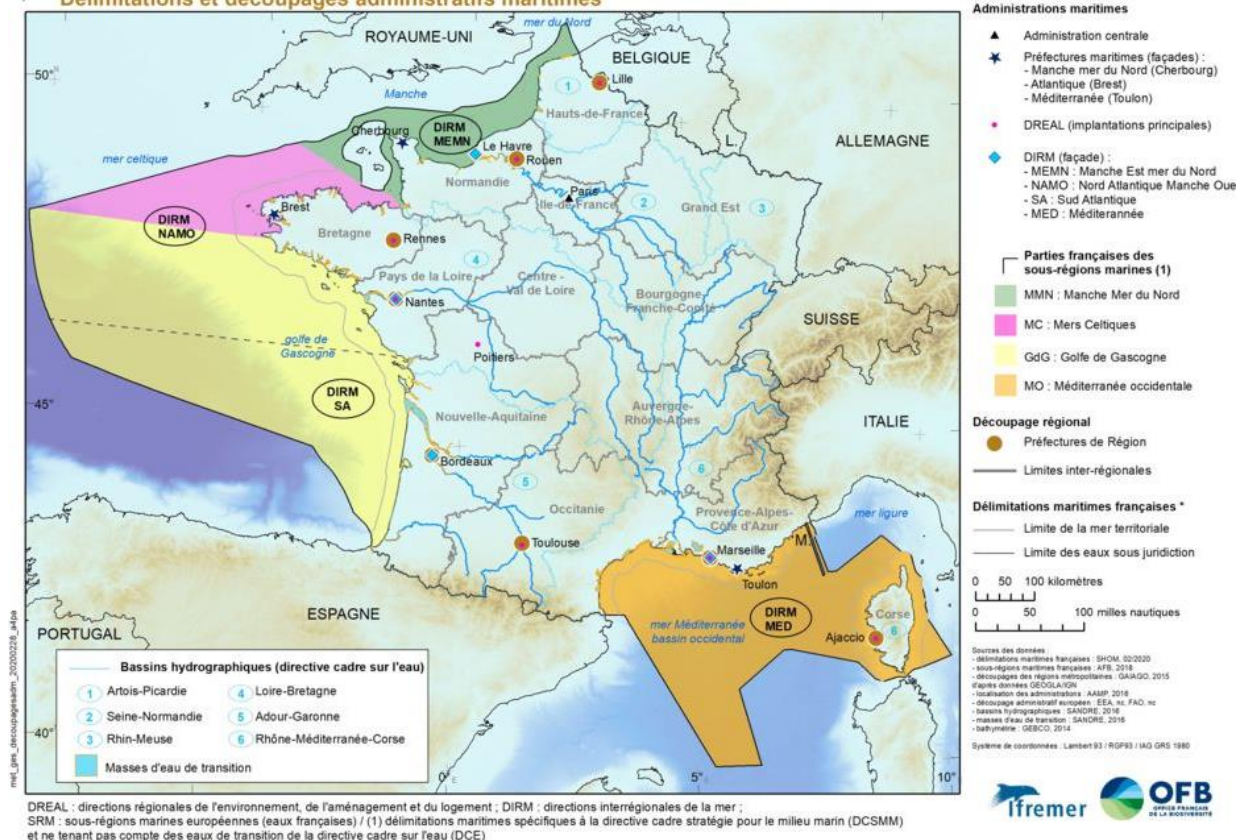


Carte 2. Cartographie simplifiée des sites N2000 marins animés par le Parc et son découpage en fonction des sites.

2.2. Contexte international

2.2.1. La Directive-Cadre « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM) et les Plans d'Action pour le Milieu Marin (PAMM)

En application de la Directive-Cadre européenne « Stratégie pour le Milieu Marin » (Directive 2008/56/CE dite « DCSMM »), qui fixe les principes selon lesquels les Etats membres doivent agir en vue d'atteindre le bon état écologique de l'ensemble des eaux marines dont ils sont responsables d'ici 2020, la France a élaboré et met en œuvre des plans d'action pour le milieu marin (PAMM) (art. L 219-9 du code de l'environnement) dans chacune des quatre sous-régions marines (Manche-mer du Nord, mer Celtique, Golfe de Gascogne et Méditerranée Occidentale) (Carte 3).



Carte 3. Echelles administratives de mise en œuvre de la DCSMM.

Les PAMM sont composés de 5 éléments, révisables tous les 6 ans :

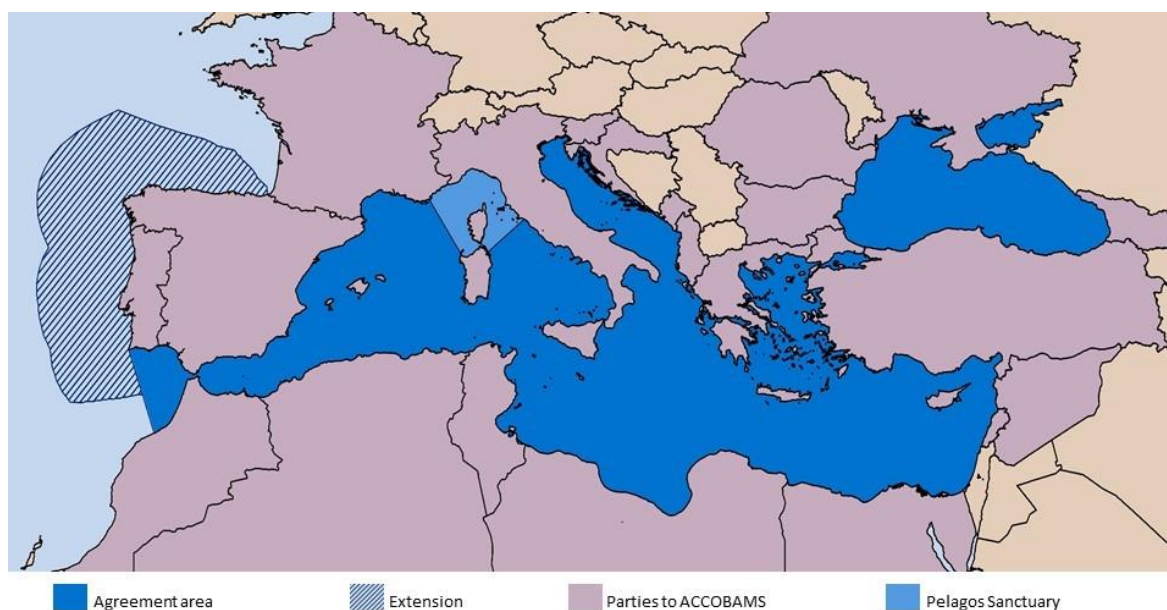
- Une évaluation initiale de l'état des eaux marines (adoptée en 2012).
- La définition du bon état écologique pour ces mêmes eaux (adoptée en 2012).
- La définition d'objectifs environnementaux et d'indicateurs associés en vue de parvenir au bon état écologique (adoptée en 2012).
- Un programme de surveillance (PDS) en vue de l'évaluation permanente de l'état des eaux marines et de la mise à jour périodique des objectifs environnementaux (adopté en 2015).
- Un programme de mesures (PDM) qui permet d'atteindre les objectifs environnementaux (adopté en 2016).

Chaque programme de surveillance est structuré en 13 programmes thématiques, eux-mêmes composés de plusieurs sous-programmes. Parmi les 5 sous-programmes de la thématique « mammifères marins et tortues marines », le sous-programme 1 « populations côtières de cétacés » concerne, en Méditerranée, les « groupes côtiers », relativement sédentaires, de grands dauphins, pour lesquels un suivi par photo-identification à l'échelle de la façade est prévu (Labach *et al.*, 2018).

2.2.2. L'ACCOBAMS

L'Accord pour la Conservation des Cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS) a été signé le 24 novembre 1996 et est entré en vigueur le 1^{er} juin 2001. Il a

pour objectif de réduire les menaces pesant sur les cétacés et d'améliorer les connaissances sur les espèces présentes au sein de l'aire géographique de l'Accord.



The designations employed and the presentation of the information on this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of ACCOBAMS concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

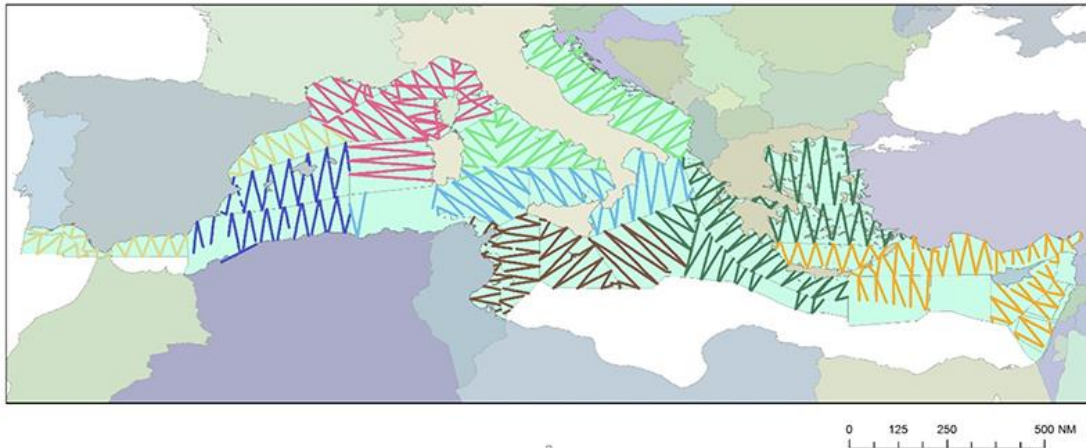
Carte 4. Etats de l'aire de répartition (Parties) de l'Accord.

La zone de l'Accord est constituée de toutes les eaux maritimes de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente située à l'ouest du Déroit de Gibraltar (Carte 4).

La 7^e réunion des Parties qui a eu lieu en 2019 a conduit à la mise en place de la nouvelle Stratégie de l'ACCOBAMS dont l'objectif principal consiste à « gérer efficacement l'Accord et améliorer l'état de conservation des cétacés et de leurs habitats dans l'aire de l'Accord d'ici 2030 ». Plusieurs résolutions sont entrées en vigueur : parmi elles, l'élaboration de Plans de conservation des espèces, notamment la mise en œuvre d'un plan de conservation des rorquals communs en Méditerranée.

Au vu du degré de menace élevé du Grand dauphin en mer Noire (statut UICN mer Noire : En danger), un plan de conservation concernant cette espèce est en cours d'élaboration (Résolution 1.12 Conservation du *Tursiops truncatus* : Grand dauphin de la mer Noire).

Mis en œuvre par le Secrétariat Permanent de l'ACCOBAMS, en coordination et avec le soutien des pays riverains et des scientifiques locaux, le [projet ACCOBAMS Survey Initiative \(ASI\)](#) a permis de mettre en place un système de suivi intégré, collaboratif et coordonné de l'état des populations de cétacés dans l'ensemble de la zone de l'ACCOBAMS, dans le but de renforcer la gouvernance et les efforts pour la conservation de ces espèces. Les suivis régionaux menés dans toute la Méditerranée et le mer Noire en 2018 et 2019 ont permis de collecter des données sur la faune marine (cétacés et autres espèces de mégafaune marine) et sur les pressions anthropiques (Carte 5).



Carte 5. Effort total couvert lors de la campagne de suivis aériens de l'été 2018.

3. Etat des connaissances sur le Grand dauphin

3.1. Présentation des données disponibles au sein du Parc

3.1.1. Données d'observations protocolées avec effort

Des données ont été collectées selon un protocole standard au sein du PnrC dans le cadre de différents projets :

- Le projet concernait par cette convention (2021-2024) porté par MIRACETI en partenariat avec le PnrC
- Le projet GDEGeM (2013-2015) porté par le GIS3M, où le GECCEM et Souffleurs d'Ecume étaient partenaires scientifiques,
- Le projet TURSMED (2020-2023) porté en premier lieu par le GIS3M puis suite à la fusion par MIRACETI et,
- Le projet « Grand dauphin en Occitanie » porté par EcoOcéan Institut et en partenariat avec le PnrC.

3.1.1.1. Protocole

La prospection a été réalisée en effort d'observation continu selon des routes aléatoires à une vitesse constante de 5-6 nœuds. Trois observateurs scrutaient en permanence à l'œil nu et aux jumelles en se répartissant les 180° à l'avant de la plateforme et ce pendant toute la durée de la prospection. Un roulement des observateurs était réalisé afin de conserver une bonne qualité d'observation et limiter la fatigue visuelle. L'effort n'était valable que dans de bonnes conditions météorologiques : vent inférieur ou égal à 3 Beaufort et bonne visibilité. Lorsque l'une de ces conditions n'était plus vérifiée ou qu'un groupe de Grand dauphin était détecté l'effort de prospection était stoppé. Le trajet du bateau et l'activité à bord (prospection, observation de Grands dauphins, pause) étaient continuellement enregistrés tout au long de la sortie.



Dès qu'un groupe de Grand dauphin était détecté, le bateau s'approchait lentement en adaptant sa vitesse à celui du groupe tout en se positionnant parallèlement à sa trajectoire. Les données relatives au groupe (i.e. position, comportement, nombre d'individus) étaient saisies sur une tablette tactile équipée du logiciel Cybertracker et plus récemment du protocole Cétacés_AMP_Med sur ObsenMer. Ce dernier protocole a été développé avec l'aide de l'Office Français pour la Biodiversité dans le cadre du projet TURSMED2, il permet de collecter des données dans des conditions standards et comparables permettant la réalisation d'analyses fiables à l'échelle de la façade méditerranéenne.

La photo-identification du Grand dauphin se base sur la présence de marques sur la nageoire dorsale qui permettent l'identification individuelle des animaux. Dans la mesure du possible, tous les individus du groupe étaient photographiés, et ce, des deux côtés de la dorsale en évitant le contre-jour. Une photographie exploitable est centrée sur la dorsale, en gros plan, nette, sans angle important et est bien exposée (exemples ci-dessous).

Le matériel utilisé pour la photo-identification comprenait notamment un boîtier reflex numérique Canon 7D avec un objectif 70-300 mm.



3.1.1.2. Données d'effort de prospection

Les efforts de prospection ont été réalisés entre 2013 et 2023, totalisant 142 sorties. MIRACETI a effectué 76 sorties au total dans la zone, le PnrC en a réalisé 56, et EcoOcéan Institut en a mené dix (Figure 1).

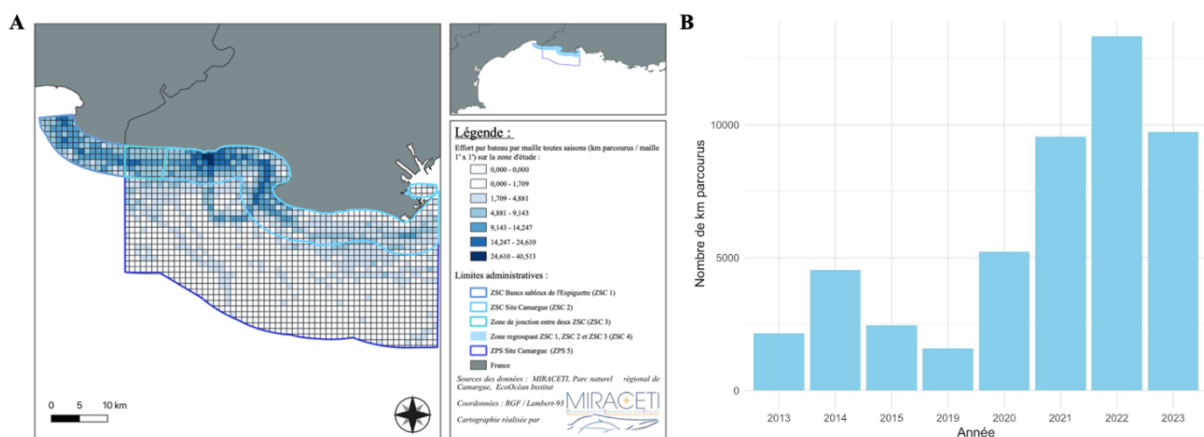


Figure 1. Effort de prospection réalisé dans la zone d'étude, sur la période de 2013 à 2023, par MIRACETI, le PnrC et EcoOcéan Institut. A. Cartographie de l'effort parcouru (en km) par maille, toutes saisons confondues (2013-2023). B. Répartition annuelle des distances parcourues durant l'effort.

L'effort de prospection présente une hétérogénéité générale, tant sur le plan spatial qu'annuel. En ce qui concerne la répartition spatiale de cet effort, le site ZPS 5 présente de nombreuses zones non prospectées (0 km/maille), tout comme les bordures du site ZSC 2. Les transects réalisés par le PnrC lors de leurs sorties de suivi affichent des valeurs de prospection élevées (14,2 à 24,6 km/maille,

Annexe I). Les trois mailles avec les valeurs d'effort les plus élevées (26,6 à 40,5 km/maille) correspondent à la sortie du port des Saintes-Maries-de-la-Mer, passage obligatoire pour chaque sortie du PnrC (Figure 1.A). Il est à noter qu'aucun effort n'a été réalisé dans la zone durant trois années (2016, 2017, 2018). En revanche, l'effort a considérablement augmenté entre 2021 et 2023, atteignant jusqu'à 13 338 km parcourus en 2022 (Figure 1.B).

L'effort parcouru au cours du dit projet entre 2021 et 2023 est représenté sur la Figure 2. L'effort est concentré sur la partie côtière qui était ciblée dans le cadre de ce projet. Pour la même raison que précédemment, celui-ci est plus important à proximité des Saintes-Maries-de-la-mer. De même, un transect défini se dessine avec un effort plus important dû à un couplage des suivis ornithologiques définis et cétacés du PnrC.

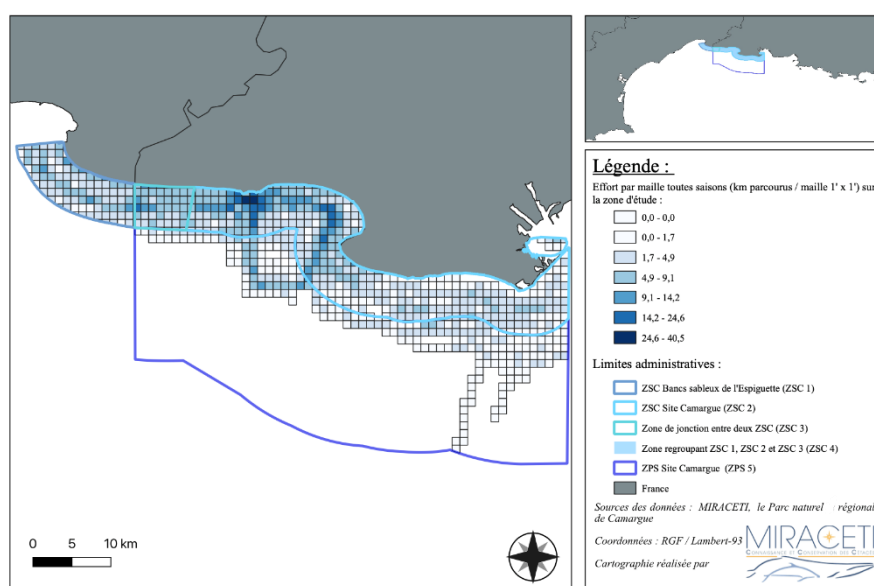


Figure 2. Effort de prospection réalisé dans la zone d'étude, sur la période de 2021 à 2023, par MIRACETI et le PnrC.

3.1.2. Données d'observations sans effort

En plus des données récoltées durant les observations en effort, des données opportunistes ont également été rassemblées, provenant de diverses structures et projets :

- Le dispositif REPCET, développé par MIRACETI, vise à réduire les risques de collisions entre les grands cétacés et les grands navires. Il permet de signaler, partager et recevoir en temps réel les positions des cétacés (www.repcet.com).
- TURSMED présenté précédemment (Juret, 2020).
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF) est un réseau international et une infrastructure de données financées par les gouvernements du monde entier, visant à permettre à chacun, partout dans le monde, d'accéder librement aux données sur toutes les formes de vie sur Terre (www.gbif.org).
- En plus des données opportunistes de MIRACETI et du PnrC, d'autres données ont été collectées via ObsenMer (<https://www.obsenmer.org>), incluant des contributions de Cybelle Planete, de l'Institut Marin du Seaquarium, et de Chorus Sensea.

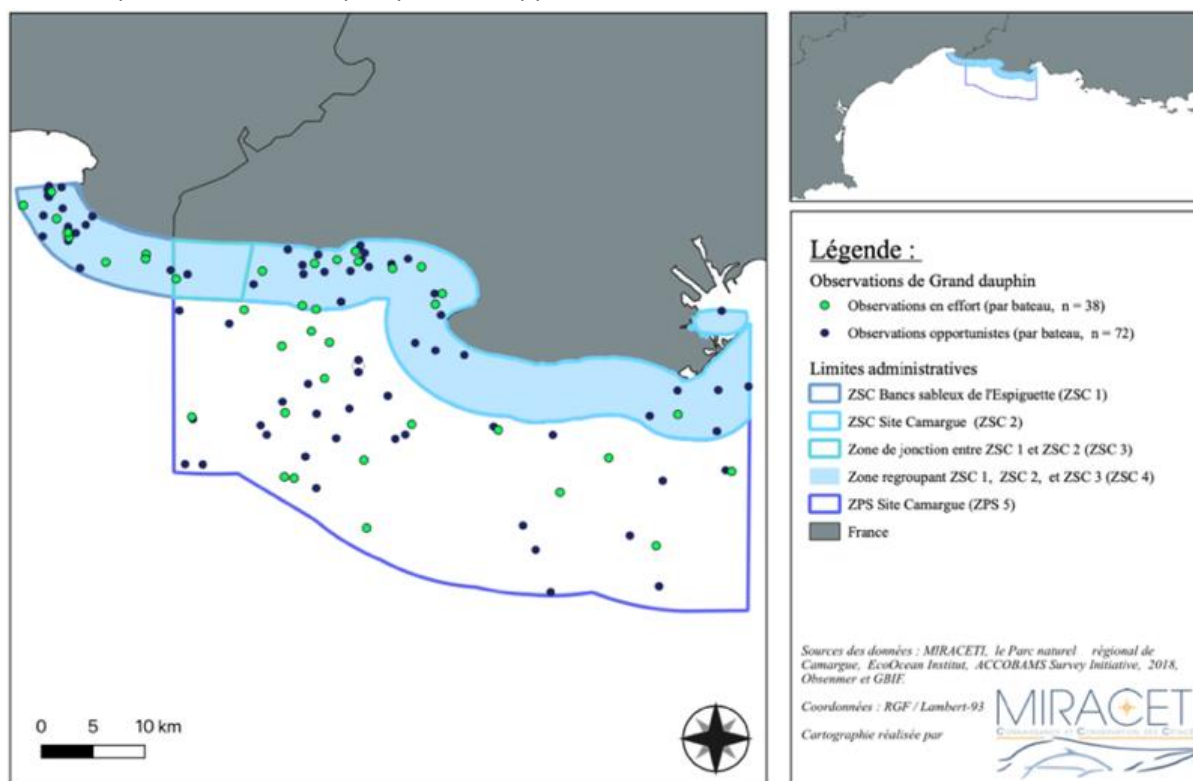
Ces données seront uniquement utilisées pour illustrer la présence du Grand dauphin dans la zone d'étude. Elles ne seront donc pas incluses dans les analyses à venir, car elles se limitent principalement

à des points GPS où un ou plusieurs grands dauphins ont été observés. Elles ne fournissent pas nécessairement des informations cruciales comme le nombre estimé d'individus ou d'autres détails importants pour cette étude.

3.2. Distribution spatio-temporelle du Grand dauphin

3.2.1. Données d'observations

Les observations en effort de grands dauphins ont été réalisées au cours des 142 sorties en bateau, totalisant 38 observations (Carte 6). La répartition par zone est la suivante : ZSC 1 (n = 8), ZSC 2 (n = 12), ZSC 3 (n = 1), ZSC 4 (n = 21) et ZPS 5 (n = 17). En ce qui concerne les données opportunistes, 72 observations de grands dauphins ont été enregistrées : ZSC 1 (n = 17), ZSC 2 (n = 26), ZSC 3 (n = 1), ZSC 4 (n = 44) et ZPS 5 (n = 28). Les grands dauphins ont donc été observés dans tous les sites de la zone d'étude, que ce soit lors des prospections opportunistes ou en effort.



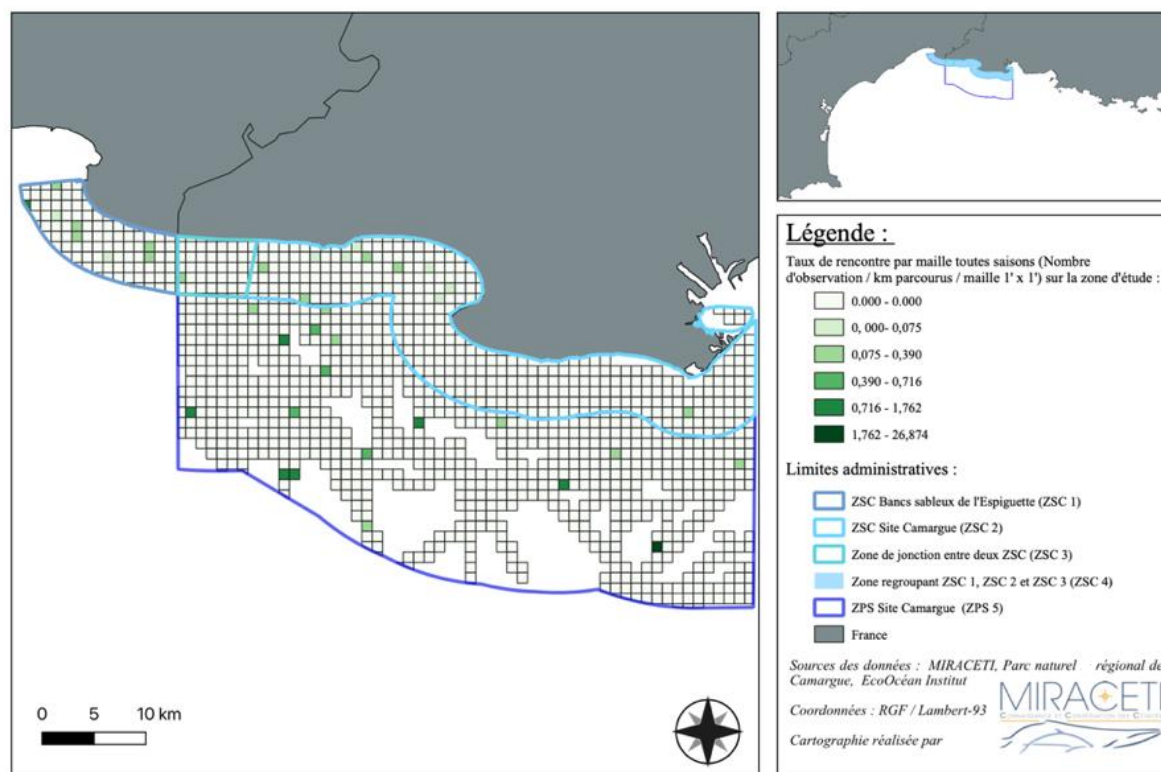
Carte 6. Répartition géographique des observations de Grand dauphin au niveau des sites Natura 2000 « Bancs sableux de l'Espiguette » et « Camargue », lors de sorties dédiées et opportunistes entre 2013 et 2023.

Parmi ces observations, 30 ont été réalisées au cours du dit projet entre 2021 et 2023, 19 observations ont eu lieu en effort de prospection et 11 sont opportunistes.

3.2.2. Taux de rencontre

Seules les données où l'effort était disponible et collecté suivant le même protocole ont permis d'apporter des informations sur la distribution spatio-temporelle du Grand dauphin au sein de la zone Espiguette-Camargue.

Le taux de rencontre (TR, nombre d'observations réalisées par kilomètres parcourus au sein de chaque maille ; Carte 7) a été calculé à partir de l'effort réalisé et des données d'observations (Figure 1 et Carte 6).



Carte 7. Taux de rencontre du Grand dauphin, toutes saisons confondues (2013-2023), au niveau des sites Natura 2000 "Bancs sableux de l'Espiguette" et "Camargue".

Les mailles où le TR est le plus élevé (1.762 à 26.874 et 0.390 à 0.716 observation/km/maille) se trouvent au large au niveau du site ZPS 5, suggérant une probabilité accrue de rencontre des grands dauphins dans cette zone. Les mailles où le TR est moyen à faible (0.0716 à 0.390 et 0 à 0.075 observation/km/maille) se retrouvent principalement au niveau des trois sites ZSC (ZSC 1, ZSC 2 et ZSC 3 regroupées en ZSC 4). Ces TR sont répartis de manière hétérogène sur ZSC 1, dans la partie Sud-Ouest de ZSC 3, ainsi que sur les extrémités Ouest et Est de ZSC 2. De nombreuses zones sans données sont présentes dans ZPS 5 et quelques-unes sur les bordures du site ZSC 2.

La variation du TR est ensuite analysée en fonction des sites et des saisons (Figure 3).

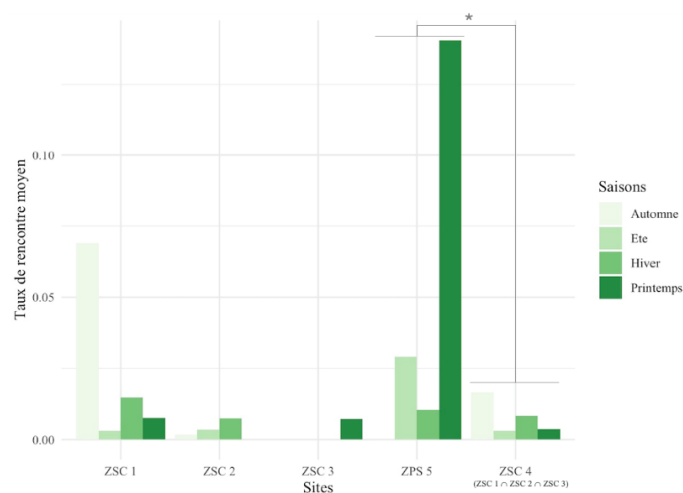
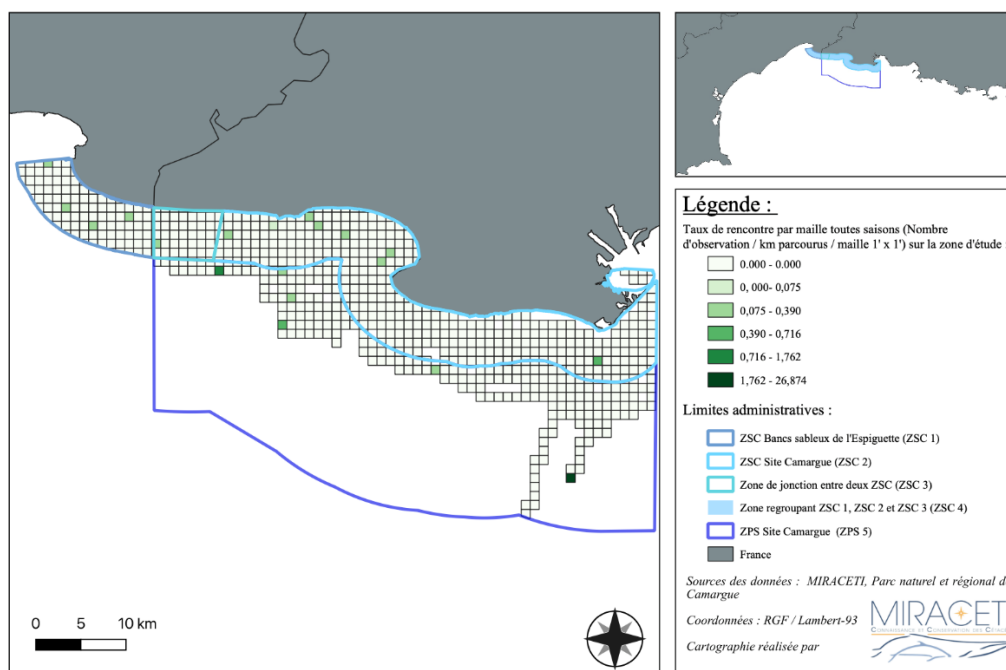


Figure 3. Taux de rencontre du Grand dauphin en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude (*) pour une $p\text{-value} < 0.05$.

Le TR ne varie pas en fonction des sites ZSC 1, ZSC 2, ZSC 3 et ZPS 5, et des saisons (Test de permutation : $p > 0,05$). En revanche, l'analyse de la variation du TR en fonction des sites ZSC 4 ($1 \cap 2 \cap 3$) et ZPS 5 et des saisons montre une différence significative du taux en fonction des sites (taux de rencontre plus important au large qu'à la côte), mais aucun effet des saisons ni de l'interaction entre les sites et les saisons (Test de permutation : Saison avec $p > 0,05$; Site avec $Df = 1$, $p = 0,047$; Interaction avec $p > 0,05$).

Le TR obtenu au cours du dit projet entre 2021 et 2023 est représenté sur la Carte 8. Les mailles présentant les TR les plus importants sont situées dans la ZPS 5, soit au large. La zone où les observations ont été les plus nombreuses s'étend des bancs sableux de l'Espiguette au Golfe de Beauduc. Cette même zone présente l'effort le plus important, c'est pourquoi les TR sont inférieurs à la zone large.



Carte 8. Taux de rencontre réalisé dans la zone d'étude, toutes saisons confondues sur la période de 2021 à 2023, par MIRACETI et le PnrC.

3.3. Organisation sociale du Grand dauphin

3.3.1. Taille et composition des groupes

3.3.1.1. Taille des groupes

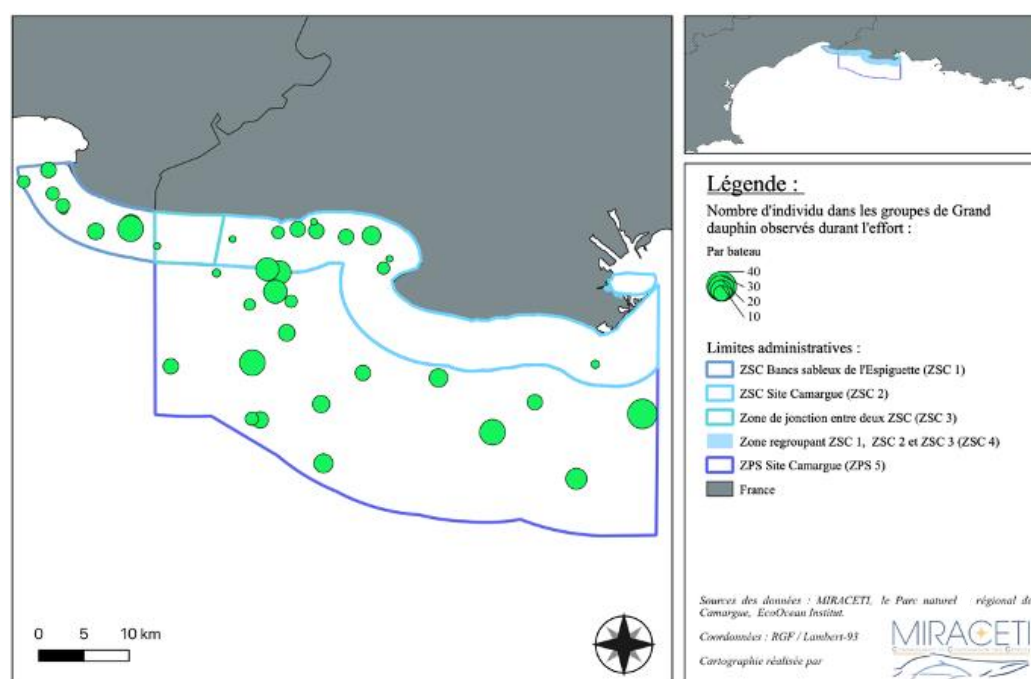
Sur les 142 sorties en bateau, totalisant 38 observations de Grand dauphin en effort, 468 individus au total ont été observés dans des groupes allant d'un à 40 individus (Tableau 1).

Tableau 1. Taille moyenne des groupes de Grand dauphin, en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude.
(*) pour une p-value > 0.05.

Jeu de données	Sites	Taille moyenne des groupes ($\pm$ écart-type ¹)	Taille moyenne saisonnière ($\pm$ écart-type ¹)				Nombre minimal	Nombre maximal
			Printemps	Été	Automne	Hiver		
Données récoltées durant l'effort	ZSC 1	11,6 $\pm$ 8,8	-	11,5 $\pm$ 9,7	12,0 $\pm$ 8,5	-	2	30
	ZSC 2	9,3 $\pm$ 8,4	10	14,2 $\pm$ 10,7	1	5,8 $\pm$ 4,3	1	25
	ZSC 3	1	-	-	-	1	1	1
	ZSC 4 (ZSC 1 + ZSC 2 + ZSC 3)	9,8 $\pm$ 8,4 (*)	10	12,7 $\pm$ 9,7	8,3 $\pm$ 8,7	5,0 $\pm$ 4,3	1	30
	ZPS 5	15,5 $\pm$ 10,3 (*)	10,8 $\pm$ 6,9	13,5 $\pm$ 5,5	30,0	20,5 $\pm$ 17,5	2	40
	Global	9,3 $\pm$ 3,1	10,4 $\pm$ 2,9	13,1 $\pm$ 2,1	14,3 $\pm$ 3,3	9,1 $\pm$ 6,6	1	40

¹Lorsqu'il n'y a pas d'écart-type, N = 1 soit une seule observation

La taille moyenne des groupes observés dans l'ensemble de la zone est d'environ 9 individus. Les résultats statistiques montrent que la taille de ces groupes ne diffère pas significativement en fonction des sites ZSC 1, ZSC 2, ZSC 3 et ZPS 5, des saisons, ni de l'interaction entre ces deux facteurs (Anova de type 2, $p > 0.05$). Cependant, la taille des groupes observés diffère significativement entre les sites ZSC 4 et ZPS 5 (Carte 9), bien qu'aucun effet de la saison ou de l'interaction site et saison n'ait été mis en évidence (Anova de type 2 : $p > 0.05$). Les groupes présents au large sont plus grands que les groupes observés à la côte.



Carte 9. Taille des groupes de Grand dauphin observés au niveau des sites Natura 2000 "Camargue" et "Bancs sableux de l'Espiguette" (2020-2023).

La taille moyenne des groupes observés dans la zone Espiguette-Camargue correspond à la taille moyenne de dix individus en Méditerranée (Bearzi et al., 2008), mais est légèrement inférieure à celle

observée en Méditerranée française qui est de 16 individus (Labach et al., 2016) Bien que la taille moyenne des groupes soit aux alentours de 10 individus, la taille minimale et maximale observée dans cette étude est d'un et 40 individus, ce qui correspond aux observations faites dans le Nord-Ouest de la Méditerranée, près de la côte catalane, où la taille minimale est d'un individu et la maximale de 30 individus (Giralt Paradell et al., 2023). La taille moyenne des groupes ne varie pas saisonnièrement.

Bilan de la taille des groupes de Grand dauphin au sein de la zone Espiguette-Camargue :

- Taille moyenne : 9 individus ;
- Pas de variation saisonnière ;
- Groupe plus important au large qu'à la côte.

3.3.1.2. Composition des groupes

Seules les données récoltées en suivant un protocole, donc en effort, ont permis d'apporter des informations sur la composition des groupes. Les 38 observations de Grand dauphin réalisées en effort, ont permis de recenser un total de 468 individus, comprenant 27 nouveau-nés (présents dans 40 % des observations ; Tableau 2) et 64 juvéniles (présents dans 63 % des observations ; Tableau 3).

Le nombre de nouveau-nés est positivement corrélé à la taille des groupes dans lesquels ils ont été observés (Corrélation de Spearman, $S = 2770.9$, $p = 0.013$, $\rho = 0.441$), c'est-à-dire que plus le groupe est important, plus il y aura de nouveau-nés. Cependant, le nombre de nouveau-nés ne varie pas en fonction du site (Test de permutation : $p > 0.05$), mais varie en fonction de la saison puisqu'ils ont quasi été observés qu'en été. Cette période correspondant généralement aux températures d'eau les plus élevées et favorables pour les nouveau-nés (de juillet à septembre, Bearzi et al., 2008), est notable. Les nouveau-nés sont indentifiables aux plis fœtaux visibles sur leur corps, indiquant qu'ils sont entre la naissance à l'âge de dix semaines. D'après les résultats, la période de mise bas devrait s'étendre de mai à juillet dans la zone d'étude, ce qui concorde avec les observations dans le Golfe du Lion, où les périodes favorables à la mise bas des grands dauphins sont en été et en automne (Di-Méglio et al., 2015).

Le nombre de juvéniles est également positivement corrélé à la taille des groupes (Corrélation de Spearman, $S = 1934$, $p = 0.001$, $\rho = 0.610$). Ils ont été observés à toutes les saisons et dans tous les sites sans différences significatives (Test de permutation : $p > 0.05$).

Tableau 2. Nombre de nouveau-né observé dans les groupes de Grand dauphin en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude. (*) pour une p -value > 0.05.

Jeu de données	Sites	Nombre de nouveau-né observé	Nombre de nouveau-né observé par saison				Taille moyenne des groupes ($\pm$ écart-type ¹)
			Printemps	Été	Automne	Hiver	
Données récoltées durant l'effort	ZSC 1	6	-	6	-	-	11.6 $\pm$ 8.8
	ZSC 2	7	-	5	-	2	9.3 $\pm$ 8.4
	ZSC 3	0	-	0	-	-	1
	ZSC 4	13	-	11	-	2	9.8 $\pm$ 8.4
	ZPS 5	14	1	10	3	-	15.5 $\pm$ 10.3
	Total	40	1	32	3	4	12.3 $\pm$ 9.6 (*)

¹Lorsqu'il n'y a pas d'écart-type, N = 1 soit une seule observation

Tableau 3. Nombre de juvénile observé dans les groupes de Grand dauphin en fonction des sites et des saisons au niveau de la zone d'étude. (*) pour une p -value > 0.05.

Jeu de données	Sites	Nombre de juvénile observé	Nombre de juvénile observé par saison				Taille moyenne des groupes ($\pm$ écart-type ¹)
			Printemps	Été	Automne	Hiver	
Données récoltées durant l'effort	ZSC 1	13	-	7	6	-	11.6 $\pm$ 8.8
	ZSC 2	12	2	5	-	5	9.3 $\pm$ 8.4
	ZSC 3	0	-	-	-	-	1
	ZSC 4	25	2	12	6	5	9.8 $\pm$ 8.4
	ZPS 5	39	9	14	7	9	15.5 $\pm$ 10.3
	Total	89	13	38	19	19	12.3 $\pm$ 9.6 (*)

¹Lorsqu'il n'y a pas d'écart-type, N = 1 soit une seule observation

Bilan de la composition des groupes de Grands dauphins au sein de la zone Espiguette-Camargue :

Quarante nouveau-nés Grand dauphin ont été observés dans la zone Espiguette-Camargue , majoritairement en été.

Quatre-vingt-neuf jeunes Grand dauphin ont été observés dans la zone Espiguette-Camargue .

Plus les groupes sont grands, plus il y a de nouveau-nés et de jeunes.

La zone maritime camarguaise semble être favorable à la présence des nouveau-nés et des jeunes, sans zone préférentielle.

3.3.2. Structure de la population

3.3.2.1. Photo-identification

Les 30 groupes observés lors des sorties dédiées n'ont pas tous été photo-identifiés, 28 ont pu l'être. La prise de photographies a donné lieu à 270 identifications correspondant à 196 individus différents.

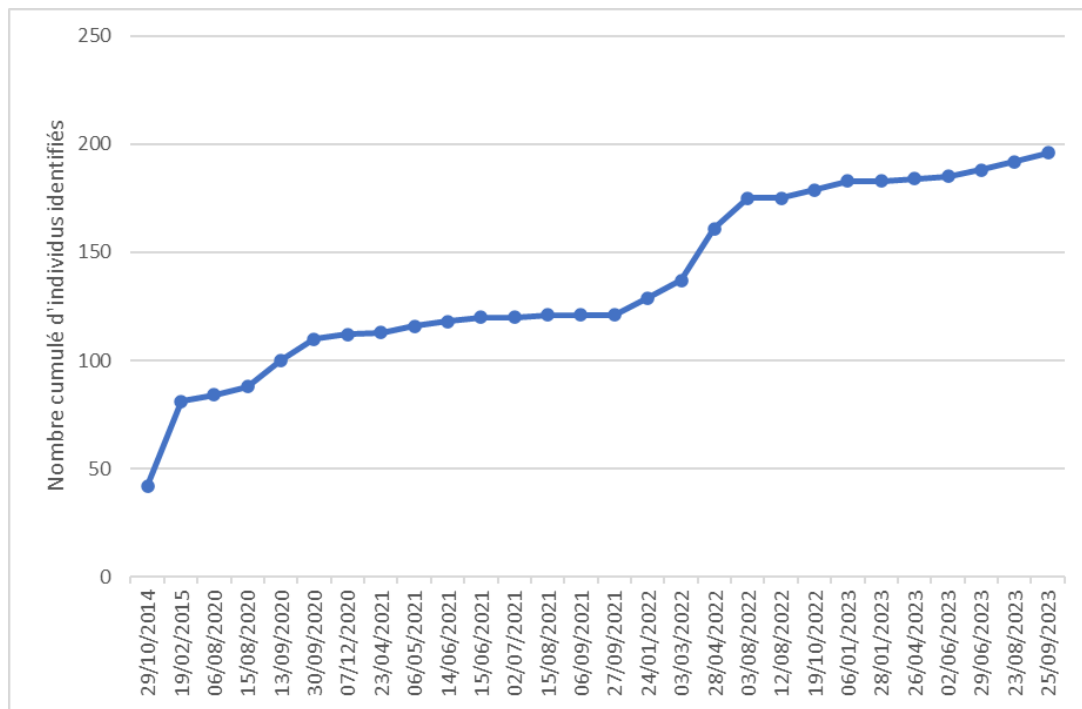


Figure 4. Courbe cumulative du nombre d'individus identifiés.

La courbe de découverte indique que de nouveaux individus sont découverts (photo-identifiés) de manière continue (Figure 4). Chaque point représente un groupe, lorsque la courbe augmente cela signifie que de nouveaux individus sont identifiés. Un plateau signifie que tous les individus du groupe ont déjà été identifiés par le passé.

3.3.2.2. Structure sociale

Le réseau social a été analysé à partir des individus observés au moins 3 fois dans la zone d'étude et après filtration des photos, ce qui correspond à 10 individus (Figure 5).

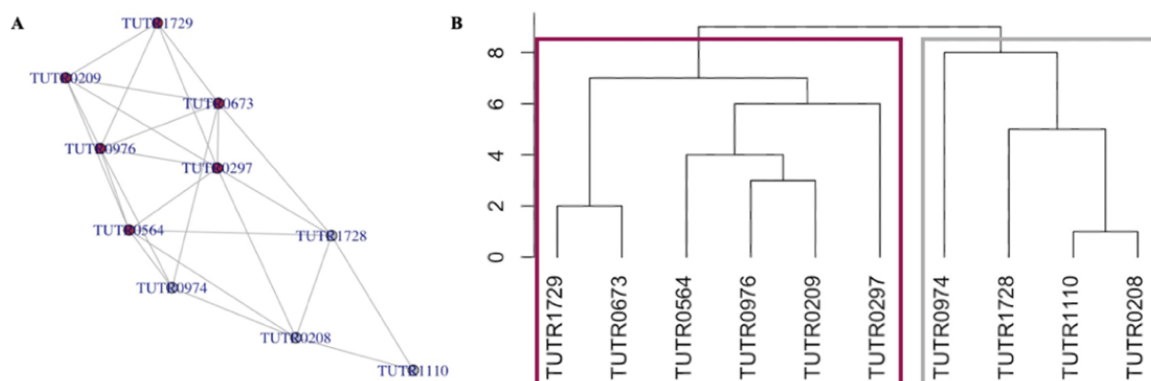


Figure 5. Structure sociale des grands dauphins dans la zone d'étude, pour les individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 et après filtration des photos ($n=10$). A. Sociogramme des dix individus observés. Les cercles représentent les individus et les lignes représentent les relations entre ces individus. B. Dendrogramme de la structure sociale des grands dauphins, chaque couleur correspondant à un groupe social différent.

Deux groupes sociaux ont été identifiés, comportant pour l'un six individus (encadré en rouge) et l'autre quatre individus (encadré en gris). Cependant, les individus de ces deux groupes sont très liés les uns aux autres, la plupart interagissent avec plusieurs membres de l'autre groupe social. L'analyse des indices d'associations a révélé l'importance de certains individus au sein de ce réseau social (Figure 6).

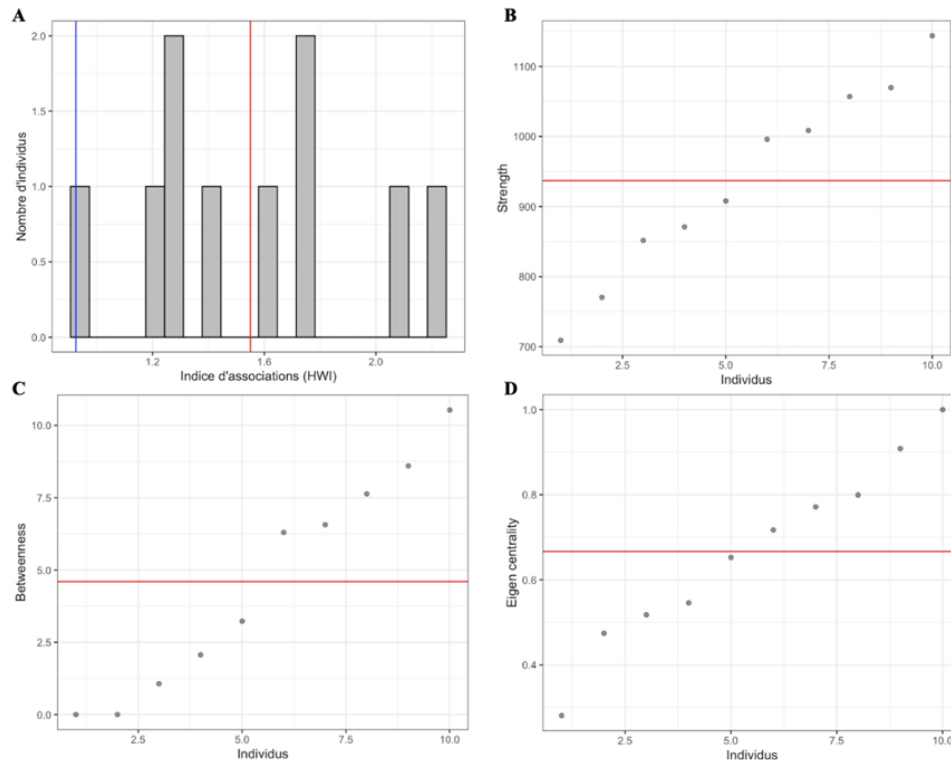


Figure 6. Présentation des différents indices d'association mesurés sur les dix individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 dans les sites Natura 2000 « Bancs sableux de l'Espiguette » et le domaine marin du site « Camargue ». A. Distribution des indices d'associations des grands dauphins HWI, la ligne rouge indiquant l'indice d'association moyen observé et la ligne bleue, l'indice d'association estimé. B. Valeurs de la variable sociale « Strength ». C. Valeurs de la variable « Betweenness ». D. Valeurs de l'« Eigenvector centrality ». Les lignes rouges correspondent au seuil de 97,5 % de la distribution, permettant d'identifier les individus clés pour le réseau (n=10).

La moyenne des indices d'association HWI observée (1.550) dépasse celle des indices estimés (0.938), soulignant ainsi la présence d'associations préférentielles au sein de la population étudiée. Ces associations ont été précédemment représentées par le réseau social et le dendrogramme (Figure 5). Pour les autres indices, cinq individus se distinguent de manière significative : cinq d'entre eux ont des liens forts avec les autres (« Strength », Figure 6.B), cinq jouent un rôle crucial dans la cohésion du réseau (« Betweenness », Figure 6.C) et cinq occupent une place centrale dans ce réseau (« Eigenvector centrality », Figure 6.D).

Dans cette nouvelle analyse, le réseau social a été analysé à partir des individus observés au moins 3 fois dans la zone d'étude, comme précédemment, mais cette fois sans tenir compte de la notation de la photo-identification. Les 192 individus photo-identifiés au départ ont été utilisés, parmi lesquels 19 ont été vus au moins 3 fois. Cette analyse a identifié 4 groupes sociaux (Figure 7), deux groupes possédant 7 individus, un groupe avec 3 individus et un groupe avec 2 individus.

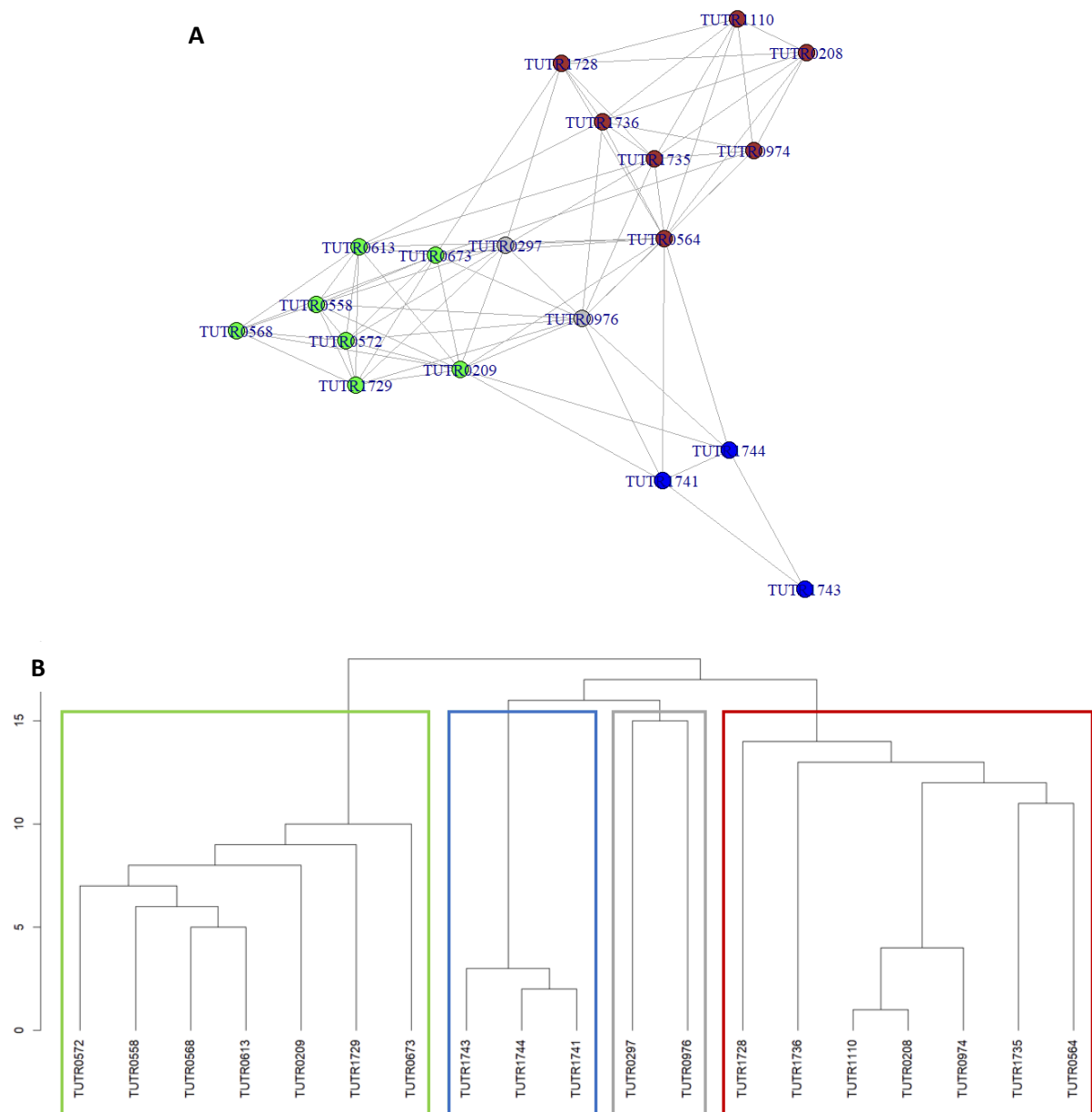


Figure 7. Structure sociale des grands dauphins dans la zone d'étude, pour les individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 et après filtration des photos ($n=19$). A. Sociogramme des 19 individus observés. Les cercles représentent les individus et les lignes représentent les relations entre ces individus. B. Dendrogramme de la structure sociale des grands dauphins, chaque couleur correspondant à un groupe social différent.

Au sein du groupe social « vert », les individus semblent avoir des liens sociaux plus importants que dans les autres groupes puisque les points sont plus proches et les traits/liens plus nombreux. Ensuite, concernant le groupe social « rouge », on retrouve des caractéristiques similaires mais moins prononcées. Les deux individus du groupe social « gris » semblent quant à eux être centraux dans la communauté présente au sein du PnrC au vu de leur position centrale dans le sociogramme. Le groupe social « bleu » semble être composé de 3 individus plus distants entre eux mais aussi vis-à-vis des autres groupes sociaux.

L'analyse des indices d'associations a révélé l'importance de certains individus au sein de ce réseau social (Figure 8). La moyenne des indices d'association HWI observée (3.0861) dépasse celle des indices estimés (1.8661), soulignant ainsi la présence d'associations préférentielles au sein de la population étudiée. Ces associations ont été précédemment représentées par le réseau social et le

dendrogramme (Figure 7). Pour les autres indices, des individus se distinguent de manière significative : cinq d'entre eux ont des liens forts avec les autres (« Strength », Figure 8.B), cinq jouent un rôle crucial dans la cohésion du réseau (« Betweenness », Figure 8.C) et cinq occupent une place centrale dans ce réseau (« Eigenvector centrality », Figure 8.D). Parmi ces individus, 4 sont en commun à 2 indices et présentent donc des liens forts avec d'autres individus mais ont aussi une place centrale dans le réseau.

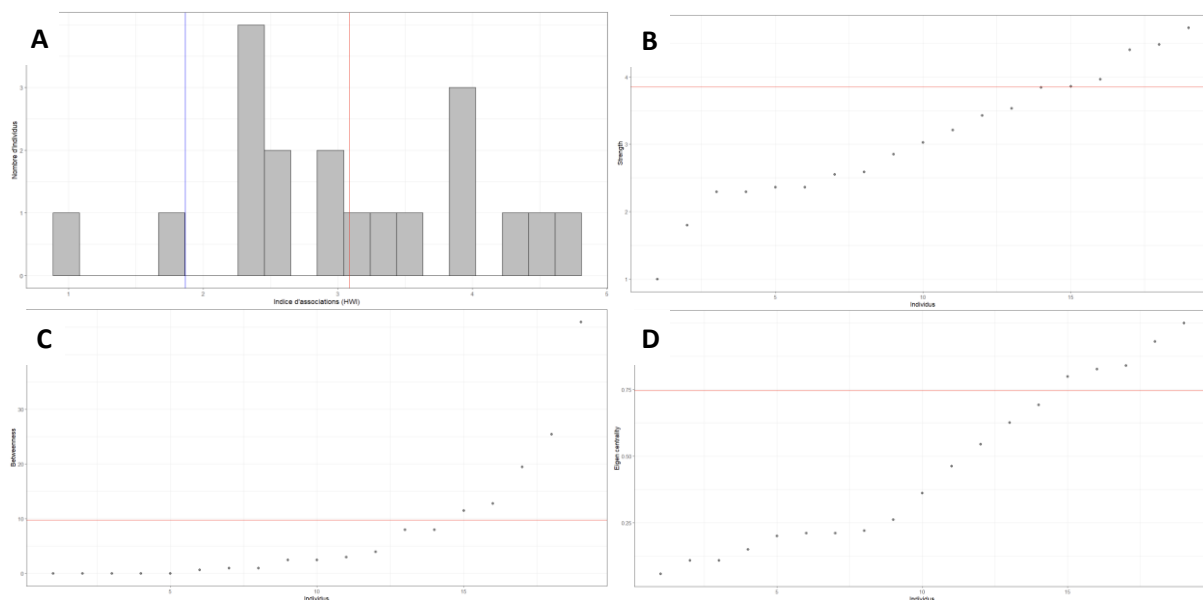


Figure 8. Présentation des différents indices d'association mesurés sur les 19 individus observés au moins trois fois entre 2013 et 2023 dans les sites Natura 2000 « Bancs sableux de l'Espiguette » et le domaine marin du site « Camargue ». A. Distribution des indices d'associations des grands dauphins HWI, la ligne rouge indiquant l'indice d'association moyen observé et la ligne bleue, l'indice d'association estimé. B. Valeurs de la variable sociale « Strength ». C. Valeurs de la variable « Betweenness ». D. Valeurs de l'« Eigenvector centrality ». Les lignes rouges correspondent au seuil de 97,5 % de la distribution, permettant d'identifier les individus clés pour le réseau (n=19).

Bilan de la structure de la population de Grand dauphin au sein de la zone Espiguette-Camargue :

Tous les individus Grands dauphins fréquentant la zone n'ont pas encore été identifiés, puisque la courbe de découverte est en constante croissance.

Plusieurs groupes sociaux se distinguent avec quelques individus (<5) jouant un rôle crucial dans la structuration sociale.

La place de ces individus à l'échelle de la façade méditerranéenne pourra être étudiée suite à l'analyse des données dans le cadre du projet TURSMED2.

3.4. Fidélité à la zone d'étude

Sur un ensemble de 196 individus photo-identifiés, 162 individus ont été retenus après l'annotation et le tri des photos permettant cette identification. Ce tri a été effectué en fonction des deux critères d'évaluation pour chaque photographie : la qualité et la « distinctiveness ».

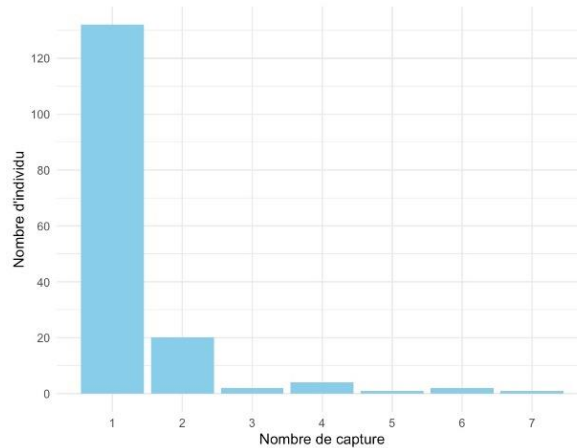
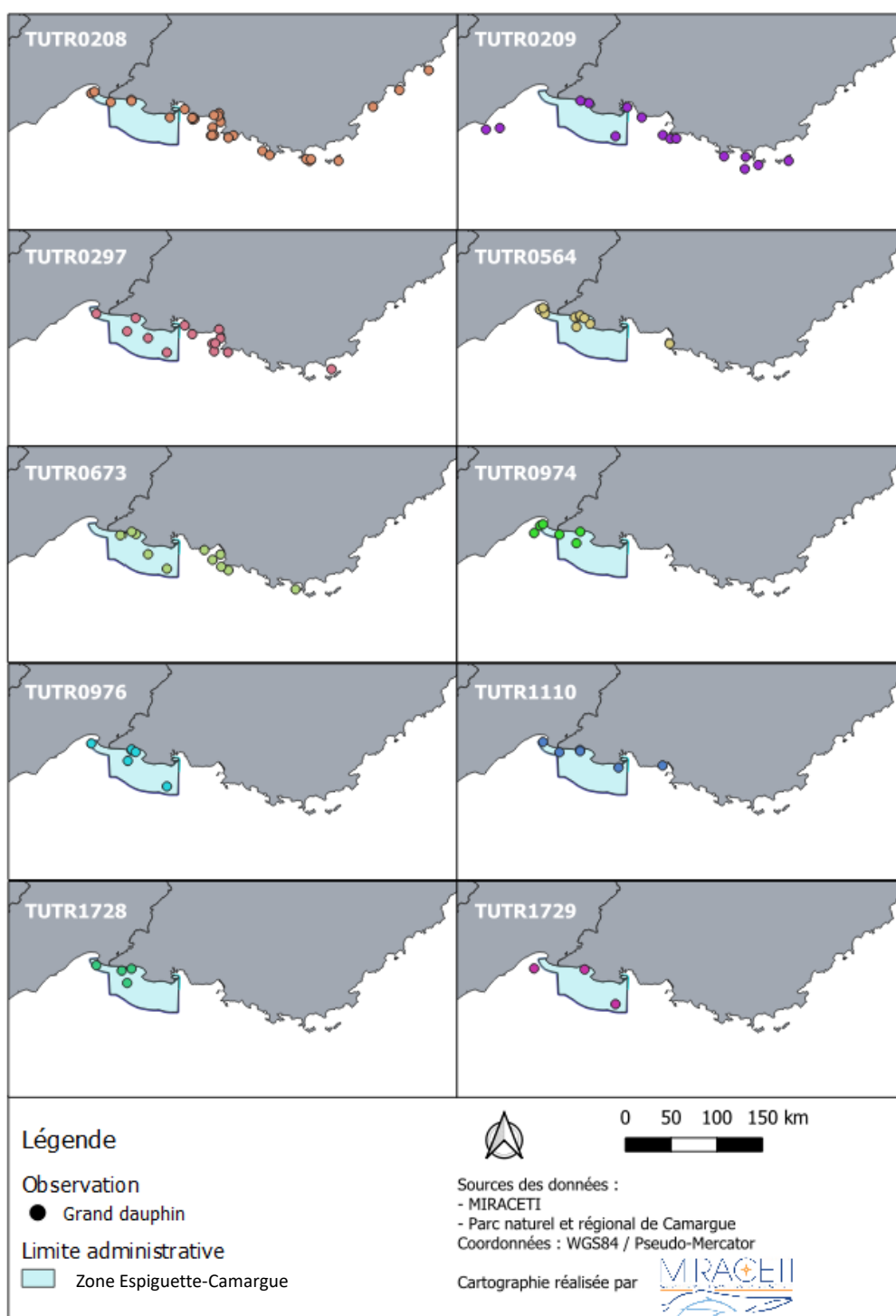


Figure 9. Nombre de recapture des grands dauphins observés au niveau de la zone d'étude entre 2013 et 2023.

Le nombre maximal de recapture, c'est-à-dire d'observation d'un individu dans la zone d'étude, est de sept (Figure 9). Parmi les individus observés, 132 individus ont été capturés une seule fois (81 %), 20 ont été capturés deux fois, deux ont été capturés trois fois, quatre ont été capturés quatre fois, un individu cinq fois, deux individus six fois et un individu sept fois. Ce qui signifie que seulement 19 % des individus ont été observés plus d'une fois dans la zone d'étude. La valeur obtenue pour la zone Espiguette-Camargue est légèrement plus faible que celle obtenue au sein du Parc national des Calanques (23 % ; Tardy et al., 2022), et qui sont toutes les deux bien inférieures à celle obtenue à l'échelle de la façade continentale méditerranéenne française (33 % ; (Labach et al., 2016)

Un grand nombre d'individus (81 %) n'est que de passage dans la zone d'étude. Cela est aussi confirmé par les individus les plus vus, parmi les 10 individus les plus vus (≥ 3 fois), 4 se déplacent le long de la façade méditerranéenne française : 3 des côtes de la Camargue aux îles d'Hyères (TUTR0209, TUTR0297 et TUTR0673) et un allant jusqu'à la frontière italienne (TUTR0208 ; Carte 10). Ces 4 individus présentent un indice de résidence pour la zone d'étude inférieur à 45% (nb de fois où un individu est vu au sein de la zone / nb de fois où cet individu a été identifié sur toute la façade). Ces individus se déplacent majoritairement tout le long de la Provence. Cependant, il semblerait que certains individus soient plus résidents de la zone Espiguette-Camargue que d'autres, puisque parmi les 10 individus les plus vus, 6 ont un indice de résidence supérieur à 65%.

La population méditerranéenne de Grand dauphin est très peu résidente, les individus sont constamment en déplacement dans un habitat plus ou moins grand suivant la région (Provence et/ou Golfe du Lion), bien que certains puissent résider préférentiellement dans certaines zones plus restreintes.



Carte 10. Distribution spatiale des grands dauphins les plus observés au sein de la zone Espiguette-Camargue.

Bien que la zone d'étude présente un habitat typique du Golfe du Lion, on remarque que les individus le fréquentant présente un écotype « Provence » (défini par des critères écologiques), puisqu'ils se déplacent majoritairement en Provence.

Les individus visiteurs de la zone semblent être majoritairement présents au printemps et en été dans le Parc (Figure 10). Cependant, ces individus fréquentent toute l'année le reste de la façade. Il semblerait qu'ils soient constamment en déplacement le long des côtes méditerranéennes françaises.

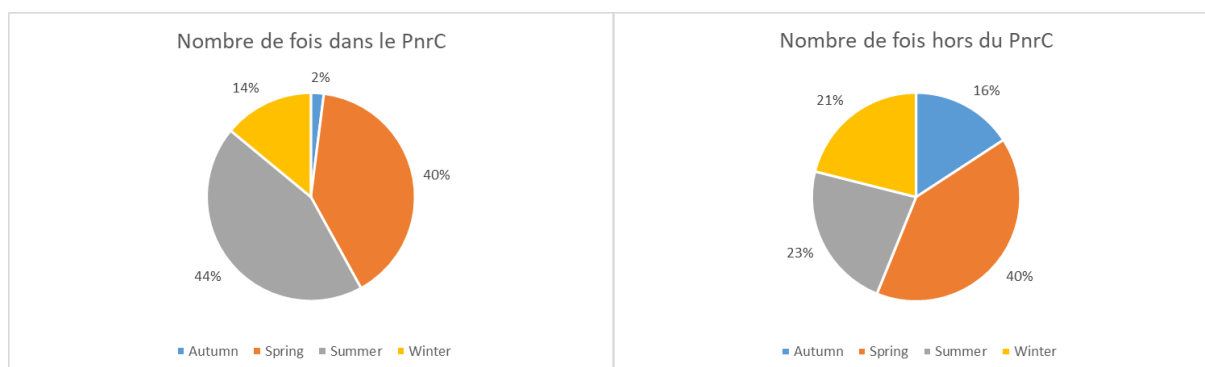


Figure 10. Proportion des observations réalisées au sein et hors du PnrC en fonction de la saison pour les individus les plus observés dans le PnrC.

Bilan de la fidélité du Grand dauphin au site d'étude :

Le Parc naturel régional de Camargue est un lieu de passage pour la majorité des Grands dauphins, seuls quelques individus semblent être résidents. Il ne semble pas y avoir une réelle fidélité au site. Peu de groupes ou d'individus sont résidents de manière générale en Méditerranée. Les résultats de cette étude sont cohérents avec l'écologie de cette espèce en Méditerranée.

Les individus les plus observés sont présents principalement au printemps et à l'été au sein de la zone étudiée, avec des déplacements le long des côtes de Provence toute l'année.

3.5. Comportements et zones fonctionnelles

Seules les données obtenues en effort ont permis d'apporter des informations sur les comportements.

Les proportions de chaque comportement relevé sur l'ensemble des observations réalisées dans les sites étudiés sont représentées sur la Figure 11.

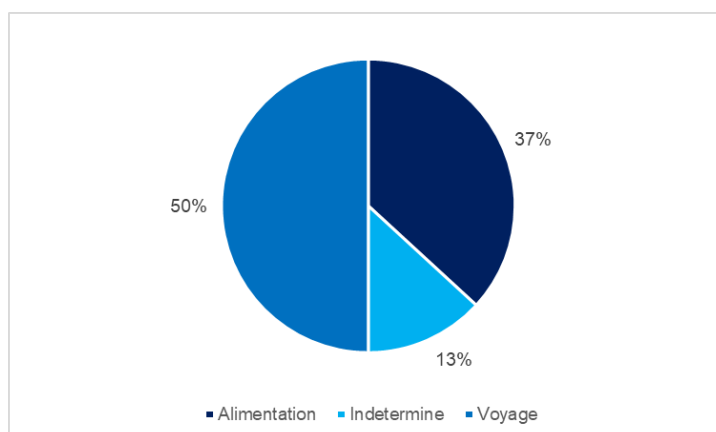
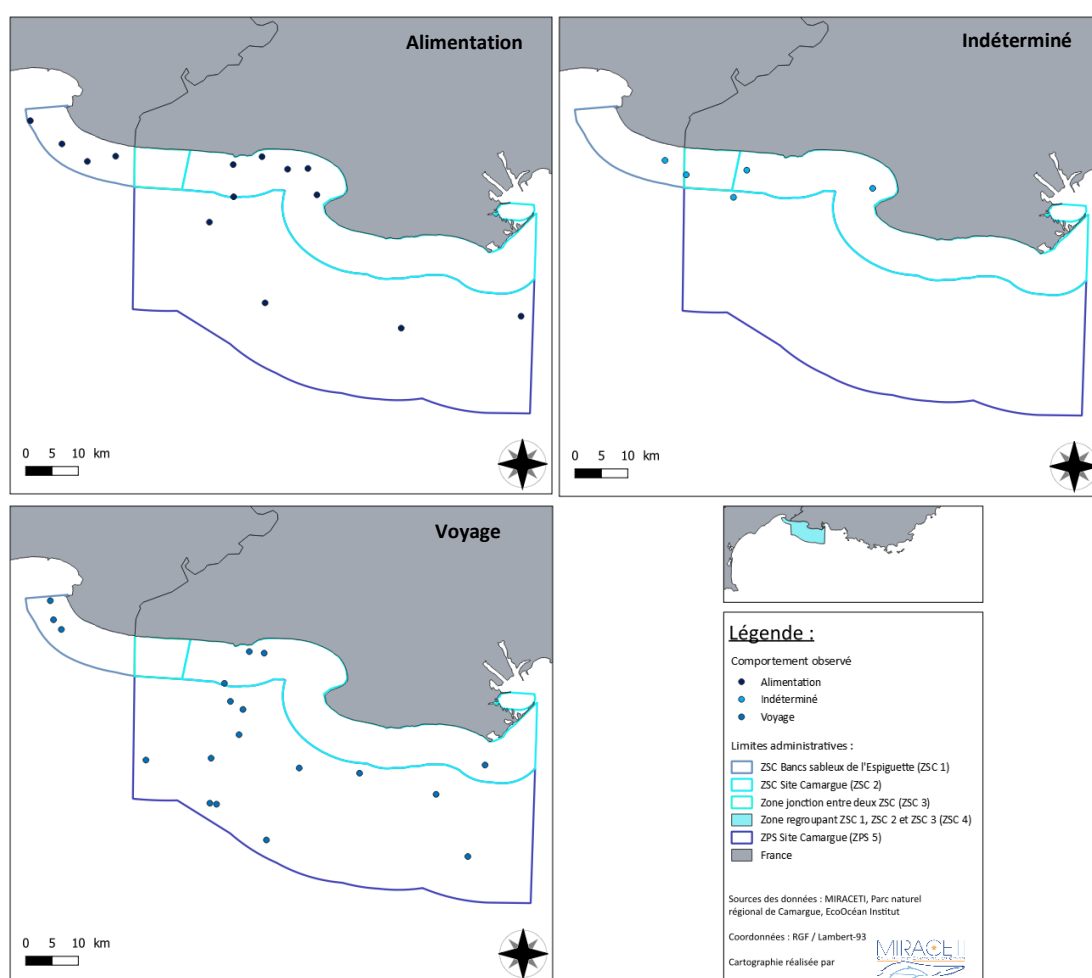


Figure 11. Proportions des comportements relevés lors des observations en effort de Grand dauphin (entre 2013 et 2023).

Le voyage est le comportement qui a été le plus fréquemment observé (50% des observations) chez les groupes de Grand dauphin rencontrés dans la zone Espiguette-Camargue, suivi par l'alimentation avec 37%. Pour 13% des observations, le comportement des groupes n'a pu être déterminé. Aucun comportement de socialisation n'a été identifié.

La distribution des comportements adoptés par les groupes observés dans le périmètre de la zone Espiguette-Camargue est présentée sur la Carte 11.

Les comportements de voyage sont observés dans toute la zone d'étude, avec une légère prédominance dans la zone large. A contrario, les comportements d'alimentation sont principalement observés dans la zone côtière.



Carte 11. Distribution des comportements adoptés par les groupes de Grand dauphin observés en effort sur les sites N2000 animés par le Parc (entre 2013 et 2023).

Le nombre d'occurrence de chaque comportement observé ne dépend ni de la saison, ni du site, ni de l'interaction des deux (Figure 12, Figure 13), que ce soit lors de la comparaison de ZSC 1, ZSC 2, ZSC 3 et ZPS 5 (Test de permutation : $p > 0,05$ pour Alimentation/Voyage), ou ZSC 4 (côtier) avec ZPS 5 (large) (Test de permutation : $p > 0,05$ pour Alimentation/Voyage).

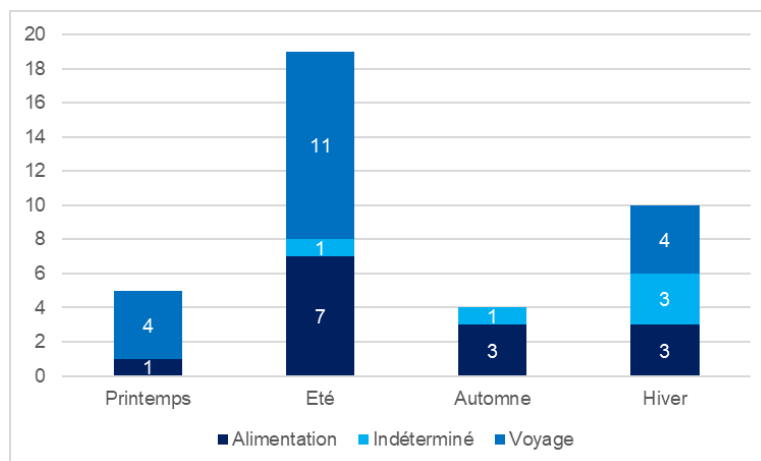


Figure 12. Nombre et type de comportements observés chez les groupes de Grand dauphin par saison au sein de la zone Espiguette-Camargue (entre 2013 et 2023).

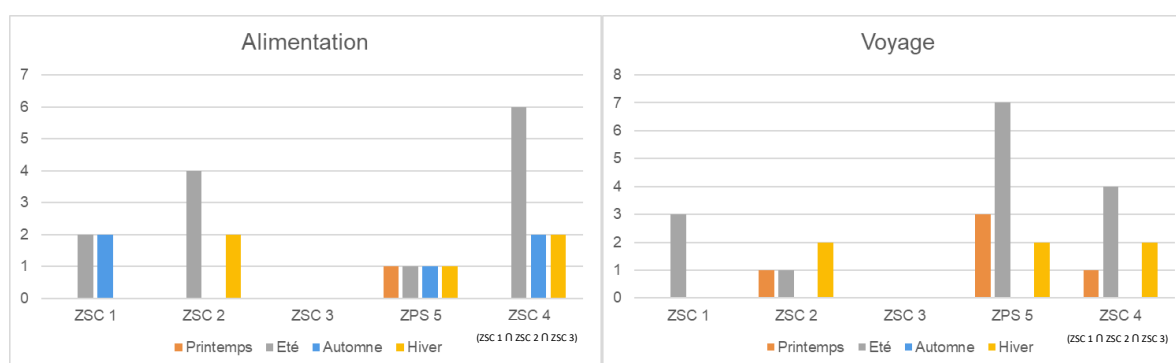


Figure 13. Nombre d'observations de chaque comportement en fonction des sites et des saisons au sein de la zone Espiguette-Camargue (entre 2013 et 2023).

Bilan des comportements et des zones fonctionnelles des Grands dauphins au sein de la zone Espiguette-Camargue :

La zone d'étude semble être un lieu de passage, bien que de nombreux comportements d'alimentation ont aussi été observés. La bande côtière semble être privilégiée pour l'alimentation bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre la côte et le large. La zone large semble être quant à elle plus favorable au transit.

3.6. Interactions avec les activités humaines

Les activités humaines associées aux observations de Grand dauphin varient en fonction du comportement de ceux-ci (Figure 14). Le comportement d'alimentation a été observé à 79% à proximité d'activités de pêche, dont 50% près d'engins dormants. Concernant les groupes de Grand dauphin en voyage, la présence ou non d'activités humaines ainsi que l'activité en elle-même sont plus équitables. 42% des groupes étaient à proximité d'activités de pêche que ce soit engins dormants ou chaluts, mais aussi 37% des observations ont eu lieu sans activité humaine à proximité.

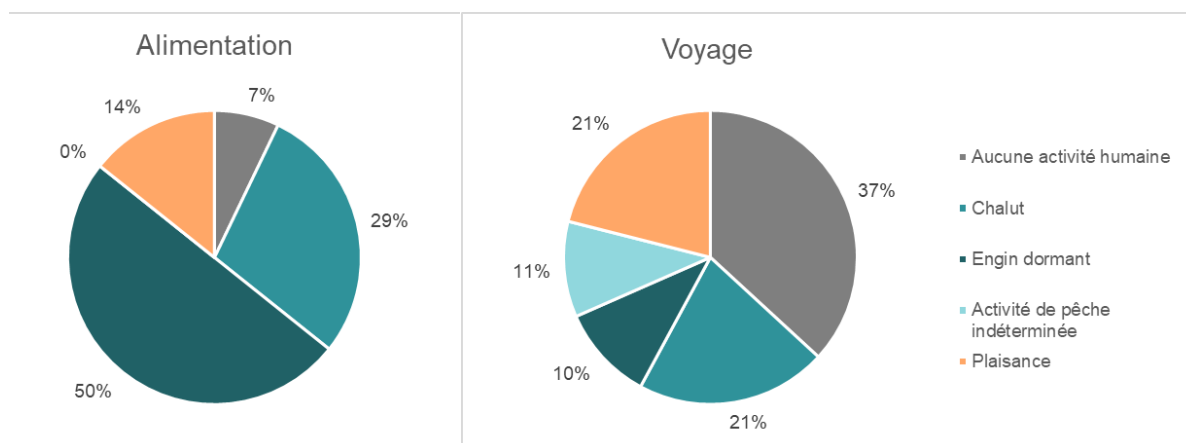


Figure 14. Activités humaines associées aux groupes de Grand dauphin observés en effort dans la zone Espiguette-Camargue et fonction du comportement de ces groupes.

D'autres données hors de ce projet ont permis de mettre en évidence des interactions entre activités humaines et Grand dauphin dans le périmètre marin animé par le Parc. Celles-ci seront présentées dans la Partie 4 portant sur l'état des connaissances des pressions présentes au sein du Parc.

Bilan des interactions des grands dauphins avec les activités humaines au sein de la zone Espiguette-Camargue :

Au sein de la zone, les grands dauphins sont majoritairement observés à proximité d'activités humaines, notamment d'engins dormants lorsqu'ils sont en alimentation.

4. Etat des connaissances sur les pressions au sein du Parc naturel régional de Camargue

Un bilan des connaissances actuelles sur la présence des activités humaines, des risques encourus pour les cétacés et des évidences d'interactions au sein des sites animés par le Parc a été réalisé à partir des jeux de données présentés ci-dessus et de la littérature scientifique. Des zones à risque potentielles ont pu être mises en évidence. Pour information, aucune étude dédiée sur les pressions ni les interactions n'a été menée au sein des sites animés par le Parc en dehors des analyses réalisées au cours de ce projet et présentent dans ce rapport.

4.1. Le trafic maritime

➤ Présence du trafic maritime au sein de la zone Espiguette-Camargue :

Le trafic dans le périmètre de la zone est concerné principalement par la plaisance ainsi que par les activités de pêche. Cependant, le trafic est particulièrement dense à l'ouest à proximité de la pointe de l'Espiguette et à l'est du Parc avec le Golfe de Fos et la rade de Marseille où le transport de marchandises et de passagers est important (Figure 15).

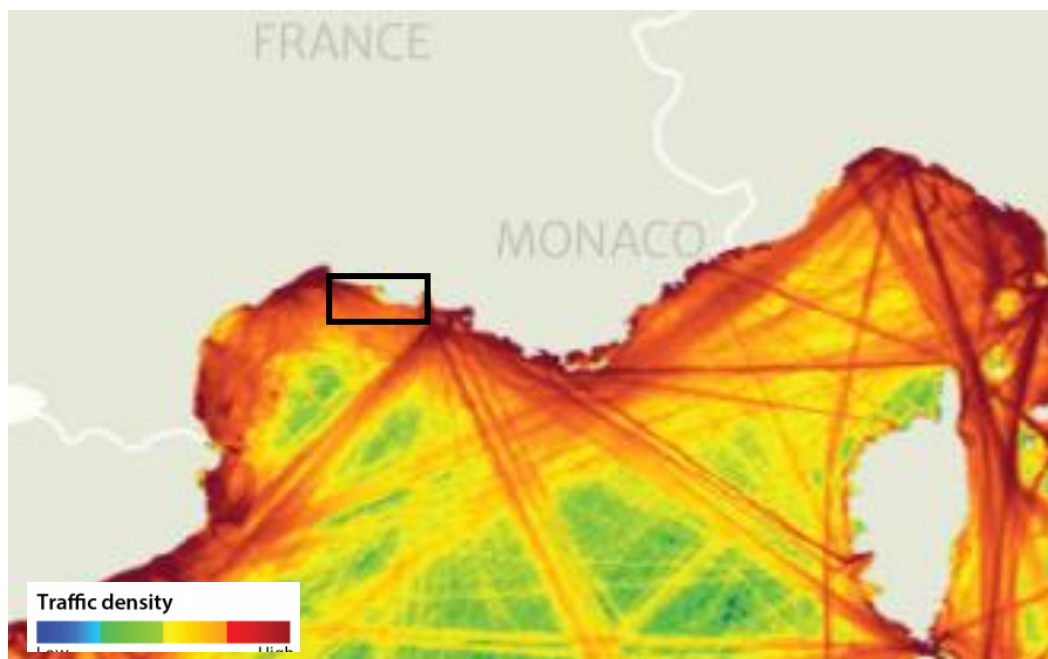


Figure 15. Densité des signaux AIS émis par les navires en Méditerranée en 2017. Le rectangle noir correspond à la zone d'étude (source : Marinetrffic).

➤ Risque(s) pour les cétacés :

Récurrents en Méditerranée, les cas de collisions liés au trafic maritime constituent l'une des principales menaces pesant sur les grands cétacés (Cachalot et Rorqual commun) (David et al., 2022; David & Di-Méglio, 2010). Il s'agit d'ailleurs de la 1^{ère} cause de mortalité non naturelle chez le Rorqual commun (Tardy et al., 2016). Le risque de collision au sein de la zone étudiée est très faible puisque les espèces de grands cétacés ne sont pas présentes, et que le Grand dauphin est peu sensible à cette menace.

La circulation maritime est également génératrice de la pollution sonore. Elle produit un bruit sous-marin ambiant qui interfère avec le sens principal des cétacés qui repose essentiellement sur le son et qu'ils utilisent pour communiquer (recherche d'un partenaire, établissement de relations sociales et territoriales, etc.), détecter des proies et des prédateurs, ainsi que pour naviguer et s'orienter (Gannier, 2014).

Dans la zone Espiguette-Camargue, la principale préoccupation liée à la pollution sonore se réfère au trafic maritime qui y est important. D'après Di-Méglio *et al.* (2010), en Méditerranée la contribution

de la circulation maritime n'est pas aussi intense que les sonars, les canons à l'air et les explosions, mais elle est constante, et s'étend de grandes distances, ce qui peut entraîner des effets négatifs sur les populations de cétacés. Parmi ces effets, on peut citer :

- Le masquage : lorsque la présence d'un bruit empêche un animal d'en percevoir un autre. La contribution de la navigation commerciale au bruit ambiant de basses fréquences réduirait le champ de communication des cétacés, mais également l'écholocation leur permettant de chasser.
- Des modifications physiologiques : liées à l'adaptation à un habitat bruyant. Toutefois, ces changements entraînent dans un premier temps un niveau de stress élevé.
- Des effets physiques : comme la perte d'audition liée à l'exposition permanente au bruit.
- Des effets cognitifs : où le bruit ambiant élevé peut jouer sur la prise de décision des animaux.

4.2. La plaisance et le whale-watching

➤ Présence des activités au sein de la zone Espiguette-Camargue :

La plaisance est très présente au sein de la zone, de même que dans le site N2000 « Bancs sableux de l'Espiguette » (Carte 12). On distingue 4 zones de mouillage où la pression est importante : au sein des sites animés par le Parc sont concernées les zones du Golfe de Beauduc et de l'Anse de Carteau, en dehors des sites animés par le Parc les épis et le banc de sable de la zone N2000.

La zone large de l'AMP est essentiellement fréquentée par les voiliers, tandis que dans le reste de l'AMP on retrouve majoritairement des petites unités de plaisance avec un gradient croissant d'est en ouest de la zone.

Au sein des sites N2000, notamment « Bancs sableux de l'Espiguette », une augmentation et une évolution des usages sont observées (pression de plaisance plus importante, augmentation de la diversité des activités de loisirs nautiques et balnéaires, pêche professionnelle et de loisir). Tout ceci entraîne des conflits d'usage (par ex. : non-respect de la réglementation du mouillage) mais aussi la dégradation de l'habitat.

L'activité de whale-watching s'est aussi largement développée avec plusieurs structures (au départ du Grau-du-Roi et des Saintes-Maries-de-la-Mer) proposant l'observation du Grand dauphin dans la zone, allant de grand catamaran au jet-ski.

Le risque de collision est également présent, notamment entre les bateaux à moteur et les petits cétacés, pouvant entraîner des blessures voire la mort des animaux. Ces collisions sont généralement dues à l'inattention des conducteurs et à la vitesse de l'embarcation (Mayol, 2007; Mayol et al., 2007).

➤ Interactions en Méditerranée et/ou dans la zone Espiguette-Camargue :

Les interactions entre la plaisance et les cétacés sont de plus en plus nombreuses dues à l'augmentation et à la diversification de ces activités humaines. Par exemple, en 2024 de nombreuses interactions Grand dauphin et jet-ski ont été reportées et notamment sur des groupes avec jeunes et nouveau-nés, induisant un dérangement conséquent pour l'espèce.

De plus, depuis quelques années un développement remarquable des activités commerciales a eu lieu ce qui a des conséquences méconnues mais non négligeables sur les espèces présentes : dégradation de l'habitat, dérangement, ...

Suite à ce développement et en concertation avec les acteurs, le PnrC propose et développe des partenariats afin de suivre et d'encadrer respectueusement ces activités, et en profite pour collecter des données d'observations opportunistes.

4.3. La pêche de loisir et professionnelle

➤ Présence des activités au sein de la zone Espiguette-Camargue :

La pêche est une activité historique en Camargue. Elle constitue donc un enjeu fort du territoire du Parc. On distingue trois types de pêche présents :

- La pêche professionnelle :

La pêche professionnelle est très développée dans toute la zone étudiée mais est majoritairement présente dans 4 zones : aux abords du cantonnement de pêche, sur le secteur « Pointe de Beauduc », à l'ouest de la Camargue au niveau de l'embouchure du Petit-Rhône, et devant l'Espiguette (Carte 13).

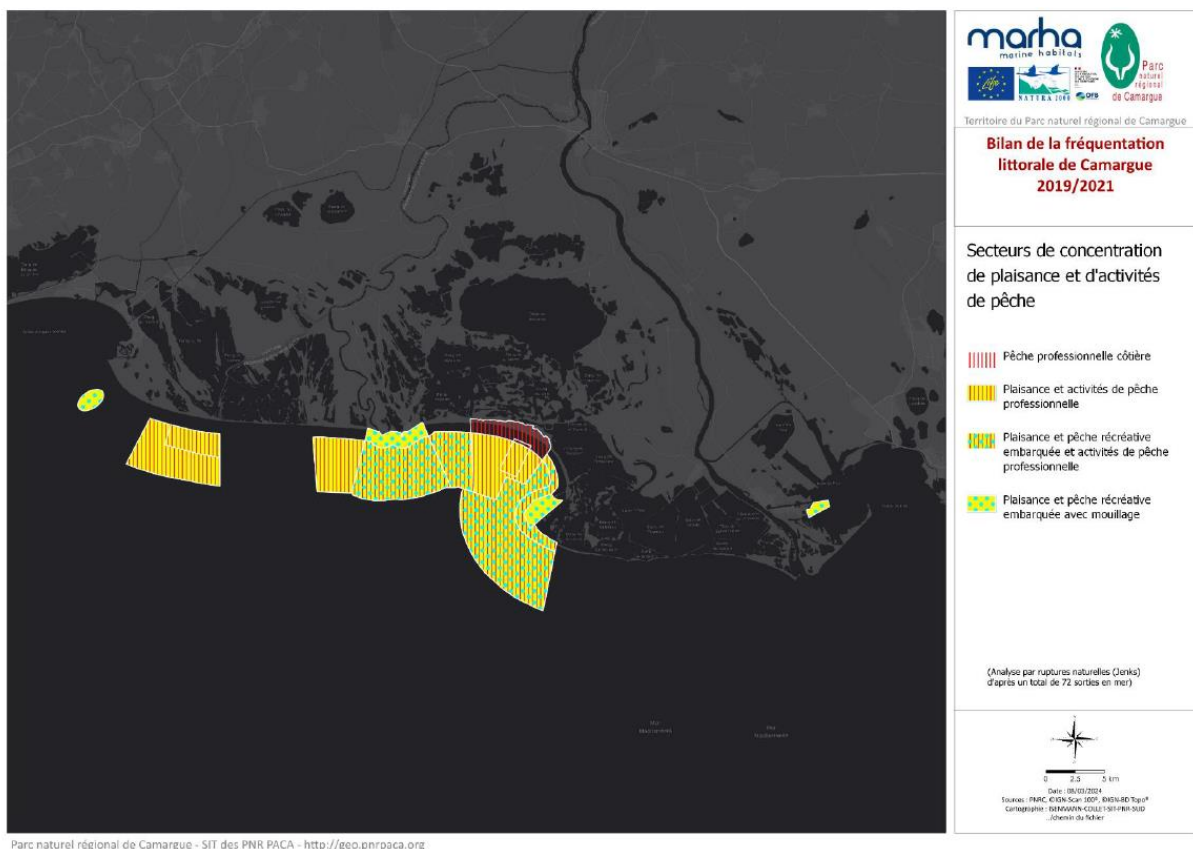
La gestion des pratiques de pêche durable, sous toutes ses formes, s'articule avec la gestion de la ressource halieutique, de la préservation des milieux naturels et de la gestion de la qualité de l'eau.

- La pêche de loisir embarquée :

La pêche de loisir embarquée est majoritairement présente à l'ouest de l'Espiguette dans la « zone à maquereau ».

- La pêche de loisir côtière :

L'activité de pêche de loisir côtière quant à elle se concentre majoritairement à proximité des zones urbaines et faciles d'accès, sur les épis en général. Elle ne doit pas se développer davantage dans la zone de protection de biotope de Beauduc au vu des enjeux écologiques (herbier de zostère et grande nacre).



Carte 13. Secteurs de concentration de la plaisance et des activités de pêche entre 2019 et 2021.

➤ Risque(s) pour les cétacés :

La raréfaction des proies couplée à l'exploitation commune de certaines espèces de poissons ont conduit à des conflits entre pêcheurs et cétacés sur différents territoires, et plus particulièrement avec le Grand dauphin. En effet, en raison de son régime alimentaire et son comportement opportuniste, cette espèce vient régulièrement se nourrir dans les filets, créant des dégâts matériels et entraînant une déprédation rapide en prélevant une partie parfois importante de la pêche (Dhermain et al., 2011; Labach et al., 2016). De l'autre côté, les activités de pêche peuvent avoir des effets négatifs sur le Grand dauphin par le biais de captures accidentelles dans les filets ou de mortalité directe.

➤ Interactions en Méditerranée et/ou dans la zone Espiguette-Camargue :

Une étude préliminaire portant sur la co-occurrence du Grand dauphin et des signaux de pêche au sein de la zone a été réalisée au cours du projet et présentée sous format d'un poster lors de la conférence annuelle de l'European Cetacean Society en avril 2024 en Sicile (Annexe 1). Cette étude a montré la zone du Golfe de Beauduc comme zone d'importance pour l'espèce mais aussi pour les activités humaines, induisant ainsi un indicateur de « compétition et captures-accidentelles » de moyen à fort. Cependant, le réel impact de cette co-occurrence n'a pu être estimé puisque l'indicateur ne différencie

pas les différents types d'activités humaines, ni engins de pêche (casiers, nasses, filets maillants, filets droits, pots à poulpes).

Au cours de l'étude présente dans ce rapport, des interactions entre activités humaines et cétacés ont pu être mises en évidence (partie 3.6). Le Grand dauphin est majoritairement observé à proximité d'activités humaines et notamment de la pêche professionnelle et des chalutiers.

D'autre part, l'augmentation de la concentration en petites unités de plaisance pour la pêche de loisir côtière sur certaines zones induit une pression sur la ressource alimentaire mais peut aussi induire un risque de perturbation des cétacés étant donné que la zone est une zone de passage pour le Grand dauphin.

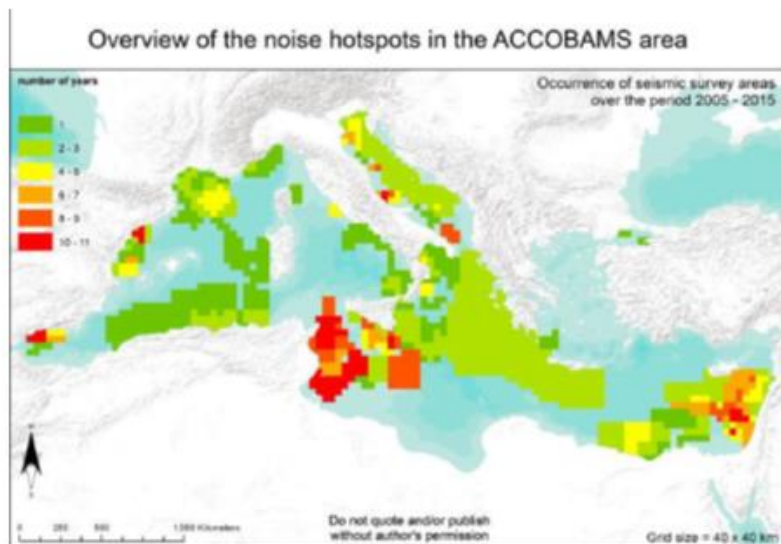
L'étude des échouages menée en Méditerranée française a montré que 18,6 % des grands dauphins échoués entre 2010 et 2012 présentaient des traces de capture probable ou évidente par des engins de pêche (Dhermain et al., 2015). Une étude précédente couvrant la période 2005-2009 faisait état de 26,4 % des individus de l'espèce ayant des traces de capture, un chiffre comparable aux données antérieures (24.6 % entre 1972 et 2004) (Dhermain et al., 2011).

D'après Dhermain et al. (2015), la cause de la mort peut être déterminée avec certitude lorsqu'il s'agit de causes non naturelles comme les collisions avec les navires ou les captures accidentelles dans des filets. Le nombre de cas avérés d'échouages induit par des facteurs anthropiques est probablement plus faible par rapport à la réalité, puisqu'il n'est pas possible de déterminer les causes de la mort de tous les individus. Cette sous-évaluation pourrait être liée au degré de décomposition des individus qui biaise la détection de marques d'interactions ou encore au fait que les échouages ne représentent qu'une petite partie seulement des individus morts en mer (cf. rapport final du projet INTERACT, 2019).

4.4. Les activités militaires, sismiques, éoliennes et d'exploration d'hydrocarbures

➤ Présence des activités au sein de la zone Espiguette-Camargue :

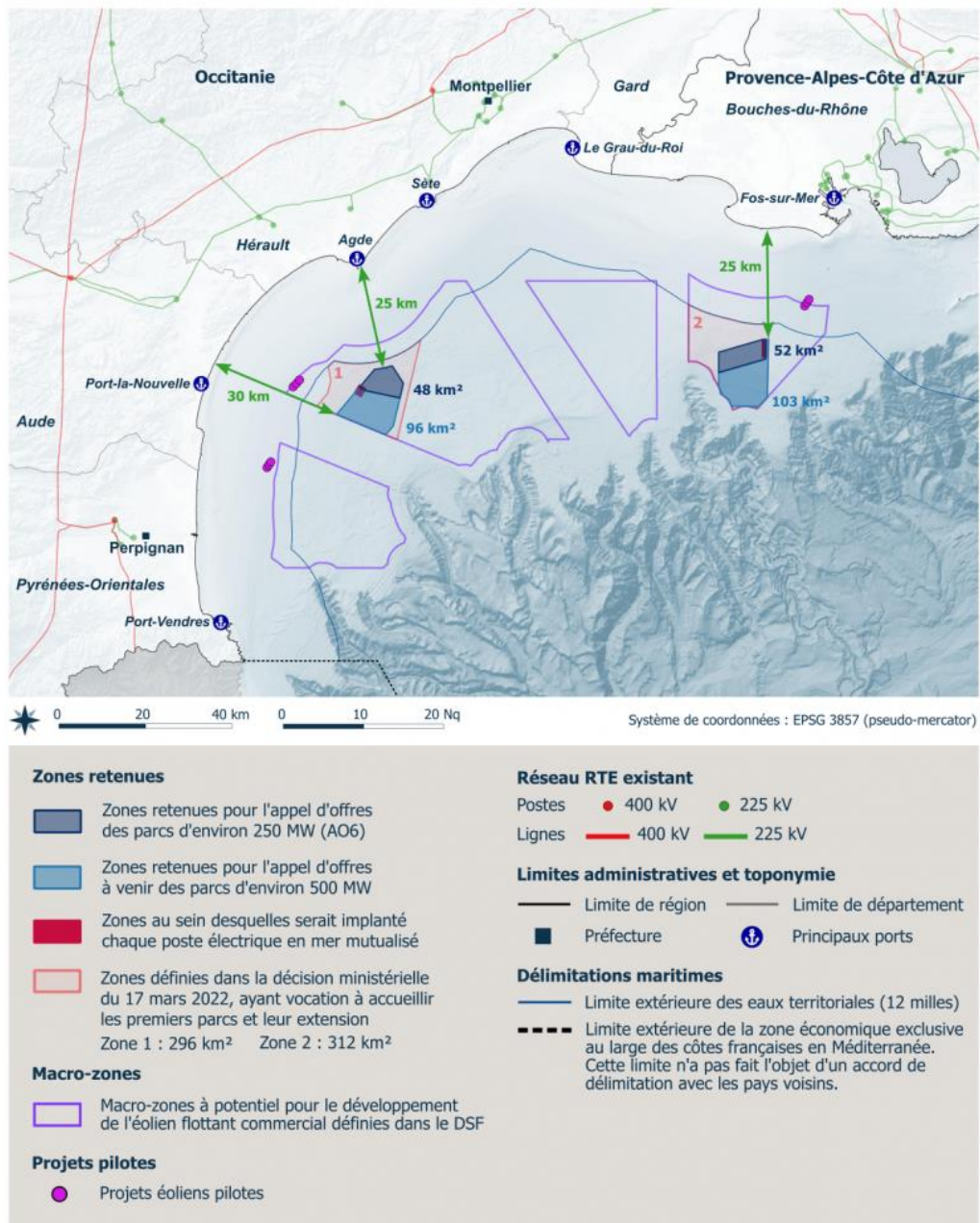
La Carte 14 signale la présence d'activités sismiques dans tout le Golfe du Lion, incluant le périmètre de la zone étudiée.



Carte 14. Fréquence d'occurrence des blocs de permis sismiques sur 10 ans lorsque les levés sismiques sont autorisés (d'après Maglio et al., 2016).

La Carte 15 indique la présence d'une ferme d'éoliennes pilote au sein du site N2000 « Camargue », mais indique aussi l'emplacement de la future ferme commerciale qui se situera en bordure du site N2000 « Camargue ».

Zones retenues pour les appels d'offres des premiers parcs et pour leurs extensions



Carte 15. Zones retenues pour les premiers parcs éoliens et pour leurs extensions.

Aucune aire d'exercice de la marine ou bien d'explorations d'hydrocarbures n'a lieu au sein de la zone Espiguette-Camargue.

En plus de ces activités, des travaux portuaires et d'aménagement du littoral ont lieu dans la zone étudiée, comme par exemple l'agrandissement de la digue de sortie du port des Saintes-Maries-de-la-Mer.

➤ Risque(s) pour les cétacés :

Les sons émis ainsi que les perturbations électromagnétiques peuvent entraîner des lésions auditives, ainsi que des perturbations dans les activités vitales des cétacés (Gannier, 2004). Cependant, les impacts ainsi que leurs importances sont très peu connues.

➤ Interactions en Méditerranée et/ou dans la zone Espiguette-Camargue :

Les interactions entre ces activités et les cétacés ne sont pas connues. De nombreux projets sont en émergence notamment pour étudier les interactions entre les éoliennes en mer et les populations de cétacés.

4.5. La pollution chimique et biologique

➤ Présence des activités dans la zone Espiguette-Camargue :

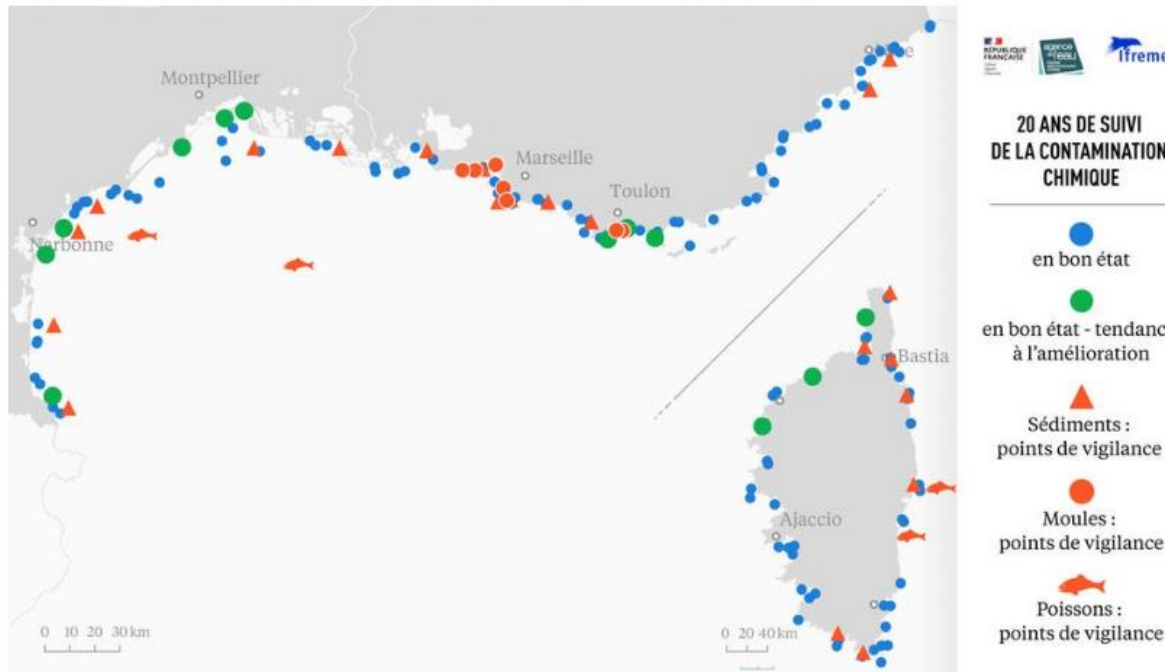
Au sein de la zone concernée, on distingue différents types de pollutions :

- Les pollutions d'origine maritime (par rejets des navires) : celles-ci comprennent aussi bien les rejets d'hydrocarbures, les substances nocives transportées, les eaux usées, les ordures (ex. : polystyrènes issus de la pêche professionnelle), que les rejets atmosphériques. D'après le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), environ 10% des sources de pollutions anthropiques proviennent du secteur maritime.
[Cf. à l'ouest : pollution en lien avec les activités du grand port maritime de Marseille (golfe de Fos).]
- Les pollutions d'origine terrestre : en raison des nombreux affluents (Vidourle, Petit Rhône, Grand Rhône), les pollutions arrivent directement dans les masses d'eau côtières.
La pollution d'origine urbaine (eaux usées, déchets, résidus pharmaceutiques...) est l'une des principales causes de dégradation des milieux aquatiques marins.
- Les rejets organiques et chimiques (bactéries fécales, polluants organiques persistants type pesticides, insecticides...) peuvent également entraîner une pollution de l'environnement marin par le biais des écoulements et des eaux pluviales (lessivage des sols).
[Dans le delta de Camargue : zone agricole avec des activités principalement de riziculture et de maraîchage notamment.]

Les macrodéchets provenant des activités terrestres et maritimes concernent principalement les déchets plastiques.

Concernant la pollution chimique, des suivis de contamination ont eu lieu tout le long de la façade méditerranéenne française pendant 20 ans. Les analyses ont montré que les alentours des grandes métropoles présentaient des niveaux de contamination localement plus élevés et dépassant parfois les seuils réglementaires. C'est notamment le cas dans le secteur de Fos, donc à l'est de la zone

Espiguette-Camargue, où des valeurs en polluants organiques persistants sont les plus élevées. Ces taux impactent toute la chaîne alimentaire et s'accumule durablement. Cependant, la Carte 16 montre que sur 20 ans la zone Espiguette-Camargue présente une eau en bon état, bien que des points de vigilance existent aux extrémités (Bouchoucha et al., 2021).



Carte 16. Résultats principaux de 20 ans de suivi de la contamination chimique en Méditerranée (crédit: Ifremer).

Le suivi de la qualité microbiologique de la zone Espiguette-Camargue montre une qualité bonne avec aucune amélioration ou dégradation de la qualité sur 10 ans (Marco-Miralles et al., 2022). De même, la productivité primaire dans cette zone est bonne et constante. Les niveaux de métaux lourds enregistrés dans la zone traduisent ainsi les effets des réglementations (sanitaires et/ou environnementales) avec l'observation d'une diminution des niveaux observés dans des organismes marins utilisés comme bioindicateur au cours des années 1990 et 2000, puis une stabilisation des niveaux autour des valeurs planchées depuis les années 2010.

➤ Risque(s) pour les cétacés :

Les cétacés sont particulièrement sensibles aux contaminants chimiques, car ce sont des prédateurs avec une longue durée de vie, se nourrissant généralement à un niveau trophique élevé et ayant de grandes réserves de graisse qui peuvent servir de dépôts pour les contaminants anthropiques. La principale voie d'exposition pour les cétacés reste le réseau trophique, même dans les habitats hautement contaminés (Berio et al., 2020).

Les polluants organiques persistants (POP), comme les PCB, les pesticides organochlorés (OCP), le DDT et les retardateurs de flamme polybromés (PBDE) présentent un fort potentiel de bioaccumulation au sein des cétacés et sont connus pour leurs impacts négatifs sur les systèmes endocrinien, immunitaire neuronal et reproducteur (Laran et al., 2010). Les phtalates (additifs plastiques) présents dans les microplastiques ont également des effets toxiques sur les organismes qui les ingèrent, notamment sur le fonctionnement hormonal (perturbateurs endocriniens ; (Maria Cristina Fossi et al., 2018).

La pollution biologique, induite par l'entrée ou le développement de micro-organismes comme les virus, bactéries, parasites dans l'environnement, peut entraîner des effets pathologiques graves chez les cétacés. Certains agents peuvent entraîner une immunosuppression (développant chez les animaux une sensibilité accrue aux maladies), des lésions et/ou des déficiences cérébrales entraînant des changements comportementaux et une baisse de l'état de santé général des populations (Berio et al., 2020).

➤ Interaction en Méditerranée et/ou dans la zone Espiguette-Camargue :

Laran et ses collaborateurs (2010) ont mis en évidence une contamination globale des cétacés du sanctuaire Pelagos, avec la présence avérée de contaminants sur l'ensemble des odontocètes et mysticètes échantillonnés.

Les cachalots, globicéphales noirs et dauphins de Risso présenteraient des concentrations élevées en PCBs et OCPs. D'après l'étude, ces niveaux de contamination seraient 5 à 10 fois plus élevés que ceux de leurs congénères d'Atlantique.

Selon Fossi *et al.* (2018), le Sanctuaire Pelagos présenterait une densité de microplastiques particulièrement élevée par rapport à d'autres régions du monde. La contamination par les phtalates a été avérée chez les rorquals communs, les cachalots et les globicéphales noirs fréquentant cette zone (WWF France, 2020).

Plusieurs études réalisées sur les échouages de cétacés sur les côtes françaises de Méditerranée mettent en évidence la présence d'agents pathogènes au sein d'individus échoués (Dhermain et al., 2011, 2015; Wafo et al., 2005).

4.6. Synthèse des enjeux

Au sein des sites étudiées en Camargue, au vu des connaissances actuelles sur les cétacés, les activités humaines en mer et leurs impacts potentiels sur les espèces, des zones à enjeux apparaissent (Tableau 4) :

Tableau 4. Détails des enjeux espèces/zones sur les sites étudiés par type de pression.

Menaces	Espèces sensibles	Potentielles zones à risque sur les sites animés par le Parc
Collisions	Grands navires : Rorqual commun et Cachalot (Di-Méglio & David, 2010). Petites embarcations (bateaux à moteur, jet-skis) : petits delphinidés comme le Grand dauphin, le Dauphin bleu et blanc (Mayol <i>et al.</i> , 2013).	Grands navires : Le Parc ne présente pas de zone à risque puisque très peu de grands navires et pas d'observation de grands cétacés. Petits navires : Toutes les zones du Parc sont de potentielles zones à risque, avec une prédominance pour la bande côtière où les activités sont majoritairement localisées, ainsi qu'à l'ouest avec le plus grand port de plaisance d'Europe « Port Camargue », à l'entrée du site « Bancs sableux de l'Espiguette ».
Dérangement	Du fait de son habitat essentiellement côtier, le Grand dauphin est particulièrement sensible aux activités de plaisance (Labach <i>et al.</i> , 2016).	Toutes les zones du Parc pourraient constituer des zones à risque au regard de la fréquentation par les activités de plaisance et du nombre d'observations de Grand dauphin réalisées dans ce secteur, avec une prédominance pour le site « Bancs sableux de l'Espiguette » qui plus fréquenté par la plaisance avec la proximité immédiate de Port Camargue..
Captures accidentelles	Son régime alimentaire, son comportement opportuniste ainsi que sa présence sur le plateau continental font du Grand dauphin une espèce particulièrement sensible aux captures accidentelles (Labach <i>et al.</i> , 2016).	Les zones plus au large (à partir des 3 miles marins) où l'activité de pêche chalutière se concentre.
Pollution sonore	A cause de son habitat côtier partagé avec de nombreuses activités humaines (plaisance, pêche, activités portuaires...), le Grand Dauphin en Méditerranée est particulièrement touché par la pollution sonore (Labach <i>et al.</i> , 2016).	Au vu des activités humaines présentes dans les sites animés par le Parc et de la superposition de ces activités dans certaines zones, la pollution sonore pourrait être particulièrement importante notamment à proximité des ports des Saintes-Maries-de-la-mer, du Grau-du-Roi et de Port-Saint-Louis-du-Rhône (grand port maritime). La

	Les sources de bruit océanique importantes, telles que certains sonars militaires, les explosions et le commerce maritime, peuvent se propager sur des centaines de kilomètres, pouvant ainsi toucher toutes les espèces de cétacés (Di-Méglio & David, 2010).	pollution sonore est particulièrement présente aux abords de Port Camargue (plaisance, pêche) et dans une moindre mesure du Golfe de Beauduc (pêche).
Pollution chimique et biologique	Disséminé par les vents et les courants, les contaminants chimiques et biologiques s'étendent dans l'ensemble du milieu marin et des habitats, pouvant ainsi toucher toutes les espèces de cétacés.	Tous les sites animés par le PnrC sont soumis à des pollutions chimiques et biologiques de par sa fréquentation maritime mais aussi de par ses affluents.

5. Conclusion

Au vu des connaissances actuelles et des besoins de gestion pour les sites animés par le Parc naturel régional de Camargue, des lacunes apparaissent en termes de connaissances sur les espèces et les pressions. Un bilan des connaissances acquises est présent dans le Tableau 5 et le Tableau 6. Le détail des manques (besoins) est présenté dans le Tableau 7 et le Tableau 8, et le détail des perspectives ainsi que les méthodologies sont dans le Tableau 9.

Cette étude a permis de mettre en évidence que le Grand dauphin fréquente l'ensemble des sites Natura 2000 marins présents en Camargue et ce toute l'année avec une prédominance pour la zone large au-delà des 3MN. Les groupes sont aussi plus importants au large qu'à la côte, mais aucune variation saisonnière dans la taille des groupes n'a été mise en évidence. De plus, plus les groupes sont grands, plus il y a de nouveau-nés et de jeunes. L'ensemble de la zone semble être favorable à l'élevage des nouveau-nés et jeunes. Cependant, l'ensemble des résultats des tests statistiques sont à prendre avec précaution, car ils ont été réalisés sur un faible échantillonnage et peuvent ne pas être représentatif de la réalité. Il paraît donc important de continuer à collecter des données si on souhaite une robustesse plus importante de ces tests et la mise en évidence de nouveaux résultats et interprétations.

La zone camarguaise ne semble pas présenter de communauté résidente de Grand dauphin, ni de fidélité au site, bien que quelques individus semblent l'être. C'est une zone de passage importante pour l'espèce, bien que de nombreux comportements d'alimentation aient été observés notamment en zone côtière. De plus, ces comportements d'alimentation ont majoritairement été observés à proximité d'activités humaines liées à la pêche.

Afin d'améliorer les connaissances acquises et ainsi mieux comprendre leur fonctionnement au sein des sites animés par le Parc pour mieux les préserver, il est important de continuer les suivis et de collecter de nouvelles données. Mais il est aussi important d'améliorer les connaissances qui sont lacunaires sur les différentes menaces et pollutions dans tout le périmètre d'action du Parc si l'on veut protéger les cétacés au mieux.

Tableau 5. Bilan des connaissances sur le Grand dauphin au sein du PnrC.

Espèce	Présence	Saisonnalité				Habitat préférentiel	Zones fonctionnelles identifiées	Structure sociale
		Printemps	Eté	Automne	Hiver			
Grand dauphin	Présent	✓	✓	✓	✓	Plateau continental	Zone d'alimentation Zone d'élevage	Individus de passage Qq uns résidents

Tableau 6. Bilan des pressions et de leur impact sur le Grand dauphin au sein du PnrC.

Pressions Espèce	Trafic maritime	Plaisance & Whale-watching	Pêche professionnelle	Activités militaires, sismiques, d'exploration d'hydrocarbures et éoliennes	Pollutions chimique et biologique
Présence de la pression	Présent	Présent	Présent	Présent	Supposé
Grand dauphin	Non	Oui	Oui	Oui	Oui

Tableau 7. Bilan des manques (besoins) en termes de suivi à long-terme suite à l'analyse des jeux de données au sein de la zone Espiguette-Camargue.

Catégorie	Manques (besoins)
Distribution spatio-temporelle/habitat	Les connaissances sont à l'heure actuelle insuffisantes pour caractériser avec précision la distribution spatiale et temporelle du Grand dauphin dans la zone Espiguette-Camargue.
Composition des groupes	Concernant la composition des groupes, les données recueillies sont actuellement insuffisantes. Il semblerait que le Parc soit une zone d'élevage pour le Grand dauphin puisque de nombreuses observations de nouveau-nés et de jeunes ont eu lieu.
Fidélité au site	Des grands dauphins pourraient présenter une fidélité aux sites animés par le Parc, puisque des individus sont présents toute l'année. Cependant, le nombre de recaptures est trop faible pour conclure sur l'existence d'une population sédentaire. La mise en place d'un suivi par photo-identification déployé sur le long terme permettrait de préciser le degré de résidence.
Comportement et zones fonctionnelles	Les connaissances sur les comportements et la présence de zones fonctionnelles sont actuellement insuffisantes à l'échelle du Parc, mais ont pu être améliorées au cours de ce projet. Ces connaissances sont importantes pour pouvoir définir avec précision des secteurs à enjeu particulier pour les cétacés. A l'heure actuelle, aucune zone particulière n'a pu être identifiée. Cependant, le comportement d'alimentation est prédominant dans toute la zone étudiée, et semble être plus important dans la bande côtière. L'étude approfondie des comportements, entre autres par saison, est rendue difficile par une inégalité temporelle du nombre d'observations et de ce fait des comportements identifiés. Des études comportementales complémentaires seraient intéressantes pour définir plus précisément des zones clés pour l'espèce en fonction de leur utilisation d'une saison à une autre. Il serait aussi intéressant de coupler les observations visuelles avec des outils d'acoustique passif, mais aussi d'utiliser l'acoustique passif seul ce qui permettrait d'étudier la zone sur une plus grande échelle de temps et en ne tenant pas compte des contraintes météorologiques.
Interactions avec les activités humaines	Les connaissances concernant les interactions entre cétacés et activités humaines sont très limitées, car aucune étude n'est dédiée. Cependant, au cours de ce projet de premiers éléments ont été mis en évidence. Dans les zones animées par le Parc, les grands dauphins ont été observés majoritairement à proximité d'activités humaines (>50% des observations) et notamment d'engins dormants lorsqu'ils sont en alimentation.

Tableau 8. Bilan des manques (besoins) en études complémentaires au sein du Parc.

Catégorie	Manques (besoins)
Effectifs	A l'heure actuelle, aucune estimation d'effectifs n'existe à l'échelle de la zone étudiée pour le Grand dauphin. Ceci est dû au fait que les animaux présents sont de passage et

	n'appartiennent pas à une communauté résidente. Il n'est donc pas pertinent d'estimer des effectifs à l'échelle de la zone Espiguette-Camargue. Concernant les effectifs de grands dauphins en Provence-Golfe du Lion estimés lors du projet GDEGeM, il s'agit d'une première estimation d'effectif sur l'ensemble des côtes continentales avec un effort sur toutes les saisons. Des données supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir évaluer les effectifs et identifier les tendances. Ces données sont notamment récoltées et seront analysées dans le cadre du projet TURSME2.
Structure de la population	Les connaissances actuelles montrent qu'il ne semble pas y avoir de réelle communauté distincte de Grand dauphin au sein de la zone étudiée. Cependant, quelques individus sont tout de même résidents de la zone.

La collecte de données régulière sur l'ensemble de la zone a permis d'améliorer les connaissances sur l'espèce. Cependant, celles-ci sont encore trop faibles pour déterminer avec plus de précision la distribution spatio-temporelle, la structure de la population du Grand dauphin dans les sites animés par le PnrC, mais aussi pour estimer l'effectif, et identifier des zones vitales. C'est pourquoi il est important de mettre en place un suivi sur le long terme au sein du Parc.

L'intégration de collecte de données sur les activités, simultanément à celles sur les espèces, comme le trafic maritime, les pêcheries et les macro déchets, apporterait des informations précieuses sur les risques potentiels auxquels les animaux peuvent être soumis dans le périmètre des sites N2000 animés par le Parc.

Tableau 9. Bilan des perspectives et de la méthodologie nécessaire pour améliorer les connaissances.

Objectifs	Espèces	Types de données	Méthodes à la mer	Méthodes d'analyses
Estimer les effectifs	Grand dauphin	Données visuelles	Photo-identification Présence/absence	Capture-Marquage-Recapture (CMR)
Préciser la distribution spatiale et temporelle des populations	Grand dauphin	Données visuelles	Photo-identification Présence/absence	CMR
Connaître la structure de la population	Grand dauphin	Données visuelles	Photo-identification	CMR
Evaluer la fidélité et caractériser la résidence des individus	Grand dauphin	Données visuelles	Photo-identification	CMR
Identifier des zones clés pour	Grand dauphin	Données visuelles	Photo-identification Présence/absence	CMR

les activités vitales		Données acoustiques	Présence	Analyses acoustiques
Evaluer les interactions avec des activités humaines et leur impact sur les cétacés	Grand dauphin	Données visuelles	Photo-identification Présence/absence	CMR
		Données acoustiques	Présence	Analyses acoustiques

6. Bibliographie

- Bearzi, G., Fortuna, C. M., & Reeves, R. R. (2008). Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, 39(2), 92–123. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2008.00133.x>
- Berio, E., Grattarola, C., Berny, P., Keck, N., Jourdan, J., & Labach, H. (2020). *Biological and toxicological contamination of cetaceans in the Pelagos Sanctuary: assessment, origin, monitoring and mitigation Final report*.
- Bouchoucha, M., Tomasino, C., Amouroux, I., Andral, B., Brach-Papa, C., Briand, M., Buchet, R., Delmas, L., Galgani, F., Gonzalez, J.-L., Grouhel-Pellouin, A., Mauffret, A., Mille, T., Munaron, D., Ponzevera, E., Wessel, N., & Boissery, P. (2021). *20 ans de suivi de la contamination chimique des eaux côtières méditerranéennes. Résultats & perspectives*.
- David, L., Arcangeli, A., Tepsich, P., Di-Méglio, N., Roul, M., Campana, I., Gregoriotti, M., Moulins, A., Rosso, M., & Crosti, R. (2022). Computing ship strikes and near miss events of fin whales along the main ferry routes in the Pelagos Sanctuary and adjacent west area, in summer. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(3), 442–456.
- David, L., & Di-Méglio, N. (2010). *Suivi temporel du Sanctuaire PELAGOS par transects mensuels au large et réflexion sur des méthodologies de monitoring*.
- Dhermain, F., Astruc, G., Cesarini, C., Dupont, L., Dupraz, F., Godenir, J., Keck, N., Labach, H., & Wafo, E. (2015). *Recensement des échouages de cétacés sur les côtes françaises de Méditerranée, entre 2010 et 2012*. 29, 103–126.
- Dhermain, F., Dupraz, F., Dupont, L., Keck, N., Godenir, J., Cesarini, C., & Wafo, E. (2011). *Recensement des échouages de cétacés sur les côtes françaises de Méditerranée. Années. 25*, 121–141.
- Di-Méglio, N., & David, L. (2010). *Suivi temporel du Sanctuaire PELAGOS par transects mensuels au large et réflexion sur des méthodologies de monitoring. Programme de recherche PELAGOS France 2007/2009. Rapport final GIS3M*, 200 p.
- Di-Méglio, N., Roul, M., David, L., Gimenez, O., Azzinari, C., Jourdan, J., Barbier, M., & Labach, H. (2015). *Abondance et répartition spatio-temporelle et fonctionnelle du Grand dauphin dans le Golfe du Lion. Projet GDEGeM Grand dauphin Etude et Gestion en Méditerranée 2013-2015. Rapport GIS3M, fait par EcoOcéan Institut, BREACH et le GECEM*.
- Fossi, M. C., Panti, C., Baini, M., & Lavers, J. L. (2018). A Review of Plastic-Associated Pressures: Cetaceans of the Mediterranean Sea and Eastern Australian Shearwaters as Case Studies. *Frontiers in Marine Science*, 5(May), 173. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00173>
- Labach, H., Gimenez, O., Barbier, M., Jourdan, J., David, L., Di-Méglio, N., Roul, M., Azzinari, C., Robert, N., & Tomasi, N. (2016). *Etude de la population et conservation du Grand Dauphin en Méditerranée française. Projet GDEGeM Grand Dauphin Etude et Gestion en Méditerranée 2013-2015*. https://www.gdegem.org/sites/gdegem.org/files/documentation/gdegem_rapport_global_photo-id.pdf

- Laran, S., Praca, E., Tapie, N., Budzinski, H., Legavre, T., & Ody, D. (2010). *Evaluation du niveau de contamination d'espèces odontocètes et mysticètes du Sanctuaire Pelagos*.
- Marco-Miralles, F., Herlory, O., & Brach-Papa, C. (2022). *Qualité du milieu marin littoral. Bulletin de la surveillance 2021. Départements des Alpes maritimes, Bouches du Rhône, Var et Haute Corse*. Ref. ODE/UL/LEPAC-22-05. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00785/89692/>
- Mayol, P. (2007). *Déteçtabilité des grands cétacés à bord des Navires à Grande Vitesse pour limiter les risques de collision*. Ecole Pratique des Hautes Etudes.
- Mayol, P., Capoulade, F., & Beaubrun, P. (2007). *Navires de commerce et collisions avec les grands cétacés en Méditerranée nord-occidentale : Les enjeux et les travaux d'une équipe de recherche*.
- Tardy, C., Di-Méglio, N., Roul, M., David, L., Ody, D., Jacob, T., Gimenez, O., & Labach, H. (2016). *Caractérisation de la population de Rorquals communs fréquentant le bassin de Méditerranée nord-occidentale. Parc national de Port-Cros, Animateur de la Partie française de l'Accord Pelagos et GIS 3M*.
- Tardy, C., Jourdan, J., & Labach, H. (2022). *Etat des lieux des données et connaissances disponibles sur le Grand dauphin et les autres espèces de cétacés dans le périmètre du Parc national des Calanques*.
- Wafo, E., Sarrazin, L., Diana, C., Dhermain, F., Schembri, T., Lagadec, V., Pecchia, M., & Rebouillon, P. (2005). Accumulation and distribution of organochlorines (PCBs and DDTs) in various organs of *Stenella coeruleoalba* and *Tursiops truncatus* from Mediterranean littoral environment (France). *Science of the Total Environment*, 348(1–3), 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.12.078>
- WWF France. (2020). *Évaluation de la contamination par les phtalates des grands cétacés du Sanctuaire Pelagos*.

7. Annexe

Annexe 1 : Poster présenté lors de la conférence annuelle de l'European Cetacean Society en avril 2024 en Sicile portant sur la co-occurrence du Grand dauphin et des signaux de pêche dans l'AMP de Camargue.

