



Institut Nautilus

*Pôle de formation à l'exploration scientifique de longue durée
en
Évolution biologique et transformations de la civilisation*



Mission ORQUES IBÉRIQUES 2024

***Étude préliminaire sur la sécurité de la navigation
et la préservation des Cétacés sur les côtes
Ibériques de l'océan Atlantique
à la mer Méditerranée***



Mission Orques Ibériques 2024

Groupe de recherche Green Armada

Olivier Cheyrezy, chef de mission et des opérations.

Laurie Hercelin, Direction scientifique.

(lauriehercelin@gmail.com)

Jean-Pierre Sylvestre, naturaliste-cétologue, Orca Enr., l'Isle-Verte, QC, Canada

(orcajps2103@gmail.com)

Sylvain Mahuzier, biologiste, ornithologue.

Claude Rouquette, historien de marine et naturaliste.

Équipage voilier « Alpha » : Olivier Cheyrezy, Laurie Hercelin, Andy Moreau, Camille Collard, Camille Planès, Laurent Poupard

Résumé : Depuis quelques années, des orques (*Orcinus orca*) manifestent un comportement inhabituel envers les voiliers et autres embarcations à moteur le long des côtes d'Espagne et du Portugal, particulièrement en Atlantique, du Cap Saint-Vincent au Golfe de Cadix, ainsi que vers le détroit de Gibraltar jusqu'à la mer d'Alboran, en Méditerranée. Ces interactions, souvent spectaculaires et médiatisées, ont poussé les institutions espagnoles et divers organismes à mener des recherches pour comprendre et prévenir ce comportement singulier.

Les orques s'attaquent principalement à la coque et au safran des voiliers, causant des dommages graves et mettant indirectement en danger les équipages. En réponse, des organismes de recherche diffusent des mesures préventives et des avis à la navigation pour alerter les navigateurs de la présence des orques afin d'assurer leur sécurité tout en contribuant à la sauvegarde de ces cétacés.

L'association Green Armada a lancé une campagne de recherche dans cette zone maritime sensible, qui est d'une importance géostratégique pour la navigation par le détroit de Gibraltar. Cette étude vise à comprendre les variations de comportement des orques en lien avec les contraintes environnementales et anthropiques de la péninsule Ibérique, afin de contribuer à la sécurité de la navigation et à la préservation de ces "tigres des océans".

Nous explorons plusieurs hypothèses, les chercheurs auraient découvert que ces interactions sont souvent le fait de jeunes orques mâles et adolescents qui résulteraient davantage d'un comportement ludique que d'une véritable agression envers les hommes. Ces orques immatures, en pleine acquisition d'instincts sociaux amplifiés par des sens auditifs, tactiles, et conceptuels en plein développement, semblent imiter des comportements observés chez leurs aînés, transformant ainsi ces interactions en une sorte de jeu. A moins qu'il ne s'agisse d'une agressivité naturelle liée à la capture de proies, détournée sur la coque et le safran lors des interactions envers les voiliers pour une ou des causes qui restent à confirmer ?

Mots Clés : Mammifères marins, océans, évolution, cétacés, agressivité, interaction, orques, Gibraltar, complexité.

Remerciements

Pour leur contribution, leur soutien et leur engagement à la bonne réalisation de cette mission, et du documentaire « Orques Ibérica 2024 » produit, monté et réalisé par Mr De Oliveira - NRV Prod.

A l'Académie de marine.

A l'Institut de l'Océan, Sorbonne Université.

Aux Muséums d'Histoire Naturelle de Nîmes et de Marseille.

A Monsieur Patrick Tort, Directeur de l'Institut Charles Darwin International.

Au Magazine Espèces, représenté par Céline Breton rédactrice en chef.

A Madame Arielle Dumas et toute l'équipe de l'association Information pour la Recherche sur la Rétinite Pigmentaire (IRRP) de Bessèges.

A l'office du Tourisme de Bessèges.

A la société Ocas Canada.

A l'association Megaptera.

A l'association class Neo 495.

A l'association Fiber Nature.

A Monsieur Benjamin Allegrini et la société Spygen.

A Madame Océane Barre et la société Seaber.

A La société SeeOnSea, et à son fondateur Monsieur Laurent Lungeri.

A l'Équipe FIVES - lantana environnement de Louis Duc, Catherine et toute l'équipe de tournage Vendée Globe : Arnel Vrac - Yak , Manon Le Guen.

A l'Équipe de tournage Canada : Messieurs Cavier Borg et Gaspard.

A Monsieur Romestant, Directeur de la société HOCHELAGA.

A Planet Océan Montpellier.

A Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation UMR MARBEC.

A l'équipe de la Télévision Communautaire des Basques et du Haut-Pays à Trois-Pistoles, Québec, Canada, Ghislain Vachon et Diego Marasco.

Mission Orques Ibériques 2024.

Étude préliminaire sur la sécurité de la navigation et la préservation des Mammifères marins cétacés sur les côtes Ibériques de l'océan Atlantique à la mer Méditerranée.

Introduction. Objectifs généraux et particuliers de l'association Green Armada.

Chapitre 1. Généralités sur Orcinus orca et son comportement de prédation, supposé dangereux, concernant les interactions avec les populations d'Orques Ibériques.

Chapitre 2. Les Orques Ibériques.

Chapitre 3. Protocole de la mission Orques Ibériques 2024.

Chapitre 4. Tableaux d'enregistrement des données et observations annexées au journal de bord du voilier « Alpha » de l'association Green Armada.

Chapitre 5 . Considérations sur les comportements agressifs animaux et des orques ibériques par rapport aux contraintes sélectives naturelles et anthropiques, en tant que processus complexe en évolution biologique indissociable des transformations de la civilisation, globales et locales.

Chapitre 6. Éléments d'océanographie opérationnelle du cap Saint-Vincent au golfe de Cadix, dans la zone de transition de l'Atlantique à la Méditerranée par le détroit de Gibraltar, vers la mer d'Alboran.

Chapitre 7. Observations des Cétacés à bord du voilier « Alpha » en océan Atlantique, de la péninsule ibérique à la mer d'Alboran, lors de la mission Orques Ibériques 2024.

Chapitre 8. Éléments d'anthropologie et d'ethnographie relatifs aux Orques et Cétacés dans la préhistoire, l'histoire, les traditions et la culture du Portugal et de l'Espagne.

Chapitre 9. Analyses des données, définition des indices de criticité des comportements des orques ibériques par rapport à ceux des contraintes sélectives naturelles et anthropiques, pour calculer le coefficient d'adaptativité de divergence du modèle d'approche afin d'effectuer des simulations tests sur les causes probables des interactions.

Conclusion et prospective : Hiérarchisation des causes probables pour la préparation de la mission « Cétacés et Orques Ibériques 2025 » destinée à améliorer la sécurité de la navigation et la préservation des Orques et des Cétacés.

Bibliographie.

Illustrations.

Annexe :

Annexe A : Les incidents entre orques et humains : L'historique, par Jean-Pierre Sylvestre.

Annexe B : Procédure d'analyse des émissions sonores des clics, sifflements et chants, d'Orcinus orca.

Introduction

Objectifs généraux et particuliers de l'association Green Armada.

Les relations historiques des Cévennes avec la mer et les océans, viennent de se concrétiser par la fondation vers Bessèges (France, Occitanie, Gard) et ses environs de l'Institut Nautilus :

« Pôle de formation à l'exploration scientifique de longue durée, maritime et terrestre, pour la recherche sur les processus complexes en évolution biologique et transformations de la civilisation »

par l'association Green Armada, présidée par Monsieur Olivier Cheyrezy. Ce marin confirmé, s'est inspiré du - *Collège de Neptune* - et des - *Mémoires de mer, cévenoles* - de L'historien de marine et naturaliste Claude Rouquette, ce dernier document a été récompensé par une mention aux prix 2023 de l'Académie de marine.



0.1. Voilier « Alpha » ketch, modèle Coronado 35

En 2024, Green Armada a formé une vingtaine de stagiaires (scientifiques, techniciens, étudiants) à la navigation pour assurer à bord de son voilier « Alpha », vers le golfe de Cadix et le détroit de Gibraltar jusqu'à la mer d'Alboran, une mission d'expertise concernant l'agressivité d'une population d'Orques Ibériques envers les voiliers de plaisance, sévèrement endommagés lors de ces interactions. Après deux mois de navigation, une analyse et une première synthèse des données océanographiques effectuée au mois de septembre, donnent lieu à ce compte-rendu soumis aux institutions et organismes qui ont apporté leur soutien à cette exploration. Tout en assurant la formation, Green Armada souhaite contribuer à la sécurité de la navigation conjointement à la préservation des mammifères marins, dans une zone maritime géo-stratégique.

Sachant que les objectifs généraux de l'Association Green Armada sont les suivants :

« Il s'agit, lors d'explorations scientifiques de longue durée, de mesurer l'évolution des écosystèmes et des zones biogéographiques afin d'étudier l'impact de leurs transformations sur la vie humaine qui s'y trouve aujourd'hui intégrée. Et, d'en tirer les conséquences écologiques, culturelles et sociales en proposant des suggestions susceptibles de concilier les sociétés et leurs natures dans la dynamique aléatoire et hasardeuse des processus évolutifs complexes qu'elles essayent de maîtriser. »

Pour soutenir la recherche appliquée et fondamentale sur les processus évolutifs complexes, les activités de Green Armada sont orientées sur la formation maritime et l'exploration scientifique de longue durée en évolution biologique et transformations de la Civilisation, simultanément en mer et à terre. Dans cet objectif particulier, après cette première mission très instructive sous bien des aspects, nous souhaitons ouvrir un stage de formation tous les ans pour préparer des missions de recherches locales et globale, la mission Orque Ibérique se poursuivra en 2025, en élargissant la recherche à d'autres espèces marines, selon les conseils du cétologue Jean-Pierre Sylvestre et du naturaliste ornithologue Sylvain Mahuzier.

De la fin juin 2024 à la fin Août 2024, l'association Green Armada a effectué une navigation en Atlantique et en Méditerranée pour évaluer « l'agressivité » des Orques Ibériques sur les côtes du Portugal et de l'Espagne. Cette navigation s'est déroulée, en Atlantique, à partir du Cap Finistère, en longeant les côtes ouest de la péninsule Ibérique, le voilier a rallié le Cap Saint-Vincent et le golfe de Cadix, pour explorer la zone du détroit de Gibraltar avant d'accéder à la mer d'Alboran, en Méditerranée. Cette opération maritime a été réalisée à bord du voilier « *Alpha* » par les stagiaires en formation à la navigation et aux explorations de longue durée dans les meilleures conditions de sécurité à la mer suivant un protocole qui a pris en considération les enregistrements et les mesures de sécurité élaborées par l'organisation GT - Orca Atlantica.

Ce protocole précisait le programme de navigation dans les zones estimées d'observations des Orques Ibériques qui devaient faire l'objet de relevés océanographiques, d'identification et d'enregistrement des comportements de ces population atypiques. Bien que signalées sur la route du voilier, à défaut d'une approche des populations d'Orques pendant cette mission, de nombreuses observations de Cétacés et une profusion de données sur leurs écosystèmes marins ont été enregistrées dans les tableaux annexés au journal de bord. Cette investigation préliminaire essaye de répondre à des questionnements légitimés par des accidents matériels répétitifs, très vite relayés par les réseaux sociaux et les médias, souvent argumentés par des assertions et des commentaires qui nécessitent une approche scientifique objective pour les élucider.

Néanmoins, la sensibilité grandissante à l'écologie confrontée à nos activités socio-économiques envahissantes sur les mers et les océans trouvent un écho retentissant, par exemple, dans les agressions de requins (La Réunion, Australie) sur des nageurs ou des surfeurs attaqués au cours de leurs activités de loisirs côtiers. De nombreux articles et vidéos ont relaté, des faits qui se sont produits sur les côtes atlantiques de l'Espagne au large de la Galice, où des groupes d'Orques s'en prennent à des voiliers en cognant les coques et en mordant le safran, lors de contacts répétés sans agression directe des équipages. La répétition de ces actes singuliers a fait l'objet de recherches scientifiques pour en trouver les causes et tenter d'y remédier. Le voilier « *Alpha* » de l'association Green Armada a donc effectué une courte mission exploratoire, les observations et les données recueillies sur les Cétacés et leur environnement nous permettent de commencer une première modélisation et des simulations pour analyser les multiples causes qui motivent cette agressivité relative, en tant que processus évolutif complexe. La piste d'une nuisance d'émissions électromagnétiques par les systèmes de navigation semble actuellement privilégiée, mais néanmoins reste à démontrer. En toute objectivité, notre groupe de recherche en évolution biologique des espèces appliquée aux transformations de la civilisation a préparé un protocole qui n'écarte aucune cause naturelle et/ou anthropique.

L'ancien marin, cétologue et guide naturaliste Jean-Pierre Sylvestre a résumé la zoologie, la phylogénie, l'anatomie et la physiologie de l'Orque, *Orcinus Orca*, sa connaissance des mammifères marins et ses nombreuses expertises sur les mers et les océans ont fait l'objet de nombreuses publications scientifiques qui nous servent de références dans la rédaction de ce compte rendu.

Le capitaine de corvette honoraire Claude Rouquette, historien de marine et naturaliste théoricien de l'évolution, donne ci-après une définition exhaustive de l'agressivité animale pour définir celle des Orques jugés « Agressifs » dans leur milieu océanique. Il propose d'optimiser l'analyse et la synthèse des observations dans des modèles afin de formuler un avis et éventuellement proposer des solutions pour préserver les orques tout en assurant la sécurité de la navigation, il s'agit d'adresser des compte-rendus aux institutions maritimes pour améliorer les règlements internationaux et européens relatifs la navigation vers le détroit de Gibraltar.

Le chef de mission Olivier Cheyrezy a arrêté les moyens nautiques, fixé les responsabilités de chef de bord et des équipages engagés pour cette mission, secondé par Laurie Hercelin, directrice scientifique, ils ont défini le plan de navigation et les zones d'observations ainsi que les modalités de contact avec les Orques suivant le protocole des observations et d'analyse des données mis au point par le comité scientifique de Green Armada et Jean-Pierre Sylvestre qui rappelle les principales caractéristique de l'Orque (*Orcinus orca*) dans le chapitre suivant.

Le biologiste et ornithologue, Sylvain Mahuzier a bien voulu assurer la relecture et les corrections de ce compte rendu avec la rigueur et la bienveillance indispensable pour valider ce compte-rendu.

Chapitre 1.

Généralités sur *Orcinus orca* et son comportement de prédation, supposé dangereux, concernant les interactions avec les populations d'Orques Ibériques.

Depuis la nuit des temps, de nombreuses légendes ont été tissées sur la plupart des animaux marins les plus étranges : Pieuvres, requins, espadons, calmars, baleines ont été les plus visés par des histoires extraordinaires à l'origine de mythes. Mais le plus redouté a certainement été l'Orque ou Épaulard qui a fait – encore et toujours, aujourd'hui, dans certaines parties du monde – office de « **Démon des mers** ». Mais connaissons-nous assez bien cet énorme dauphin qui dévore marsouins, phoques et baleines, s'accommode de la présence de l'homme et des envahissantes activités nautiques, jusqu'à quel point ?

Doté d'une redoutable renommée, il est qualifié de « *Killer Whale* », « *Morderwal* », « *Schwertwal* » ou « *baleine tueuse* », l'épaulard jouit d'une mauvaise réputation ; celle d'être l'ogre des mers ! Déjà son nom scientifique : *Orcinus Orca* qui peut être traduit comme « **le dauphin démon** » est révélateur de son appétit. Toutefois, son régime alimentaire est loin d'être aussi impressionnant (Sylvestre, 2006).



1.1. *Orcinus orca*, Kamchatka-Govenia © Jean-Pierre Sylvestre.

L'Orque ou Épaulard est parmi les cétacés les mieux connus par le public, et cela grâce à la série cinématographique *Sauvez Willy* et aux parcs aquatiques où ils ont fait l'objet de dressage et d'études sur leur agressivité (Hargrove, J., 2015). Toutefois, ce mammifère marin pose actuellement quelques petits problèmes aux zoologistes spécialisés dans l'étude des cétacés (cétologues). Cet animal est, avec le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), le plus étudié et les mieux connus des cétacés en milieu naturel et en captivité.

Ces vingt dernières années, une véritable polémique s'organise dans le milieu scientifique à propos des orques vivant dans les eaux antarctiques. Existerait-il plusieurs espèces ou sous-espèces d'orques en Antarctique, ou avons-nous affaire à différentes formes géographiques au sein d'une même espèce¹ : *Orcinus Orca* ?

L'orque est un cétacé à dents, un *Odontocète* de la famille des *Delphinidés*. C'est donc un dauphin et de surcroît de grande taille - et même la plus grande espèce chez les dauphins. Selon les variétés géographiques, les orques mesurent entre 6 et 10 mètres de long et leur poids oscille entre 5 et 10 tonnes. Les femelles sont généralement et sensiblement plus petites que les mâles (Sylvestre, 2014).

Deux caractères évidents se distinguent chez l'Orque dans ses comportements de prédation sur une proie, ce sont sa biologie alimentaire diversifiée et sa sociabilité remarquable lors de chasses en groupe « organisées ». C'est un redoutable prédateur ! Dans la chaîne alimentaire du milieu marin, l'épaulard se situe au niveau le plus haut de la pyramide. Son seul ennemi est... l'homme. Sans trop faire d'anthropomorphisme, par analogie entre le milieu marin et terrestre, l'Orque tiendrait dans les océans la même place que l'homme sur la terre. Les biologistes du monde entier se sont focalisés sur le régime alimentaire de ce mammifère marin et ils sont arrivés à la même conclusion : L'Orque ne mérite pas toujours sa réputation de tueur, qui n'est qu'un acte de prédation pour s'alimenter, donc pour survivre et se reproduire. Ils ont dressé une liste des animaux marins qui font partie du repas de ce cétacé. Le bilan peut paraître impressionnant : Plus d'une trentaine d'espèces de poissons (notamment des requins, des thons), une dizaine chez les oiseaux et un reptile (tortue luth) sont avec les céphalopodes (calmars notamment), des espèces qui satisfont l'appétit des épaulards.

Ajoutons à ce menu, une quarantaine d'espèces de mammifères marins, et nous avons une idée de son régime alimentaire. Plusieurs critères font la force de l'Épaulard : Sa taille et la robustesse de ses capacités aquatiques, sa respiration et sa résistance aux pressions des grands fonds, son écholocation, et l'intelligence individuelle et collective, développée par sa grégarité. En effet, l'Orque est une espèce grégaire qui évolue en groupe ou en troupeau d'une dizaine à quelques centaines d'individus. Ces cétacés s'organisent parfois en bande pour se déplacer, chasser et capturer des proies. Ils chassent les dauphins en les encerclant et peuvent ainsi, de la même façon, avoir le dessus sur une baleine ou un rorqual en employant des tactiques de chasse. Ce comportement de prédation serait-il les prémices de l'innovation constatée chez les Orques Ibériques ?

Ils agressent très rarement des animaux en bonne santé et sélectionnent les individus malades ou jeunes. Quand ils ont décidé, par exemple, de s'attaquer à un rorqual, chaque individu du groupe se voit attribuer un rôle bien spécifique afin d'affaiblir et de terrasser l'adversaire :

« Un épaulard se pose sur les événements de sa proie pour gêner la respiration, certains individus lui bloquent les nageoires pour l'empêcher de rejoindre la surface, tandis que d'autres animaux forceraient - dit-on - à ouvrir la gueule pour lui arracher la langue ! »

Le mythe de la « *baleine tueuse* » est certes justifié depuis l'Antiquité, et du Moyen-âge à nos jours, si l'on se réfère à sa silhouette de chasseur des mers et à son incomparable efficacité à saisir une proie sur une plage. Son caractère redoutable fait place dans l'esprit du public, à une image suggestive plutôt « bonasse » qui ressort des présentations dans les zoos aquatiques, où la connivence animal-dresseur fait souvent des merveilles, par un habile détournement d'un comportement naturel au cours d'un long apprentissage qui met en jeu des récompenses, avec des risques de frustrations qui se transforment en piège mortel pour le dresseur (Hargrove, J., 2015 ; Sylvestre, 2010).

¹ La notion d'espèce est justifiée par la capacité de pouvoir se reproduire, la sous-espèce (écotype) se caractérise par des variations génétiques, morphologiques, physiologiques et comportementales, qui n'affectent pas directement la reproduction, mais peuvent induire une divergence et une spéciation effective, par le jeu des mutations et de la sélection naturelle.

« Les attaques sur l'homme en mer sont, de la part de l'épaulard, très rare et liées probablement à une occupation invasive de l'espace maritime côtier et océanique par la navigation et les loisirs nautiques. »

Depuis 2006, les connaissances scientifiques sur ce cétacé ont été bouleversées par les récentes découvertes. La société orque (ainsi que celle des dauphins) est beaucoup plus complexe que ce que nous pensions il y a une dizaine d'années.

Rien que dans l'Arctique, les orques profitent du réchauffement planétaire et de la fonte des glaces pour faire de longues migrations estivales dans le Grand Nord et chasser des mammifères marins, inaccessibles jadis. Cette fréquentation des orques dans le Haut-Arctique serait-elle une forme d'adaptation de ces animaux aux effets des fluctuations du changement climatique ?

En Antarctique par exemple, nous commençons à travailler sur l'immense population d'orques vivant dans les eaux de l'océan Austral. Nous estimons à environ 70 000 individus cette population d'orques australes et nous constatons qu'il n'existe pas un seul type d'orques dans ces eaux mais 4 écotypes, voire plus ! (Sylvestre, 2014 et 2016).

Les orques sont des Cétacés Odontocètes (Cétacés à dents) et ont été classées dans la famille des Delphinidés (dauphins) et dans la sous-famille des Globicéphalinés qui regroupe six espèces dans cinq genres (*Feresa attenuata*, *Peponocephala electra*, *Pseudorca crassidens*, *Globicéphala macrorhynchus*, *Globicephala melas* et *Orcinus Orca*). Ces Delphinidés ont une apparence très différente de celle de la plupart des autres dauphins pélagiques.



1.2. Orque ou Épaulard – *Orcinus orca* (Linné, 1758) © Jean-Pierre Sylvestre
Autres noms vernaculaires français : Orque gladiateur, Épée de mer.
Noms vernaculaires anglais : Orca, Killer whale, Grampus, Swordfish, Pictwhale.

Les Orques sont généralement de grande taille (ils peuvent atteindre 5 mètres, voire 10 mètres de long) et n'ont pas de rostre comparativement aux autres espèces et à leurs très lointains ancêtres. D'ailleurs, les anglo-saxons utilisent le mot « *whale* » qui signifie « *grand cétacé* » et qui souvent se traduit – improprement - par « *baleine* », pour nommer ces mammifères marins (Sylvestre, 2010). Les *Globicéphalinés* se distinguent également par leur melon souvent proéminent, disposé sur un crâne développé, qui porte une large mâchoire au faible nombre de dents (moins de 15 par demi-mâchoire) et se prolonge par la soudure de plus de trois vertèbres cervicales. Leur aileron dorsal est de grande dimension (haut et large à la base, ou à la fois haut et large). Leurs nageoires pectorales sont également particulières, de par leur morphologie. La plupart des espèces de Globicéphalinés sont des cétacés pélagiques, très grégaires, ils ont acquis une bonne sociabilité, et sont naturellement agressifs du fait de leurs comportements et de leur régime alimentaire. Les Globicéphalinés sont cosmopolites et souvent de couleur foncée.

Actuellement, une seule et unique espèce est reconnue au sein du genre *Orcinus* par les cétologues. Il s'agit d'*Orcinus Orca*. De nos jours, la plupart des spécialistes reconnaissent toutefois que la systématique du genre reste difficile à cerner pour argumenter le classement en espèces différentes.



1.3. Crâne et mandibule Orcinus orca. © Jean-Pierre Sylvestre, Orca, Canada.

Certains ont tenté de distinguer deux espèces différentes, à savoir l'orque de l'Atlantique (*Orcinus Orca*) et l'orque du Pacifique (*Orcinus rectipinna*), selon leur distribution géographique. Il est fort probable que dans les années à venir, le débat sur l'existence de ces deux espèces d'épaulards soit de nouveau un sujet d'actualité (Berzin, A.A. & Vladimirov, V.L., 1983).



1.4. Mandibule supérieure et dents d'*Orcinus orca* © Jean-Pierre Sylvestre, Orca, Canada.

D'autre part, dans les années 80, des zoologistes russes ont décrit deux nouvelles espèces d'orques propres aux eaux antarctiques : L'orque antarctique (*Orcinus glacialis*) et l'orque naine (*Orcinus nanus*), se différenciant l'une de l'autre, par la taille, ainsi que par certains détails anatomiques (dans le squelette) et par leur pigmentation corporelle.

Ce n'est qu'à partir de 2008 que les zoologistes se mettent d'accord pour accepter l'existence de quatre écotypes chez les orques antarctiques : Écotype A, écotype B, écotype C et écotype D. Chacun de ces écotypes est aussi différent des autres par leur pigmentation, leurs tailles, leurs comportements alimentaires et leurs structures. Les orques de l'écotype A sont les plus grandes avec leurs 8-10 mètres de long. Il s'agit d'orques noirs et blancs vivant dans les eaux au nord de la convergence antarctique et qui, chaque été, nagent dans les eaux antarctiques pour chasser les baleines et les phoques. Les écotypes B et C sont des formes endémiques antarctiques. Ces orques sont plus petites et plus claires. Chez l'écotype B, il existerait deux formes bien distinctes : L'une vivant dans la mer de Weddell et se nourrissant de mammifères marins et l'autre vivant dans le Gerlache et se nourrissant exclusivement de manchots. Quant à l'écotype C, il est endémique de la mer de Ross. Enfin, l'écotype D est le plus mystérieux. En effet, les orques D n'ont été découvertes que récemment (5 ans) et elles sont morphologiquement différentes des autres orques (melon proéminent, tache oculaire petite, nageoires minces, etc.). Ces orques D, pélagiques et circumpolaires pourraient, dans un avenir plus ou moins proche, être reconnues comme une espèce (ou sous-espèce) biologique à part entière (Sylvestre, 2016).

L'Orque est le plus grand représentant de la famille des Delphinidés (Carwardine, M., 2001). La taille des orques varie selon les populations. En général, les femelles mesurent en moyenne entre 7 et 8 mètres de long et atteignent 8,5 mètres. Elles pèsent entre 3,5 tonnes, 3,8 tonnes et « atteignent » 7,5 tonnes. Les mâles mesurent en moyenne entre 8 et 9 mètres et peuvent atteindre 10 mètres. Ils pèsent entre 5 et 6 tonnes et peuvent atteindre 10 tonnes (Dahleim, & Heyning, 1999). Cétacé très facile à identifier, l'orque se distingue par sa pigmentation et sa morphologie corporelle. Le corps est fuselé, hydrodynamique et robuste. La tête mesure 1/6 de la longueur corporelle ; elle est large et relativement conique, et présente une symétrie dorso-ventrale; le melon est arrondi. Elle présente une faible démarcation entre le melon et le rostre, qui est très court. Les yeux, de petite taille et très discrets, sont situés au-dessus de la commissure labiale et en dessus et en avant de la tache oculaire.



1.5. Orque sous l'eau © Jean Pierre Sylvestre

La lèvre supérieure porte sept vibrisses (Sylvestre, 2014). On compte entre 10 et 14 dents par demi-mâchoire, sans prémolaire et molaire. Ces dents sont coniques et incurvées vers l'arrière. Leur diamètre au niveau de la gencive varie entre 25 et 50 mm.



1.6. Mâchoire inférieure et dents coniques © Jean-Pierre Sylvestre

L'aileron dorsal est caractéristique de l'espèce. Chez les jeunes individus, il est médian, petit, falciforme, et recourbé vers l'arrière. Sa hauteur équivaut alors à près de 1/9 de la longueur corporelle. Au fur et à mesure que l'animal grandit, cet aileron croît et change de forme, selon le sexe. Les femelles adultes ont une nageoire dorsale de taille moyenne (d'une hauteur variante entre 0,5 et 0,75 mètres) et falciforme (incurvée vers l'arrière). Quant à l'aileron dorsal des mâles, il est triangulaire, droit, étroit et haut (la hauteur atteindra 2 m chez les plus gros mâles). Les nageoires pectorales, larges et arrondies, ont la forme d'une raquette. Les nageoires pectorales des mâles adultes sont nettement plus longues et plus larges que celles des femelles adultes. La nageoire caudale est relativement large ; ses lobes sont falciformes, et pointus à leur extrémité (Dahleim, & Heyning, 1999 ; Sylvestre, 2014).



1.7. Femelle orque et son baleineau © Jean Pierre Sylvestre

Le nouveau-né est globalement bleu-noir sur le dos et brun-gris sur le ventre ; la tache post-oculaire (généralement ovale) qui se localise au-dessus et en arrière de ses yeux est jaune citron plus ou moins teinté de rose. Les adultes ont le dos noir brillant ou gris très foncé. Leur face ventrale est entièrement blanche du bout du museau jusqu'à la queue, comprise. On note une extension latérale de cette tache blanche sur la partie supérieure de chaque flanc. La pigmentation blanche dessine donc, entre les pectorales et la nageoire caudale, un trident dont les pointes sont dirigées vers la queue. La tache post-oculaire est blanche chez les adultes. Une autre, plus grisâtre, se localise juste en arrière de l'aileron dorsal et forme une selle. Les nageoires pectorales sont entièrement noires tandis que le dessus de la nageoire caudale est noir et le dessous est blanc. L'aileron dorsal est entièrement noir. Des adultes entièrement blancs (albinos et leucistes) sont occasionnellement observés un peu partout dans le monde (Sylvestre, 2014).

L'orque est le super-prédateur (ou prédateur apex) dans le milieu marin (Colby, J.M., 2018). Cette espèce se situe en haut de la pyramide alimentaire dans le milieu aquatique et n'a, par conséquent, aucun prédateur naturel (Guinet, C., 2004).

L'orque a bien souvent été qualifié d'« ogre des mers », mais il est important de savoir que son régime alimentaire varie selon les aires géographiques et les sous-populations, il n'est pas toujours aussi spectaculaire qu'on pourrait le croire. Dans les eaux nippones par exemple, poissons et mollusques céphalopodes représentent, en poids, les deux-tiers des contenus stomacaux des orques. Dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique, les orques résidentes se nourrissent en grande partie de saumons du Pacifique alors que les orques nomades s'alimentent surtout de mammifères marins. Dans les eaux antarctiques, les orques de l'écotype A s'alimentent surtout de petits rorquals ; celles de l'écotype B se nourrissent en grande partie de manchots mais ne dédaignent pas les phoques de temps en temps ; les épaulards de l'écotype C sont ichtyophages, se nourrissant principalement de légines antarctiques. Le choix alimentaire des orques semble illimité (Hoyt, E., 1990) On a enregistré dans leur estomac plus d'une trentaine d'espèces de poissons, quelques espèces de mollusques céphalopodes, une espèce de reptile (tortue-luth), une douzaine d'espèces d'oiseaux (principalement les manchots et les cormorans, voire le pélican), une espèce de Mustélinés (loutre de mer), une espèce d'Ursinés (ours noir), deux espèces de Cervinés (élan et cerf de Virginie), une quinzaine d'espèces de Pinnipèdes (éléphant de mer, morse, phoque, otaries) et, enfin, près de 25 espèces de Cétacés. Un orque ingurgite quotidiennement l'équivalent de près de 4% de son poids corporel (Dahleim, & Heyning, 1999, Sylvestre, 2014). Il capture, déchiquette et avale sa proie, sans la mâcher dans son système digestif.

Les orques sont grégaires. Elles vivent en groupes comptant 2 à 100 individus (la plupart en comprenant 5 à 10). Le nombre moyen d'individus dans un troupeau diffère selon les zones géographiques. Les groupes d'orques sont constitués d'individus de tous les âges et des deux sexes. Généralement, la femelle la plus âgée est souvent dominante. Certains mâles sont solitaires (Jefferson, T.A., *et al.*, 2002).



1.8. Groupe d'orques © Jean-Pierre Sylvestre

La structure dans un groupe est extrêmement organisée. Lorsqu'elles chassent, il y a une importante coordination entre les individus. On a par ailleurs noté que ces redoutables prédateurs sont capables de jouer avec leurs proies avant de les achever.

L'instinct grégaire des orques est très développé ; un individu qui a des difficultés n'est jamais abandonné par les membres de son troupeau. L'orque est également victime d'échouages massifs.

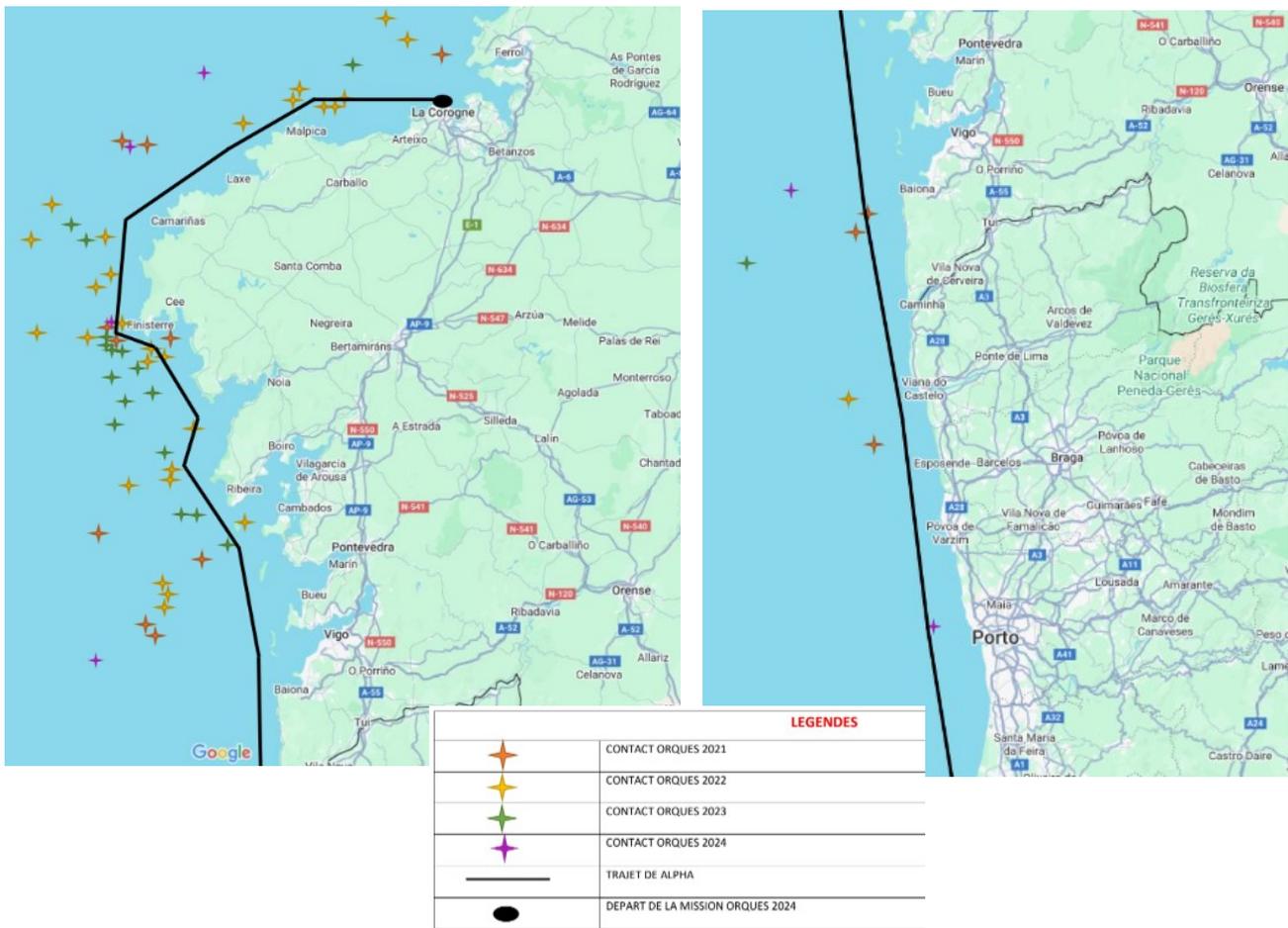
L'Orque peut être curieuse vis-à-vis des navires qu'elle rencontre et vient souvent les accompagner. On connaît quelques cas d'agressivité de ces cétacés envers les navires de plaisance et les plongeurs, mais les attaques demeurent très rares. (Sylvestre, 2006 et 2014) jusqu'à cette recrudescence d'agressions sur les côtes d'Espagne. En annexe A, Jean-Pierre Sylvestre relate l'historique des incidents entre les orques et les humains.

Chapitre 2.

Les Orques Ibériques.

D'après les données enregistrées par GT-Orca Atlantica de 2021 à 2024, Laurie Hercelin a relevé les positions des interactions des orques ibériques sur le parcours de navigation du voilier *Alpha* dans huit zones d'observations réparties entre la Corogne (Espagne) et Lagos (Portugal), du Golfe de Cadix jusqu'à Malaga après le détroit de Gibraltar, en mer d'Alboran. Camille Planés a illustré les cartes de chaque zone.

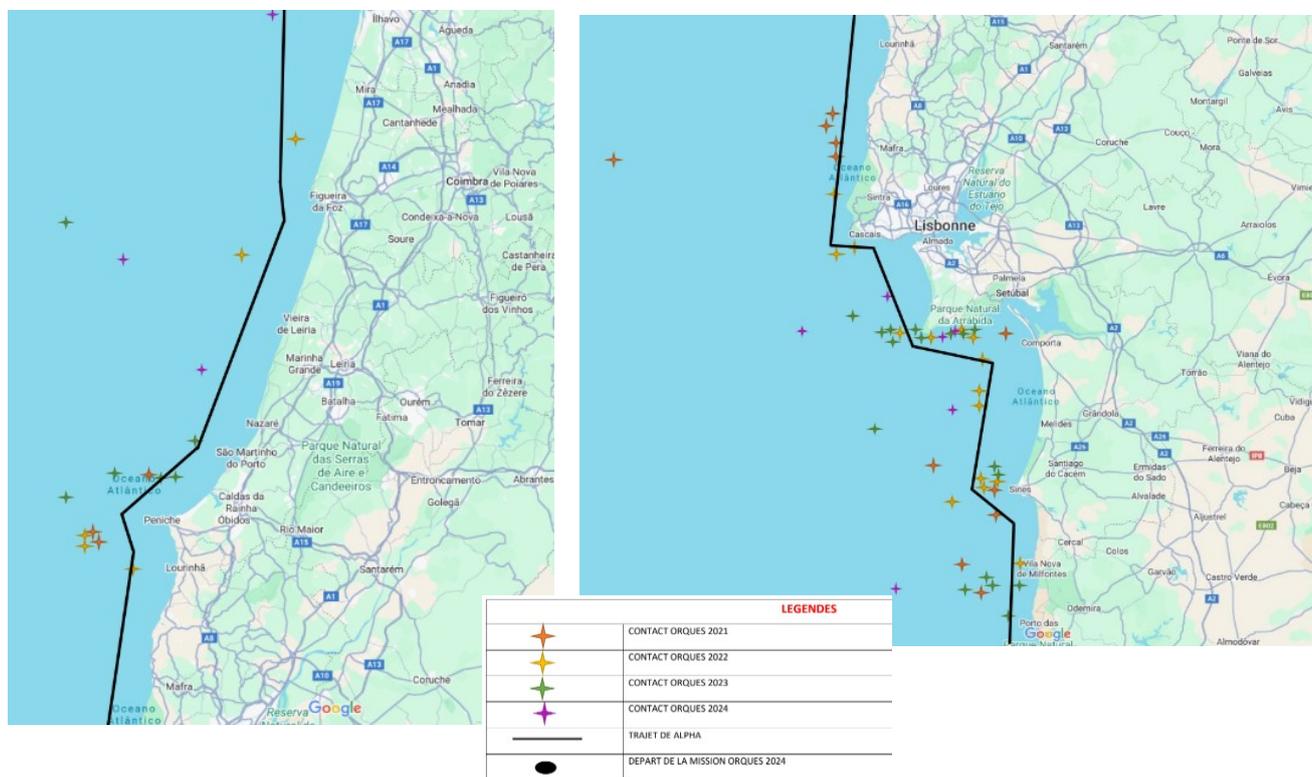
Zone 1 . La Corogne - Vigo : On constate que depuis 2021, les contacts se sont intensifiés dans cette zone autour de Finisterre (Espagne) surtout en 2022. Il y a cependant beaucoup moins d'interactions en 2024 et les interactions ont tendance à être plus au nord, jusqu'au Golfe de Gascogne. Le voilier *Alpha* aurait pu observer des orques aux alentours du Finisterre (Espagne) au vu de sa navigation et des données des années précédentes. Cependant à défaut d'avoir rencontré des orques, il semble y avoir un changement considérable au niveau de cette zone. Il faudra analyser les paramètres de plus près comme la température de l'eau de mer et les informations actuelles disponibles sur la présence du thon rouge et sa pêche, la proie la plus courante de ces orques.



2.1. Carte des interactions des Zone 1 et 2, La Corogne - Vigo - Santa Maria Da Feira.

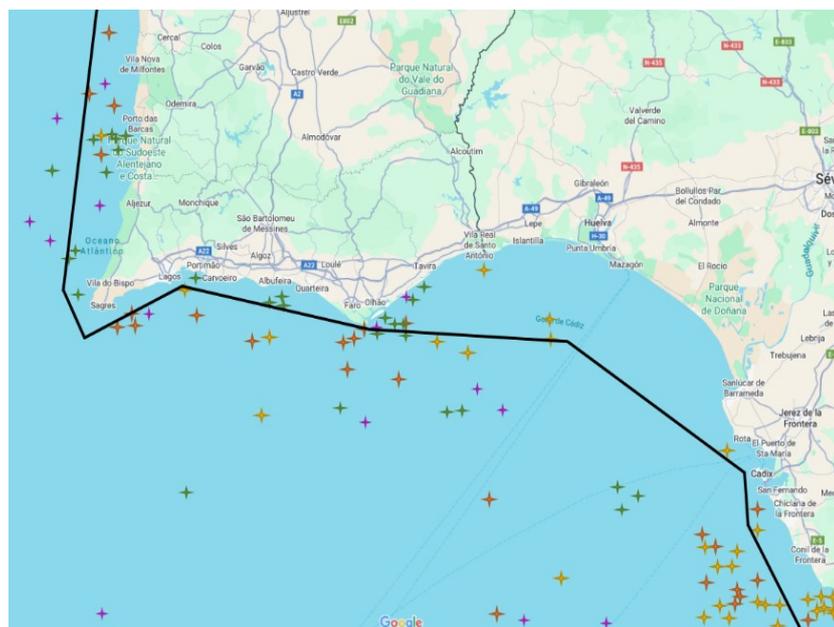
Zone 2 . Vigo - Santa Maria da Feira : Cette zone a peu de contacts avec les orques aux fils des ans, même si on note deux interactions en 2024 dont l'une sur l'itinéraire du voilier « Alpha ». En 2021 et 2022, il s'agit de contacts côtiers, ces deux dernières années, on recense également des contacts plus au large. La probabilité de contacts était très faible même si le voilier « Alpha » est passé sur les positions des interactions cette année. On pourrait penser qu'il est possible qu'il n'y ait pas assez de ressources alimentaires. Cependant autour de Porto, nous avons observé du thon rouge et de nombreux dauphins communs en chasse. Il semblerait que d'autres facteurs interviennent (températures, courants, marées, migrations des proies). Les côtes étant des zones avec de plus en plus de concentration de navires notamment commerciaux, il est possible que les orques réagissent et restent plus en retrait au large.

Zone 3 . Ílhavo - Mafra : On observe que de 2021 à 2023, les interactions étaient plutôt localisées vers Peniche et près des côtes. Cependant en 2024, les contacts sont plus au nord et plus loin des côtes et sont moins nombreux. On observe le même phénomène que sur la zone Vigo - Santa Maria da Feira, en 2021 et 2022, il s'agit de contacts côtiers, alors que ces deux dernières années, on recense également des contacts plus au large. Dans la partie nord de cette zone, une interaction a été recensée cette année sur l'itinéraire d'Alpha. Selon les données des années précédentes, nous aurions pu croiser des orques autour de Peniche. Cette ville est très touristique au niveau marin, ce qui augmente les probabilités de croiser un navire, mais là aussi, on note un changement de comportement de la part des orques. D'après nos relevés, nous avons constaté que les cétacés étaient plus au nord et plus au sud de Peniche. Nous n'avons pas observé de cétacés dans la zone potentielle de contact avec les orques. Des recherches devront être approfondies entre la cohabitation des orques avec les autres cétacés (dauphins et rorqual au minimum). On note également un début de changement de température entre les zones précédentes et cette zone d'environ 2°C. Il faut analyser plus précisément l'évolution des températures (air et eau de mer) au cours des années sur toutes les zones comme nous le préconisons au chapitre 6 pour l'océanographie et la climatologie.



2.2. Cartes des interactions des zones 3, Iivaho – Mafra, et 4, Lourinhã - Porto das Barcas

Zone 4 . Lourinhã - Porto das Barcas : On constate qu'en 2021 et 2022, il y avait des interactions au nord de Lisbonne à Mafra, ce qui ne semble plus être le cas depuis. Il y a une très forte concentration d'interactions au sud de Lisbonne surtout l'année dernière en 2023. Il y a également eu des interactions cette année en 2024 à ce niveau-là. Deux autres concentrations sont à noter plus au sud sur les villes de Sines et Vila Nova de Milfontes pour les années précédentes, mais pas pour cette année. La majorité des contacts sont côtiers. Cependant à partir du Sud de Lisbonne, il y a aussi des observations plus en retrait des côtes. Les contacts sont moins nombreux en 2024. Concernant les positions des interactions au nord de Lisbonne à Mafra de 2021 et 2022, nous avons observé de nombreux dauphins communs. Cette zone reste attractive aux cétacés mais ne semble plus l'être pour les orques. Il serait nécessaire d'étudier précisément cette zone afin de mieux comprendre ce changement. Lisbonne est une ville très touristique au niveau marin, ce qui augmente les probabilités de croiser un navire. Cependant contrairement à la zone autour de Peniche, il y a toujours des contacts en 2024. De plus, les températures étaient assez stables avant Lisbonne et n'augmentaient pas beaucoup, elles se sont réchauffées après Lisbonne. Cette zone semble très attractive en termes de ressources alimentaires pour les orques. Les eaux plus chaudes sont plus prolifiques aux thons rouges. Par ailleurs, il conviendra également de vérifier la position de fermes marines qui attirent de plus en plus les cétacés en général près des côtes. Concernant le trajet d'*Alpha*, le voilier est passé par les quatre points de concentration, mais n'a croisé aucune orque.

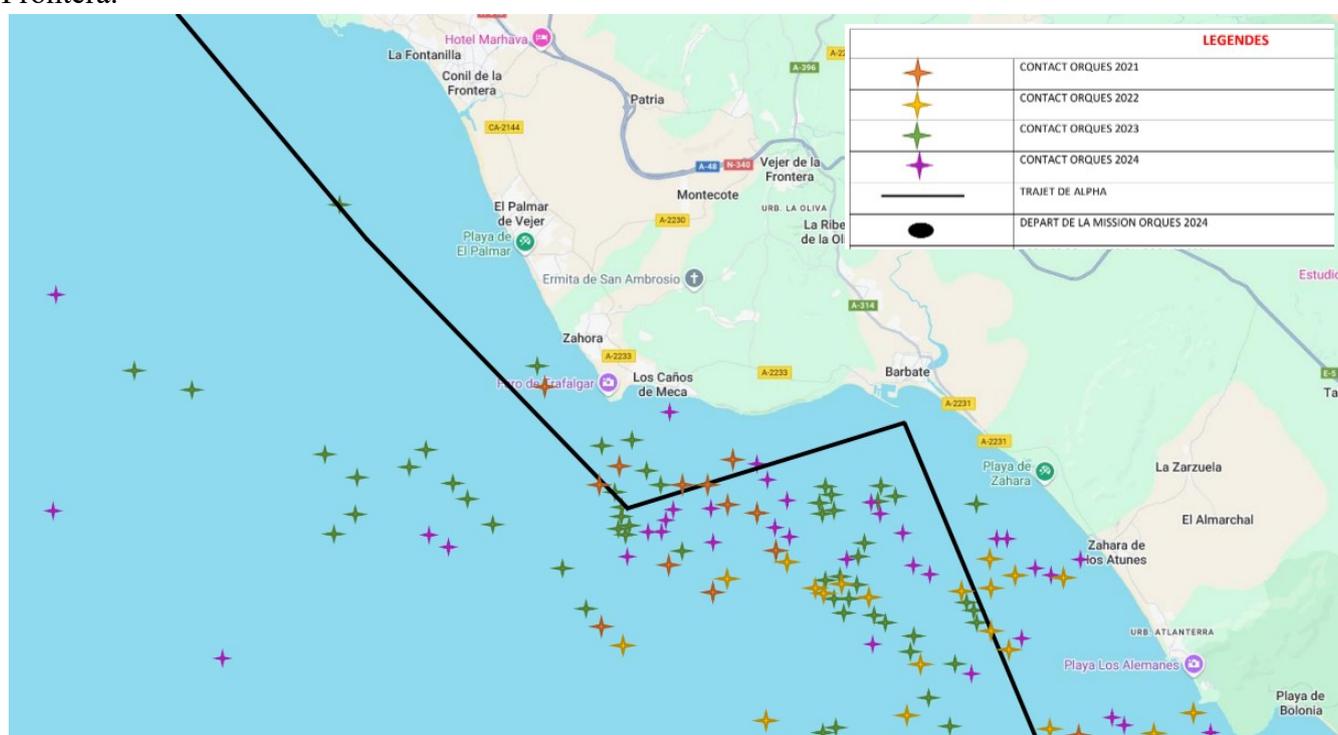


2.3. Cartes des interactions des zones 5, Cercal – Lagos, et 6, Cercal - Cornil de la Frontera

Zone 5 . Cercal - Lagos : Dans cette zone on constate une forte concentration de contacts avant la ville de Sagres au Cap Saint-Vincent et une plus petite concentration après ce cap, depuis 2021. Les interactions de 2021 et 2023 sont majoritairement avant ce cap au niveau d'un parc naturel le Sud-Ouest Alentejano et Costa Vicentina. Le voilier « *Alpha* » est passé au centre de ces deux concentrations mais là encore aucun contact, alors qu'il y avait une forte probabilité de rencontre au niveau du parc naturel. Dans cette zone la température augmente encore d'environ 1°C et la présence d'un parc naturel réglementé doit permettre une plus grande concentration de poissons. D'autant plus que, entre cette aire protégée et Sagres, nous avons vu du thon rouge. Là une fois de plus, le schéma se répète, à l'endroit où la partie la moins dense en interactions entre les deux concentrations, nous avons observé des dauphins communs.

On note également que pour cette année 2024, les contacts sont plus en retrait de la pointe de Sagres comparé à l'année dernière 2023, ce qui doit laisser plus d'espace aux dauphins communs.

Zone 6 . Cercal - Cornil de la Frontera : Autour de Albufeira, il n'y a pas eu de contact cette année 2024 contrairement à ces trois dernières années. Nous avons observé à ce niveau des grands dauphins, des dauphins communs chassant du thon rouge et un requin peau bleue dans ce périmètre. Dans la région de Faro, des interactions ont été recensées en 2021 et 2023, et en 2024, mais de manière moins nombreuses et avec une tendance à être plus éloignées des côtes. En parallèle, nous avons pu observer des dauphins communs et des dauphins bleu et blanc dans la zone de Faro. A noter que les interactions de 2022 étaient concentrées autour de Vila Real de Santo Antonio, la frontière entre le Portugal et l'Espagne plutôt qu'autour de Faro. De Cadix à Conil de la Frontera de très nombreux contacts ont été relevés entre 2021 et 2022. Cependant en 2023, les contacts diminuent significativement et sont éloignés des côtes. En 2024, les interactions sont très faibles et davantage plus au large de Conil de la Frontera.



2.4. Carte des interactions de la zone 7, Conil de la Frontera - Playa de Bolonia.

Zone 7 . Conil de la Frontera - Playa de Bolonia : Lorsqu'on zoome sur la zone entre Conil de la Frontera et Playa de Bolonia, on constate qu'au large de Zahora les interactions se sont faites principalement en 2023 de manière nombreuses et en 2024 de façon beaucoup moins présentes. De Los Caños de Meca à Zahara de los Atunes, on dénombre une grande concentration d'interactions toutes années confondues de 2021 à 2024. "Atunes" signifie thons en espagnol, cette ville est réputée comme centre de la pêche au thon notamment par la présence de madrague. Dans cette zone au fort potentiel pour une rencontre avec des orques nous n'avons contacté aucun cétacé. Nous avons fait escale dans le port de Barbate où l'un des bateaux de Sea Shepherd France était également présent le « *Walrus* », un modèle très récent acquis en 2023 et suréquipé en technologies. Lors de notre passage, la météo n'était pas très favorable à l'observation cependant à la même période, l'équipage du « *Walrus* » a pu observer des orques au large de Barbate. En 2022 et 2024, on note une petite concentration de contact entre Zahara de los Atunes et la Playa de Bolonia.



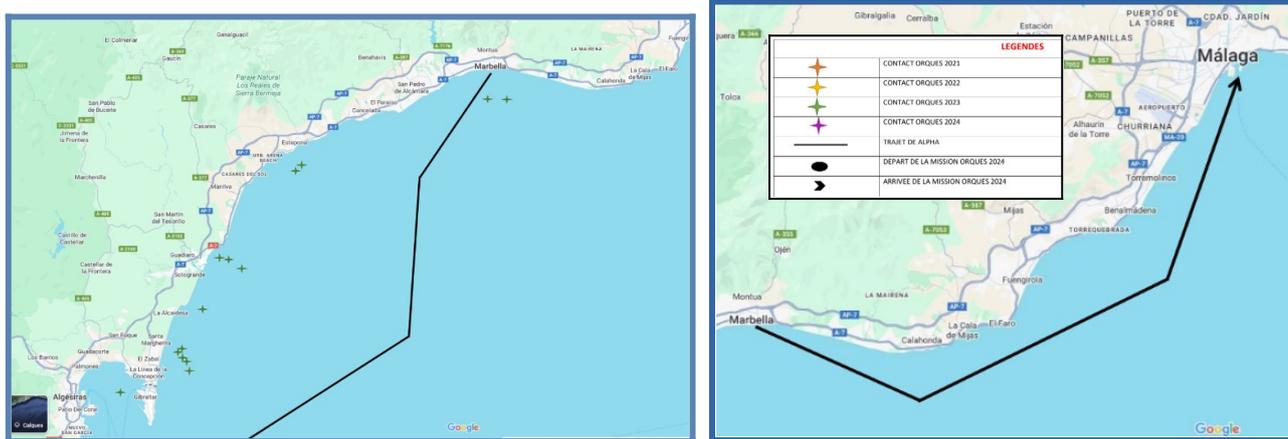
2.5. Carte des interactions de la zone 8, Zaraha de los Atunes - Gibraltar .

Zone 8 . Zaraha de los Atunes - Gibraltar : Côté espagnol en 2021, les interactions ont été signalées jusqu'à Valdevaqueros. Cependant, les années 2023 et 2024 montrent un fort contraste avec 2021 et 2022. Il y a eu une grande concentration de contacts côté marocain entre Tanger et Oued Alian (à l'ouest de Hassana), les interactions étaient beaucoup moins nombreuses en 2021 et 2022. En 2023, au large de Tanger et Cité Nouinouiche les signalements sont les plus récurrents. En 2024, on distingue deux pôles près des côtes dans cette zone, l'un autour du Cap Spartel et l'autre autour de Cité Nouinouiche. A noter, que le Cap Spartel est une zone d'intérêt écologique, riche en poissons. Elle ne possède pas actuellement de statut officiel mais figure dans le programme de " Conservation de la biodiversité marine et côtière d'ici 2030 et au-delà" du Maroc dans le but de devenir officiellement une Aire Marine Protégée (AMP), (Unep/Map-Spa/Rac, 2021).

On peut émettre l'hypothèse que les ressources alimentaires présentes en 2021 et 2022 du côté espagnol ne soient plus disponibles ou suffisantes (surpêche, décalage des migrations) en effet, pour se reproduire, il est également possible que le thon rouge que consomme les orques aient migré plus au sud, ces deux dernières années. Côté marocain deux contacts en 2023 sont signalés près des côtes de Eddalaya, un contact en 2023 et un contact en 2024 sont signalés près des côtes de Ceuta (ville espagnole sur le continent africain).

Côté espagnol, toujours pour les années 2023 et 2024, on relève des contacts près des côtes entre Tarifa et Algésiras. Ces contacts sont plus nombreux en 2024, en 2021 seul un signalement a été fait dans cette zone. Il est intéressant de noter qu'il y a eu un contact au niveau de Barbate le 11/08/24 et que dans cette zone nous avons fait trois observations différentes comptabilisant 17 dauphins communs le 12/08/24 qui sortaient de la Mer d'Alboran en direction de l'Océan Atlantique. Ils ont été vus aux environs des sites de contacts des orques enregistrés par GT- Orca Ibérica en 2024. Puis le 13/08/24, un contact d'orque a été signalé au niveau de Tarifa, une zone très chaude. En parallèle, nous avons observé la présence de dauphins communs entre Tarifa et Estepona.

La tendance de nos observations, de ne pas observer de dauphins sur les sites potentiels de présence des orques, ne semble pas s'appliquer ici. Cela peut s'expliquer par une zone riche en ressources alimentaires. En effet, de nombreux courants passent par le détroit de Gibraltar dont la Veine d'Eau Méditerranéenne (VEM), (Hanquiez.V, 2002). Ces courants profonds chauds qui rentrent en conjonction avec les courants froids atlantiques, permettent un apport très important de plancton et phytoplancton dont se nourrissent de nombreux poissons. Ces changements sont visibles à l'œil nu en surface, nous avons pu observer différentes colorations, avec différents niveaux d'eau pouvant être dues à des changements de températures d'apport d'eau par le détroit de Gibraltar, provenant de la méditerranée qui tend à se réchauffer plus rapidement que l'océan Atlantique, le golfe de Cadix constitue une zone tampon singulière (vortex, point chaud singulier, à l'est vers Tarifa).



2.6. Carte des interactions des zones 9, Gibraltar – Marbella, et 10, Marbella - Malaga

Zone 9 . Gibraltar - Marbella : Dans cette zone en Mer d’Alboran, des contacts ont été enregistrés uniquement en 2023 près des côtes. Il est intéressant de noter sur ces points de contacts en particulier, qu'en 2024, nous avons observé des dauphins communs. Sur la zone de Marbella, l’espèce de dauphin n’a pas pu être identifiée.

Zone 10 . Marbella - Malaga : Sur ce parcours, aucun contact n’a été répertorié. Nous n’avons pas vu d’orque mais constaté la présence de l’espèce du grand dauphin au niveau de Malaga.

Pour clôturer cette analyse des interactions des Orques Ibériques sur le trajet du voilier Alpha, il est important de remettre les observations d’orques 2024, dans leur contexte. L’une des causes évidentes de la baisse des interactions serait en corrélation avec le nombre de navires (commerce, pêche, plaisance) et le flux maritime vers Gibraltar pendant la période estivale. En effet, depuis 2020, les interactions d’orques sont très médiatisées, elles sont aussi, souvent anthropocentristes et négatives. A l’image négative qu’a subi et subit encore le requin. On peut voir des titres de presses décrivant les orques comme dangereuses, vengeresses et même mangeuses d’hommes alors que dans la littérature aucun événement de ce type n’est répertorié. Son nom en anglais n’est autre que Killer Whale et son nom scientifique “Orcinus orca” peut être traduit comme « le dauphin démon » (Sylvestre, 2006). De ce fait, par peur, beaucoup de plaisanciers ne naviguent plus ou très peu. C’est un grand sujet de conversation dans les ports et il y a une baisse considérable de fréquentation des ports. La baisse du nombre de bateaux et les mesures préventives de GT- Orca Atlantica diminuent le risque d’interaction. D’autre part, le réchauffement climatique évoqué au chapitre 6, a probablement une influence sur la distribution des Orques, corrélativement à la migration de leurs proies, les facteurs sélectifs naturels et anthropiques sont donc à considérer dans nos analyses et modèles.

Chapitre 3.

Protocole de la mission Orques Ibériques 2024.

3.1. Programme de navigation et d'observations dans la zone d'évaluation des interactions avec *Orcinus orca*, sur les côtes de la péninsule Ibérique Atlantique et Méditerranée.

Dans un premier temps, après une période d'entretien et d'essais en mer au nord de l'Espagne, le voilier « *Alpha* » a rejoint son port base vers Gibraltar, cette navigation le long des côtes d'Espagne et du Portugal a permis d'entraîner les équipages, d'effectuer des exercices de sécurité et de préparer les opérations prévues dans le présent protocole. Au début de la mission, le chef de mission, son assistante scientifique et les équipiers désignés ont effectué des sorties programmées à la mer en fonction des conditions météorologiques au plus près des zones d'interactions avec les orques, suivant les accords et les autorisations accordées par les autorités Espagnoles et les indications préventives de GT- Orca Atlantica. La sécurité de l'équipage a primé sur les opérations, annulées lorsque les conditions météorologiques et la situation à bord l'a exigé (avarie, blessé ou mal de mer, règles de navigation, ravitaillement, relève).

A bord d'*Alpha*, chaque jour, le chef de mission a procédé à un briefing avant l'appareillage ou en mer, pour faire le point, à bord, et en relation avec l'assistance à terre. Cela concernait :

- La météorologie locale et globale.
- Les flux maritimes, commerce (rails d'accès à Gibraltar), pêche, plaisance, nautisme côtier.
- Route et procédure des observations sur la zone opérationnelle. Rôles à bord des équipiers (navigation de jour et de nuit, opérations, cuisine, propreté et rangement, tenue de mer, harnais de sécurité).
- Quart à la mer, navigation normale, dispositions à prendre en opérations, en cas de mauvais temps, de nuit.
- Vérification et arrimage du matériel, essai des transmissions.
- Consignes et ordres du chef de bord, mentionnés sur le journal de bord.
- Risques liés au piratage et aux sollicitations sur le trafic de drogues et aux routes migratoires.
- Sur zone, modalités d'enregistrement des relevés et observations, prises de sons et de vues.

Tous les soirs débriefing, en mer, ou au retour à quai : Remise en condition et ravitaillement (vivres, plein eau et carburant, relèves éventuelles).

Nota : les exercices suivants sont réalisés périodiquement à l'initiative du chef de mission.

- Procédure à appliquer en cas d'interaction avec les orques.
- Homme (ou femme) à la mer.
- Feu à bord.
- Voie d'eau.
- Avarie moteur, avarie de barre, réduction rapide de voilure.
- Prise de coffre ou de bouée, mise à l'ancre.
- blessé, malade à évacuer.
- Évacuation d'urgence du voilier et demande de secours.

Tous les événements ont été enregistrés sur le journal de bord afin de bénéficier du retour d'expérience pour les futures missions et améliorer le projet de voilier-mixte d'exploration scientifique.

Le trajet initial devait se faire de La Corogne (Espagne) à un port de France dans la région de l'Hérault (34) comme Sète ou Palavas les Flots, à la fin de la mission. De nombreux changements (relèves d'équipage, avaries moteur, intempéries) ont contraint de laisser temporairement le voilier *Alpha* en Mer d'Alboran, pour mise au sec et carénage. Le parcours de navigation, s'est donc transformé de Vigo (Espagne) à Torre del Mar (Espagne), sur une distance d'environ 740 milles nautiques.



3.1. Carte nautique, tracé de la route parcourue par le voilier Alpha de la Corogne (Espagne) - Torre del Mar (Espagne)

3.2. Méthodes de relevés acoustiques des émissions sonores des orques et de leur environnement.

Le but de ce protocole est de détecter la présence des cétacés à l'aide de leurs émissions d'ondes sonores lorsque nous sommes sur une zone potentielle d'observation, et éventuellement d'interaction. Le son se propage beaucoup mieux dans l'eau que dans l'air, ce qui peut permettre une détection auditive à distance avant une détection visuelle. Il s'agit également de pouvoir enregistrer leurs vocalises afin d'étudier par la suite leur comportements collectifs et individuels, notamment lors d'une interaction, pour décrypter les locutions du groupe. De plus, les bruits de pollutions sonores marines, comme les bruits de moteur de bateau et côtiers sont également des indicateurs de l'environnement des cétacés à prendre en considération.

A défaut d'orques, nous avons procédé à quelques enregistrements de l'environnement marin et des archives d'émissions sonores des orques qui nous servent de référence, leurs spectres de fréquences sont étudiés par notre groupe de recherche, pour se familiariser avec les clics, sifflements et chants des cétacés, le dispositif utilisé est le suivant :



***3.2. Dispositif d'écoute et d'enregistrement sonores (Zoom H6)
équipé d'un hydrophone
(SQ28 / AMS-24 avec micro H1A)***

Le matériel : le dispositif d'écoute et d'enregistrement est composé d'un enregistreur à interface avec un zoom H6 et d'un hydrophone (SQ28 / AMS-24 avec micro H1A). Afin de pouvoir entendre le son en temps réel, une paire d'écouteurs ou un casque doit être utilisé et mis en place par les opérateurs. Il est également possible de brancher un amplificateur de son (une enceinte).



3.3. Le matériel se compose d'un micro-hydrophone Aquarian H1a, d'un interface Zoom AMS-24 ou équivalent, d'un enregistreur Zoom H6, et d'un amplificateur Honey Tone H-Tone

Le paramétrage : avant de commencer les enregistrements, il est nécessaire de vérifier la carte SD, les piles, et les paramètres de fréquences. La fréquence d'échantillonnage (Fe) est fixée à 192 kHz dans le cadre de détection d'orques à l'échelle individuelle afin d'obtenir une réponse de fréquences entre 20 Hz à 45 kHz (Marion Poupard, 2021). Ce paramétrage permet également de détecter les autres cétacés et d'entendre les bruits de bateau.

La mise à l'eau : Ce dispositif avec un hydrophone (SQ28 / AMS-24, micro H1A) n'est efficace qu'à l'arrêt du bateau, si le bateau est en déplacement, il y aura trop de bruits parasites et le son sera inaudible. L'hydrophone est mis à l'eau grâce à un câble que l'on doit dérouler au moins à quatre mètres de profondeur sous la coque. La partie micro a un lestage intégré afin que le câble puisse se tendre ce qui permet de limiter les bruits de fond sur l'enregistrement dû aux clapotis de la surface.

Écoutes et enregistrements : Une paire d'écouteurs ou un casque de qualité "Bose Quiet-15" (que nous avons à notre disposition) permet une opération optimale pour l'opérateur "oreille". On peut alors commencer la détection auditive et démarrer l'enregistrement. La durée minimum est de 10 minutes dans le cas où il n'y a pas de contact auditif avec de cétacé, en cas de contact, l'enregistrement durera le temps de l'interaction avec les cétacés (espèces confondues).

Les pistes audio sont enregistrées sous le format mp3 et suivant le nom « date-heure-prise numéro ». Chaque enregistrement est associé à une fiche de données acoustiques traitées sur un logiciel analyseur de fréquences.

Date	Heure	L a t i t u d e	L o n g i t u d e	Profondeur (m)	Distance des côtes (repère amer à terre)	Météo	Vent (orientation - Vit Nd)	Houle (échelle de Beaufort)	T °C eau	Trafic maritime	Observations	Nom du fichier
------	-------	--------------------------------------	---	-------------------	---	-------	-----------------------------------	--------------------------------------	-------------	--------------------	--------------	----------------------

La fréquence des enregistrements est au minimum de deux fois par jour, au lever et au coucher du soleil, les contacts les plus fréquents avec les orques étant tôt le matin. En cas de rencontre de cétacé lors de la navigation, le bateau est arrêté et des enregistrements sont également réalisés pendant la durée du contact à distance et/ou de l'interaction avec Alpha. Idéalement trois opérateurs se répartissent les tâches :

- un observateur à la jumelle ou en visu qui observe et commente à voix haute l'approche des orques.
- un script qui remplit la fiche ci-dessus, selon les observations de l'observateur
- et un opérateur « oreille » qui veille au bon fonctionnement du matériel et effectue les enregistrements.

La prise de son est complétée par des photographies ou prises de vues (vidéo), si ce n'est un dessin lorsque la situation le permet.

Traitements des données : la reconnaissance des espèces peut se faire de différentes manières auditives lors de l'écoute et/ ou analyse après avoir mis les enregistrements sur ordinateur. Le logiciel utilisé pour l'écoute et l'exploitation des enregistrements est Audacity (étude en annexe). A l'aide de ce logiciel, on peut a posteriori éliminer des bruits parasites et traiter le spectrogramme des ondes enregistrées, pour corréler les émissions sonores décryptées, afin de déterminer les algorithmes de leurs locutions en situation de stress compensé en approche et au contact avec la coque, par rapport à leurs comportements collectif et individuel lors de l'interaction.

3.3. Méthodes de relevés d'observation visuelle des cétacés.

Olivier Cheyrezy et Laurie Hercelin, ont mis au point une méthode d'observation visuelle des cétacés adaptée au voilier *Alpha*. En pratique, un protocole pour un seul bateau à équipage réduit à deux observateurs a été retenu. Les objectifs sont de collecter des données de localisation et d'identification afin de fournir des taux d'occurrence, d'abondance et de distribution, pour la mégafaune marine en se focalisant sur les Cétacés et en particulier les Orques, mais aussi d'autres espèces telles que les tortues, poissons lunes, thons et requins, méduses. Le principe étant de collecter des observations en continu dès lors que le navire faisait route et croisait un ou plusieurs individus. D'autre part, les objets caractéristiques de l'activité humaine sont inventoriés tels que les déchets flottants et les bateaux repérés (type, position, route, activité maritime).

Il ne faut pas oublier que la détection visuelle de cétacés en surface est délicate, le protocole est donc basé sur les espèces pour lesquelles un effort de recherche plus particulier est à mettre en œuvre. L'effort d'observation à savoir combien de temps a été passé à chercher les animaux dans une zone quadrillée de la carte marine, et quelles distances (cap, vitesse sous voile et/ou moteur) ont été parcourues sont des éléments primordiaux à relever pour évaluer leur abondance. De même, les conditions dans lesquelles a été exercé cet effort qui peut induire des biais notamment pour la détection et l'identification, sont à relever avec la plus grande rigueur. Il s'agit de paramètres liés à l'environnement (météo, état de la mer, courants, marée ...) ou à la plateforme (observateur qualifié, stabilité du navire). Tous les événements au cours des observations sont à renseigner sur le journal de bord.



3.4. Camille Planès aux jumelles, observateur secteur bâbord.

3.3.1. Matériel photographique et vidéo : Nous avons à notre disposition un appareil photographique numérique reflex Nikon D700 ainsi que nos téléphones portables pour prendre des photos. En théorie, les clichés des cétacés doivent impérativement présenter l'aileron, la tache au niveau de l'œil pour les orques et tout signe distinctif de l'individu pour l'identifier.

Pour la vidéo, nous avons également des Go Pro 12 avec caissons étanches ainsi qu'une multitude de cartes SD. En théorie, une Go Pro devait être installée de manière fixe sur la plage arrière du navire (pour les orques), et nous pouvions aussi nous servir de perches, mais la manipulation est impossible à une vitesse de plus de deux nœuds. En pratique, nous avons gardé une seule Go Pro à portée de main sans utiliser de perche, pour une utilisation plus simple pour suivre les espèces contactées.

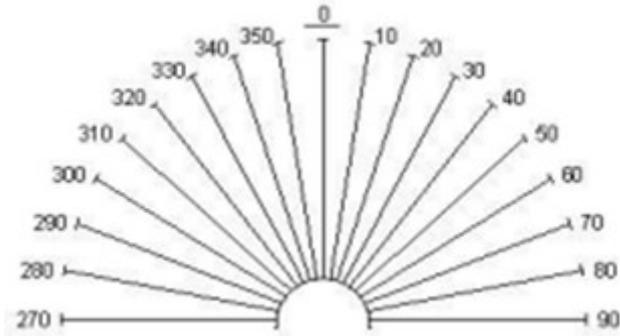


3.5. Appareil photo Nikon

D700 et Go Pro 12

Nous avons à bord du bateau deux drones aériens de modèle DJI Mini 3 Pro et DJI Mini 4 pro avec une hauteur maximale de 100 mètres. Ils n'ont pas été utilisés pendant la navigation.

3.3.2. Relevés des observations : On parle de détection visuelle, la recherche des espèces s'effectuera uniquement par la vue, et ce dans le but de garder un large champ de vision couvrant l'avant sur la proue du navire pour les cétacés de manière générale (entre 270° et 90°) et de la poupe à l'arrière pour les orques (entre 90° et 270°). Les jumelles servent pour la confirmation d'observation, la détermination de l'espèce, du nombre, des comportements sur l'eau et sous l'eau près du voilier etc. Il faut impérativement alterner l'observation visuelle et l'usage des jumelles, le risque de rater des animaux apparaissant en dehors de leur champ de vision est trop important.



3.6. Emplacement des degrés pour le positionnement de l'observation

Lorsque la mer est parfaitement lisse ou légèrement ridée, sans brume (0 à 2 sur l'échelle de Beaufort), l'observateur peut se concentrer aussi loin que possible jusqu'à la ligne d'horizon, sachant que la distance maximale de détection visuelle pour un groupe d'orques en activité est estimée à environ 1000 mètres. Dès que les "moutons" apparaissent l'effort d'observation devra se réaliser sur une distance au moins égale à 500 mètres. Au-delà de 4 Beaufort, les conditions de navigation déterminent les distances applicables.

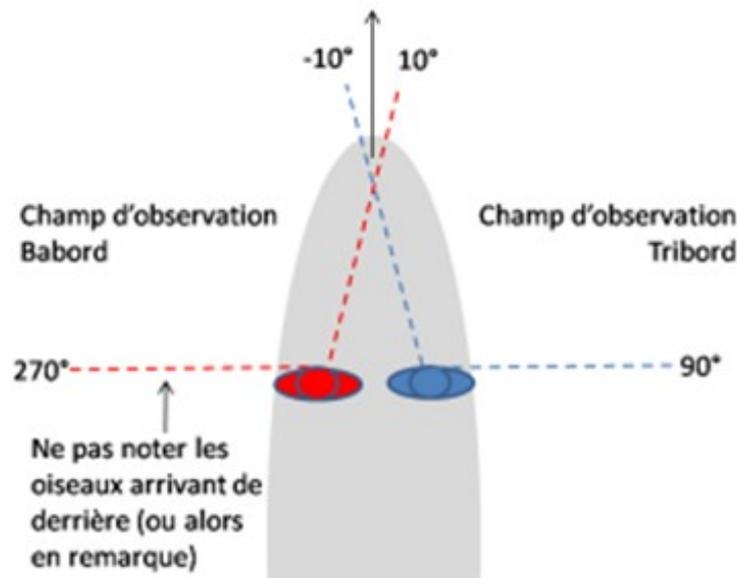
Force	Symbole	Descriptif	km/h	Appréciation	Effet du vent sur la mer
0	○	Calme	< 1	Très facile	Mer lisse comme un miroir
1	○	Très légère brise	1 à 5	Très facile	Mer ridée, sans écume
2	└─	Légère brise	6 à 11	Assez facile	Mer belle petites vagues
3	└─└─	Petite brise	12 à 19	Facile	Petites vagues et quelques moutons
4	└─└─└─	Jolie brise	20 à 30	Peu difficile	Petites vagues et de nombreux moutons
5	└─└─└─└─	Bonne brise	31 à 39	Assez difficile	Vagues modérées, moutons et embruns
6	└─└─└─└─└─	Vent frais	40 à 50	⚠ Difficile	Lames, crêtes d'écumes étendues, embruns
7	└─└─└─└─└─└─	Grand frais	51 à 61	⚠ Très difficile	Mer grossissante, lames déferlantes, embruns
8	└─└─└─└─└─└─└─	Coup de vent	62 à 74	⚠ Dangereux	Lames déferlantes, tourbillons d'embruns
9	└─└─└─└─└─└─└─└─	Fort coup de vent	75 à 88	⚠ Très dangereux	Grosses lames, rouleaux, embruns
10	▲	Tempête	89 à 102	⚠ Danger extrême	Très grosses lames, rouleaux puissants, mer blanche
11	▲	Violente tempête	103 à 117	⚠ Suicidaire	Lames très hautes, mer blanche, visibilité réduite
12	▲	Ouragan	> 118	⚠ Apocalyptique	Mer blanche, visibilité presque nulle

3.7. Classification de l'échelle de Beaufort (Source : Share my Sea)

On considère qu'une détection à un moment donné d'un individu ou d'un groupe de cétacés équivaut à une observation. Pour chacune, il est très important de noter la direction de l'endroit (azimut, distance) où a été détecté l'animal. S'il est en mouvement, on retiendra le point de détection (Latitude, longitude, route par rapport au voilier) afin de rapidement mesurer et enregistrer ces paramètres.

3.3.3. Observations avec deux observateurs sur la plateforme : Chaque observateur concentre son effort de recherche sur son quart avant situé, à bâbord ou de tribord du navire. C'est-à-dire que la recherche d'animaux doit impérativement se réaliser sur les 180° avant pour les cétacés de manière générale et vers l'arrière pour les orques, en se croisant sur la proue.

- L'observateur tribord se concentrera sur une portion de mer comprise entre 90° et -10° (ou 350°).
- L'observateur bâbord se concentrera sur une portion de mer comprise entre 270° et +10°.



3.8. Méthode d'observation pour deux observateurs en position dans le poste de manœuvre extérieur.

Les voiles qui sont sorties comme la grande voile et le Génois peuvent gêner l'observation d'un côté, selon l'orientation du vent. Il convient à l'observateur gêné d'adapter sa position pour une meilleure visibilité.

3.3.4. Les paramètres d'observations :

Chaque prise de vue (photographie, vidéo, dessin) et enregistrement (paramètres océanographiques, météorologiques, comportements, évènements de mer) contenant la présence de cétacé sera notifiée sur les fiches de collectes de données d'observations. Dans les meilleures conditions de navigation, pendant que deux observateurs observent, une autre personne enregistre les données. En pratique, il est malheureusement compliqué de respecter ce fonctionnement avec un équipage limité, ainsi chaque observateur relève ses propres observations à l'aide d'une fiche informatisée de collecte de données. Des fiches versions papiers sont également disponibles sur le bateau, si besoin (réseau indisponible, plus de batteries, etc...).

Une fiche de ce type a été créée pour les trois zones de prospection concernant cette mission. A noter, nous n'avons pas inscrit les observateurs pour analyser les biais d'observateur sur cette campagne. La raison est qu'en pratique, il y avait peu d'observateurs et les observations se sont presque toutes faites avec plusieurs observateurs simultanément (toujours avec des observateurs expérimentés). Cela a permis d'homogénéiser les données directement lors de la saisie des informations.

D a t e	H e u r e	N o m b r e	Nom vernaculaire	Nom latin	Comportement	L o n g i t u d e	L a t i t u d e	P p r o f o n d e u r (m)	V i t e s s e (Nd)	C a p	Distance des côtes (repère amer à terre)	M é t é o	Vent direction- Vitesses (Nd)	Ho u l e (é c h e l l e d e B e a u f o r d)	T m o o r e u r A / M	T r a f i c m a r i t i m e	P h o t o s t r u c t u r e
------------------	-----------------------	----------------------------	---------------------	--------------	--------------	---	--------------------------------------	--	---	-------------	--	-----------------------	--	--	---	--	--

3.9. Fiche d'observation à remplir avec les différents paramètres.

3.3.5. Les contraintes météorologiques : Les conditions météorologiques à la mer sont les facteurs qui influencent le plus la détection des cétacés. Il est donc très important de bien les relever à chaque contact et interaction. Lorsque l'état de la mer se dégrade, la probabilité de détection décroît. En particulier pour les espèces non « démonstratives », qui ne sautent pas. Lors des campagnes dédiées à l'observation des cétacés, une mer de 5 Beaufort est considérée comme la limite pour observer en continu. Dans ce cas, le seuil de l'état de la mer, pour lequel les observations sont stoppées, est de 6 sur l'échelle de Beaufort. En pratique, avec un équipage amariné et entraîné, nous sommes allés jusqu'à 7 Beaufort par mer très agitée.

3.3.6. Traitements des données : Après chaque quart, les fichiers de données sont vérifiés et confirmés. Le soir, en mer ou à quai, l'équipage effectue un point journalier des observations qui sont validées par le chef de bord qui vérifie et enregistre les événements majeurs sur le journal de bord réglementaire. Une fois de plus, toutes les données des observations (le nombre d'individus, les espèces, les distances, etc...) ainsi que les données associées aux autres protocoles sont à nouveau contrôlées et envoyées par mail aux autres membres de l'association ne participant pas à la navigation, pour une première analyse. Les échanges quotidiens d'informations avec l'équipe de soutien à terre permettent de renforcer l'efficacité des recherches et d'assurer la sécurité de la mission (navigation, météorologie, logistique, relèves).

3.3.7. Observation des Orques et autres espèces de cétacés : De manière générale, le protocole d'observation est sensiblement le même pour les autres espèces de cétacés que pour les orques, en cas de contact, des identifications supplémentaires sont mises en place.

3.3.8. Les communautés : Selon les variétés géographiques, les orques mesurent entre 6 et 10 m de long et leur poids oscille entre 5 et 10 tonnes (Sylvestre, 2014). Les orques sont grégaires, elles vivent en groupes comptant 2 à 100 individus (la plupart en comprenant 5 à 10). Le nombre moyen d'individus dans un troupeau diffère selon les zones géographiques, selon leur mode d'alimentation et de reproduction. Les groupes d'orques sont constitués d'individus de tous les âges (juvénile, adulte) et des deux sexes. Généralement, la femelle la plus âgée est souvent dominante. Certains mâles sont solitaires (Jefferson, T.A., et al., 2015). Il faut donc savoir différencier les différentes communautés : les résidents et les sédentaires par leur régime alimentaire et leurs comportements sociaux qui varient, près des côtes et en haute mer.

3.3.9. La composition du groupe ou du pod : Le terme anglais “pod” n’a pas d’équivalent en français, il désigne un groupe social de cétacés de la même espèce, généralement apparentés, qui ont tendance à se déplacer ensemble. Pour les orques de passage, le terme “groupe” est utilisé de préférence à “pod”, car les groupes ne sont pas nécessairement constitués d’animaux apparentés. Il faut pouvoir reconnaître les mâles, les femelles, les juvéniles et individus propres, identifiables par des caractères morphologiques évidents, décelables en surface, tels que :

- L’aileron dorsal : Il est caractéristique de l’espèce. Chez les jeunes individus, il est médian, petit, falciforme, et recourbé vers l’arrière. Sa hauteur équivaut alors à près de 1/9 de la longueur corporelle. Au fur et à mesure que l’animal grandit, cet aileron croît et change de forme, selon le sexe. Les femelles adultes ont une nageoire dorsale de taille moyenne (d’une hauteur variant entre 0,5 et 0,75 m) et falciforme (incurvée vers l’arrière). Quant à l’aileron dorsal des mâles, il est triangulaire, droit, étroit et haut (la hauteur atteint 2 m chez les plus gros mâles). Les nageoires pectorales, larges et arrondies, ont la forme d’une raquette. Les nageoires pectorales des mâles adultes sont nettement plus longues et plus larges que celles des femelles adultes. La nageoire caudale est relativement large ; ses lobes sont falciformes, et pointus à leur extrémité (Dahleim, & Heyning, 1999 ; Sylvestre, 2014).

- Les couleurs : elles sont également importantes pour différencier les juvéniles des adultes. Un nouveau-né est globalement bleu-noir sur le dos et brun-gris sur le ventre ; la tache post-oculaire (généralement ovale) qui se localise au-dessus et en arrière de ses yeux est jaune citron plus ou moins teinté de rose. Les adultes ont le dos noir brillant ou gris très foncé. Leur face ventrale est entièrement blanche du bout du museau jusqu’à la queue, comprise. On note une extension latérale de cette tache blanche sur la partie supérieure de chaque flanc. La pigmentation blanche dessine donc, entre les pectorales et la nageoire caudale, un trident dont les pointes sont dirigées vers la queue. La tache post-oculaire est blanche chez les adultes. Une autre, plus grisâtre, se localise juste en arrière de l’aileron dorsal et forme une selle. Les nageoires pectorales sont entièrement noires tandis que le dessus de la nageoire caudale est noir et le dessous est blanc.

Nous avons également à notre disposition un catalogue d’individus déjà répertorié par l’organisme GT Orca pour identifier les différents individus.



3.10. Aperçu du catalogue d’identification d’Orque en péninsule ibérique de GT Orca. A droite, une fiche d’identification individuelle ainsi que sa filiation

3.4. Protocole de prélèvement d'eau de mer.

Afin de mieux cerner l'environnement des cétacés au niveau abiotique et notamment en termes de pollution, des prélèvements d'eau de mer sont effectués, ces échantillons seront traités en laboratoire et analysés a posteriori de la mission. La fréquence des prélèvements se fera de manière ponctuelle, sur des zones d'intérêts comme à la sortie de grandes villes, aux estuaires des fleuves, des zones touristiques, portuaires et industrielles, près des réserves marines et fermes de piscicultures... Au large, dans une zone potentielle de présence de cétacé, ou de pollution visible à la surface de l'eau. En cas de contact avec des cétacés un prélèvement d'eau sera également effectué.

La méthode de prélèvement d'eau de mer s'effectue à l'arrêt du bateau ou en navigation, dans un flacon de 20 ml en polyéthylène à capsule (**ne pas prendre de PVC**) à une profondeur de 10 cm pour un prélèvement dit de « surface ». Le flacon est attaché à une gaffe de bateau (pouvant servir de perche) pour pouvoir atteindre la surface de l'eau.



3. 11. Flacon d'échantillon numéroté de prélèvement d'eau de mer, de 20 ml

et gaffe de bateau à droite.

L'étiquetage des flacons se fait par numéro qui est associé à une fiche de collecte de prélèvement d'eau avec différents paramètres à renseigner. Les flacons sont conservés au frais et à l'ombre.

Emp	Heure	N. échantillon	Nombre individus	Nom vernaculaire	Nom latin	Longitude (WGS 84)	Latitude (WGS 84)	Vitesse (Nd)	Cap	Distance des côtes (repère amer à terre)	Météo	Vent direction (Vitesse Nd)	Houle (échelle de Beaufort)	T °C eau de mer	Disque de Secchi	Moteur M/A	Trafic maritime	Autre
-----	-------	----------------	------------------	------------------	-----------	--------------------	-------------------	--------------	-----	--	-------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------	------------------	------------	-----------------	-------

3.12. Fiche de données de prélèvements d'eau de mer, à remplir avec les différents paramètres

Traitement des données : chaque prélèvement d'eau bénéficiera après le retour de mission, d'une analyse de pH, de salinité ainsi que d'analyses chimiques spécifiques, telles que :

- Analyses Colorimétriques
- Phosphate
- Nitrate + Nitrite
- Nitrite
- Ammonium
- Silicate
- Azote et phosphore organique dissous
- Azote et Phosphore particulaire
- Dosage de l'Oxygène dissous
- Dosage de l'adénosine triphosphate
- PFAS (fluoro polymères)

3.5. Échantillonnage d'ADNe, environnemental en surface, en prévision de la mission 2025.

Ce protocole concerne l'échantillonnage de surface en milieu marin d'ADN environnemental, côtier ou au large, collecté depuis une embarcation. Il a été élaboré par un partenaire de Green Armada, il s'agit du laboratoire Spygen dans le cadre du projet VigiDNA, ce procédé sera activé lors de la mission Orques Ibériques 2025.

Chaque kit est composé de :

- Deux capsules de filtration VigiDNA® 0.2µm ayant chacune deux bouchons et une étiquette;
- Un (ou deux) sachet(s) « Athena tubing kit MW1 » contenant deux paires de gants, un tuyau (un tube en silicone opaque d'1,50 m et un tube en silicone transparent de 30 cm reliés par 1 raccord conique), avec une crépine, un fil de nylon de 2m;
- Deux sachets « CL1 Buffer kit » avec une paire de gants, un entonnoir et une bouteille de tampon de conservation CL1.

Ce kit doit être utilisé avec une pompe péristaltique Athéna alimentée par une batterie externe 12v, 22Ah (la pompe peut être louée avec la batterie, le câble d'alimentation et le chargeur). Après avoir mis les gants, il est impératif de ne pas toucher des zones sources de contamination d'ADN (peau, équipements, matériels de terrain...). Les deux filtrations de 30 minutes doivent être réalisées au même endroit. La filtration doit être réalisée à l'avant du bateau sur le côté pour éviter les contaminations venant du bateau. Le préleveur ne doit pas toucher l'eau en amont de la filtration en cours.

Avant l'intervention sur site et entre chaque site d'échantillonnage, le plomb de traîne doit être nettoyé à l'aide de lingettes javellisées ou javel avec pulvérisateur ou de Virkon® S. Sur l'embarcation, un espace dédié aux manipulations, éloigné de toute source de contamination ADN, doit également être nettoyé. La détectabilité du groupe cible est fortement dépendante de la qualité de l'échantillonnage et donc du bon respect de ce protocole.

Il est indispensable de remplir correctement le fichier Excel fourni, de manière à bien noter la correspondance entre le numéro du filtre et le site étudié ainsi que toute information susceptible d'être utile pour l'analyse (ex : colmatage de la capsule). Le numéro du filtre sera l'unique identifiant de l'échantillon lors du rendu des résultats. Ce fichier Excel devra être envoyé à votre contact SPYGEN par mail en .xlsx (cf. 21. Préparer le renvoi du colis). L'analyse des échantillons ne sera lancée qu'à réception de ce document.



3.13. Protocole détaillé, échantillonnage ADN e:

1. Préparation de la pompe :

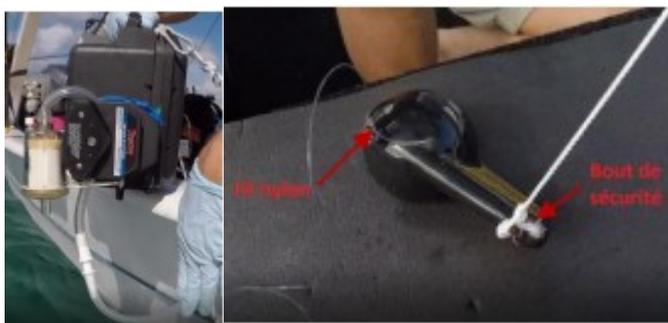
- a. Protégez la prise d'alimentation à l'aide d'un sachet plastique et d'adhésif.
- b. Attachez la pompe au bateau à l'aide de bouts. Positionnez la pompe soit par-dessus bord à 50 cm du niveau de l'eau dans des conditions de mer calme, soit sur « le garde-corps » du bateau afin de protéger la pompe des éclaboussures (dans ce cas il sera nécessaire de tenir la pompe tout au long de la filtration). Prenez garde à ce que le dos de la pompe soit face au large.
- c. Raccordez le câble d'alimentation à la pompe, et protégez le branchement contre les entrées d'eau en refermant le sachet plastique sur le câble.
- d. Placez la batterie sur une zone sèche, si possible dans une boîte/caisse avec couvercle pour la protéger des éclaboussures.

- e. Raccordez le câble d'alimentation à la batterie.
 - 2. Mettez une paire de gants neuve se trouvant à l'intérieur du sachet «Tubing kit MW1».
 - 3. Étalez un sac poubelle neuf ou une barquette sur le plan de travail afin d'éviter les contaminations par l'ADN. Lavez le avec une lingette javellisée ou à l'aide de javel et d'un chiffon jetable.
 - 4. Sortez la capsule de filtration de son emballage, collez l'étiquette présente dans la boîte sur la capsule de filtration et vérifiez que le numéro SPYXXXXX correspond avec celui sur l'étiquette collée sur le dessus de la boîte.
- NB: veillez à laisser les bouchons dans l'emballage plastique pour le moment.*
- 5. Sortez l'extrémité du tuyau sans crépine du sachet et insérez la capsule de filtration **en respectant le sens d'écoulement** (flèche « Flow » sur le côté de la capsule). Puis replacez la capsule dans le sac.

6. Préparation de la ligne de traîne.

- a. Protégez la crépine en l'enveloppant dans un gant neuf (issu du sachet Tubing kit MW1) noué sur le tuyau. Ce gant sera retiré avant mise à l'eau en étape 9a.
- b. Nettoyez le plomb de traîne à la javel.
- c. Attachez le haut du plomb de traîne à un « bout de sécurité » d'environ 2.5m de longueur.
- d. Attachez le bas du plomb de traîne au fragment court du fil de nylon (côté crépine).
- e. Attachez le bout de sécurité, ainsi que le fragment long du fil de nylon, au bateau en ajustant la longueur afin d'éviter de créer une tension sur le tuyau, ou un coude trop important pouvant perturber la filtration.

- 7. Placez le tuyau dans la tête de pompe de l'Athéna en vérifiant qu'il n'y ait pas de coude. La partie du tuyau connectée à la capsule doit sortir sur le dessus de la tête de pompe.



Attache du bout de sécurité et du fil de nylon sur le plomb de traîne

Placement de la capsule sur la tête de pompe

- 8. Placez le bateau au point de départ du transect.

9. Mise à l'eau

- a. Soulevez le plomb en le tenant par le bout de sécurité, retirez le gant de la crépine sans toucher cette dernière et passez l'ensemble par-dessus bord. Prenez garde à ce que la crépine ne touche pas l'embarcation.
- b. Mettez le plomb dans l'eau en relâchant progressivement le bout de sécurité. Vérifiez qu'il n'y ait ni tension ni coude sur le tuyau. La tension doit être portée sur le fil de nylon.
- c. Vérifiez que la crépine soit **immergée à environ 50cm** de la surface.

10. Mise en route de la pompe

Mise à l'eau du plomb de traîne et de la crépine

- Ouvrez la pompe et appuyez sur « **Pump on** ».
- Appuyez sur « **Reverse** ».
- Appuyez sur « + » jusqu'à atteindre la vitesse de rotation correspondant à un débit de 1L/min. Cette vitesse varie selon la pompe, elle est indiquée sur l'étiquette autocollante à l'intérieur de la pompe.
- Notez le point GPS correspondant au début du transect.

11. Filtrez l'eau durant 30 minutes en gardant une **vitesse réduite** (2 à 3 nœuds) afin que la crépine ne remonte pas à la surface. Notez la profondeur régulièrement (toutes les 5 min environ).

NB : en cas de transect en aller/retour, notez le point GPS de retournement.

12. Une fois la filtration terminée, remontez la ligne de traîne par le bout de sécurité et expulsez l'eau restante dans la capsule en filtrant de l'air. Faites attention à ce que l'extrémité du tuyau ne touche rien lors de la purge.

13. Arrêtez la pompe en pressant « **Pump Off** » et posez le plomb et le tuyau sur le plan de travail.

14. Changez votre paire de gants (kit tuyau ou supplémentaire) et décrochez la capsule du tuyau.

15. Fermez le bas de la capsule à l'aide du premier bouchon. Placez l'entonnoir sur le haut de la capsule et versez doucement le tampon de conservation jusqu'à atteindre le haut de la capsule (cf. photo ci-dessous). Posez ensuite l'entonnoir sur la bouteille de tampon ouverte.

NB : En cas de basse température, il est possible que la solution tampon CLI cristallise, empêchant ainsi son écoulement dans la capsule de filtration. Il est alors recommandé de réchauffer le flacon, dans ses mains par exemple, jusqu'à disparition des cristaux et de bien le secouer avant de verser son contenu dans la capsule.



— Limite de remplissage
du tampon de
conservation



Flèche FLOW qui
indique le sens
d'écoulement

16. Fermez le haut de la capsule à l'aide du second bouchon, puis retournez le filtre, enlevez le premier bouchon du bas de la capsule et versez le reste du tampon de conservation à l'aide de l'entonnoir.

17. Refermez le bas de la capsule puis agitez la, vigoureusement pendant environ 1 min. La capsule doit être mise en position horizontale et tournée régulièrement pendant l'agitation.

18. Rangez la capsule dans sa boîte en respectant le sens « **Flow** » (flèche vers le bas). Vérifiez que le petit bouchon blanc soit bien fermé. Jetez le reste du matériel.

19. Stockez la capsule à température ambiante à l'abri de la lumière en évitant les fortes variations de température et renvoyez-la à SPYGEN dans un délai d'un mois.

20. Si vous utilisez le même tuyau pour réaliser les répliquats terrain, recommencez ce protocole en ignorant les étapes 1-2 et 6 à 9.

NB : dans ce cas, ne pas remonter le plomb de traîne et la crépine sur le bateau à l'étape 12 mais les remettre à l'eau après la purge de la capsule.

21. Préparer le renvoi du colis :

➤ **Confection du colis** :

▪ Placez les boîtes verticalement avec le filtre à l'endroit (flèche « flow » vers le bas). ▪ Calez les boîtes à l'intérieur du carton, à l'aide de rembourrage.

▪ Attention le transport de batteries en lithium est réglementé et nécessite **une documentation** spécifique (à valider auprès des transporteurs). Si vous utilisez UPS, mettez la fiche spéciale pour le transport de batterie en lithium et collez l'étiquette « attention batterie lithium » sur le carton.

➤ **Mode d'envoi** : Par transporteur ou par la Poste (attention, évitez Colissimo).

➤ **Quand envoyer le colis** ? : Dès que possible pour respecter le délai de location de la pompe.

➤ **Adresse de renvoi** :

SPYGEN
17 rue du Lac Saint-André
73370 Le Bourget du Lac

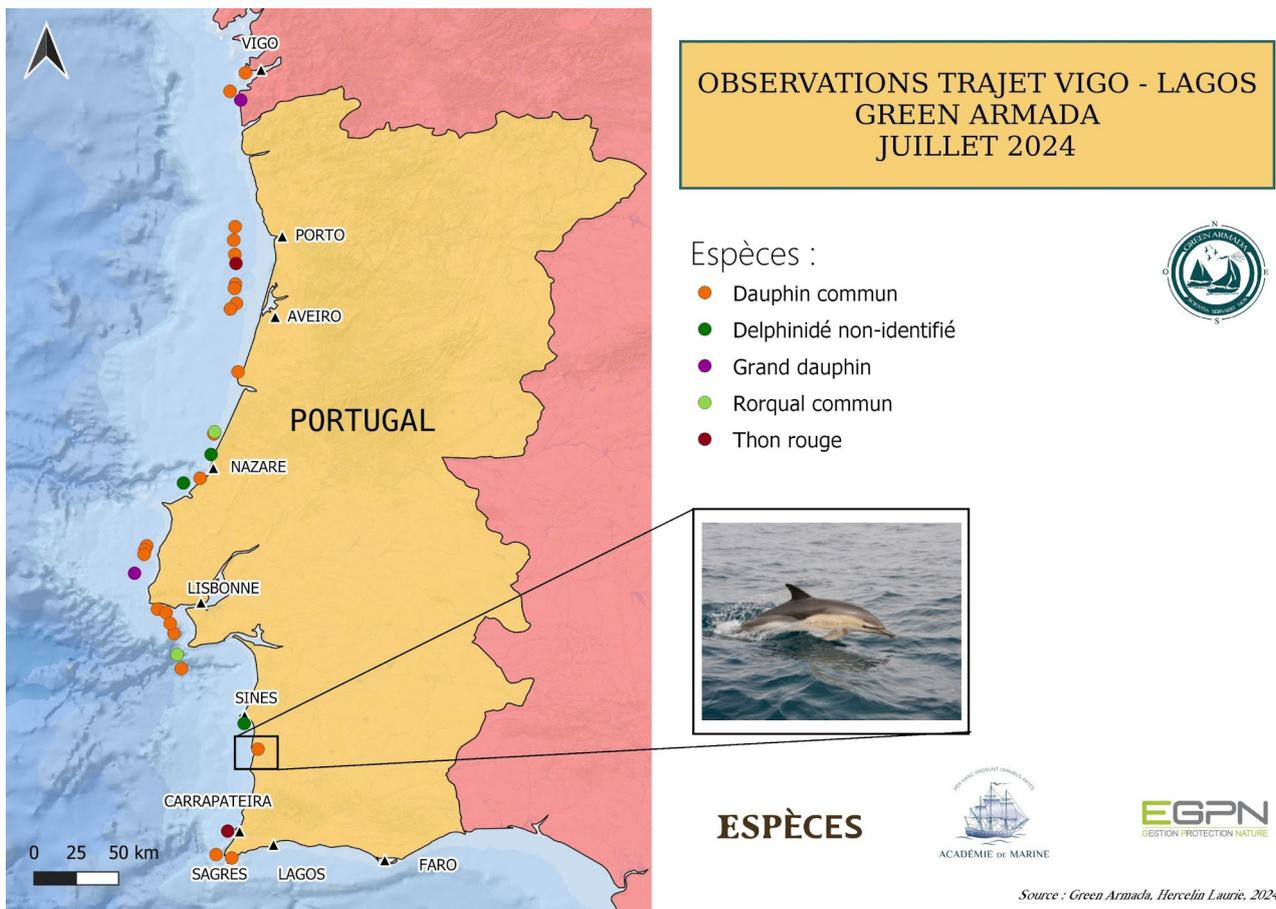
France

Pensez à envoyer le document reprenant les informations de votre terrain en format .xlsx par mail à votre contact SPYGEN. L'analyse de vos échantillons ne sera lancée qu'à partir du moment où ce document sera reçu.

Chapitre 4.

Tableaux d'enregistrement des données et observations annexées au journal de bord du voilier « Alpha » de l'association Green Armada.

4.1. Carte des observations entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) durant la navigation sur le voilier Alpha du 1^{er} Juillet au 20 juillet 2024. Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada.



Les premières observations ont été faites le long des côtes atlantiques de la péninsule ibérique entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) du 1er juillet au 20 juillet 2024. Lors de cette période les conditions météorologiques, nous ont permis de naviguer 10 jours à bord du voilier *Alpha*. Cela représente une distance de 633 km soit 341,7 milles nautiques. La navigation est dite plutôt côtière entre un mille nautique et 20 milles nautiques des côtes, la plupart du temps le long des côtes du Portugal. Les côtes portugaises représentent 832 km (on ne compte pas ici les îles portugaises au large dans l'Atlantique). On peut dire d'après cette carte (Figure 19) que la majorité des côtes ont été prospectées.

Date	Heure	No m b r e	Nom vernaculaire	Nom latin	Comportement	L ongit ude	Lat itude	So nde (m)	V i t e s e (N d)	Cap	(repère amer à terre)	Météo	Vent (orientation - Vit Nd)	Houle (échelle de Beaufort)	T °C eau de mer	Mo t eur M/ A	Trafic maritime	Pho togr aphie + vidéo	Autre	
01/07/24	19h25 /19h27	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	Passé de l'arrière bâbord du bateau à l'avant tribord	-8,9584	42,11999	55	5	240	10 MN	Ensoleillé - 1021 hPa 16/20 °C	NNE - 20	2/3	16°C	Allumé	0 navire	N/A		
02/07/24	9h30	2	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	marsouinage furtif à l'avant du bateau	-8,85678	42,2432	80	4	210	2 MN	Ensoleillé - 1010 hPa 16/20 °C	N - 10	2/3	16°C	Allumé	1 voilier - 2 pêches	N/A		
02/07/24	11h50 /11h51	1	Grand Dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	A contre sens le long du bateau côté bâbord	-8,88715	42,0611	58	60	5	180	Ensoleillé - 1010 hPa 16/20 °C	N - 8	2/3	16°C	Allumé	1 voilier	N/A		
11/07/24	14h20	5	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	jeu, marsouinage, une mère avec son petit	-8,926452	41,0316	82	68	0	180	Visibilité 400m 20° C	0	1	15 °C	éteint	Nul	V	10 min d'interactions, signe distinctif de la mère cicatrice verticale à l'arrière de l'évent	
11/07/24	9h11	1	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	curiosité, sauts des 2 côtés du bateau	-8,924623	41,2169	50	6	200	5 MN	Bouillard, visibilité 30m 17°C	Sud/Sud Est - 2	1	14 °C	Allumé	Nul	V		
11/07/24	12h41	8	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	jeu, marsouinage en proue sur chaque bord, course le long du vortex de la coque	-8,933798	41,1275	6	70	4	195	Brume, visibilité 200m 20°C	Est/Sud Est - 2	1	15°C	Allumé	Nul	v	nombreux échanges sur la durée 5 min	
11/07/24	19h10	3	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	marsouinage au loin sens inverse du bateau	-8,922708	40,8349	3	55	4	190	dégagé 18°C	Nord ouest - 5	1	14 °C	allumé	Nul	N/A		
11/07/24	19h40	10/15	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	alimentation, dans le même sens que le bateau	-8,92854	40,8060	65	55	4	185	temps clair dégagé brouillard au loin, visibilité 500 m 16 °C	Ouest / Nord ouest - 4	1	13°C	allumé	1 Chalutier	N/A	plateau riche en ressources alimentaires	
11/07/24	20h20	5/6	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	jeu des 2 côtés du bateau, sauts au loin et marsouinage	-8,92901	40,8060	7	55	4	185	temps clair dégagé brouillard au loin, visibilité 500 m 16 °C	Ouest / Nord ouest - 4	1	13°C	allumé	Nul	V		
11/07/24	21h50	2	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	côté tribord, même sens que le bateau	-8,916782	40,7058	51	0	210	5 MN	nuit 17 °C	Nord - 0	1	13°C	éteint	Nul	N/A	longue interaction 5 min, se déplace moins rapidement que la journée	
11/07/24	23h15	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	joue des 2 côtés du bateau, dans le même sens	-8,955733	40,6687	529	60	2	210	5 MN	nuit 16°C	Nord Ouest - 5	1	13 °C	éteint	Nul	N/A	mère et son petit, beaucoup de feuilles mortes, longue interaction 10 min, se déplace moins rapidement que la journée
11/07/24	16h30	1	Thon rouge	<i>Thunnus thynnus</i>	3 apparitions à la surface, suspicion de chasse	-8,918956	40,9717	22	63	1	180	5 MN	visibilité 300m 20°C	Ouest - 1	1	15°C	éteint	Nul	N/A	estimé à 130kg pour plus de 2m, furtif quelques secondes
12/07/24	8h55	10	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	jeu des 2 côtés du bateau, même sens, marsouinage	-8,905394	40,2492	69	17	3	150	2 MN	couvert, 18°C	Nord - 7	2	14°C	éteint	Nul	V	2 mères et 2 juvéniles
12/07/24	00h40	1	Orphies/Aiguillettes	<i>Belone belone</i>	à contre sens bâbord du bateau	-8,963235	40,6503	782	66	3	210	5 MN	nuit 16°C	Nord - 7	1	13 °C	éteint	Nul	N/A	possible chasse des thons rouges
13/07/24																				
14/07/24	14h44	1	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	1 apparition, sens inverse du bateau côté tribord, une respiration	-9,064691	39,8353	8	40	5	210	3 MN	beau temps, 22 °C	Sud ouest / Ouest - 2	1	15 °C	allumé	Nul	N/A	taille petite
14/07/24	16h20	4	Dauphin sp	Dauphin sp	2 apparitions furtives côté tribord et sont passés devant le bateau	-9,083653	39,6982	56	20	5	160	300 m	beau temps, 22 °C	Sud ouest - 10	1/2	15 °C	allumé	1 bateau de pêche	N/A	
14/07/24	14h30	1	Rorqual commun	<i>Balaenoptera physalus</i>	2 apparitions furtives	-9,059717	39,8495	15	17	5	180	2 MN	beau temps, 22 °C	Sud ouest / Ouest - 2	1	15 °C	allumé	Nul	N/A	reconnaissance par aileron et souffle (estimation 10 m)
15/07/24	11h40	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	marsouinage, apparition au loin du bateau puis sont venus à la proue du bateau côté tribord, puis sont repartis côté bâbord en sens inverse en direction de la côté, marsouinage	-9,15608	39,5395	05	35	5	240	1 MN	beau temps, 21°C	Ouest / Sud ouest - 3	1/2	15 °C	allumé	1 voilier	V	1 mère et son petit très très juvéniles (80 cm)

15/07/24	12h48	2	Dauphin sp	Dauphin sp	comportement de chasse, ailerons visibles à la surface, très rapide	-9,26 6149	39,5 077 97	80	5	270/ 300	5 MN	beau temps, 21°C	Ouest / Sud ouest - 3	1/2	15 °C	allu mé	Nul	N/A	bouée de pêche à proximité
16/07/24	13h33	1	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition en surface côté bâbord en sens inverse du bateau est ressorti côté tribord	-9,50 9197	39,0 887 22	55	3	210	4,5 MN	beau temps, 20°C	Nord / Nord Ouest - 8	1	15°C	étei nt	1 voilier	N/A	
16/07/24	14h00	2	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition arrière bâbord du bateau puis sont venus à la proue	-9,52 1301	39,0 622 65	60	3	210	4,5 MN	beau temps, 20°C	Nord / Nord Ouest - 7	1	15°C	étei nt	1 voilier	N/A	
16/07/24	14h30	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition bâbord en sens inverse marsouinage et sauts puis comportement de chasse	-9,52 6678	39,0 320 05	70	3	210	4,5 MN	beau temps, 20°C	Nord / Nord Ouest - 8	1	15°C	étei nt	Nul	N/A	une mère et un juvénile
16/07/24	18h37	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition côté tribord même sens que le bateau, puis derrière bâbord dans le même sens, sont répartis en sens inverse du bateau, marsouinage	-9,50 664	38,6 183 54	25	4	180	0, 2 MN	beau temps, 20°C	Nord - 25	3	15°C	étei nt	Nul	V	une mère et un juvénile
16/07/24	19h40	6	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition côté tribord arrière même sens que le bateau, marsouinage	-9,43 7826	38,6 663 04	40	3	230	1 MN	beau temps, 18°C	Nord - 20	1	15°C	étei nt	3 paquebots	N/A	
16/07/24	16h30	2	Grand Dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	apparition bâbord sens inverse du bateau, marsouinage	-9,58 9696	38,9 058 35	110	5	240	7 MN	beau temps, 20°C	Nord / Nord Ouest - 13	3	15°C	étei nt	Nul	N/A	
18/07/24	11h00	2	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition devant le bateau dans le même sens, comportement de chasse, sont venus à la proue du bateau puis sont reparti en sens inverse du bateau	-9,38 1223	38,6 435 5	17	4	160	3 MN	beau temps, 19 °C	Sud ouest - 4	1	17°C	allu mé	1 cargo	live	
18/07/24	12h10	8	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition bâbord du bateau dans le même sens, marsouinage, comportement de chasse	-9,35 3931	38,5 710 25	25	4	180	6 MN	beau temps, 19 °C	Nord ouest - 10	1	17°C	étei nt	Nul	P	un juvénile, à proximité d'une bouée de pêcheur
18/07/24	15h10	10	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition tribord dans le même sens au loin avec comportement de chasse, marsouinage, près du bateau sauts, jeu, ventre contre ventre, coup de queue, surf avec les vagues	-9,30 837	38,3 638 96	500	6	180	20 MN	beau temps, 23 °C	Nord / Nord Ouest - 25	1	19 °C	étei nt	Nul	P/V	2 juvéniles, très longue interaction estimation 35 min avec le groupe puis quelques individus continue de suivre le bateau après + de 1h
18/07/24	18h42	3	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition bâbord du bateau dans le même sens, marsouinage, jeu	-9,27 993	38,2 699 94	500	6	120	15 MN	beau temps, 19 °C	Nord - 20	3	18 °C	étei nt	Nul	N/A	1 dauphin plus petit
18/07/24	16h25	1	Rorqual commun	<i>Balaenopte ra physalus</i>	2 souffles à bâbord du bateau dans le même sens	-9,30 837	38,3 638 93	500	6	180	20 MN	beau temps, 23 °C	Nord / Nord Ouest - 28	1	19 °C	étei nt	Nul	N/A	
19/07/24	17h25 /18h1 9	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition bâbord, même sens que le bateau, marsouinage, jeu, nage souvent par deux ventre contre ventre, coup de queue en surface, sauts ventraux, 1 saut "saut mouton" et 5 beaux sauts sur le dos	-8,77 3762	37,7 327 85	100	7	180	5 MN	brouillard, 20°C	Nord / Nord Ouest - 5	2	18 °C	allu mé	Nul	p/v	temps d'interaction 1h04, un dauphin très particulier au niveau du rostre (axe du rostre gris sur 3 cm puis 1 triangle isocèle de chaque côté de l'axe gris de couleur blanc (pas beigeâtre), bout du rostre beigeâtre), position de fin d'interaction (-8,869235 ; 37,562983)
19/07/24	15h00	2	Dauphin sp	Dauphin sp	apparition côté bâbord arrière, passage derrière le bateau, marsouinage	-8,86 5074	37,9 039 86	30	6,5	180	300 m	beau temps, 24 °C	Nord / Nord Ouest - 20	1	18 °C	allu mé	1 voilier et 8 cargos	N/A	sortie de port, nombreux pétroliers usine pétrochimique et bouée de pêcheur à proximité

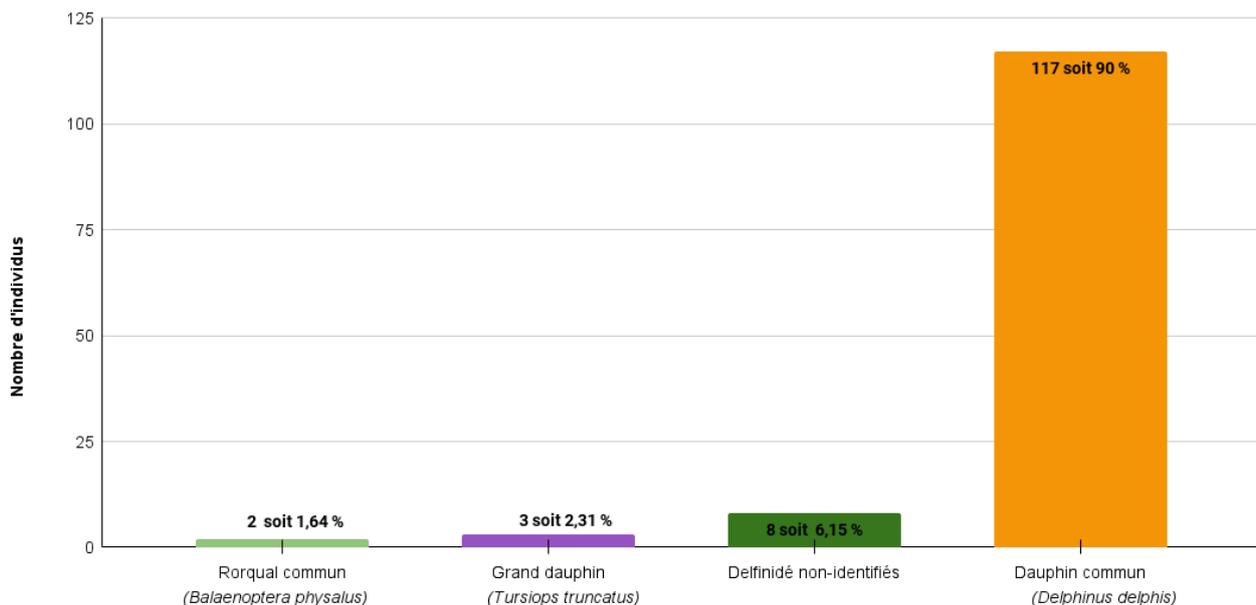
20/07/24	13h15	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition côté tribord du bateau dans le même sens, sont arrivés 2 par 2, passage sous la coque tribord puis bâbord et ont disparu	-9,05 072	37,0 300 05	150	3	180	2 MN	beau temps, 23 °C	Nord / Nord Est - 8	1	19 °C	été nt	2 voiliers	N/A	interaction très rapide 2 min
20/07/24	14h55	4	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition furtive côté bâbord dans le même sens que le bateau, passage sous le bateau, quelques sauts, marsouinage. Passage près d'un bateau à 100m à tribord arrière	-8,94 6787	37,0 067 97	30	4	120	0.5 MN	beau temps, 23 °C	Nord - 25	1	19 °C	allu mé	2 voiliers	N/A	beaucoup d'oiseaux autour de la bouée de pêche proximité
20/07/24	11h03	1	Thon rouge	<i>Thunnus thynnus</i>	saut côté tribord du bateau en sens inverse, comportement de chasse	-8,97 3496	37,1 864 46	50	6	210	4 MN	beau temps, 23 °C	Nord - 3	1	19 °C	allu mé	1 voilier	N/A	chasse d'une vingtaine de fou à proximité

4.2. Relevés des espèces de cétacés observés dans la zone 1, transit sur les côtes ouest Atlantique de l'Espagne et du Portugal, du Cap Finisterre au Cap Saint-Vincent. En rouge, contrainte sélective des températures.

L'espèce la plus récurrente est le Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758). Cela n'empêche pas d'observer d'autres espèces de cétacés à proximité comme le Grand Dauphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) et le Rorqual commun, *Balaenoptera physalus* (Linné, 1758). Des comportements de prédateurs de Dauphins communs ont pu être constatés et des Thons rouges, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) ont été observés dans la même zone. Certains individus n'ont pas réussi à être classés mais il s'agissait de Delphinidés. Nous n'avons pas vu d'orque.

4.3. Effectif par espèce de cétacé entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) durant la navigation sur le voilier Alpha du 1^{er} juillet au 20 juillet 2024.

Nombre d'individus observés par espèce entre Vigo et Lagos

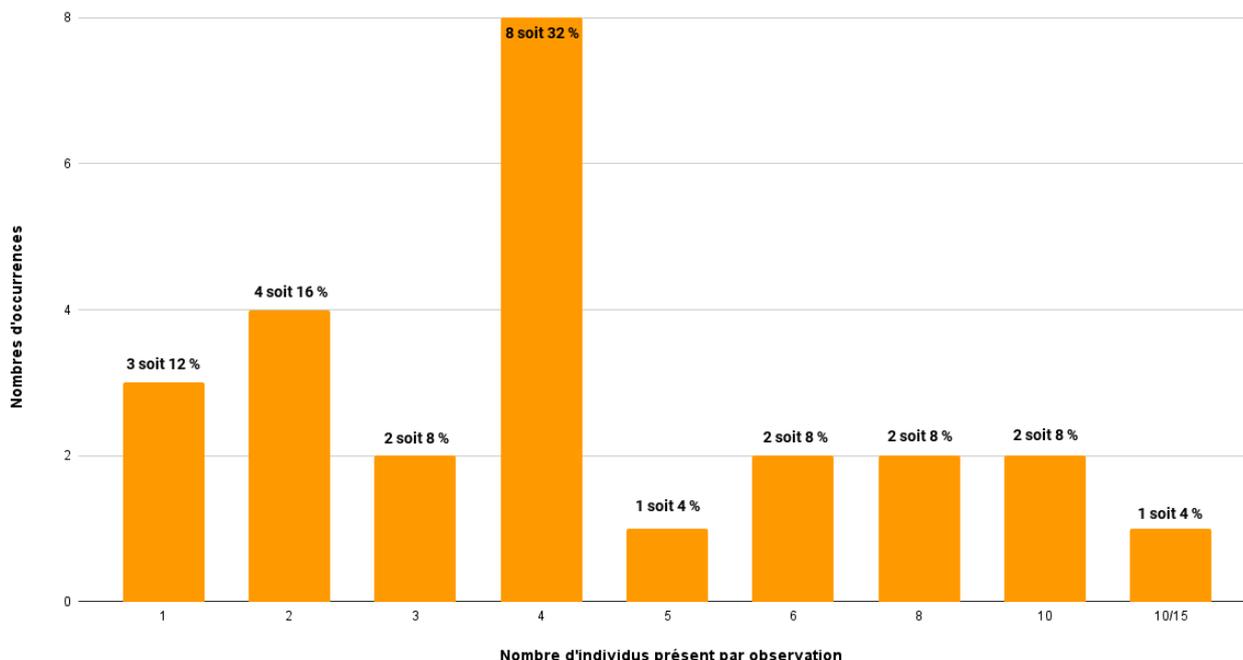


Le Dauphin commun est l'espèce la plus récurrente (25 occurrences) mais également, la plus nombreuse en termes d'individus avec 117 individus identifiés soit 90 % des observations.

Le Rorqual commun et le Grand dauphin ont le même nombre d'occurrence soit deux par espèces. Cependant, elles ne possèdent pas le même pourcentage d'individus. Deux individus ont été observés pour le Rorqual commun soit 1,64 % contre trois individus pour le Grand Dauphin soit 2,31 % des observations totales.

Le Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) :

Nombre d'occurrences en fonction du nombre d'individus présent par observation pour le Dauphin commun entre Vigo et Lagos



4.4. Graphique du nombre d'occurrences en fonction du nombre d'individus présents par observation pour le Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) entre Vigo et Lagos en juillet 2024 sur le voilier Alpha.

Pour 25 observations totalisant 117 individus chez le dauphin commun à bec court, les individus se déplacent plus fréquemment par nombre pair, par quatre avec huit occurrences (soit 32 %) et par deux à avec quatre occurrences (soit 16 %).

On note que 12 % des dauphins ont été aperçus de manière solitaire (avec trois occurrences). Les dauphins par trois, six, huit et dix ont respectivement deux occurrences (soit 8 % chacun). Les données présentent également une observation de cinq et dix individus respectivement soit 4 % chacun.

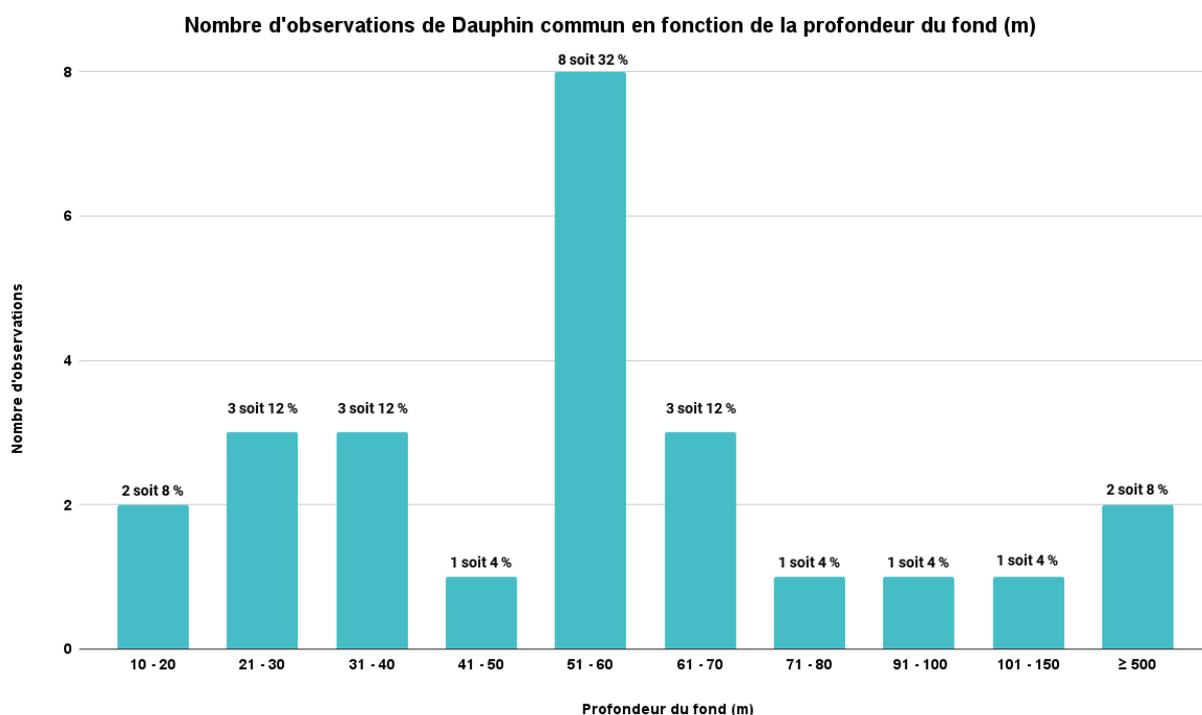
Les autres espèces :

Chez le Grand dauphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), deux observations ont été faites. La première était un animal solitaire et la seconde un duo. Concernant le Rorqual commun, *Balaenoptera physalus* (Linné, 1758), il y a également deux observations mais il ne s'agit que d'individus solitaires.

4.5. Bathymétries et distances des observations de cétacés entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) durant la navigation sur le voilier Alpha du 1^o juillet au 20 juillet 2024.

Le Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) :

La bathymétrie :



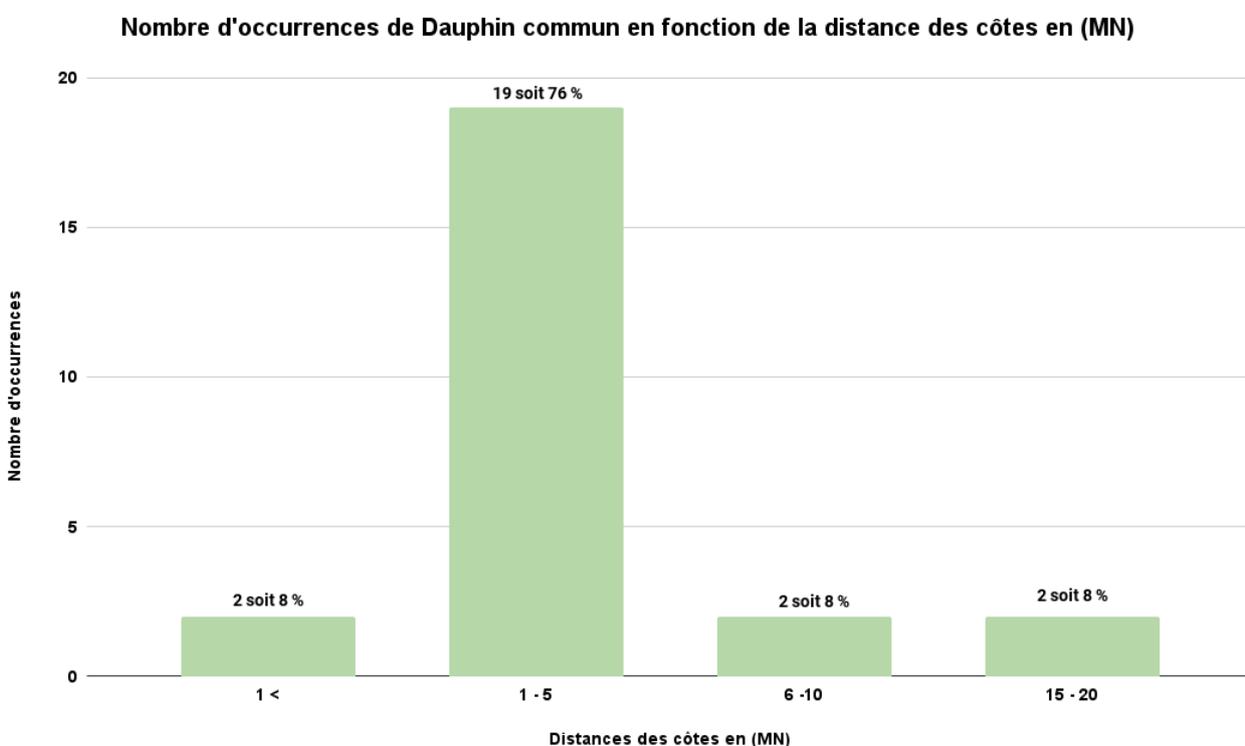
```
> summary(deep)
 10 - 20   21 - 30   31 - 40   41 - 50   51 - 60   61 - 70   71 - 80   101 - 150
Min.   :17   Min.   :25.00   Min.   :35.00   Min.   :50   Min.   :51.00   Min.   :68.00   Min.   :80   Min.   :150
1st Qu.:17   1st Qu.:25.00   1st Qu.:37.50   1st Qu.:50   1st Qu.:55.00   1st Qu.:69.00   1st Qu.:80   1st Qu.:150
Median :17   Median :25.00   Median :40.00   Median :50   Median :55.00   Median :70.00   Median :80   Median :150
Mean   :17   Mean  :26.67   Mean  :38.33   Mean  :50   Mean  :55.75   Mean  :69.33   Mean  :80   Mean  :150
3rd Qu.:17   3rd Qu.:27.50   3rd Qu.:40.00   3rd Qu.:50   3rd Qu.:56.25   3rd Qu.:70.00   3rd Qu.:80   3rd Qu.:150
Max.   :17   Max.   :30.00   Max.   :40.00   Max.   :50   Max.   :60.00   Max.   :70.00   Max.   :80   Max.   :150
NA's   :6   NA's   :5   NA's   :5   NA's   :7   NA's   :5   NA's   :7   NA's   :7
 ≥ 500
Min.   :500
1st Qu.:500
Median :500
Mean   :500
3rd Qu.:500
Max.   :500
```

Graphique du nombre d'observations de Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) en fonction de la profondeur du fond (en mètre), entre Vigo et Lagos en juillet 2024 sur le voilier

Alpha. Pour 25 observations de dauphin commun à bec court, 32 % ont été observées entre 51 et 60 m de profondeur (avec huit occurrences). La profondeur minimum est de 51 m et la maximale de 60 m pour cette catégorie.

A noter, que sur les huit contacts, cinq indiquent une profondeur de 55 m, ce qui donne une moyenne de 55,75 m. Les tranches de 21 à 30 m (moyenne à 26,67 m), de 31 à 40 m (moyenne à 38,33 m) et de 61 à 70 m (moyenne à 69,33) ont trois occurrences soit 12 % respectivement. Les tranches de 10 à 20 m et supérieures ou égales à 500 m ont deux observations chacune (deux à 17 m et deux à 500 m), cela représente 8 % par catégorie. Les autres catégories, c'est-à-dire de 41 à 50 m (50 m), de 71 à 80 m (80 m), de 91 à 100 m (100 m) et de 101 à 150 m (150 m), possèdent une unique observation soit 4 % par tranche.

Distances des côtes :



```
> summary(data)
  X..1.MN   X1...5.MN   X6...10.MN  X15...20.MN
Min.   :0.200   Min.   :1.000   Min.   : 6   Min.   :15.00
1st Qu.:0.275   1st Qu.:2.250   1st Qu.: 7   1st Qu.:16.25
Median :0.350   Median :4.500   Median : 8   Median :17.50
Mean   :0.350   Mean   :3.694   Mean   : 8   Mean   :17.50
3rd Qu.:0.425   3rd Qu.:5.000   3rd Qu.: 9   3rd Qu.:18.75
Max.   :0.500   Max.   :5.000   Max.   :10   Max.   :20.00
```

4.6. Graphique du nombre d'occurrences de Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) en fonction de la distance des côtes en mille nautique (MN), entre Vigo et Lagos en juillet 2024 sur le voilier Alpha. (Un mille marin équivaut à 1 852 mètres).

Pour 25 observations de dauphin commun à bec court, la majorité (19 observations) se sont faites entre un et cinq milles nautiques des côtes avec un minimum de un et maximum de cinq milles nautiques (MN) ainsi qu'une moyenne de 3,694 MN . Les observations inférieures à un mille nautique

soit deux occurrences, ont un minimum de 0,2 MN et un maximum de 0,5 MN pour une moyenne de 0,350 MN. Entre 6 et 10 MN, il y a également deux contacts avec un minimum à 6 MN et un maximum de 10 MN pour une moyenne de 8 MN. De 15 à 20 MN, il y a deux observations : une minimale à 15 MN et la maximale à 20 MN (moyenne à 17,5 MN). Les tranches possèdent deux occurrences représentant 8 % des observations respectivement.

Le Grand dauphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) :

Pour le Grand dauphin, deux observations sont constatées. L'une le 2 Juillet 2024 à 11h50 nageant au-dessus de 60 m de fond et à deux milles nautiques des côtes du parc naturel Sintra-Cascais (Long. 8.85678/Lat. 42.2432). L'autre observation fut le 16 Juillet 2024 à 16h30 marsouinant au-dessus de 110 m de fond à sept milles nautiques de Carrapateira (Long. 9,589696/Lat. 38,905835).

Le Rorqual commun, *Balaenoptera physalus* (Linné. 1758) :

Le rorqual commun a été observé deux fois. La première fut le 14 juillet d'un individu adulte à 14h30 avec deux apparitions furtives par beau temps à deux milles nautiques et au-dessus de 17 m de fond un peu au nord de Nazaré (Long. 9,059717/Lat. 39,849515). La deuxième étant le 18 juillet d'un autre adulte à 16h25 repéré par deux souffles à bâbord à 20 milles nautiques au sud de Lisbonne et au-dessus de 500 m de fond (Long. 9,30837/Lat. 38,363893).

4.5 - Comparaison de la littérature avec la répartition d'espèce de la zone 1.

Les eaux (côtières et pélagiques) sont considérées comme étant riches en biodiversité au niveau des cétacés dans la zone d'étude Vigo (Espagne) - Lagos (Portugal), les 13 espèces plus couramment observés sont huit Odontocètes et cinq Mysticètes (Brito, C., et al., 2019).

Chez les Odontocètes, il y a :

- le Dauphin commun à bec court *Delphinus delphis* (Linné, 1758)
- le Dauphin bleu et blanc *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)
- le Grand dauphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)
- le Dauphin de Risso *Grampus griseus* (Cuvier, 1812)
- le Globicéphale noir *Globicephala melas* (Trail, 1809)
- l'Orque *Orcinus orca* (Linné, 1758)
- le Marsouin commun *Phocoena phocoena* (Linné, 1758)
- le Cachalot *Physeter macrocephalus* (Linné, 1758)

Chez les Mysticètes, il y a :

- le Petit rorqual *Balaenoptera acutorostrata* (Lacépède, 1804)
- le Rorqual commun *Balaenoptera physalus* (Linné. 1758)
- le Rorqual bleu *Balaenoptera musculus* (Linné, 1758)
- le Rorqual boréal *Balaenoptera borealis* (Lesson, 1828)
- le Rorqual à bosse *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781)

Notre zone d'étude a déjà fait l'objet d'études cétologiques par des chercheurs portugais, espagnols et internationaux. La plupart de ces travaux signalent que l'espèce de cétacé la plus commune dans les eaux côtières et pélagiques continentales du Portugal est le dauphin commun à bec court connu anciennement sous le nom local de *Toninhas* (Bencatel, J., et al., Ed. 2019 ; Brito, C., et al., 2008 ; Correia, A.M., et al., 2015 ; Pierce, G.J. et al., 2010). Lors de plusieurs campagnes d'observations faites entre 2002 et 2008 au Portugal, le dauphin commun à bec court représentait 60% des espèces observées, le grand dauphin 13,3% et le dauphin bleu et blanc 6,7% (Brito, C., et al., 2008).

Des travaux indiquent également qu'un groupe de quelques centaines de grands dauphins est installé dans l'estuaire de Sado (dans la région de Lisbonne) (Brito, C., *et al.*, 2008) ainsi que dans d'autres estuaires portugais. Les membres sont bien catalogués et sont rarement visibles en dehors de l'estuaire (Bencatel, J. *et al.*, Ed. 2019).

Sur les 13 espèces ayant le plus de probabilités d'être observées, trois ont été vues lors de cette prospection sur la zone Vigo (Espagne) - Lagos (Portugal) dont l'espèce la plus abondante dans cette zone, le Dauphin commun à bec court *Delphinus delphis* (Linné, 1758).

Cela correspond bien à la littérature que nous avons trouvée. On retrouve bien un comportement grégaire avec une tendance à se réunir par nombre pair (Figure 24) notamment par quatre (32% de nos données). Une autre tendance est que dans cette zone, les dauphins évoluent davantage dans les fonds autour de 55 m avec 32 % de nos observations (Figure 25) à une distance moyenne de 4, 5 MN pour 76% des contacts (Figure 17).

Contrairement à la littérature dans la région de Lisbonne, nous n'avons observé que deux individus de Grand Dauphin. Nous avons vu un dauphin solitaire, ce qui peut correspondre à sa socialisation. On pourrait émettre l'hypothèse que l'individu solitaire que nous avons vu au nord de la baie de Lisbonne soit d'un animal égaré, loin de son pod résident de l'estuaire de Sado ou d'un individu pélagique se rapprochant des côtes portugaises. Quant aux deux individus observés, il pourrait s'agir soit de dauphins résidents de l'estuaire de Foz do Arade (Golfe de Cadix) ou soit d'individus du pod du port de Sines. Malheureusement, ces animaux n'ont pas pu être photographiés afin de pouvoir les identifier.

Le rorqual commun a été observé deux fois (un individu par observation). Il a été vu, une fois à deux miles nautiques et au-dessus de 17 m de fond un peu au nord de Nazaré et une fois à 20 miles nautiques au sud de Lisbonne et au-dessus de 500 m de fond. Le rorqual commun est considéré comme une espèce saisonnière dans les eaux portugaises mais rare dans les eaux côtières continentales du Portugal (Bencatel, J., *et al.*, Ed. 2019). Cela peut expliquer pourquoi il n'a pas été souvent observé. Cet animal est plutôt pélagique et l'observation d'un individu si proche des côtes le (17 m de fond) peut être qualifiée de très étonnante. Il s'agit probablement d'un individu en alimentation sur des bancs de poissons. A l'occasion, le rorqual commun fréquente les eaux peu profondes durant la saison d'alimentation pour piéger les bancs de poissons, au risque, parfois de s'échouer, cas vu en Méditerranée (Bompar, J.-M., 2000).

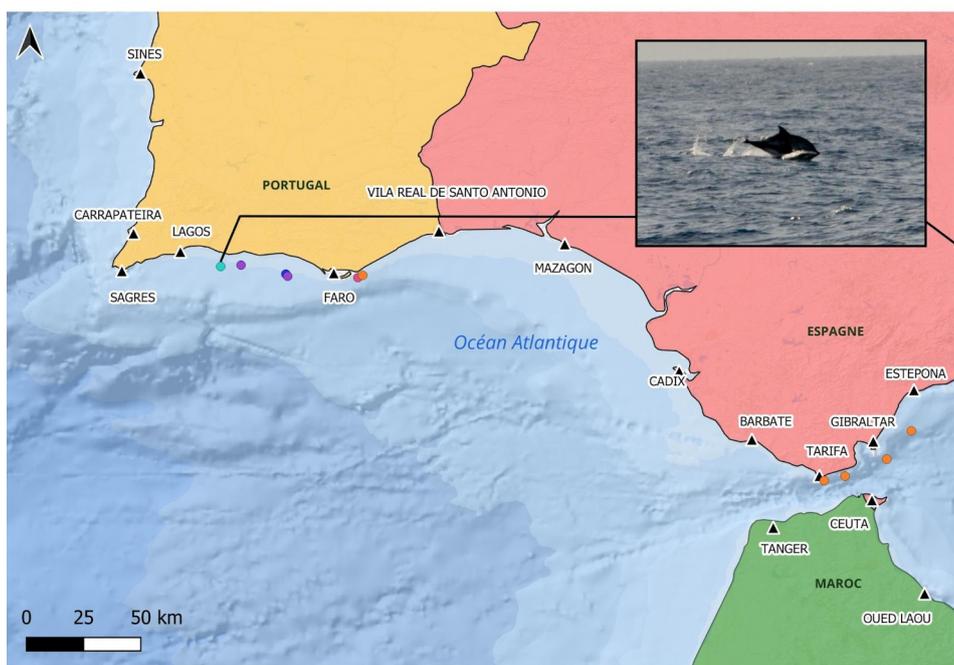
Le fait que nous n'ayons pas observé certaines espèces ne signifie pas qu'elles n'étaient pas présentes. Comme précisé précédemment, la navigation a été plutôt côtière, entre autres à cause des conditions météorologiques qui étaient défavorables au large. Une navigation au-delà de 20 milles nautiques aurait permis de prospecter des zones à plus hauts fonds. Nous avons observé des espèces épipélagiques (0 - 200 m) à mésopélagique (20 - 700 m). En allant plus au large, nous aurions pu éventuellement voir des espèces plus bathypélagiques (700 - 1000 m). On notera que cette zone comporte des écarts de température allant de 13°C (au nord) à 18°C (au sud), en tant que facteur migratoire, cela peut également jouer sur la détection des espèces ainsi que sur leurs ressources alimentaires.

Concernant les orques, nous ne les avons pas observés, mais nous avons pu recueillir des témoignages dans les ports d'interactions aux mêmes dates et dans notre zone notamment autour de Sines (Portugal). D'après ces témoignages, les interactions avec les voiliers, ciblaient le safran (gouvernail) des bateaux. Il s'agit de safrans modernes équipés de nouveaux pilotes automatiques. Des informations qui vont dans le sens de l'hypothèse que les orques interagissent avec les voiliers équipés de nouvelles technologies sont à inclure dans la hiérarchie des causes probables.

4.7. Carte des observations sur le voilier Alpha durant la navigation entre Lagos (Portugal) et Gibraltar (Espagne/Angleterre), août 2024. Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada.



OBSERVATIONS TRAJET LAGOS - GIBRALTAR
GREEN ARMADA
AOÛT 2024



Espèces :

- Dauphin bleu et blanc
- Dauphin commun
- Dauphin commun / Thon rouge
- Grand dauphin
- Requin peau bleue



ESPÈCES EGP

Source : Green Armada, Hercelin Laurie, 2024

Dans les eaux côtières du Golfe de Cadix, sept observations ont totalisé une trentaine de cétacés appartenant à trois espèces différentes. Toutes ces observations ont été faites dans des eaux entre 20 et 22 °C.

L'espèce la plus récurrente sur cette zone est également le Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758). On peut aussi observer d'autres espèces de cétacés comme le Grand Dauphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) et le dauphin bleu et blanc, *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833). Des Dauphins communs ont clairement été vus en pleine action de chasse de Thon rouge, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758). A noter, que les dauphins bleus et blancs ainsi que les dauphins communs de la même zone autour de Faro longeaient d'énormes fermes marines.

			un		bateau, orientation navigation vers l'ouest sortie Méditerranée vers l'Atlantique, marsouinage , sauts	61	9 0 0 9 6						partielle, 22 ° C	O u e s t ī			ferry, 2 bateau x pêche			
12/0 8/24	9h 5	10	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition côté tribord sens inverse, orientation navigation vers l'ouest sortie Méditerranée, marsouinage, 2 juvéniles	- 5, 48 38	3 6 , 0 1 2 0 7 4	5 0 0	5	6	3 M N	calme, beau temps, brume partielle, 22 ° C	S u d o u e s t ī	1	2 0 C	M	3 cargo, 1 ferry, 2 bateau x pêche	+ v + p	N A	

4.9. Carte des observations sur le voilier Alpha durant la navigation entre Gibraltar (Espagne/Angleterre) et Torre del Mar (Espagne) août 2024. Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada.



4.10. Relevés des espèces de cétacés observés dans la zone 3, accès est-Méditerranée au détroit de Gibraltar, mer d’Alboran, Marbella, Malaga.

Date	Heure	Nombre individus	Nom vernaculaire	Nom latin	Comportement
12/08/24	13h30	3	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition à tribord puis passage à bâbord dans le même sens que le bateau direction méditerranée, marsouinage
12/08/24	17h00/ 18h10	40	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	apparition bâbord dans le même sens que le bateau, comportement de chasse, marsouinage, sauts sur le ventre, sauts sur le dos, jeux à la proue du bateau, groupe de 5, groupe de 9, nage par 2 ventre contre ventre, le groupe s'est éloigné puis est revenu, certains individus ne se sont jamais approchés sde la coque du bateau sont restés un peu plus en retrait
12/08/24	21h25	1	Dauphin sp	<i>Dauphin sp</i>	au loin bâbord dans le même sens que le bateau, sauts
15/08/24	19h20	6	Grand Dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	Apparition bâbord, sens opposé, marsouinage, passage à tribord arrière

4.11. Relevés acoustiques.

Date	Heure	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Sonde (m)	amer	Météo	Vent (orientation - Vit Nd)	Houle (échelle de Beaufort)	T °C eau	Trafic maritime	Observations	N° du fichier
11/07/24	10h/ 10h30	41,192222	-8,935163	10 m	4 MN	Brouillard, visibilité 200 m, 20°C	Pétrole - 0	1	14 °C	Nul	écoute d'une balise émettrice dans une crique, bruit de chaîne de mouillage d'Alpha	6
20/07/24	9h17	37,29374	-8,869217	2 m	0.2 MN	temps couvert, 19 °C	Nord - 5	1	15° C	1 voilier en mouillage	absence de son de cétacé mais bruit de moteur	7
27/07/24	17h29	37,030961	-8,37992	8 m	5 MN	ensoleillé, 28°C	Ouest - 6	1	22°C	2 bateau à moteur		9
28/07/24	17h20	36,987778	-8,165032	4 m	6 MN	brûme, visibilité 500 m , 29 °C	Est - 2	1	19°C	Nul	1 requin peau bleue	11
11/08/24	13h41	36,034482	-5,889269	4 m	5 MN	temps clair, vent, houles, 28 ° C	Est - 30	5	20 ° C	4 supertanker+ 1 sea sheapard fr intense porte-conteneurs, couloir est face sud	écoute bruit moteur	12
12/08/24	8h52	35,990096	-5,583561	4 m	0,2 MN	calme, beau temps, brume partielle, 22 ° C	Ouest / Sud-Ouest - 1	1	20 ° C	intense porte-contnaire, couloir est face sud	bruit de moteur, présence de 4 dauphins communs	13
12/08/24	11h40	36,084331	-5,374952	4 m	0,4 MN	calme, beau temps, 22 °C	Sud-Ouest - 1	1	20 ° C		bruit moteur	14
16/08/24	16h18	36,726509	-4,02201	4 m	2 MN	calme, beau temps, ensoleillé 28°C	Est - 10	1	22°C	voilier, plaisancier	rien à signaler	15
17/08/24	9h55	36,715414	-3,854632	4 m	1 MN	calme, beau temps, ensoleillé, 23°C	Pétrole - 0	1	24°C	1 voilier	pollution sonore terrestre	16

Les relevés (en rouge) sont en cours de traitement pour constituer une sonothèque de référence des bruits de fonds naturels et anthropiques afin de les différencier des émissions sonores des cétacés et des orques, par filtrage des fréquences.

4.12. Relevés eau de mer.

D a t e	H e u r e	N ^o r e l	N ^o m b r e	Nom vernaculaire	Nom latin	L	l	V i t e s s e	Cap	Amer	Météo	Vent	E c h B	T ° C eau	Disque de Secchi	M o t e u r	Trafic maritim e	Observations
27/ 07 /24	17h 29	1	3	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	- 8,37 992	3 7, 0 3 0 9 6	3	60	5 MN	ensoleillé, 28 °C	Ouest -6	1	2 2 ° C	N/A	A	1 bateau moteur	pollution sonore : musique de la ville Benagil
28/ 07 /24	1 7 h 2 0	2	1	Requin peau bleue	<i>Prionace glauc a</i>	- 8,16 503 2	3 6, 9 8 7 7 7 8	0	150	6 MN	brûme, visibilité 500 m , 29 °C	Est - 2	1	19 ° C	N/A	A	Nul	
09/ 08 /24	1 4 h 2 8	3	0	N/A	N/A	- 6,17 812 5	3 6, 3 1 2 3 4	4	150	300 m	ensoleill é, températ ure extérieur e 29° C	Sud -	1	2 4 ° C	N/A	M	1 bateau pêche	pollution en surface (foin), photos
12 /08 /24	9 h 0 4	4	4	Dauphin commun	<i>Delph inus délphi s</i>	- 5,58 356 1	3 5, 9 9 0 0 6	0	150	,2 MN	calme, beau temps, brûme partielle, 22 °C	Oues t/ Sud- Oues t - 1	1	20 ° C	N/A	A	intense porte- conteneu rs, couloir est face sud	4 dauphi nss comm uns
12/ 08 /24	1 1 h 3 0	5	0	N/A	N/A	- 5,37 495 2	3 6, 0 8 4 3 7	0	60	0,4 MN	calme, beau temps, 22 °C	Su d- Oues t - 1	1	20 ° C	N/A	A	intense porte- conteneu rs, couloir est face sud	déchets et algues en surface

Les observations et les relevés sont traités aux chapitres 8 et 9, les relevés acoustiques sont commentés en annexe et ceux d'eau de mer confiés à un laboratoire. Le chapitre 5 décrit les modalités de la modélisation et des simulations qui nous servent à décrypter les causes des interactions à l'aide des mesures effectuées lors des mission d'exploration.

Chapitre 5 .

Considérations sur les comportements agressifs animaux et des orques ibériques par rapport aux contraintes sélectives naturelles et anthropiques, en tant que processus complexe en évolution biologique indissociable des transformations de la civilisation, globales et locales.

Dans le contexte de l'évolution des mammifères marins, le naturaliste Claude Rouquette a tenu à donner quelques précisions sur les conduites agressives animales en général pour mieux appréhender celles des orques en particulier, dans l'objectif d'en discerner les causes. Au point de vue de l'éthologie, nous devons considérer l'agressivité animale comme une fonction naturelle de survie, d'une part pour l'individu, et d'autre part pour la population d'une espèce ou un petit groupe qui adopte une tactique coopérative, en réponse à une agression physique ou tout simplement pour assurer ses fonctions vitales telles que, se nourrir, boire, se reproduire. Pour les cétacés et les Orques, leur milieu océanique est naturellement perturbé, dans une relation impérative pour maintenir leurs cohérences vitales, en ajustant en permanence leur action prédatrice envers une proie, pour s'alimenter. Ceci, de façon instinctive améliorée par des capacités cognitives comme dans le cas des Orques Ibériques qui procèdent à des attaques coordonnées, volontairement dirigées vers une cible. Chez la plupart des espèces animales, les réponses à un environnement hostile se résument à trois tentatives pour échapper aux circonstances d'une gêne ou d'une nuisance.

- L'animal s'éloigne et fuit le danger pour l'éviter, ce qui n'est pas le cas pour les Orques Ibériques qui attaquent et immobilisent des voiliers de plaisance.

Ce qui nous laisse les deux possibilités suivantes :

- Il adopte une attitude de menace, suffisante pour éloigner le risque.
- Ou, carrément opérerait pour une attaque défensive, ou plus offensive, dans notre cas d'étude qui reste à élucider.

Nous devons en définir les causes par une expertise approfondie dans les zones d'interactions lors d'agressions assez violentes envers les voiliers. Ces comportements peuvent prendre des aspects effectivement plus complexes dans des milieux très anthropisés, par exemple, il pourrait s'agir de la réaction d'un groupe « plus que moins socialisé » ayant acquis une nouvelle expérience de prédation adaptée à une forme de déprédation, c'est à dire en concurrence avec des méthodes de pêche. C'est une des hypothèses à explorer parmi d'autres. Ces méthodes de traque d'une proie en fonction du type d'agression dépendent du milieu, terrestre (Primates, Félics, Canidés) ou aquatique (Requins, Cétacés) ou aérien (Rapaces, Corvidés) dans lequel le groupe évolue, en adoptant une tactique de défense ou d'attaque. J'ai traité ce sujet pour des salamandres aquatiques¹ qui se positionnent instinctivement pour chasser des insectes à la surface d'un plan d'eau, ce qui donne l'impression d'une organisation sociale encore très primitive. Dans le cas des vautours fauves, la prédation passive sur des charognes arrive à se transformer en déprédation active sur des bêtes affaiblies pendant la mise bas ou blessées, celle des loups est directe, soit envers des proies sauvages ou domestiquées, elle devient très élaborée en meute. Pour les lions, la stratégie du groupe se termine par un assaut fulgurant afin d'immobiliser et terrasser la proie, qui n'est pas sans rappeler celui de l'orque qui s'acharne sur la coque et le safran d'un voilier.

¹ *L'Euprocte des Pyrénées*, Editions Universitaires Européennes, 2022

Par définition, l'agression obéit à un « *degré de tolérance* » dépendant de la valence écologique de l'espèce autour d'une moyenne viable qui précède une zone de stress compensé, puis survient une surcompensation critique, ouverte à des pathologies qui s'aggravent vers la létalité.

Dans la nature, les agressions sont continuelles pour survivre, ne serait-ce que pour s'alimenter, donc, chasser pour maintenir son métabolisme dont dépend le bon fonctionnement de l'organisme et sa cohérence vitale individuelle exacerbée est soutenue par un système cognitif qui suscite la cohésion du groupe par l'acquisition de comportements sociaux de coopération plus efficaces pour capturer une proie. Si un type d'agression prend une valeur supérieure à cette zone de tolérance habituelle, selon la valence écologique de chaque animal et de l'espèce dans son écosystème, l'organisme va réagir pour compenser, et éventuellement surcompenser en limite de ses capacités, cette demande d'énergie supplémentaire, puis brusque. Ce besoin énergétique met en jeu ses capacités adaptatives par les réactions instinctives que nous venons d'évoquer, renforcées par la compétence acquise par le groupe, notamment chez les orques par des échanges sonores en locutions expressives de leur état de stress, jusqu'à produire une innovation comportementale qui peut-être consolidée par la sélection naturelle. Serait-ce les prémices à une probable spéciation, question que nous posons pour les Orques Ibériques ?



5.1. Qu'elles sont les causes des interactions des orques envers les voiliers ?

© Jean-Pierre Sylvestre, Orca, Canada.

Lors de nos recherches, nous aurons à déterminer l'origine et la nature de la cause ou des causes qui perturbent et portent atteinte à l'intégrité de l'animal, en évaluant l'intensité et la durée de la nuisance qui occasionnerait une « *souffrance* » en entraînant une réponse pour obtenir une « *satiété satisfaisante* », qui dans un état de conscience difficilement appréciable chez l'Orque, se transformerait en « *ressenti favorable* » (Laborit, 1952, 1969) qui s'exprime par une agressivité issue d'un comportement préexistant, détourné, qui nous paraît innovant par des attaques envers les coques et appareils de manœuvre des voiliers.

Les sens de l'animal perturbé réagissent par le biais du système nerveux (comportement inné) par un influx d'alerte qui des centres médullaires aboutit au cerveau primitif (axe hypophyse-hypothalamus) en mobilisant les muscles, ce qui suscite cette puissante action d'agressivité. Cette réaction instinctive préexistante pour la survie de l'individu ou de l'espèce nous donne accès aux possibilités de nuisance, que les orques subissent dans un milieu aquatique marin dont nous avons enregistré les caractéristiques physiques et chimiques, connaissant les cas critiques suivants, susceptibles de déclencher leur agressivité :

- La recherche de nourriture, pour compenser la sensation de faim. À priori ils chassent le thon dans les secteurs de la péninsule Ibérique que nous explorons, un inventaire des proies potentielles (espèces, routes migratoires) et des modes de pêche sera à compléter avant la prochaine mission.
- La reproduction, l'acte reproductif et la gestation, ainsi que la naissance et l'élevage des jeunes orques sont des périodes sensibles à justifier sur le secteur des contacts avec les cétacés.

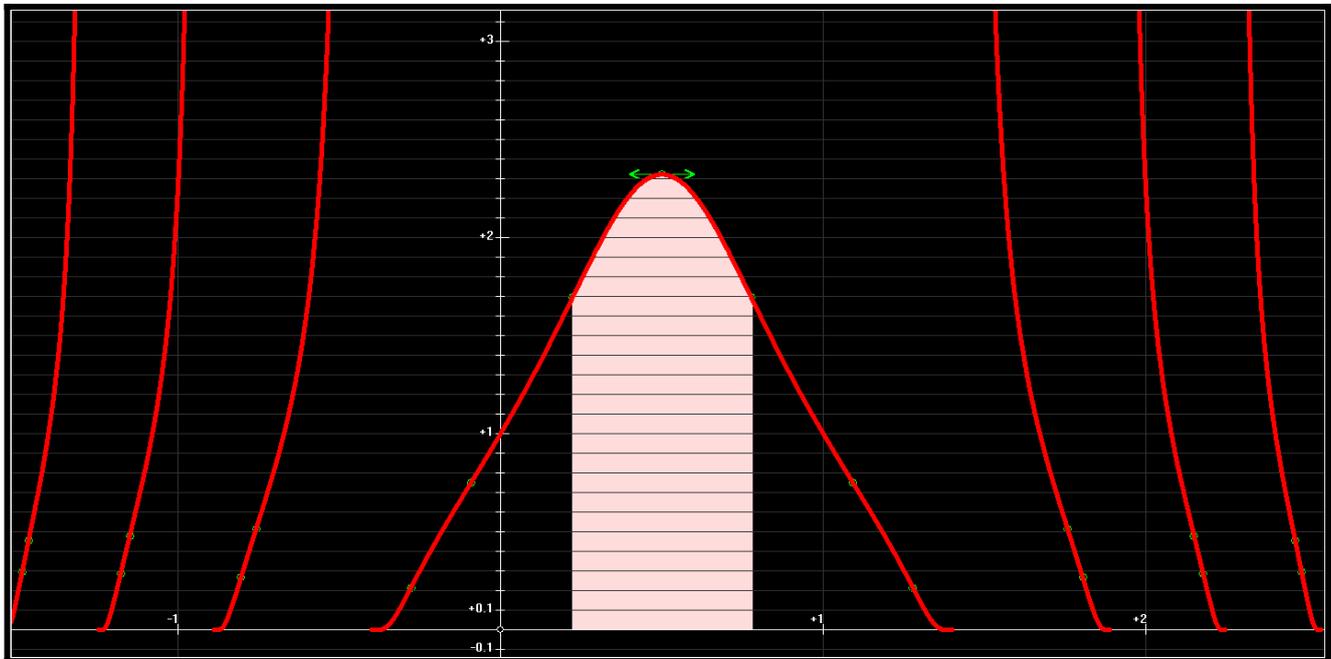
Le cerveau primitif, mobilise aussi des sécrétions endocriniennes et les glandes sexuelles, pour maintenir l'intégrité physique en ajustant cette agressivité instinctive, *sans haine ni malveillance* selon Konrad Lorenz, mais pour simplement s'adapter à une nouvelle situation que nous devons définir en faisant le lien entre un comportement de prédation singulier et une agressivité sociale du groupe coordonnée et dirigée par un ou des individus vers une cible dont l'intensité et la durée sont répétitifs. Nous pouvons donc envisager l'origine de quelques types de réactions d'agressivité à identifier et à hiérarchiser dans la conclusion.

- Gêne dans la prédation de leurs proies, cela peut être une cause naturelle interne (maladie, parasites) ou externe (océanographie, climatologie, météorologie, compétition inter et/ou intra espèces), et/ou anthropique (navigation, pêche, plaisance, pollutions).
- Comportements entre mâles, un comportement détourné par confusion contre une coque de voilier à la forme et aux couleurs incitatives
- Relation sexuelle avec les femelles, confusion d'un mâle immature dans les prémices de son acte copulatoire sur la coque et le safran
- Instinct maternel, attaque d'une femelle qui mord fréquemment les ailerons des jeunes orques
- Jeu, comportement d'un immature ou apprentissage par un adulte.
- Menace et peur, attaques liées à une impossibilité de fuir sur une route migratoire.
- Irritabilité, engendrée par des stimulations cumulées douloureuses, perturbation par une fréquence de bruits (moteurs, sonar, équipement de navigation), si les clics sonores émis et les ultrasons en retour sont altérés, et les empêchent de se nourrir.
- D'autres cas instrumentaux ou environnementaux exogènes (pollution, modification du milieu marin, courant, surpêche, modes de pêche, pisciculture...) sont pris en considération.

Ce sont des facteurs causaux qui au-delà de la zone optimum du métabolisme récupérateur agissent sur l'hypothalamus (seuil de déclenchement de l'acte agressif) qui active des circuits neuronaux dans d'autres régions du cerveau (cortex aux nombreuses et profondes circonvolutions) pour compenser le stress physiologique, en activant le métabolisme, et éventuellement en augmentant l'agressivité, ou en fuyant dans une surcompensation en limite de tolérance devenue pathologique, si ce n'est létale pour l'animal. Ce que nous allons essayer de définir avec nos modèles d'approche et tests pour simuler les conditions de l'agressivité des orques en assimilant les données paramétrées en indices critiques pour obtenir un coefficient d'adaptativité de divergence, dans le rapport suivant :

Le Coefficient d'Adaptativité biologique (CA bio) est obtenu d'après la phylogénie des Cétacés et celui de divergence (CA div) est estimé d'après les relevés, nous calculons CA div en effectuant la moyenne des indices critiques des variations morphe-génétiques et comportementales par rapport à la moyenne des indices critiques des contraintes sélectives naturelles, et ± anthropiques.

In fine, après assimilation des données sous la forme de coefficient d'adaptativité de divergence normalisé, le modèle test, nous donnera une gaussienne pour définir, l'écart type de la zone de tolérance acceptable, la zone de stress compensée avec agressivité, et éventuellement la zone de surcompensation critique vers une augmentation de l'agressivité pathologique tendant vers la létalité. De plus, nous pourrions simuler les strates des contraintes sélectives et procéderons à des simulations en faisant varier les paramètres assimilés d'après les observations pour obtenir un classement exhaustif des causes probables, à un niveau de fiabilité acceptable.



5.2. Modèle évolution *Orcinus Orca*, la gaussiennes de la tendance évolutive des Orques nous donne au centre, la valence écologique moyenne viable (zone ombrée) subit les points d'inflexion (vert) des contraintes sélectives (barres rouges verticales) qui définissent les zones compensées et surcompensées.

Dans les modelés test, lorsque nous assimilerons les données des observations et des relevés. nous définirons les zones divergentes de stress pathologiques compensés et non compensés à tendance létale avant de procéder à des simulations prospectives. Sous l'effet des fortes contraintes océaniques très sélectives, l'évolution d'*Orcinus orca* a été très stabilisante. Les variations majeures sont, une diminution de la taille, la modification du système dentaire, néanmoins le développement du système cognitif et l'écholocation, assurent le renforcement des comportements collectifs et individuel. Le forçage du modèle et les simulations permettront d'analyser les instincts sociaux pour évaluer l'agressivité en fonction des causes probables qui exige une demande supplémentaire en énergie lors des interactions.

Pour définir le coefficient d'adaptativité des conditions initiales aux origines de l'agressivité d'*Orcinus orca*, nous rappelons brièvement la phylogénie des mammifères marins et plus particulièrement celle des Delphinidés.



5.3. *Squelette d'Orque (Orcinus Orca)* © Jean-Pierre Sylvestre, notez les disproportions entre le crâne, les membres antérieurs et la cage thoracique par rapport à la colonne vertébrale.

Jean-Pierre Sylvestre a décrit les espèces actuelles, et leur distribution océanique dans leur écosystème marin respectif en mettant en évidence les différences de leur anatomie, physiologie et comportements qu'il nous faut choisir pour intégrer, normaliser et assimiler les paramètres des variations et les contraintes sélectives à nos modèles. Le schéma ci-dessous est une arborescence exhaustive de la généalogie des *Cétacés* qui se diversifie au Néogène pour aboutir aux espèces actuelles, dont la branche des *Odontocètes* et des *Delphinidés* a divergé vers les genres *Delphinus* et *Orcinus* au Quaternaire.

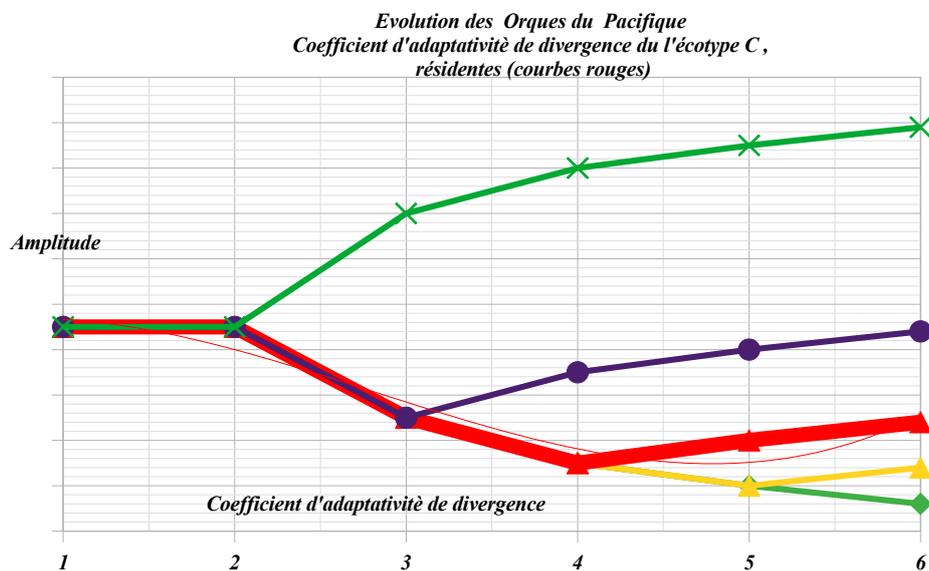
Au Paléogène, à l'Éocène moyen (- 45 Ma) les *Archaeocètes* sont représentés par *Protocetus* (2, 50 mètres), dont on ne connaît que le crâne aux mâchoires allongées qui portent une dentition primitive composée d'incisives et de canines coniques, des prémolaires triangulaires et de petites molaires (3, 1, 4, 3) qui n'existe plus chez *Orcinus Orca*. Très en arrière, le crâne plus massif s'élargit pour recevoir des narines en arrière et des orbites assez grandes, le cerveau semble occuper peu de volume, par contre la plaque osseuse pré-orbitale est relativement large, a-t-elle joué un rôle dans l'écho localisation des proies que *Protocetus* devait mordre, déchiqueter, broyer et avaler, sans un usage important des molaires ? La capture était probablement guidée par sa vision et son odorat, dans l'attente d'un système d'écholocation sélectivement plus favorable à la capture des proies.

A l'Éocène supérieur, *Basilosaurus* montre une nette disproportion entre un petit crâne et un corps démesuré, Il y a un recul des narines et les orbites diminuent, le crâne et les dents encore différenciées ne se modifient pas. Les *Archaeocètes* se sont éteints à l'Oligocène supérieur, laissant la place aux *Mysticètes* que je considère dans le modèle d'arborescence simplifié de la classification des cétacés comme la branche primitive, et aux *Odontocètes* qui vers la fin du Paléogène vont diverger en une multitude de genres au Néogène, jusqu'à une bifurcation des *Delphinadae (Pliocène)* entre *Orcinus* et *Delphinus* à l'Éocène supérieur.



5.4. Crâne d'Orque, sur lequel, le melon canalise et discrimine l'émission des signaux acoustiques vers la proie, en retour le signal de réception parcourt la mâchoire inférieure vers l'oreille et la zone auditive du cortex © Jean-Pierre-Sylvestre

Il y a eu une évolution des dents et de la mâchoire, conjointement à celle du crâne qui participe à la détection et à la capture des proies en régulant le métabolisme de l'organisme sollicité par des contraintes internes à variations limitées très corrélées à de fortes contraintes externes de son écosystème marin. Nous retenons deux paramètres sensibles à une perturbation extérieure, la peau et le système d'écholocation (melon et tissu adipeux de la mâchoire inférieure) en conjonction avec le système respiratoire par événements, ces deux sens, du toucher et de l'audition, jouant un rôle majeur dans les relations sociales des orques avec leur environnement.



5.5. Sur ce schéma ultramétrique élémentaire, le coefficient d'adaptativité à l'origine est estimé à 0,29 (pente de la courbe d'ordre 2, trait rouges), condition initiale de l'évolution d'Orcinus orca.

Pour obtenir le coefficient d'adaptativité de divergence, les indices critiques des paramètres des relevés seront normalisés sur une échelle de 1 à 4, et celui d'effet réversible < 1 est représentatif de leurs instincts sociaux. Nous normaliserons les paramètres du rapport d'adaptativité, des variations morphogénétiques et comportementales et ceux des contraintes sélectives naturelles et anthropiques, susceptibles de représenter l'énergie potentielle de l'agressivité des Orques.



5.6. Groupe d'orques en formation resserrée ©Jean Pierre Sylvestre

Les historiques de *GT-Orca Atlantica* et les relevés des observations de *Green Armada* seront analysés et normalisés par un poids d'une valeur croissante de stochasticité qui contribuera à la divergence du modèle, hors de la zone de tolérance, de la zone de stress compensé à surcompensée pour évaluer l'amplitude des instincts sociaux et la densité de probabilité d'effet réversif afin de caractériser le potentiel d'agressivité sous la forme d'une ondelette analysatrice de son énergie. Nous pourrions déterminer les causes par des simulations dynamiques en faisant varier les paramètres les plus significatifs, autour de leurs écarts types. Les indices critiques du coefficient d'adaptativité divergent (*CA div*) sont actualisés suivant les conditions de normalisation des paramètres après l'analyse statistique des données, selon ces quatre niveaux de divergence stochastique :

1. sans incidence.
2. Incidence discrète, non négligeable. Cette valeur est néanmoins structurante de façon aléatoire.
3. Fluctuations critiques, à tendance divergente, cause probable par compensation conservatrice ou innovante
4. Divergence excessive, cause certaine (surcompensation, tendance vers spéciation ou extinction ?)

Les paramètres des variations comportementales à assimiler dans le modèle sont :

- Sensibilité de la peau et du rostre au contact de la coque et du safran, ultérieurement il s'agira de mesurer la répulsion à une surface lisse à très rugueuse que nous testerons. A ce sujet GT-Orca a enregistré le type de voilier et les couleurs de coque des voiliers en interaction, la forme du safran fera l'objet d'essais techniques pour étudier la confusion avec un thon (conception de leurre).

- Perturbations de l'écholocation, d'après les mesures au sonar et hydrophone sous-marins.

- Comportements individuels d'agressivité (chocs et points d'impacts sur la coque et safran à repérer enfoncement ou avarie, déchirement ou déformation).

- Comportements collectifs, description chronologique des attaques individuelles et tactiques du groupe à chaque point de contact (schémas, photographies, vidéo sous-marine, drones)

Ces paramètres serviront à établir les indices de criticité des variations des comportements d'agression par rapport à ceux des contraintes sélectives mentionnées ci-dessous, pour obtenir un coefficient d'adaptativité de divergence (*CA div*) introduit dans une fonction additive :

$$(e(\tan CA \text{ bio } (1-x)) + (e(\tan CA \text{ div } (1-x))), \text{ pour } CA \text{ bio aux origines} = 0,29. \quad (1)$$

En raison de la relative stabilité évolutive des orques, le *CA div* devrait être proche de cette valeur, une valeur plus importante nous indiquera un écart de la zone de tolérance vers la zone de stress compensé, que nous utilisons comme indicateur du potentiel d'agressivité. Nous forcerons les simulations vers la zone de stress non compensé pour identifier des réactions en limite de viabilité.

En intégrant, la zone de tolérance à la zone de de stress compensé nous obtenons une densité de probabilité désignée coefficient d'adaptativité d'effet réversif des instincts sociaux (*CA er < 1*), introduit dans une fonction multiplicative :

$$(e(\tan CA \text{ bio } (1-x)) * (e(\tan CA \text{ div}(1-x)) * (e(\tan CA \text{ er } (1-x)) \quad 2)$$

Pour un *CA bio = 0, 29*, avec (*CA div*) calculé et, *CA er < 1*, cette fonction multiplicative nous donnera une plus grande sensibilité pour évaluer l'amplitude des instincts sociaux et mesurer l'agressivité relative de la zone de stress compensé à l'aide des dérivées première et seconde.

Les paramètres des contraintes sélectives naturelles et anthropiques à assimiler en indices de criticité dans le modèle sont les suivants :

Il s'agit de paramètres physiques mesurables, température de l'air et de l'eau, salinité, force du vent, état de la mer, météo (beau temps, pluie, brume), température de l'eau en surface et sous l'eau (sous coque, à 2 mètres), courants, marée. Distance du rivage et mesure de la sonde, d'après les coordonnées GPS inscrites dans le journal de bord. L'attribution de l'indice critique résulte d'une analyse statistique et des corrélations entre ces critères.

Activités nautiques (navigation commerciale, pêches, plaisance, côtières) à proximité du point de contact, à vue à courte distance et positions à confirmer au radar (azimut, distance), complété par mesure des champs électromagnétiques autour du voilier (étrave, safran, sous quille) en mentionnant les instruments en fonction ou à l'arrêt.

La normalisation des paramètres de différentes valeurs et unités des variations et contraintes sélectives pour obtenir des indices de criticité fiables est une opération délicate, le plus simple est d'opérer par la somme (plus ou moins) des moyennes des indices des variations divisée par la somme (plus ou moins) des indices des moyennes des contraintes sélectives pour obtenir les coefficients d'adaptativité de divergence et d'effet réversif, sans dimension.

Chapitre 6.

Éléments d'océanographie opérationnelle du cap Saint-Vincent au golfe de Cadix, dans la zone de transition de l'Atlantique à la Méditerranée par le détroit de Gibraltar, vers la mer d'Alboran.

Les interactions des Orques avec les voiliers nécessitent une compréhension des paramètres océanographiques et climatiques des secteurs explorés par Green Armada, ils peuvent influencer le comportement de leur ressource en nourriture et leur comportement dit « agressif ». Les éléments ci-dessous sont à compléter et à intégrer dans les paramètres des contraintes sélectives naturelles et anthropiques en les corrigeant à l'aide des relevés saisonniers effectués lors de la campagne 2024, en considérant les tendances à longue portée du réchauffement climatique sur la température de la péninsule ibérique.

6.1. Golfe de Cadix, du cap Saint-Vincent à Gibraltar.

Une étude² (Hanquiez, 2002) sur la sédimentation dans le golfe de Cadix nous fournit des éléments d'océanographie opérationnelle sur l'influence antagoniste et dynamique entre les courants atlantique et de méditerranée, ainsi que sur la nature des fonds marins du golfe de Cadix.

Le golfe de Cadix (Espagne) s'étend du détroit de Gibraltar jusqu'au Cap Saint-Vincent (Portugal), il subit l'influence permanente d'eau profonde qui s'écoule de la Méditerranée vers l'Atlantique, cette veine d'eau méditerranéenne est un contre courant de fond qui circule le long de la pente continentale entre 500 m et 1500 m de profondeur à une vitesse de 3 m/s à la sortie de Gibraltar. Il atteint quelques cm/s vers le cap Saint-Vincent en accumulant des sédiments et un flux thermique non négligeable pour la ressource halieutique en étroite corrélation avec la fréquentation des cétacés.

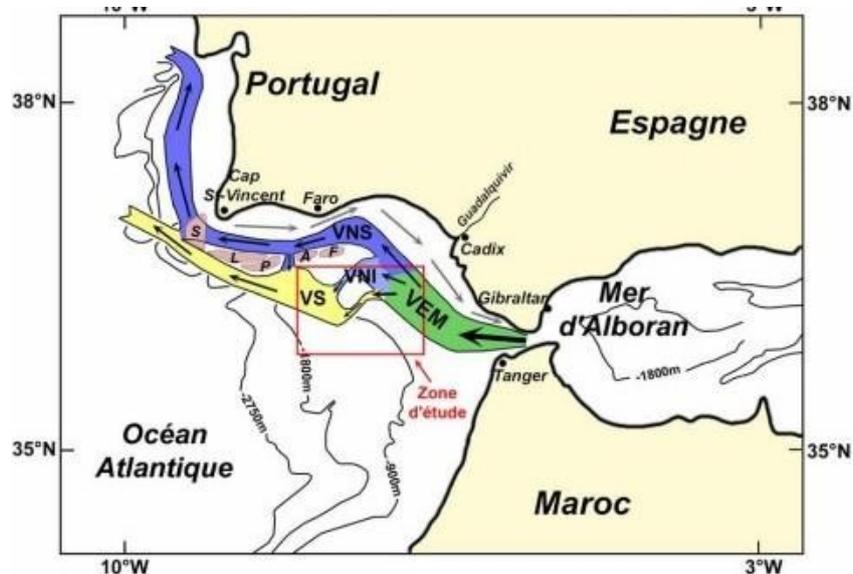


Fig. 3 : système des courants dans le Golfe de Cadix ; les flèches noires représentent la veine d'eau méditerranéenne (VEM) et les flèches grises l'écoulement atlantique de surface ; VNS : veine nord supérieure ; VNI : veine nord intermédiaire ; VS : veine sud. (d'après Madelain, 1970 ; Maldonado et Nelson, 1999).

6.1. Système des courants dans le Golfe de Cadix.

² Analyse morpho-sédimentaire du Golfe de Cadix, Laboratoire de sédimentologie, département de Géologie et d'océanographie-UMR 505-EPOC, Université de Bordeaux 1 et CNRS. V. Hanquiez, 2002.

Le plateau continental est de 30 à 40 km de large, avec une rupture de pente à 120 m, cette pente varie en fonction de l'apport sédimentaire des fleuves Guadalquivir, Guadalete et Barbate qui engendrent des apports de phosphates, métaux lourds, pollutions diverses, en modifiant la structure des hauts fonds dépendante de son contexte tectonique initial. Du Détroit de Gibraltar au Cap Saint-Vincent, le courant se dissipe d'Est en Ouest dans ce bassin en provoquant l'érosion et la sédimentation, avec un marnage de 3 à 4 m dans le golfe de Cadix en opposition avec le courant atlantique. Toujours sur le plateau continental, ce sont des eaux plus froides de surface orientées du Sud à l'Ouest qui se dirigent vers Cadix à une profondeur de 100 m, isohaline, d'une teneur en sel de 36,4 ‰ et thermocline de 5°C/100 m.

Nous tenons compte dans l'analyse des relevés saisonniers de l'apport de ce courant et de celui du nord atlantique orienté d'Ouest en Est, qui du Golfe de Cadix arrose jusqu'à la mer d'Alboran avec des effets d'ondes. Sa profondeur est de 100 à 600 mètres à une température de 12 à 16°C pour une salinité de 35,07 à 36,25 ‰ et une vitesse de 1m/s, d'épaisseur variable, il joue un rôle dans la sédimentation en opposition à la veine de courant méditerranéenne qui se divise en trois sections. Sur la pente continentale, la veine d'eau méditerranéenne se déplace d'Est à Nord-Ouest à une profondeur de 600 à 1500 m, d'une salinité élevée de 36,5 ‰ à 13°C et d'une teneur en oxygène de 4 ‰, la morphologie des fonds variables, induit deux écoulements.

- . Une veine Nord, parallèle à la pente continentale s'écoule au contact du fond marin de 300 à 500 m de profondeur à une température de 15°C, d'une salinité de 36,1 ‰ et vitesse décroissante vers Est/Ouest de 0,5 à 0,1 m/s en remontant vers le Portugal.
- . La veine Sud, 100 à 2000 m, à basse température 10,4°C et salinité à 36,3°C à une vitesse de 0,3 à 0,5 m/s en formant des rubans sableux et de vase.

Ces courants ont une influence sur les fonds et les échanges thermiques saisonniers entre la Méditerranée et l'Atlantique, soumis aux augmentations de température dus au réchauffement climatique, dont nous devons considérer les effets sur la ressource (migrations, chaîne alimentaire, pêche) et la fréquentation des orques dans le Golfe de Cadix.

6.2. Détroit de Gibraltar.

La thèse (Gonzales³, 2023) sur le détroit de Gibraltar nous donne des indications sur les conséquences de la connexion par ce chenal étroit et peu profond de l'Océan Atlantique à la mer Méditerranée. Ce couloir maritime fait l'objet d'échanges de masses d'eau, qui influencent les équilibres thermohalins et biogéochimiques des deux côtés du détroit de Gibraltar, avec un effet notoire sur le climat méditerranéen et les écosystèmes que nous explorons dans le golfe de Cadix et la mer d'Alboran.

Le mélange de marée des masses d'eau qui s'échangent repose d'après l'auteur sur de fines structures dynamiques, forcées par l'interaction des courants de marée avec la topographie abrupte du détroit, avec pour conséquence une influence sur l'hydrographie du golfe de Cadix que nous venons de décrire (courants profonds) et de la méditerranée (salinité, température, courants) avec une double conséquence en été, maritime (vortex, anomalies chaudes) sous influence continentale caniculaire de la péninsule ibérique, ou, plus lointaines (Grèce, Afrique du Nord-ouest). De Gibraltar, on constate une dissipation des courants atlantiques contraints par le détroit qui forment des ondes de propagation vers la mer d'Alboran, très impactée par des vortex (tourbillons) et des points chauds dépendants des courants et des vents, ainsi que des fonds sédimentaires et exhumés, tels les hauts fonds de la mer d'Alboran, brièvement décrits ci-après.

³ *Modélisation multi-échelle du détroit de Gibraltar et de son rôle de régulateur du climat méditerranéen*, Nicolas M. Gonzales, Université de Toulouse 3 Paul Sabatier, 2023

6.3. Mer d'Alboran.

La thèse (Do Couto, 2014) sur l'évolution de la mer d'Alboran⁴ met en évidence les processus profonds de subduction tectoniques initiaux et des processus de surface du bassin sédimentaire toujours actif, avec l'exhumation de dômes métamorphiques, hauts fonds remarquables à l'est de Gibraltar. Notamment, ceux de la mer d'Alboran qui joue un rôle majeur dans la transition des eaux entre l'océan Atlantique et la mer Méditerranée, isolée depuis 6 Ma. Selon plusieurs hypothèses, Alboran se situerait à la convergence de deux plaques continentales d'Eurasie et d'Afrique.

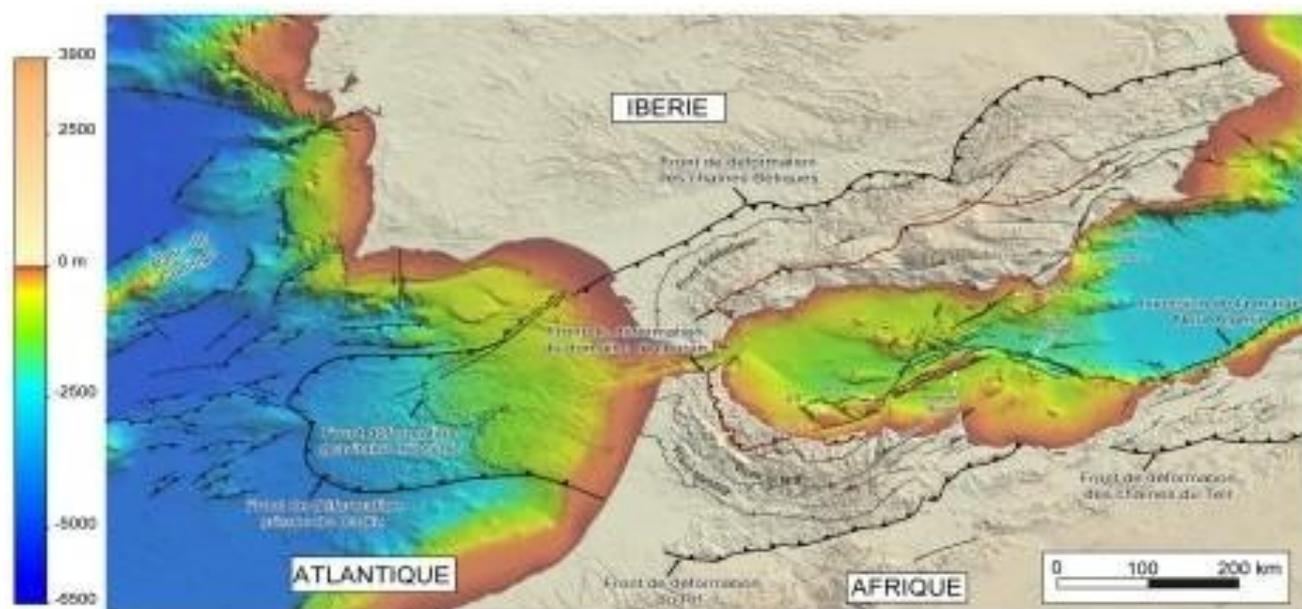


Figure 3.11 : Carte bathymétrique de la mer d'Alboran et du golfe de Cadix. Cette carte a été réalisée en compilant les données de bathymétrie SRTM30+ (Smith et al., 2003) et les données bathymétriques multibandeuses SWB (García et al., 2002), la carte bathymétrique multibandeuse réalisée par le Ministère de la pêche en Espagne (García et al., 2002) et la compilation des données campagnes de sondeur réflexion et bathymétrie multibandeuses CONTOURNER (García et al., 2012), MARLINO 2 et EUROPEST SARGAS (S. d'Arcangelo chef de mission).

6.2. Sur cette carte bathymétrique, on distingue en orange foncé la zone de Faro au golfe de Cadix (zone de pêche) soumise au régime de courant « froid » de surface et « chaud » de fonds. En mer d'Alboran, le courant se dissipe en ondes sur les hauts fonds fréquentés par les pêcheurs.

Les côtes sont plus sableuses entre le Cap Saint-Vincent et le détroit de Gibraltar, alors que le relief montagneux de la méditerranée forme des falaises et des criques rocheuses, côté Atlantique le plateau continental est large (30 km vers Huelva), il diminue jusqu'au détroit, pour atteindre 10 km en méditerranée.

6.4. Climatologie .

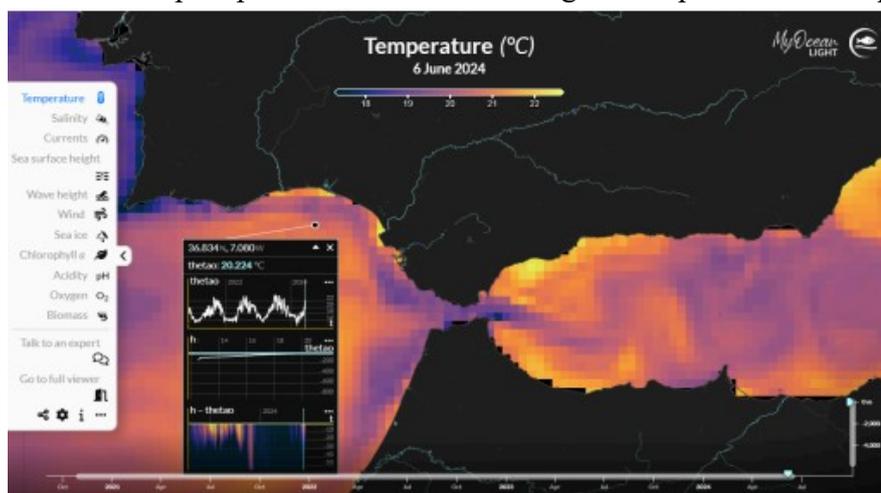
Les effets du changement climatique, sur les vents, la houle, les marées, les courants, la température et la salinité de l'océan global (Moullec, 2019) sont des paramètres qui concernent l'évolution des cétacés sur le long terme, par contre pour le secteur de l'océan Atlantique du golfe de Cadix, au détroit de Gibraltar à la mer d'Alboran en Méditerranée, il faut considérer des fluctuations climatiques à moyen terme, si ce n'est à plus court terme dans nos modèles et simulations sur les Orques Ibériques. L'océan dans sa globalité s'est réchauffé de 0,11 °C pour une température moyenne en surface relevée entre 0 à 75 mètres, en induisant de multiples conséquences sur l'évolution des espèces marines, par :

⁴ Evolution géodynamique de la Mer d'Alboran par l'étude des bassins sédimentaires et complémentaire à celle du golfe de Caidix et du détroit de gibraltar. Damien Do Couto, Université Pierre et Marie Curie,

- . Une élévation du niveau de la mer, consécutive à la fonte des glaciers et des calottes glaciaires.
- . Intensification des phénomènes météorologiques extrêmes aux répercussions localisées que nous décrivons dans le paragraphe suivant, tels les flux de chaleur caniculaires intercontinentaux et maritimes, antagonistes entre l'Atlantique et la Méditerranée.
- . Modification de la stratification des eaux de surface, donc des systèmes de courants de surface en opposition avec ceux en profondeur, comme dans le golfe de Cadix, le détroit de Gibraltar et la mer d'Alboran.
- . Diminution des concentrations en oxygène qui perturbent les écosystèmes et altèrent la biodiversité.

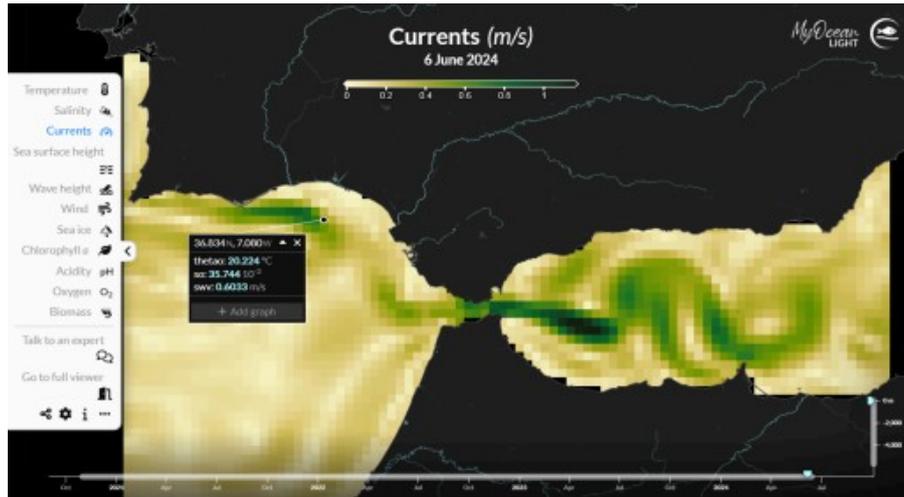
Au changement global de la température de l'océan global, s'ajoute des modifications de salinité, ainsi qu'une acidification par absorption du gaz carbonique, le pH en diminuant a provoqué une augmentation de la concentration en ions hydrogène (26%), très impliqués dans la fonction respiratoire au niveau des membranes de la mitochondrie. Ces fluctuations des contraintes climatiques qui s'accroissent sont effectivement sélectives à différents niveaux des organismes marins, en modifiant les aires de distribution et les périodes de migrations des espèces marines et des cétacés, avec le risque de perturber leur évolution, et éventuellement, à la limite de cohérence de leur viabilité, de provoquer leur extinction.

En ce qui concerne le secteur Atlantique en conjonction avec le secteur Méditerranée par le détroit de Gibraltar et la mer d'Alboran, il faut s'attendre à des modifications plus rapides des conditions physico-chimiques notamment du gradient croissant des températures, de la salinité et du pH. Cet été 2024, la méditerranée a subi l'influence continentale des vagues de chaleur extrêmes sur la Grèce, l'Italie et les Balkans en provoquant des températures élevées sur les côtes d'Espagne, dans la zone de transition de la Méditerranée à l'Atlantique. Aux courants et aux vents froids provenant de l'Atlantique s'ajoutent le régime des marées d'une amplitude de deux mètres dans le Golfe de Cadix qui s'atténue vers le détroit de Gibraltar (80 cm dans la baie d'Algésiras), jusqu'à devenir insignifiant en mer d'Alboran et Méditerranée. Le régime de la houle est influencé par les tempêtes en Atlantique et la configuration de la baie Hispano-marocaine sujette à la formation de vortex. Ce phénomène se produit aussi pour les vents qui s'intensifient dans le détroit de Gibraltar, courants et vents se propagent en ondes successives dans la mer d'Alboran. Ces considérations sur l'Océan global et la Méditerranée, nous ont obligés à examiner plus précisément la météorologie de la péninsule ibérique.



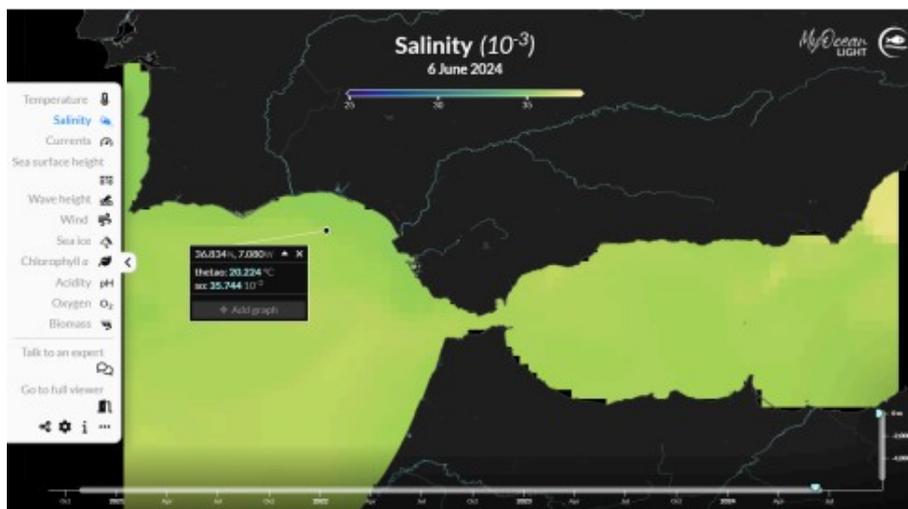
6.3. Cartes des températures du Cap Saint-Vincent-Faro- le Golf de Cadix, Gibraltar, mer d'Alboran, Malaga, le 6 juin 2024 (Source : Copernicus Marine).

Sur cette carte thermohydrique, l'eau de mer est à 18°C (en bleu), ce courant froid de surface provenant de l'atlantique, contraint par le détroit de Gibraltar se dissipe en mer d'Alboran en formant des vortex et des ondes, les zones chaudes (en jaune) sont propices à la migration et à la reproduction des espèces.



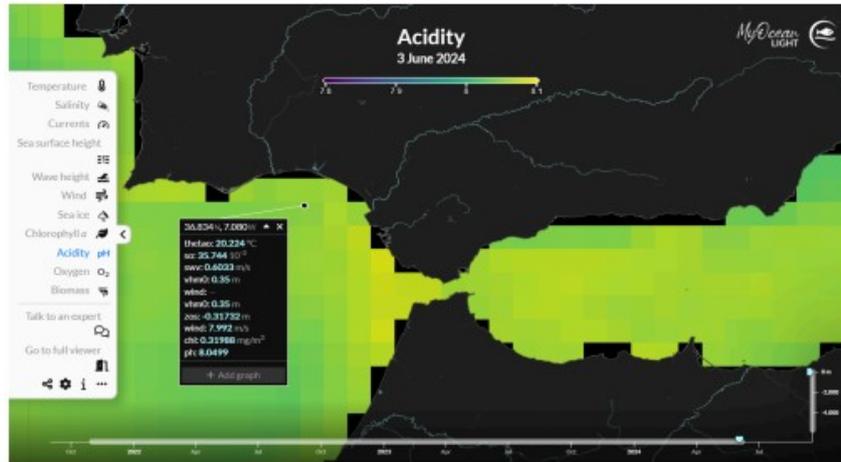
6.4. Carte de la vitesse des courants de surface Atlantique (vert), (Source : Copernicus Marine)

Ces courants forment des vortex vers Huelva et le golfe de Cadix en se dissipant en mer d’Alboran, vers la zone des hauts fonds. Le point singulier à l’est du Golfe de Cadix et le côté marocain ne subissent pas le refroidissement direct du courant. Sa variation saisonnière a probablement une influence sur la distribution des cétacés et de leurs proies, telle la voie migratoire des thons.



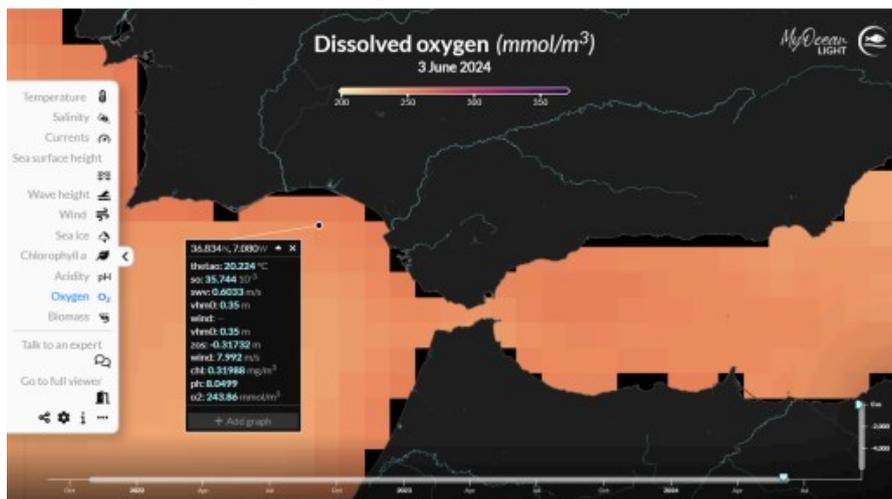
6.5. Carte de salinité du Cap Saint-Vincent au Golfe de Cadix, détroit de Gibraltar et mer d’Alboran.

La salinité apparaît assez homogène, son taux est relativement plus élevé près des côtes, particulièrement dans le golfe de Cadix (point chaud Est) et Gibraltar, pour augmenter en mer d’Alboran. Ses effets modifient la flottabilité sans réelle incidence pour les orques, par contre, elle peut modifier le métabolisme et l’équilibre cellulaire (osmorégulation, échange d’ions), respiratoire et cardiaque, ainsi que le système nerveux. En tenant compte des courants évoqués ci-dessus, pour une température moyenne de l’eau de mer en surface de 13°C, la salinité côté Atlantique est de 36 %, en franchissant le détroit de Gibraltar, elle s’accroît de 36,5 % à 38 % en mer d’Alboran, vers la Méditerranée. La composition ionique de l’eau de mer intervient dans l’osmorégulation et l’équilibre cellulaire, notamment le chlorure de sodium (Na⁺) et les sels de magnésium (Mg⁺), les carbonates sont sensibles aux variations de pH. Des fluctuations trop importantes de salinité et de pH par rapport à la température peuvent modifier les migrations saisonnières des proies et agir sur la biomasse marine (microplacton, algues) par un apport de sels terrestres (agriculture, industries, tourisme côtier) dans les estuaires et les golfes comme celui de Cadix, avec le risque de perturber sa stabilité écologique.



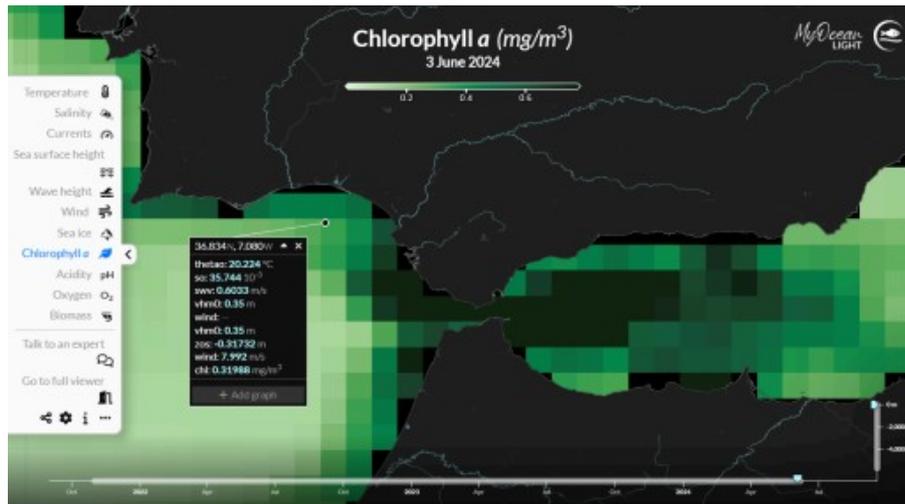
6.6. Carte du pH du Golfe de Cadix, Gibraltar et mer d'Alboran (Source : Copernicus Marine).

Au début juin 2024, le pH montrait une tendance basique, plus marquée au large des côtes atlantique suivant le régime des marées et sur les estuaires des fleuves par un échange eau de mer/eau fluviale, ainsi que sur les côtes de la méditerranée. Ce paramètre est très impliqué au niveau biochimique en tant que régulateur des protéines et des enzymes de la cellule animale, sa mesure est intégrée aux relevés d'eau de mer. Pendant la période estivale, en surface, pour des température de l'eau de mer de 13°C à 20°C, le pH devient effectivement plus basique comme conséquence de l'activité photosynthétique de la biomasse en augmentant le processus respiratoire qui intervient dans la production d'ATP pour les végétaux et les animaux marins au niveau des mitochondries. La tendance basique se répercute sur la force proton-motrice et la translocation des protons dans les complexes de protéines de la membrane interne des mitochondries sollicitées par la demande d'énergie de l'organisme engagé dans une action, potentiel que nous essayons de mesurer dans notre modèle.



6.7. Carte du taux d'oxygène (Source : Copernicus Marine)

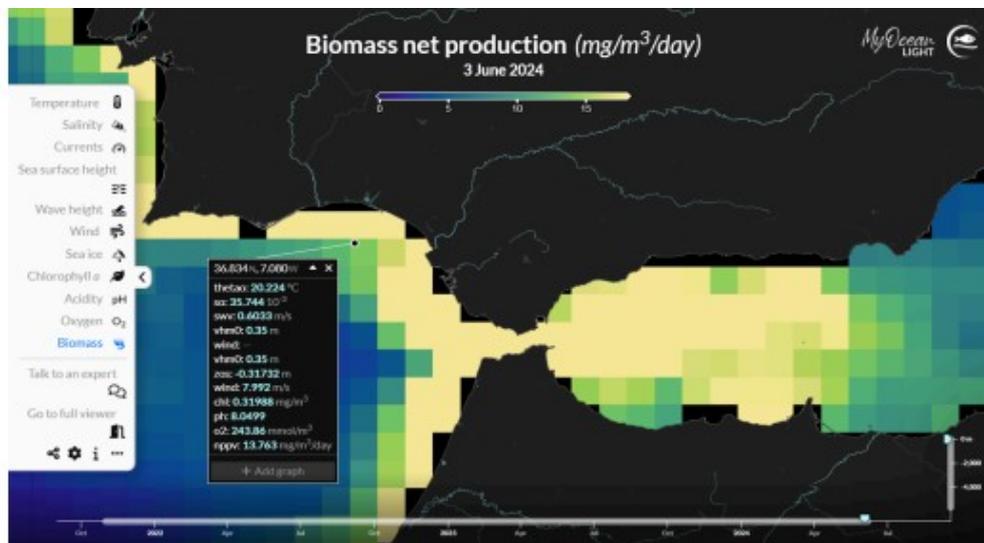
Corrélativement au pH de l'eau de mer, il est intéressant d'estimer le taux de dioxygène engagé dans le processus respiratoire des orques qui respirent l'air en surface, le dioxygène absorbé dans le métabolisme au niveau mitochondrial (cycle de Krebs) donne finalement de l'eau, et les urines au niveau des reins qui participent à l'osmorégulation. Par la circulation générale, le dioxygène va alimenter les cellules du cerveau, notamment pendant la phase d'interaction, exigeante en énergie pour les neurones lorsque le système neuro-hormonal est très sollicité. Le taux d'oxygène ayant une influence notoire sur la photosynthèse (chlorophylle) et la production de biomasse en fonction de la profondeur et de la luminosité.



6.8. Carte de la chlorophylle a (Source : Copernicus Marine)

Le contexte des effets cumulés des courants, des températures, du pH à tendance basique et du taux d'oxygène qui conditionnent la photosynthèse des végétaux en fonction de la profondeur, nous donne une image de la concentration en chlorophylle *a* qui caractérise la dispersion du phyto-plancton et des algues.

Ce composé qui capte la lumière, est très concentré sur les côtes du Golfe de Cadix et Marocaine qui donnent accès au détroit de Gibraltar, on observe une quasi-saturation en mer d'Alboran (vert foncé) ; ces zones sont attractives pour les thons avant et après leur période de reproduction, pendant laquelle ils vont recommencer à s'alimenter, et devenir des proies pour les orques et d'autres cétacés.



6.9. Carte de la biomasse (Source : Copernicus Marine)

Par contre, l'examen de la biomasse marine, laisse entrevoir des lacunes (en jaune) nous constatons l'effet du détroit de Gibraltar (courants, structure des fonds, anthropisation)) qui tend à sa réduction à son approche et en mer d'Alboran.

Nous pouvons rapprocher ces paramètres à la forte concentration des interactions des orques, aux mois de mai et juin 2024 à l'entrée de Gibraltar entre Barbatte (zone chaude du golfe de Cadix Est) et Tanger, alors que les thons rejoignent la méditerranée pour se reproduire.

6.5. Météorologie de la péninsule ibérique.

Les tableaux ci-dessous donnent l'historique des tendances des températures moyennes atmosphériques représentatives des trois secteurs explorés, ce paramètre des contraintes sélectives naturelles et anthropiques sera normalisé en indice de criticité à l'aide des températures relevées lors de la mission 2024.

6.5.1. Secteur 1, Cap Saint-Vincent / Faro. (37.02° N - 9.00° O).

De 1979 à 2023 la tendance des températures moyennes atmosphériques est passée de 16°5 C à 16°9 C, en 2023 l'écart était de + 0°6 C, avec une diminution des précipitations.

température moyenne °C / mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Max	24	28	32	32	28
Mini	13	16	18	18	17

Les vents dominants sont de secteur S/O vers N/NNE entre 20 et 50 km/h, les températures moyennes d'influence atlantique sont relativement stables de juillet à septembre.

6.5.2. Secteur 2, Golfe de Cadix. (Cadix, 36.56° N - 6.29° W)

De 1979 à 2023 la tendance des températures moyennes est passée de 18°4 C à 19°C, en 2023 l'écart était de +1°C, avec une diminution des précipitations.

Température moyenne °C / mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Max	26	30	32	33	29
Mini	16	19	21	21	19

Les vents dominants très variables sont de secteur ESE vers O / ONN entre 20 et 30 km/h, très variables avec formation de vortex de la côte du Maroc au golfe de Cadix. Les températures sont très élevées de juillet à Août, ce " point chaud " subit une influence continentale et un échange thermique singulier entre les courants de fonds chauds de Méditerranée qui se mélangent à ceux de surface, plus froids, provenant de l'Atlantique dans la configuration océanographique très spécifique du golfe de Cadix Est et du détroit de Gibraltar.

6.5.3. Gibraltar. (Algeiras, 36°13 N - 5.45 W)

De 1979 à 2023 la tendance des températures moyennes est passée de 17°1 C à 18 ° C, en 2023 l'écart est de +1,1 °C, toujours avec une diminution des précipitations.

Température moyenne °C / mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Max	21	24	27	27	25
Mini	15	18	20	21	19

Les vents dominants sont de secteurs ONO à ESE de 10 à 40 km/h et de à l'opposé de 10 à 30 km/h. Il y a une modération des températures par le détroit de Gibraltar, néanmoins le réchauffement climatique à +1,1° C, est sensible.

6.5.4. Secteur 3, Alboran (Hauts fonds, 35.94° N - 3.03 W).

De 1979 à 2023 la tendance des températures moyennes est passée de 17, 8 °C à 18, 8 °C, en 2023 l'écart était de +1, 3 °C, et une diminution des précipitations.

Températures moyennes °C / mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Max	19	22	24	25	23
Min	18	20	23	24	22

Les vents dominants sont de secteurs ONO et E/ESE de 30 à 50 km/h, de Gibraltar au Hauts fonds, le régime de transition océanique/méditerranée très spécifique de la mer d'Alboran est relativement tempéré, bien que subissant une augmentation de 1, 3°C.

6.6. Ressources pour les orques, par prédation et déprédation.

6.6.1. Migration des thons rouges.

D'après les publications de l'Ifremer et les thèses universitaires, en tant que ressource naturelle pour les Orques et les pêcheurs, la migration du thon rouge, *Thunnus thynnus* Linné, 1758, est un des paramètres critiques des contraintes sélectives naturelles, du fait de sa migration, et anthropiques, par les usages de sa pêche et de son élevage que nous introduirons dans notre modèle pour élucider les causes du comportement des orques envers les voiliers. Le thon rouge migre de l'Atlantique vers la Méditerranée pour se reproduire, et inversement afin de s'alimenter. La chronologie de la migration des thons rouges dans nos secteurs d'exploration serait la suivante:

De mai à juin, en provenance de l'Atlantique Nord et Sud, les thons rouges se reproduisent dans la baie ibéro-marocaine et en méditerranée en y accédant par le détroit de Gibraltar.

La dispersion interviendrait au cours de l'été et en automne. Lors de cette phase, après avoir franchi le détroit de Gibraltar, comme lors de leur trajet aller, il faut noter une concentration vers Barbate (point chaud du golfe de Cadix Est) avant de se disperser entre Faro et le Cap Saint-Vincent pour se diriger dans l'Atlantique Nord. L'impact du réchauffement agit sur les échanges thermiques des courants antagonistes de surface et de fonds entre l'Atlantique et la Méditerranée qui participent aux processus migratoires des thons et aux autres espèces capturées par les orques, pêchées dans nos secteurs d'exploration. Le thon rouge est une proie à forte valeur énergétique pour les Orques, sa taille varie entre 2 m à 4.58 m au maximum, pour un poids de 150 kg à 400 kg adulte; sa vitesse s'établit à 8 km/h endormi, jusqu'à 80km/h au maximum, en moyenne à 45km/h. Il se reproduit à maturité entre 3 et 5 ans, très vorace, sa prédation s'exerce sur le hareng, le maquereau, la sardine et l'anchois. Bien engraisé avant la période de reproduction en méditerranée, il rejoindra l'Atlantique pour se nourrir, en exerçant sa prédation sur le maquereau, la sardine et l'anchois, particulièrement sur la côte Ouest Atlantique de la Tunisie. Sa thermorégulation lui donne des aptitudes à la migration dans des eaux entre 3 et 30°C et une salinité de 5 à 37 ‰. Il est dépendant des variations des thermoclines de l'eau de mer notamment dans les zones de pont, pour se reproduire la température se situe entre 19° à 21°C en Méditerranée. La turbidité des alluvions fluviales peut altérer leur vision, mais pas celles des orques, qui chassent avec leur émissions sonores.

6.6.2 Autres espèces halieutiques.

La mission 2025 devra compléter la documentation sur la ressource en sardine, maquereau, anchois, et dorade rose.

6.6. Flux maritime du Cap Saint Vincent au Golfe de Cadix Est, dans le détroit de Gibraltar, et la mer d'Alboran.

Les activités maritimes sont les principaux paramètres des contraintes sélectives anthropiques susceptibles de modifier le comportement des orques et des cétacés dans les trois secteurs d'explorations, dont celui du détroit de Gibraltar, une grande route maritime. Pour définir des indices de criticité, nous analysons trois modes de flux de navigation qui obéissent à des règles communes et très spécifiques dans un espace géostratégique aux enjeux mondiaux. Comment les orques réagissent-ils à la navigation marchande qui transite de l'Atlantique à la Méditerranée, et inversement ? Quels sont les impacts des flottes de pêche et des fermes d'aquacultures, ainsi que la charge des activités nautiques et du tourisme côtier sur l'écosystème marin ? Dans ces questions on pressent la complexité des enjeux maritimes et socio-économiques confrontés à la préservation des cétacés qui fréquentent cet espace maritime placé sous étroite surveillance par les États riverains.

Le détroit de Gibraltar a une longueur de 60 km, À l'Ouest du côté Atlantique, sa plus grande largeur est de 44,5 km entre les caps Trafalgar et Spartel, il atteint une largeur minimale de 14 km, et s'élargit en mer d'Alboran à l'Est, vers la Méditerranée, entre Punta Europa et Almina sur 23,7 km, à des profondeurs variant de 50/15 mètres à 952 mètres. La densité du flux maritime commercial a imposé des règles de navigation de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) pour garantir le libre accès et le transit dans de bonnes conditions de sécurité à travers le détroit de Gibraltar. Ce flux permanent est à l'origine de nuisances envers la faune marine (sonores, collisions, pollutions), prend-il suffisamment en considération la présence des cétacés et des orques qui viennent se nourrir vers le détroit de Gibraltar ?

6.6.1. Navigation marchande.

Le droit international de la mer, par convention de Montego Bay du 16 novembre 1964 réglemente le passage du détroit de Gibraltar entre les parties de haute mer (ZEE) Atlantique et Méditerranée en conciliant la sécurité maritime et les intérêts souvent divergents des états qui transitent sous leur pavillon et ceux des états côtiers. La convention COLREG (1977) stipule les règles internationales de navigation et détermine les dispositifs de séparation des flux maritimes afin de prévenir les abordages dans les détroits. Celui de Gibraltar, adopté par l'OMI, est en vigueur depuis juin 1997. Ce dispositif comporte une zone de séparation du trafic maritime de 0,5 mille de large, au Nord les navires transitent sur une voie de navigation venant de l'Est Méditerranée par la mer d'Alboran en direction de l'Ouest Atlantique, au large du golfe de Cadix. La voie de navigation au Sud du couloir de séparation est réservée au trafic de l'Ouest vers l'Est. Auquel, il faut ajouter un trafic transversal de différents types de navires et d'activités maritimes entre la péninsule Ibérique et l'Afrique du Nord. A ces mesures, s'ajoutent des limitations de vitesse à 13 nœuds pour éviter les collisions avec les Cétacés, cependant en raison du tonnage important des navires du commerce et des contraintes du détroit, ils peuvent difficilement changer leur route, ralentir, et stopper sur de petites distances, ce qui impliquerait une observation renforcée des cétacés pour diffuser une information préventive sur leur présence, sans perturber le trafic maritime intense sur Gibraltar, dont il faut garantir la sécurité et la fluidité.

Les flux maritimes Nord et Ouest Atlantique se regroupent entre le Cap Saint-Vincent et le Golfe de Cadix, celui du Sud, remonte la côte du Maroc pour s'insérer dans le flux N/O avant d'accéder au détroit de Gibraltar, pour l'accès à la méditerranée, la mer d'Alboran est le point de rencontre et de dispersion des navires. Selon la résolution MSC. 300 (87) le centre de surveillance du trafic maritime de Tanger (CSTM Tanger) et le centre de contrôle et de surveillance de Tarifa (CCS Tarifa) assurent après un accord de coopération (2011) des échanges d'informations et des procédures communes pour

gérer le trafic maritime dans le détroit de Gibraltar.

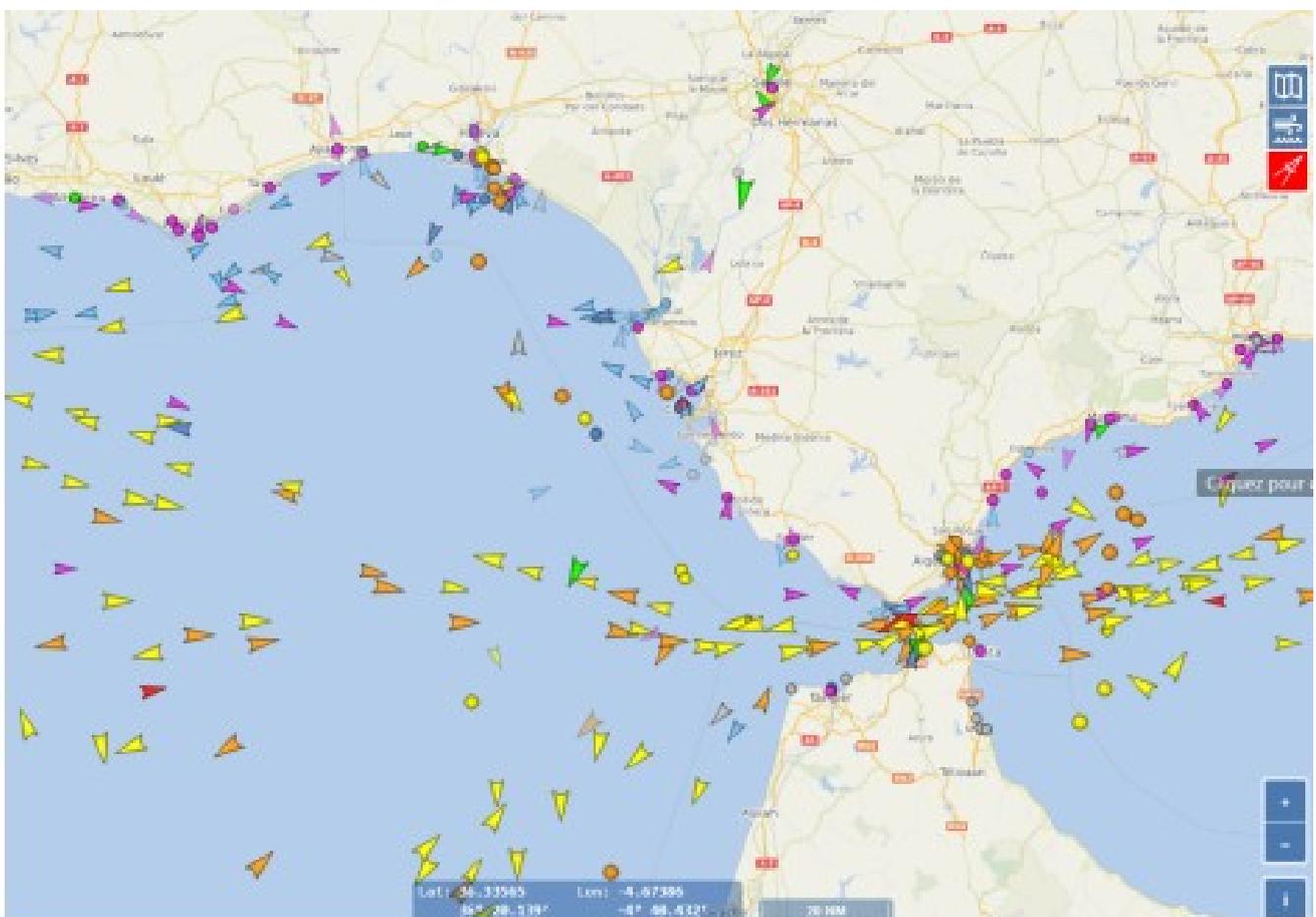
Cela concerne.

- La sûreté et la sécurité du trafic maritime.
- L'identification du trafic maritime qui s'engage dans le détroit de Gibraltar
- La diffusion des bulletins de sécurité et l'information des usagers.
- Le respect des règles de navigation.
- La coordination des opérations de recherche et de sauvetage .

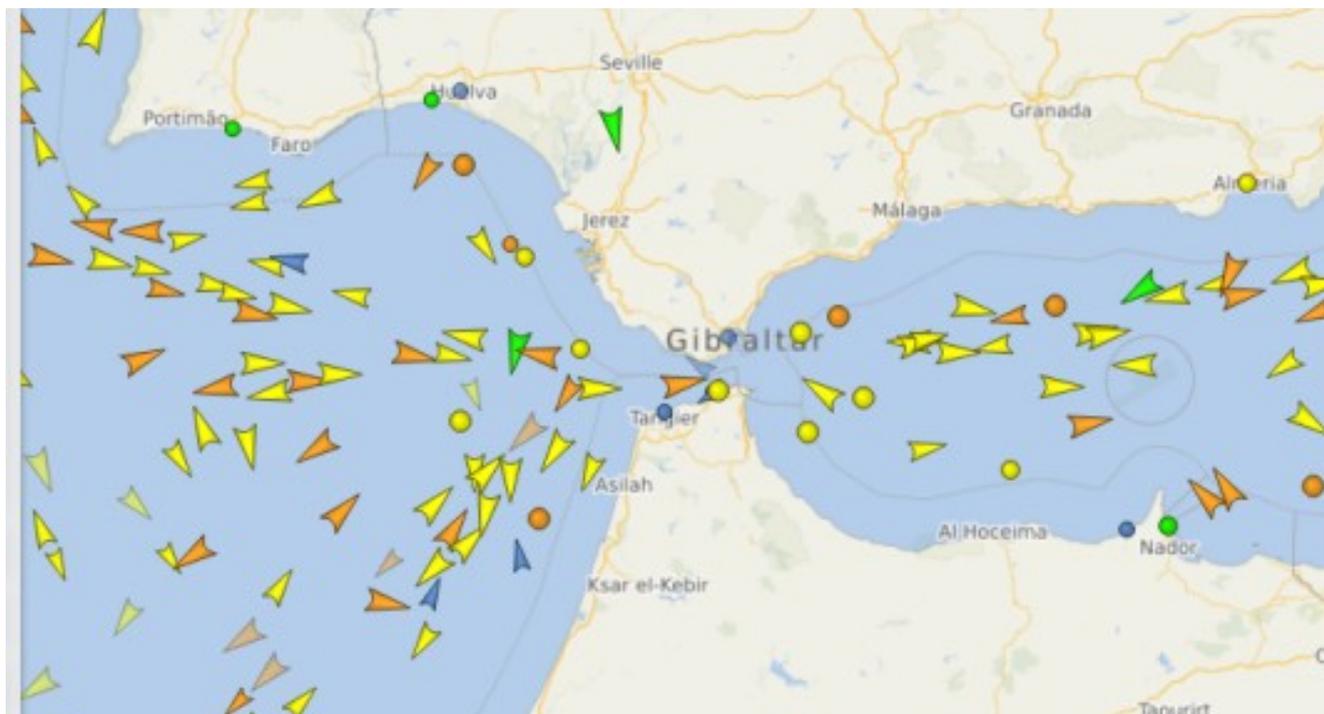
Ce trafic maritime intense et permanent donne librement accès à environ 110 000 navires marchands et aux bateaux de pêche sous certaines conditions pour l'exploitation des ressources marines, ainsi qu' à diverses activités nautiques de plaisance et de tourisme côtier.

L'exploitation des ressources halieutiques est conditionnée par des lois et des règlements spécifiques qui garantissent la souveraineté des États riverains et le libre accès aux produits de la mer, sachant que les cétacés obéissent de façon très aléatoires qu' à leurs besoins vitaux de se nourrir et de se reproduire, dans les limites maritimes normalisées.

La première se compose d'un territoire terrestre qui sépare la mer territoriale qui s'étend jusqu' à 12 milles marins, la zone contrôlée par les services de chaque état s'étend de 12 à 24 milles marins. Cette zone s'intègre dans la zone économique exclusive de 12 à 200 milles marins, où s'exerce les droits souverains en matière d'exploitation des ressources naturelles, qui comporte une liberté de navigation et de survol. Avec son plateau continental et les îles, cette zone peut-être étendue en haute mer en limite de la zone de gestion internationale des ressources minérales. A partir de 200 miles marins dans la zone de haute mer, il y a une liberté de navigation, d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles, sauf minérales.



6.10. Carte du trafic maritime intense, tous types de navires. (source : Marine Traffic)



6.11. Carte du trafic maritime commercial, navires marchands et tankers (source : MarineTraffic)

6.6.2. Économie halieutique, pêche et aquaculture.

Le secteur de la pêche Andalous qui s'étend de l'Atlantique à la Méditerranée se divise en 5 secteurs d'activités qui peuvent impacter directement ou indirectement les écosystèmes marins et le comportement des orques. La pêche extractive compte environ 1400 navires et l'aquaculture 90 entreprises réparties sur les côtes Andalous, soit 36 ports autonomes et 30 ports de pêche qui soutiennent l'activité de commerce de gros et des industries de transformation du poisson. Le tonnage de cette flotte de pêche connaît un démantèlement, la flotte de Cadix représente 52% des navires andalous qui exercent leurs activités dans le golfe de Cadix:

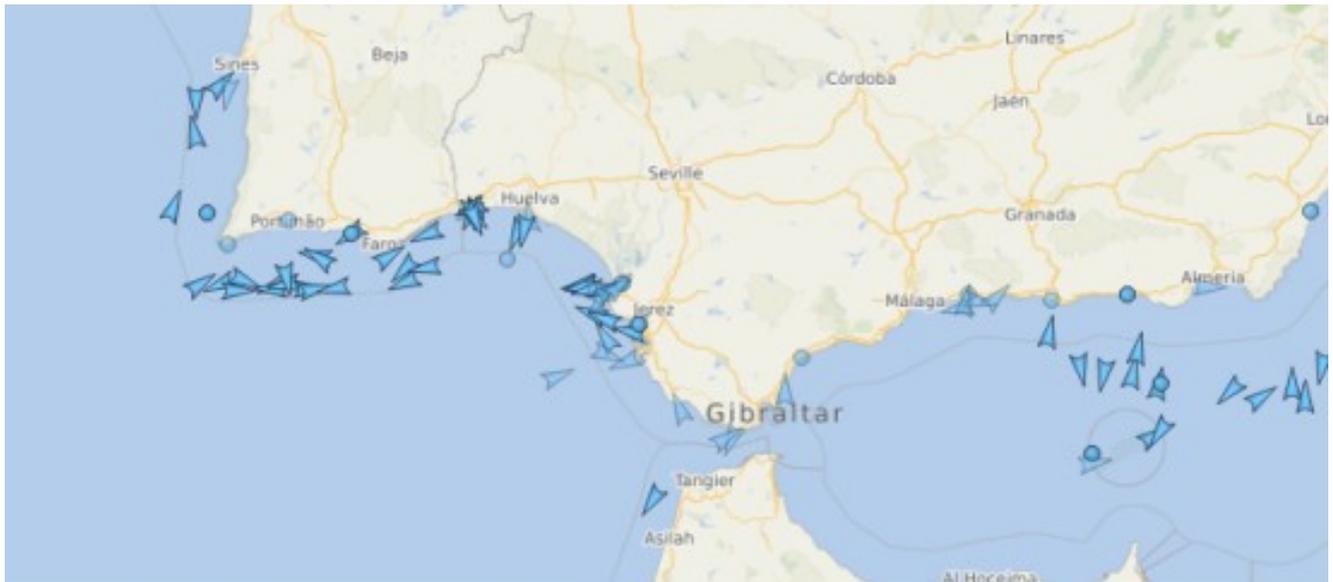
- 136 navires pratiquent le chalut de fond.
- 83 usent de sennes.
- 60 sont dotés d'engins mineurs de pêche.

La longueur des bateaux de pêche varient de 0 à 10 m (51%), entre 7% et 15% de 10 à 24 m, et de 20 à 40 m et plus (3.9%) qui pêchent dans les zones suivantes:

. Les senneurs du golfe de Cadix pêchent la sardine et l'anchois selon des quotas et des plans pour préserver la ressource qui tendait à s'épuiser.

. 157 embarcations, dont 78 en Méditerranée sont affectées à la pêche artisanale à la palangre de la Dorade rose vers le détroit de Gibraltar, auquel s'ajoute la flotte marocaine (Accord de pêche UE/Maroc).

Il faut noter que la pêche dite récréative à bord d'embarcation pour la pêche côtière et sous-marine compte plus de 160 000 licenciés, elle est réglementée par décrets et ordonnances pour préserver la pêche professionnelle et les ressources halieutiques.



6.12. Carte du trafic maritime, bateaux de pêche.

Les flottes de pêche occupent des positions côtières jusqu'à la limite du plateau continental. Ils sont des indicateurs des zones à thons, proies des orques, notamment entre le Cap Saint Vincent et le golfe de Cadix. Très fréquenté par les pêcheurs, le point singulier, à l'est du golfe de Cadix se caractérise par une densité d'interactions en conjonction avec les paramètres de courants et de températures. La zone des hauts fonds de la mer d'Alboran est assez fréquentée par les pêcheurs.

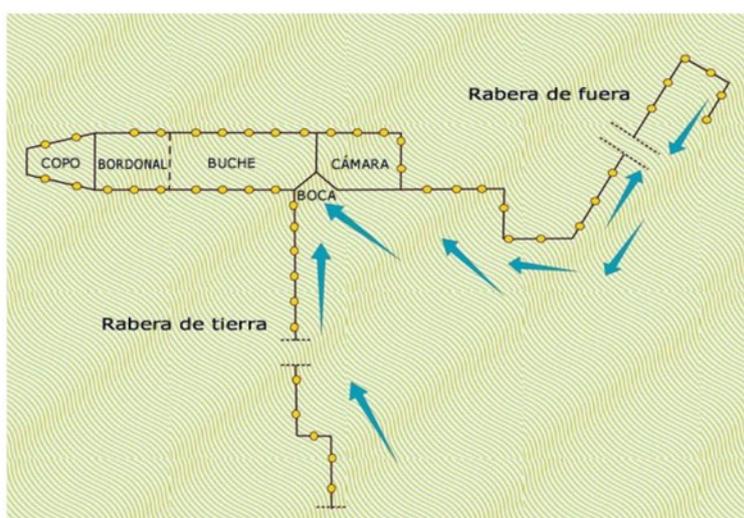
Les madragues en Andalousie :

Les côtes de Conil de la Frontera, Barbate, Zahara de los Atunes et Tarifs sont les témoins, au printemps, de l'installation des seules madragues traditionnelles du littoral andalou. Ces quatre madragues se succèdent d'ouest en est, après la baie de Cadix, aux confins des eaux atlantiques, alors que Tarifa, la plus orientale, est déjà sur le détroit même, dans sa partie la plus étroite, là où l'océan et la mer intérieure se rencontrent. Elles sont déployées à proximité de la côte pendant la période d'avril à juin, bien que la mise en place ait lieu deux mois avant le début de la saison. Cette activité de pêche représente également une zone touristique appelée la "ruta del atun de almadraba" qui signifie la route du thon à la madrague. Le mot "almadraba" (madrague) vient de l'arabe et désigne un "lieu où l'on frappe ou l'on lutte". Il s'agit d'un mode de pêche millénaire qu'utilisaient déjà les Phéniciens le long des côtes de Cadix, et qui a plus tard été repris par les Romains. Il n'a pratiquement pas changé en près de 3 000 ans dans toute la région méditerranéenne.

La madrague est un engin de pêche fixe destiné à la capture du thon rouge (*Thunnus thynnus*) et d'autres espèces de thonidés comme le bonitou (*Auxis rochei*) et la bonite à dos rayé (*Sarda sarda*). Dans le cas des orques, ce sont les madragues contenant du thon rouge qui nous intéressent le plus puisqu'elles représentent une ressource alimentaire que l'on peut considérer comme un "garde-manger". En 2021, 11.620 thons rouges, d'un poids total de 1479,41 tonnes, ont été pêchés en Andalousie atlantique, tout près du détroit de Gibraltar. L'Espagne s'est vu attribuer, en 2021, une quote-part de 6107,60 tonnes, toutes espèces de thon confondues, dont elle a réservé presque 1500 tonnes (24% environ) au seul produit de ses quatre madragues en activité (Guillaume-Alonso, 2022). Les madragues de Cadix pour la campagne 2023 et 2024 maintiendront un quota de pêche de thon rouge sauvage de 1 475,92 tonnes respectivement (Ríos, 2024).

Le fonctionnement d'une madrague :

Une madrague est composée d'une armature de câbles bordée de flotteurs en surface et fixée au fond de l'eau par des ancrs qui permettent de tendre à la verticale les filets qui pendent des câbles, de manière à former un labyrinthe. Les bateaux situés sur les bords de la madrague, côté terre ("rabera de tierra") ou côté large ("rabera de fuera"), guident les thons dans le labyrinthe jusqu'à la dernière chambre. L'embouchure du circuit ("boca") est conçue de telle façon qu'elle empêche les thons de sortir de la chambre et les gardent prisonniers. La madrague est généralement déployée dans des zones où les bancs de thons ont l'habitude de passer. Cette étape se fait généralement sur le trajet "aller" de la migration des thons, lorsqu'ils se dirigent vers le détroit de Gibraltar pour aller frayer en Méditerranée entre les mois d'avril et de juin.



Source: Manual Marino Pescador, Instituto Andaluz de Investigación, Formación Agraria, Pesquera y de la Producción Ecológica (IFAPA)

6.13. Schéma d'une madrague

Le cadre est composé de plusieurs chambres formées par des filets verticaux les séparant les unes des autres. Ces filets sont ensuite remontés progressivement pour guider les thons jusqu'à la dernière chambre ("copo"). Cette dernière chambre est la seule munie d'un filet de fond assez solide pour supporter les assauts des thons pendant la levée. Le filet est hissé à l'aide d'une embarcation située juste à côté de la dernière chambre : les marins hissent le filet jusqu'à ce que les thons soient pratiquement hors de l'eau, pour être récupérés ensuite par les bateaux prévus à cet effet placés autour de la dernière chambre (Marti C.-P, 2018).



6.14. Un moment d'une levanta récente à Conil (photo cédée par Jose Antonio López Gonzalez)

L'engraissement du thon :

Issue de la pêche à la madrague, Barbate est la seule ville qui dispose d'une autorisation pour l'engraissement du thon en bassin. La société possédant la madrague a commencé avec trois bassins destinés à l'engraissement du thon rouge, mais en compte désormais de six d'une capacité totale de 1 000 tonnes métriques. L'engraissement du thon commence dès sa capture jusqu'aux mois de septembre et octobre. L'influence du fleuve Barbate sur la dynamique littorale de la zone et son apport en eau douce indiquent qu'il est préférable de ne pas prolonger le maintien des thonidés au-delà de cette période.

6.6.3. Nautisme et tourisme côtier.



6.15. Carte du trafic maritime, tourisme côtier et plaisance.

La densité des navires de plaisance s'accroît après Gibraltar, en Méditerranée, l'impact du tourisme côtier est sensible sur le plateau continental (planche à voile, engins motorisés, infrastructures portuaires, hôtelières et de loisirs, plages, villégiatures).

6.6.4. Évaluation des pollutions côtières.

En ce qui concerne les analyses d'eau, selon Hellemans, les résultats sont très pessimistes, quand à la présence de contaminants, notamment les fluoro Polymères. Le laboratoire n'a pas édité de rapport final car nous sommes en train de faire deux contre analyses pour vérifier les premiers résultats.

On constate clairement une sur-intoxication en polluants dans l'eau sur le golfe de Cadix et le détroit Gibraltar. Très peu en Atlantique et des taux faibles à moyens sur le prélèvement en mer d'Alboran. Lors de notre navigation, nous avons rencontré divers objets flottants en plastique, la prochaine mission se dotera de moyen de collectes.

Chapitre 7.

Observation des Cétacés à bord du voilier « Alpha » en océan Atlantique, de la péninsule ibérique à la mer d'Alboran, lors de la mission Orques Ibériques 2024.



7.1 : Quelques cétacés de la péninsule ibérique observés durant la mission orques ibériques 2024. De haut en bas et de gauche à droite : Rorqual commun, grand dauphin, dauphin commun à bec court et dauphin bleu et blanc. (Photos : J.P. Sylvestre/ORCA, Canada et Olivier Cheyrezy/Green-Armada)



7.1. - Cétacés observés sur l'océan Atlantique le long des côtes de la péninsule Ibérique entre Vigo (Espagne) et le Cap Saint-Vincent (Portugal), du 1^o juillet au 20 juillet 2024.

En première partie, ce rapport est le résultat de 10 jours de navigation du voilier *Alpha* dans l'Atlantique Nord-Est entre Vigo (Espagne) et Cap St. Vincent (Portugal) sur une distance de 633 km (341,7 miles nautiques). Navigation plutôt côtière entre 1 mile nautique (MN) et 20 MN des côtes, la plupart du temps le long des côtes du Portugal. La partie continentale de ce pays présente 832 km de côtes (on ne compte pas ici les îles portugaises au large dans l'Atlantique) et ses eaux côtières et pélagiques océaniques sont considérées comme étant riches en biodiversité cétologique avec 13 espèces de cétacés : 8 Odontocètes et 5 Mysticètes (Brito, C., *et al.*, 2009). Ces espèces sont :

Chez les Odontocètes.

- 3 Dauphin commun à bec court *Delphinus delphis* Linné, 1758
- 4 Dauphin bleu et blanc *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)
- 5 Grand dauphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)
- 6 Dauphin de Risso *Grampus griseus* (Cuvier, 1812)
- 7 Globicéphale noir *Globicephala melas* (Trail, 1809)
- 8 Orque *Orcinus orca* (Linné, 1758)
- 9 Marsouin commun *Phocoena phocoena* (Linné, 1758)
- 10 Cachalot *Physeter macrocephalus* Linné, 1758

Chez les Mysticètes.

- 11 Petit rorqual *Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804
- 12 Rorqual commun *Balaenoptera physalus* (Linné, 1758)
- 13 Rorqual bleu *Balaenoptera musculus* (Linné, 1758)
- 14 Rorqual boréal *Balaenoptera borealis* Lesson, 1828
- 15 Rorqual à bosse *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781)

A cette liste, on peut rajouter d'autres espèces considérées rares mais observées dans les eaux côtières et pélagiques continentales du Portugal (Bencatel, J., *et al.*, Ed., 2019 ; Reiner, F., 1981 a & b) :

Chez les Odontocètes

- 16 Le cachalot pygmée *Kogia breviceps* (de Blainville, 1838)
- 17 Le cachalot nain *Kogia sima* (Owen, 1866)
- 18 Le mésoplodon de Sowerby *Mesoplodon bidens* (Sowerby, 1804)
- 19 Le mésoplodon de Gervais *Mesoplodon europaeus* (Gervais, 1855)
- 20 Le mésoplodon de Blainville *Mesoplodon densirostris* (de Blainville, 1817)
- 21 L'hypérodon boréal *Hyperoodon ampullatus* (Forster, 1770)
- 22 Le ziphius *Ziphius cavirostris* G. Cuvier, 1823
- 23 La fausse orque *Pseudorca crassidens* (Owen, 1846)
- 24 Le dauphin tacheté de l'Atlantique *Stenella frontalis* (G. Cuvier, 1829)

Chez les Mysticètes

- 25 Le rorqual de Bryde *Balaenoptera edeni* Anderson, 1878

Cette région océanographique a fait l'objet de quelques études céatologiques par les chercheurs portugais, espagnols et internationaux (Brito, C. *et al.*, 2008 ; Correia, A.M., *et al.*, 2019; Grau, E., 1980 ; Lopez, A., *et al.*, 2002 ; Lopez, A. *et al.*, 2004 ; Pierce, G.J., *et al.*, 2010; Sequeira, M., 2008 ; Sousa, A. & Brito, C. 2012).

D'autre part, il est important de signaler qu'il a existé deux stations baleinières (Setúbal et Sesimbra) au Portugal qui ont été opérationnelles entre 1925 et 1927 et entre 1944 et 1951 (Brito, C., 2012 ; Brito, C., *et al.*, 2008). Les espèces céatocènes chassées ont été le rorqual commun (80%), le cachalot (20%) avec, parfois, des captures sporadiques d'autres espèces non visées (rorqual bleu, rorqual à bosse, petit rorqual, rorqual boréal, globicéphale, orque, marsouin commun, dauphin commun à bec court). La plupart de ces travaux signalent que l'espèce céatocène la plus commune dans les eaux côtières (et également pélagiques) continentales du Portugal est le dauphin commun à bec court, suivi par le grand dauphin, le dauphin bleu et blanc et le marsouin commun (Bencatel, J., *et al.*, Ed., 2019 ; Brito, C., *et al.*, 2008 ; Correia, A.M., *et al.*, 2015 ; Pierce, G.J. *et al.*, 2010). Lors de plusieurs campagnes d'observations faites entre 2002 et 2008 menées par les scientifiques portugais, le dauphin commun à bec court représentait 60% des espèces observées, le grand dauphin 13,3% et le dauphin bleu et blanc 6,7% (Brito, C., *et al.*, 2008). D'autre part, le dauphin commun à bec court, connu anciennement sous le nom local de *Toninhas*, était largement capturé par les pêcheurs locaux continentaux à la fin de 19^e siècle et durant le 20^e siècle (Brito, C., 2012). Enfin, un groupe de quelques centaines de grands dauphins colonise l'estuaire de Sado (dans la région de Lisbonne) (Brito, C., *et al.*, 2008 ; Harzen, S., 1998 ; Sylvestre, J.-P., 2009) ainsi que dans d'autres estuaires portugais (Bencatel, J., Ed., *et al.*, 2019). Durant ces 10 jours de navigations dans les eaux côtières atlantiques de la péninsule ibérique, les naturalistes de *Alpha* ont enregistré 40 observations – dont 32 sont des espèces identifiées - de céatocés appartenant à 3 espèces, à savoir le grand dauphin, le rorqual commun, et surtout le dauphin commun à bec court. Quant aux huit autres animaux non identifiés, nous avons affaire à des Delphinidés. Toutes ces observations ont été faites dans une eau de mer à une température en surface comprise entre 13 degrés Celsius (au nord) et 18 degrés Celsius (dans le sud).

GRAND DAUPHIN
***Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)**

Autre nom vernaculaire français : *Dauphin souffleur, souffleur, tursiops, dauphin tronqué. Dauphin à gros nez* (Canada)

Espagnol : *Delfin mular, tursion, tonina.*

Anglais : *Bottlenose dolphin.*

Habitat : Le grand dauphin est une espèce cosmopolite (Sylvestre, J.-P., 2009). Il fréquente les eaux tempérées (froides et chaudes) ainsi que les eaux subtropicales, c'est-à-dire entre 10 et 32 degrés centigrades. Il est à la fois pélagique et côtier. (Wells, R.S. & Scott, M.D., 1999; Sylvestre, J.-P., 2009).

Taille et poids : Entre 1,9 et 3,8 m de long. Entre 200 et 650 kg (Watson, L., 1981 ; Wells, R.S. & Scott, M.D., 1997).

Socialisation : Les grands dauphins peuvent être solitaires mais c'est principalement une espèce grégaire évoluant en petits groupes de 10 à 20 individus. En pleine mer, ils peuvent nager en troupes de plusieurs centaines d'animaux - jusqu'à 1000 individus (Leatherwood, S., Caldwell, D.K. & Winn, H.E., 1976 ; Raveret-Wattel, C., 1909 ; Sylvestre, J.-P., 2009 ; Wells, R.S. & Scott, M.D., 1999).



**7. 2 : Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) marsouinant dans les eaux côtières.
(Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).**

Discussion sur le grand dauphin en Europe et au Portugal.

Dans l'Atlantique nord oriental, le grand dauphin semble très commun le long des côtes de France, de l'ouest des îles britanniques et de la péninsule ibérique (Duguy, R. & Robineau, D., 1982 ; Fraser, F.C., 1976). Il paraît moins fréquent en mer du Nord où la majorité des animaux s'observe sur les côtes des Pays-Bas, de l'Allemagne et du Danemark. Dans le reste des côtes des autres pays européens, cette espèce est assez rare et elle n'est connue que par quelques échouages sporadiques (Duguy, R. & Robineau, D., 1982 ; Caldwell, D.K. & M.C. Caldwell, 1972 ; Camphuysen, K. & Peet, G., 2006 ; Norman, J.R. & Fraser, F.C., 1938; Reynolds III, J.E., Wells, R.S. & Eide, S.D., 1952).

En Europe, le grand dauphin forme une métapopulation composée de plusieurs sous-populations côtières régionales et d'une sous-population océanique plus nombreuse. Plusieurs communautés sont connues pour résider dans des eaux semi-fermées telles que l'estuaire du Shannon en Irlande, le Moray Firth en Écosse, le golfe normand-breton en France, la Galice en Espagne, le golfe de Trieste en Slovénie et Amvríkakos en Grèce (Bompar, J.-M., 2000; Hussenot, É. & Prieur, D., 1984 ; Sylvestre, J.-P., 2009 et 2014).

Au Portugal, le grand dauphin est particulièrement connu grâce à la communauté résidente dans l'estuaire de Tage (Sado), dont les membres sont bien catalogués et sont rarement visibles en dehors de l'estuaire (Bencatel, J. *et al.*, Ed. 2019). Cependant, l'espèce peut être observée sur toute la côte continentale portugaise, bien que moins fréquemment que le dauphin commun à bec court. Elle est aussi régulièrement observée à l'entrée d'autres systèmes fluviaux portugais, en particulier à Foz do Arade et dans le port de Sines (Harzen, S., 1998). Aux Açores et Madère, la fréquence des observations du grand dauphin est comparable à celui du dauphin commun à bec court, et il y a aussi des individus considérés comme résidents ou associés à l'archipel des Açores pour son haut degré de fidélité (Alexandra, S., 2022; Almeida, D.I.F., 2017 ; Fernandez, R., *et al.*, 2011 ; Martinho, F., *et al.*, 2014 ; Ridoux, V. *et al.*, 2000).

Au cours de la navigation dans la zone 1, de Vigo au Cap Saint-Vincent, le grand dauphin a été observé seulement deux fois (avec un total de trois individus) le 2 et le 16 juillet 2024.

Ces observations représentent 6,25% des observations des espèces identifiées et 5% de la totalité des observations de cétacés lors de cette expédition dans les eaux côtières atlantiques de la péninsule ibérique.

- Le 2 Juillet 2024 : Un grand dauphin observé à 11h50 nageant au-dessus de 60 m de fond et à 2 MN des côtes du parc naturel Sintra-Cascais (Long.- 8.85678/Lat. 42.2432).

- Le 16 Juillet 2024 : Deux grands dauphins observés à 16h30 marsouinant au-dessus de 110 m de fond à 7 MN de Carapateira (Long. -9,589696/Lat. 38,905835).

Si l'individu solitaire du 2 juillet a été observé au nord de la baie de Lisbonne, on pourrait penser qu'il s'agisse, soit d'un animal égaré (et loin de son groupe) du groupe résident de l'estuaire de Sado ou soit d'un animal pélagique en visite le long des côtes portugaise. Quant aux deux individus du 16 juillet, il pourrait s'agir soit d'animaux résidents de l'estuaire de Foz do Arade (golfe de Cadix) ou soit d'individus du groupe du port de Sines. Malheureusement, ces animaux n'ont pu être photographiés.

RORQUAL COMMUN
***Balaenoptera physalus* (Linné, 1758)**

Autre nom vernaculaire français : *Baleinoptère commun.*

Espagnol: *Rorcual común, ballena fin, ballena boba.*

Anglais: *Fin whale, finback whale, common rorqual.*

Habitat : Ce rorqual est cosmopolite, il fréquente toutes les mers et les océans, mais évite les eaux peu profondes et la proximité des côtes, excepté si la nourriture se trouve en abondance près du rivage. On le trouve dans les eaux tempérées, subtropicales ou polaires, très rarement dans les zones tropicales.

Taille et poids : Entre 18 et 24 m de long dans l'hémisphère Nord, donc dans l'Atlantique Nord. Entre 90 et 120 tonnes (Jefferson, T., A. *et al.*, 2015).

Socialisation : Les rorquals communs se déplacent seuls ou par paires, mais peuvent nager en groupe de 3 à 10, voire 20 individus. Sur les lieux d'alimentation, ils s'assemblent par dizaines lorsqu'ils se nourrissent de poissons grégaires (Sylvestre, J.P., 2014).



**7. 3 : Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) vue de face émergeant à la surface pour respirer.
(Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).**

Discussion sur le rorqual commun en Europe et au Portugal

Trois sous-espèces de rorquals communs ont été décrites selon leurs aires de distribution (Sylvestre, J.-P., 2014).

- Le rorqual commun boréal, *Balaenoptera physalus physalus* (Linné, 1758) vivant dans l'hémisphère nord.
- Le rorqual commun austral, *Balaenoptera physalus quoyi* (Fischer, 1829) vivant dans l'hémisphère sud.
- Le rorqual commun pygmée ou rorqual commun de Burmeister, *Balaenoptera physalus patachonica* Burmeister, 1865, vivant dans l'Atlantique sud occidentale, le long des côtes argentines.

Les deux principales sous-espèces (australe et boréale) sont génétiquement séparées et, au sein de la sous-espèce boréale, la population méditerranéenne montre un certain degré d'isolement génétiquement avec celle de l'Atlantique nord (Bencatel, J., *et al.*, Ed., 2019 ; Bompar, J.-M., 2000 ; Di Sciara, G.N. *et al.*, 2003 ; Sylvestre, J.-P., 2014). Toutefois, il existe une migration de rorquals communs entre l'Atlantique Nord-Est et l'ouest de la mer d'Alboran en passant par le détroit de Gibraltar (Gauffier, P. *et al.*, 2018). Les rorquals communs des côtes espagnoles et portugaises font partie du stock (et sous-espèce) boréal.

Au niveau européen, il semble que la population de rorqual commun s'est raréfiée au large du littoral de l'Atlantique européens (Duguy, R et Robineau, D., 1973) et cela, probablement à cause d'activités baleinières importantes durant le 20^e siècle. Au Portugal, cette espèce est présente principalement dans les eaux océaniques et est observée avec une fréquence relative près du littoral des Açores. On l'observe également à Madère, et rarement près des côtes continentales, étant plus fréquente dans les eaux plus profondes (Bencatel, J., *et al.*, Ed. 2019).

Au cours de la navigation en zone 1, le rorqual commun a été observé deux fois (un individu par observation) le 14 et le 18 juillet 2024, ces observations représentent 6,25% des observations des espèces identifiées et 5% de la totalité des observations de cétacés lors de cette expédition dans les eaux côtières atlantiques de la péninsule ibérique.

- *Le 14 juillet : Observation d'un individu adulte à 14h30 avec deux apparitions furtives par beau temps à 2 MN et au-dessus de 17 m de fond un peu au nord de Nazaré (Long. -9,059717/Lat. 39,849515)*
- *Le 18 juillet : Observation d'un individu adulte à 16h25 repéré par deux souffles à bâbord à 20 MN au sud de Lisbonne et au-dessus de 500 m de fond (Long. -9,30837/Lat. 38,363893).*

*Le rorqual commun est considéré comme une espèce saisonnière dans les eaux portugaises mais rare dans les eaux côtières continentales du Portugal (Bencatel, J., *et al.*, Ed. 2019). Toutefois, ce baleinoptère est un animal plutôt pélagique et l'observation d'un individu si proche des côtes le 14 juillet 2024, notamment, au-dessus de 17 m de fond peut être qualifié très étonnante. Probablement que nous avons affaire à un individu en alimentation sur des bancs de poissons. A l'occasion, le rorqual commun fréquente les eaux peu profondes durant la saison d'alimentation pour piéger les bancs de poissons - au risque, parfois de s'échouer – ce qui arrive de temps en temps dans le Saint-Laurent au Canada (Sylvestres, J.-P., 1998 et 2017) ou en Méditerranée (Bompar, J.-M., 2000).*

DAUPHIN COMMUN À BEC COURT *Delphinus delphis* LINNÉ, 1758

Autre nom vernaculaire français : *Dauphin à bande fauve, dauphin ordinaire, dauphin commun, dauphin des anciens. Dauphin vulgaire.*

Espagnol : *Delfin común.*

Anglais : *Common dolphin, saddle-backed dolphin, short-beaked dolphin, common dolphin.*

Habitat : Le dauphin commun à bec court est une espèce principalement pélagique inféodée aux eaux tempérées chaudes (dont la température ne descend pas en-dessous de 10 degrés centigrades) ou aux eaux subtropicales (Evans, W.E., 1994; Sylvestre, J.-P., 2014). C'est une espèce cosmopolite, très répandue au-dessus des plateformes continentales, mais évoluent également – comme c'est le cas au Portugal – dans les eaux côtières (Brito, C., *et al.*, 2008; Correira, A.M., *et al.*, 2015; Sousa, A. & Brito, C., 2012).

Taille et poids : Entre 2 et 2,70 m de long. De 150 à 200 kg (Collet, A., 1981).

Socialisation : Ce dauphin est l'une des cétacés les plus grégaires. Le nombre d'individus par groupe varie selon les aires géographiques. En règle générale, ils se déplacent en troupes de plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'individus (Di Sciara Demma, N., 1994 ; Jefferson, T.A., *et al.*, 2015 ; Leatherwood, S., Caldwell, D.K. & Winn, M.E., 1976 ; Watson, L., 1981).



7. 4 : *Dauphin commun à bec court (Delphinus delphis) marsouinant dans les eaux côtières portugaises. (Photo : Olivier Cheyrezy/Green Armada).*

Discussion sur le dauphin commun à bec court en Europe et au Portugal

Cette espèce se concentre généralement dans les régions à intense résurgence côtière. En Europe, elle abonde dans l'Atlantique Nord-Est mais paraît beaucoup moins fréquente dans la Manche et en Mer du Nord (Collet, A., 1981 ; Duguy, R. & Robineau, D., 1973 et 1982, Fraser, F.C., 1976). On signale quelques animaux erratiques sur les côtes du Danemark, de la mer Baltique, de Norvège, de l'Islande (Duguy, R & Robineau, D., 1982 ; Leatherwood, S., Caldwell, D.K. & Winn, M.E., 1976 ; Norman, J.R. & Fraser, F.C., 1938; Raveret-Wattel, C., 1909).

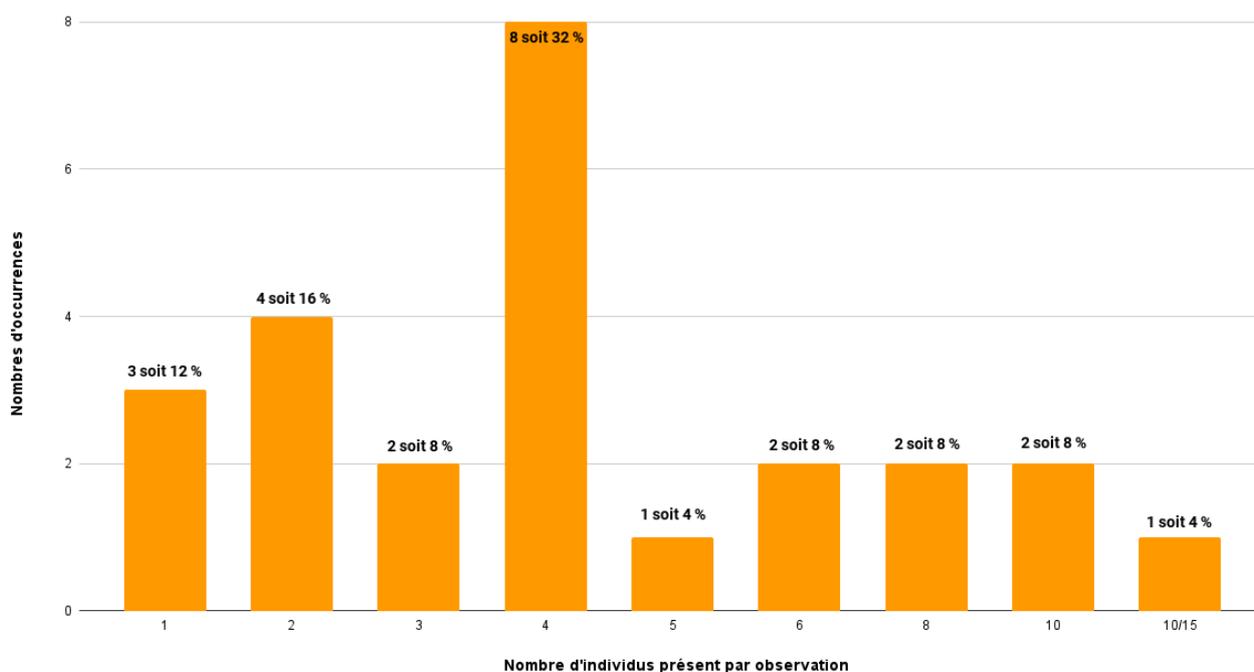
Le dauphin commun à bec court est particulièrement abondant dans les eaux de la péninsule ibérique et le golfe de Gascogne (Bencatel, J. *et al.* Ed., 2019). En Méditerranée, ce dauphin est plus commun sur les côtes espagnoles (mer d’Alboran) que sur les côtes sud-est de la France (Bompar, J.-M., 2000; Canadas, A., Cebrian, D. & Requena, S., 2016 ; Di Sciara Demma, N., 1994).

Au Portugal, le dauphin commun est clairement l’espèce de cétacés la plus abondante dans les eaux nationales, principalement sur la côte continentale. Cependant, et bien qu’il soit observé tout au long de la côte toute l’année, on constate toutefois une occupation saisonnière (surtout en été) de ce dauphin dans les eaux côtières continentales portugaises. Cette espèce est également fréquemment observée aux Açores et à Madère (Bencatel, J. *et al.* Ed., 2019).

Au cours de la navigation en zone 1, Le dauphin commun à bec court a été observé 25 fois (avec un total de 117 individus). Ces observations représentent 90% des observations des espèces identifiées et plus de 70% de la totalité des observations de cétacés lors de ce voyage d’expéditions dans les eaux côtières atlantiques de la péninsule ibérique (Hercelin L, 2024).

Grégarité des dauphins communs à bec court observés

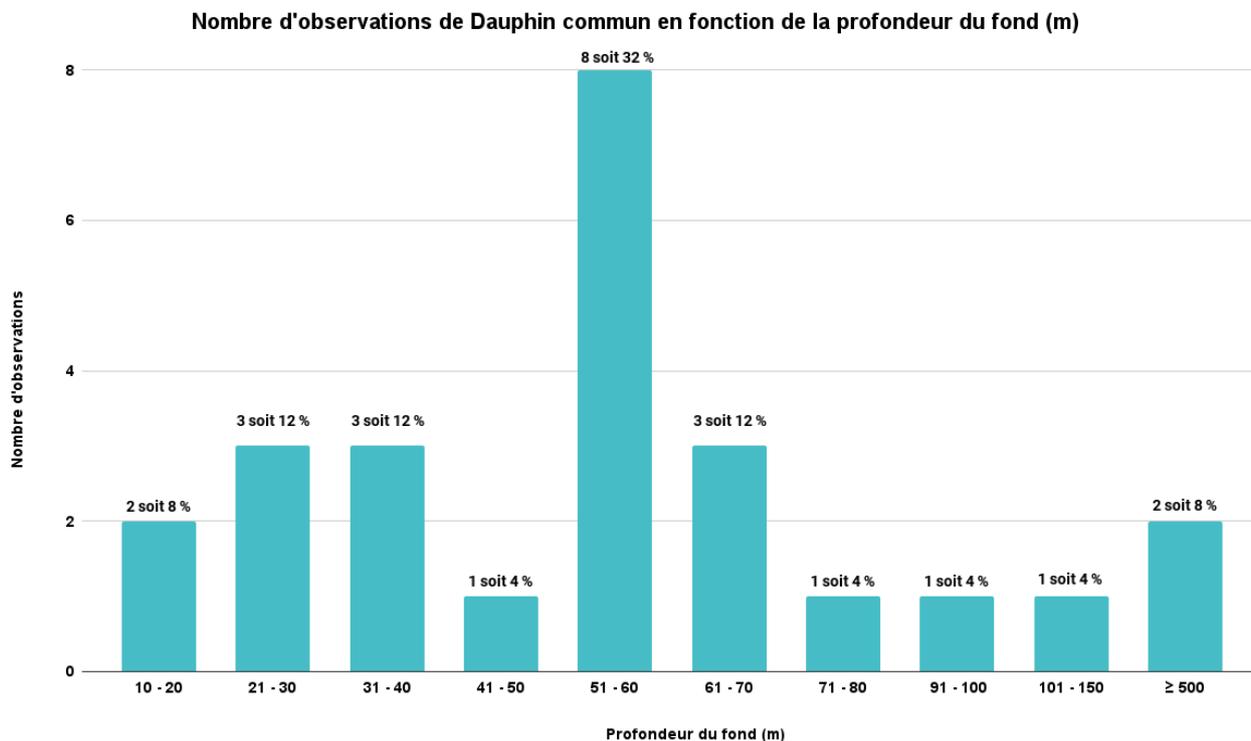
Nombre d’occurrences en fonction du nombre d’individus présent par observation pour le Dauphin commun entre Vigo et Lagos



7. 5 : Nombre d’occurrences en fonction du nombre d’individus présent par observation pour le dauphin commun à bec court entre Vigo et Lagos (Illustration : Laurie Hercelin/Green Armada).

Pour 25 observations totalisant 117 individus chez le dauphin commun à bec court, les individus se déplacent plus fréquemment par nombre pair, par quatre avec huit occurrences (soit 32%) et par deux avec quatre occurrences (soit 16%). On note que 12% des dauphins communs à bec court ont été aperçus de manière solitaire (avec trois occurrences). Les dauphins par trois, six, huit et dix ont respectivement deux occurrences (soit 8% chacun). Les données présentent également une observation de cinq et dix individus respectivement soit 4% chacun (Hercelin, L., 2024).

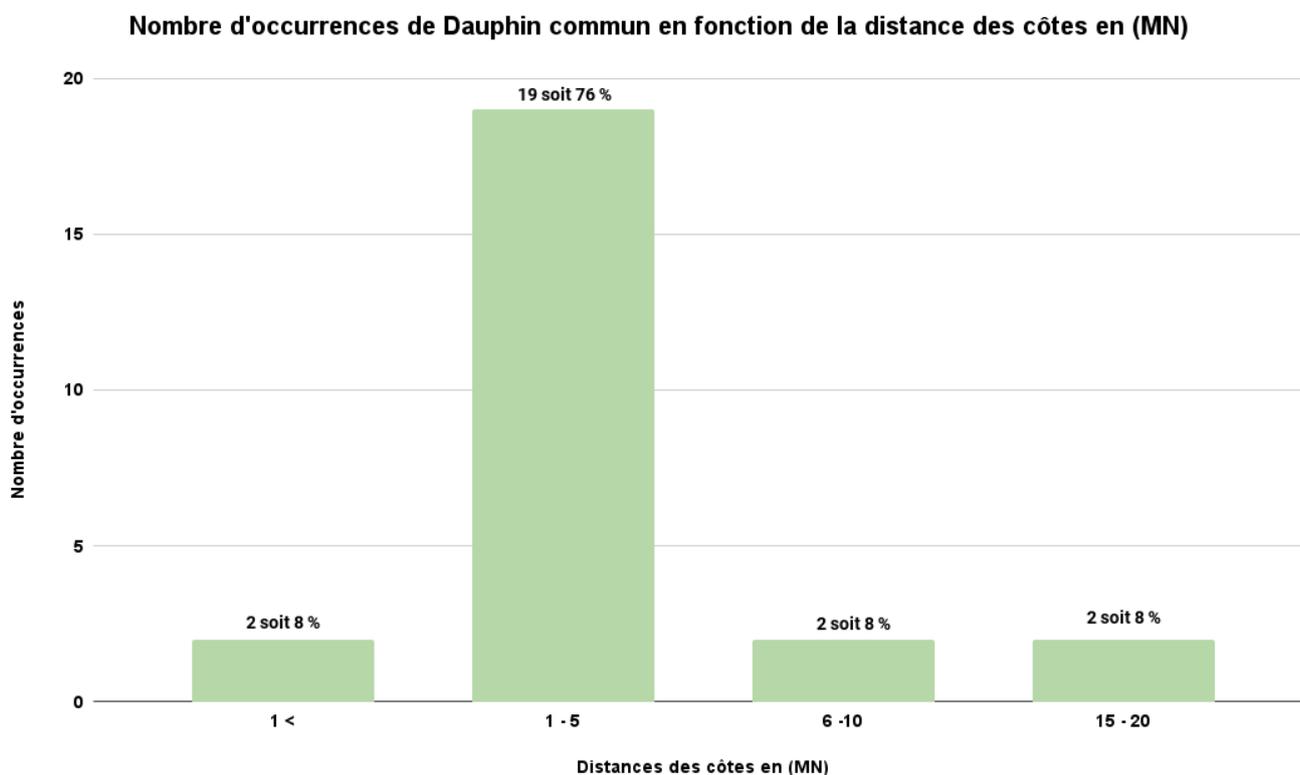
Bathymétrie des observations de dauphins communs à bec court.



7. 6 : Nombre d'observations de dauphins communs à bec court en fonction de la profondeur du fond (en mètres). (Illustration : Laurie Hercelin/Green Armada).

Pour 25 observations de dauphins communs à bec court, 32 % ont été observées entre 51 et 60 m de profondeur (avec huit occurrences). La profondeur minimum est de 51 m et la maximale de 60 m pour cette catégorie. A noter, que sur les huit contacts, cinq indiquent une profondeur de 55 m, ce qui donne une moyenne de 55,75 m. Les tranches de 21 à 30 m (moyenne de 26,67 m), de 31 à 40 m (moyenne à 38,33 m) et de 61 à 70 m (moyenne à 69,33) ont trois occurrences soit 12% respectivement. Les tranches de 10 à 20 m et supérieure ou égale à 500 m ont deux observations chacune (deux au-dessus de 17 m et deux au-dessus de 500 m), cela représente 8% par catégorie. Les autres catégories, c'est-à-dire de 41 à 50 m, de 91 à 100 m et de 101 à 150 m possèdent une unique observation soit 4% par tranche (Hercelin, L., 2024).

Distances des côtes



7. 7 : Nombre d'occurrences de dauphins communs à bec court en fonction de la distance des côtes (en MN). (Illustration : Laurie Hercelin/Green Armada).

Pour 25 observations de dauphins communs à bec court, la majorité (19 observations) se sont faites entre un et cinq milles nautiques des côtes avec un minimum d'un et maximum de cinq milles nautiques ainsi qu'une moyenne de 3,694 MN. Les observations inférieures à un mille nautique soit deux occurrences, ont un minimum de 0,2 MN et un maximum de 0,5 MN pour une moyenne de 0,350 MN. Entre 6 et 10 MN, il y a également deux contacts avec un minimum à 6 MN et un maximum de 10 MN pour une moyenne de 8 MN. De 15 à 20 MN, il y a deux observations : une minimale à 15 MN et la maximale à 20 MN (moyenne à 17'5 MN). Ces deux tranches possèdent deux occurrences représentant 8% des observations respectivement (Hercelin, L., 2024).

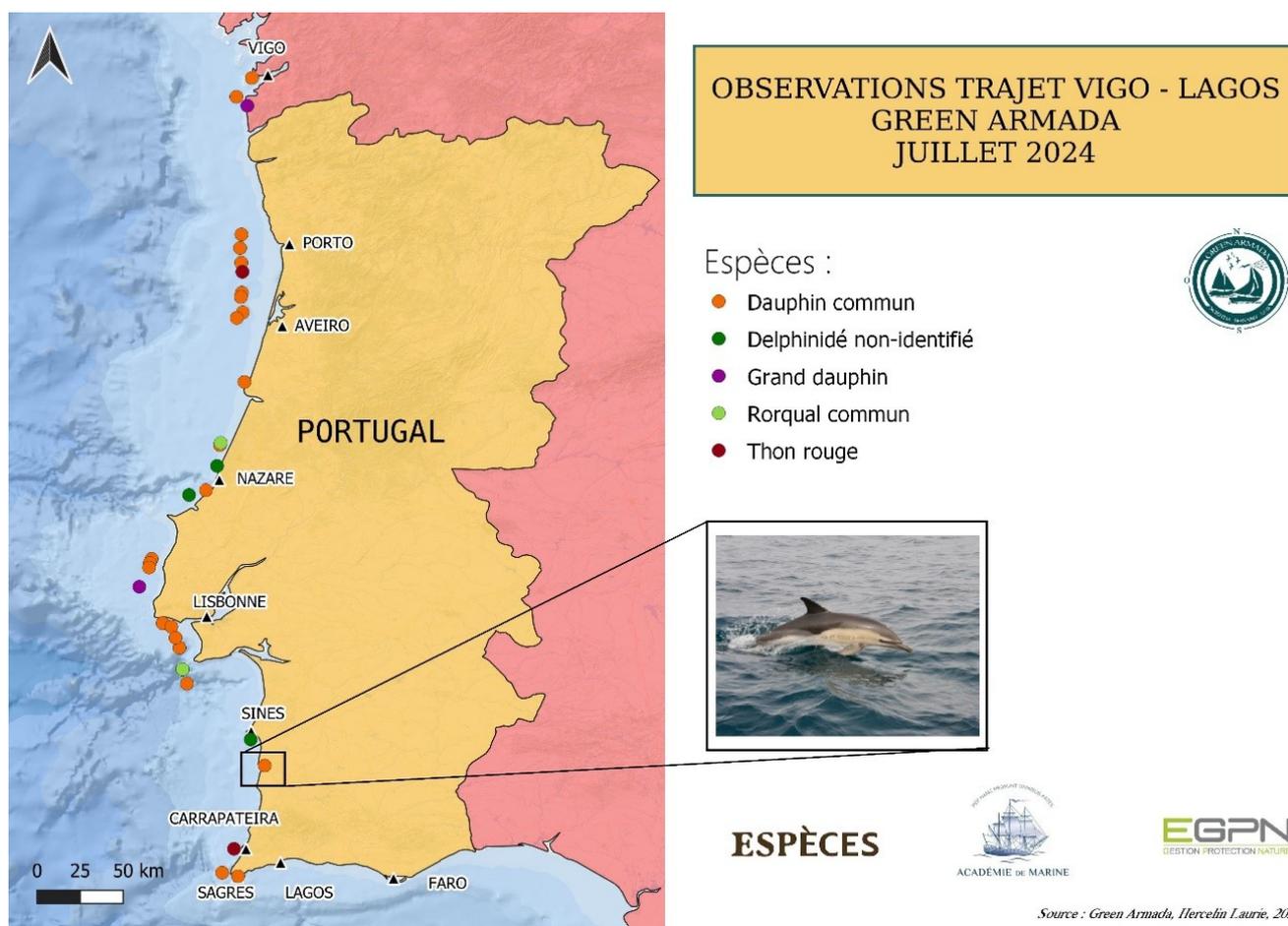
Discussion sur les dauphins communs à bec court rencontrés durant l'expédition

Durant cette expédition, le dauphin commun à bec court reste l'espèce la plus commune dans les eaux côtières atlantiques de la péninsule ibérique et confirme les résultats et les données des précédentes investigations faites par les cétologues portugais, espagnols et internationaux (Brito, C. et al., 2009 ; Collet, A., 1981 ; Correia, A.M., et al., 2019; Grau, .E., Aguilar, A & Filella, I.S., 1980 ; Lopez, A., et al., 2002 ; Lopez, A. et al., 2004 ; Pierce, G.J., et al., 2010; Sequeira, M., 2008 ; Sousa, A. & Brito, C., 2012).

Ce dauphin est connu comme étant une espèce pélagique mais aussi inféodée au plateau continental (Leatherwood, S., Caldwell, D.K. & Winn, M.E., 1976 ; Sylvestre, J.-P., 2014 ; Watson, L., 1981). Dans les eaux portugaises continentales de l'Atlantique, cette espèce semble être plutôt côtière comme nos données l'indiquent. 84% des observations de cette espèce ont été faites entre le rivage et 5 MN des côtes et seulement 16% au-delà des 5 MN des côtes.

Au niveau bathymétrique, ce dauphin est bel et bien inféodé au plateau continental. Ainsi, 32% ont été observés au-dessus de fonds de 51 à 60 m et 36% en-dessous de 50 m de profondeur.

Seulement 12% des observations de ce Delphinidé ont été faites au-dessus de 100 m de fond. Au niveau de la grégarité, il est à noter que la plupart des observations ont été faites sur des petits groupes. 12% sont des animaux solitaires, 16% en duo, 8% en trio, 32% en groupe de 4 individus, 4% en groupe de 5 individus, 8% en groupe de 6, 8% en groupe de 9, 8% en groupe de 10 et enfin près de 4% seulement sont des groupes de plus de 10 individus, mais ne dépassant pas 20 animaux.



7. 8 : Carte des observations de cétacés durant la navigation d'Alpha entre le 1^{er} et le 10 juillet 2024. (Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada)

7.2. Cétacés observés le long des côtes du Cap Saint-Vincent (Portugal) au golfe de Cadix Espagne et le détroit de Gibraltar, d 27 juillet au 12 août 2024.

La deuxième partie de ce rapport d'observations des cétacés, est le résultat de huit autres jours de navigation du voilier Alpha en zone 2, entre le Cap Saint-Vincent (Portugal), le golfe de Cadix et Gibraltar (Espagne/Angleterre) sur une distance de 333 km (180 miles nautiques). Une navigation plutôt côtière entre 1 et 5 MN des côtes portugaises et espagnoles. Ce secteur est également réputé comme étant riche en biodiversité cétoologique avec 9 espèces de cétacés : 7 Odontocète du golf de Cadixes et 2 Mysticètes (Bencatel, J., et al., Ed. 2019 ; Brito, C., et al., 2009 ; De Castro, J.M.C., 2010). Ces espèces sont :

Chez les Odontocètes.

- 26 Dauphin commun à bec court *Delphinus delphis* Linné, 1758
- 27 Dauphin bleu et blanc *Stenella coeruleoalba* (Meyer, 1833)
- 28 Grand dauphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)
- 29 Dauphin de Risso *Grampus griseus* (Cuvier, 1812)
- 30 Orque *Orcinus orca* (Linné, 1758)
- 31 Fausse-orque *Pseudorca crassidens* (Owen, 1846)
- 32 Marsouin commun *Phocoena phocoena* (Linné, 1758)

Chez les Mysticètes.

- 33 Petit rorqual *Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804
- 34 Rorqual commun *Balaenoptera physalus* (Linné, 1758)

Durant ces 8 jours de navigation dans les eaux côtières du Golfe de Cadix, les naturalistes de *Alpha* ont enregistré 7 observations totalisant une trentaine de cétacés appartenant à trois espèces différentes : dauphins bleus et blancs, grands dauphins et dauphins communs à bec court. Toutes ces observations ont été faites dans une eau de mer à une température en surface entre 20 et 22 degrés Celsius.

Il est à noter que le golfe de Cadix est un secteur très occupé par les activités humaines (Mareï, N., 2012) notamment par un intense trafic maritime entre l'océan Atlantique et la Méditerranée qui passe par le détroit de Gibraltar (14 km d'écart entre les côtes européennes et les côtes africaines). Selon l'économiste Jamal Amiar en 2015 (Medias24), plus de 100 000 navires gros tonnages ont traversé le détroit de Gibraltar en 2014, soit plus de 250 navires par jour ou plus de 10 navires par heure. A cela s'ajoute les traversiers – *ferrys* (35 000 traversées dans l'année dont 11 000 seulement durant les trois mois de l'été), les voiliers et les *go-fast*, utilisés pour divers trafic. On note donc une certaine dégradation du milieu marin ainsi qu'une grande pollution, non seulement chimique mais surtout sonore dans ce secteur qui dérange les populations de cétacés. Les naturalistes d'*Alpha* ont donc noté une raréfaction des rencontres avec les cétacés dans ce secteur qui serait due probablement à la fréquentation intense des activités humaines.

DAUPHIN BLEU ET BLANC
***Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)**

Autre nom vernaculaire français : *Dauphin de Thétis, dauphin rayé, stenelle de Meyen, sténelle bleue et blanche, dauphin Euphrosine, dauphin de la Déesse, dauphin grec, dauphin de Meyen.*

Espagnol : *Delfin listado.*

Anglais : *Striped dolphin, blue white dolphin, blue dolphin, Euphosyne dolphin.*

Habitat : Le dauphin bleu et blanc est une espèce cosmopolite (Sylvestre, J.-P., 2009). Il fréquente les eaux tropicales, subtropicales ou tempérées chaudes. On le trouve cependant très rarement dans les eaux froides (subarctiques). Il est essentiellement pélagique mais, parfois, on peut le trouver dans les eaux côtières. (Archer III, F. & Perrin, W.F., 1999 ; Sylvestre, J.-P., 2014).

Taille et poids : Entre 1,8 et 2,6 m de long. Entre 110 et 160 kg (Perrin, W.F., *et al.*, 1994 ; Sylvestre, J.-P., 2014 ; Watson, L., 1981).

Socialisation : Les dauphins bleus et blancs sont grégaires. La taille des groupes varie selon les variétés géographiques. Dans l'Atlantique nord-oriental, ils se déplacent par groupes de 10 à 30 individus (100 au maximum). Dans d'autres régions, on rencontre des groupes de plusieurs centaines à quelques milliers d'individus. Le plus grand groupe a été enregistré au large du Japon ; on comptait 3000 individus. (Archer III, F. & Perrin, W.F., 1999; Leatherwood, S., Caldwell, D.K. & Winn, H.E., 1976; Archer III, F. & Perrin, W.F., 1999; Raveret-Wattel, C., 1909; Sylvestre, J.-P., 2014 ;).



7. 9 : Dauphin bleu et blanc. (Photo : J.-P. Sylvestre /ORCA, Canada).

Discussion sur le dauphin bleu et blanc en Europe et au Portugal

Ce dauphin est souvent confondu avec le dauphin commun à bec court dont il partage un comportement quasi-identique (Archer III, F.I. & Perrin, W.F., 1999 ; Perrin, W.F., *et al.*, 1994). Dans l'Atlantique Nord-Est, il se distribue des eaux profondes subtropicales jusqu'au Golfe de Gascogne avec une limite, peut-être au large de la Bretagne (Duguay, R. & Robineau, D., 1982 ; Hussenot, E. & Prieur, D., 1984). On connaît quelques échouages sporadiques sur les côtes britanniques voire hollandaises (Fraser, F.C., 1976 ; Norman, J.R. & Fraser, F.C., 1938). Le dauphin bleu et blanc est commun en Méditerranée, notamment dans le bassin oriental alors que dans le bassin occidental, il est couramment observé dans la partie nord (Bompar, J.-M., 2000; Di Sciara Demma, N., 1994 ; Sylvestre, J.-P., 2014).

Les dauphin bleu et blancs méditerranéens sont génétiquement isolés de ceux de l'Atlantique

Nord. Ils s'en différencient par leur taille (ils sont plus petits), par quelques détails ostéologiques et légèrement par leur pigmentation (Di-Meglio, N. Romero-Alvarez, R. & Collet, A., 1996 ; Loy, A. *et al.*, 2011 ; Martinez-Garcia, J., *et al.*, 1999 ; Sylvestre, J.-P., 1985 a et b). Il semble aussi qu'il y ait des différences entre les sous-unités (ou sous-populations) qui vivent en Méditerranée, avec peu d'échanges entre eux (Alcántara, A., 2014b). On rapporte également une différenciation entre les dauphins bleus et blancs de la Méditerranée occidentale et ceux d'une petite population en Grèce (Mörzer Bruyns, W.F.J., 1971).

Au Portugal, le dauphin bleu et blanc est principalement observé dans les eaux continentales au-delà du plateau continental, où il remplace le dauphin commun comme l'espèce la plus observée. Toutefois, le long des côtes portugaises continentales, ce dauphin reste communément observé. Aux Açores et à Madère, ce dauphin est vu régulièrement, mais pas plus fréquemment que les autres espèces de dauphins océaniques (Bencatel, J. et al., Ed, 2019 ; Brito, C. & Sousa, A., 2008 ; De Castro, J. et al., 2010).

Observations de dauphins bleus et blancs

Exceptionnellement, en navigation en zone 2, Alpha a croisé le 29 juillet 2024 à 1,5 MN à l'est de Faro au Portugal (long. -7,819294/Lat. 36,970723) un groupe de 6 dauphins bleus et blancs marsouinant au-dessus de 37 m de fond. Ces animaux se trouvaient dans un secteur proche de fermes piscicoles et étaient très difficiles à observer de par leur rapidité.

GRAND DAUPHIN
Tursiops truncatus (Montagu, 1821)



*7. 10. Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) marsouinant dans les eaux côtières.
(Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).*

Observations du grand dauphin dans le golfe de Cadix

Lors de la navigation en zone 2 vers le golfe de Cadix, Le 27 et le 28 juillet 2024, Alpha a croisé deux petits groupes de grands dauphins dans les eaux côtières portugaises entre Lagos et Faro totalisant 5 individus, soit 16,67 % des espèces de cétacés identifiés.

-Le 27 juillet 2024, rencontre avec 3 individus en train de marsouiner à 5 MN et au-dessus de 38 m de fond (Long. -8,37992/Lat. 37,030961).

-Le 28 juillet 2024, avec 2 individus marsouinant à 3 MN et au-dessus de 47 m de fond (Long. -8,156078/36,977082).

Il reste à savoir si ces grands dauphins sont des individus égarés ou en visite appartenant à des sous-populations pélagiques nomades ou appartenant au petit groupe de grands dauphins résidents de l'estuaire de Foz do Arade (golfe de Cadix) ?

DAUPHIN COMMUN À BEC COURT
Delphinus delphis LINNÉ, 1758



7. 11. Dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*) marsouinant dans les eaux côtières portugaises. (Photo : Olivier Cheyrezy/Green Armada).

Observations des dauphins communs à bec court dans le golfe de Cadix

Dans la zone 2, Le dauphin commun à bec court semble assez commun dans les eaux côtières portugaises vers le golfe de Cadix. Au cours de cette expédition, l'équipage d'Alpha a réalisé 4 observations de dauphins communs à bec court durant les 8 jours totalisant 19 individus, soit 63,33 % des cétacés observés et identifiés durant cette croisière dans le Golfe de Cadix. Ces observations se décomposent de la façon suivante :

-Le 27 juillet 2024. Un groupe de 3-4 dauphins communs à bec court en alimentation avec un banc de thons rouges (*Thunnus thynnus*) dans les eaux côtières à l'est de Lagos (Portugal), à 5 MN et au-dessus de 50 m de fond (Long. – 8,477185/lat. 37,023995). Présence d'oiseaux marins confirmant une alimentation de ces cétacés dans ce secteur.

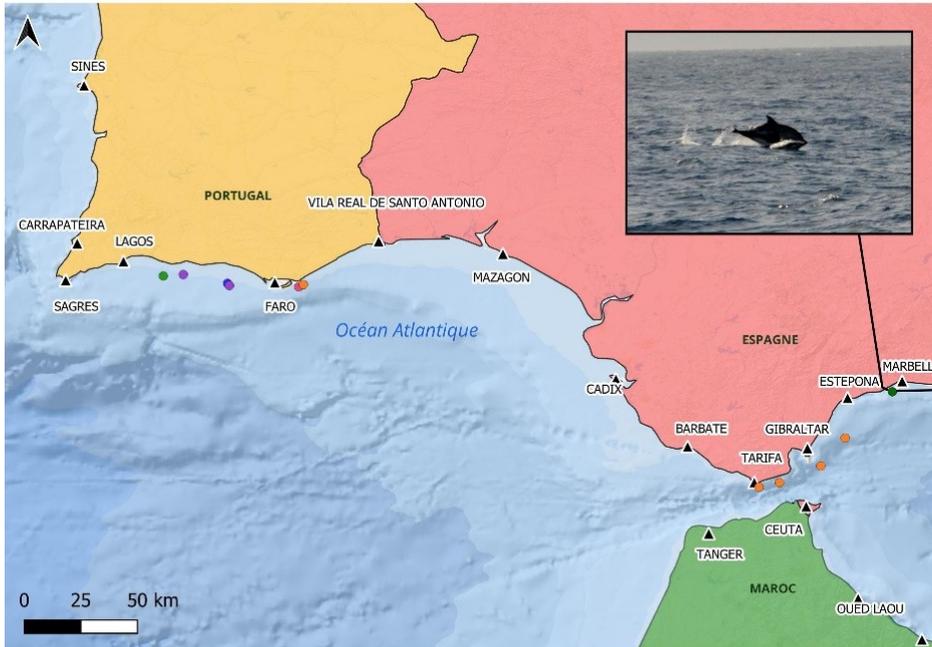
- Le 29 juillet 2024. Un groupe de 3 dauphins communs à bec court à 2 MN à l'est de Faro et au-dessus de 30 m de fond (Long. – 7,843425/Lat. 37,020763).

-Le 12 août. Un groupe de 4 individus à 200 m des côtes espagnoles de Tarifa et au-dessus de 100 m de fond (Long. – 5,583561/Lat. 35,990096).

-Le 12 août. Un groupe de 10 individus marsouinant à 3 MN à l'est de Tarifa et au-dessus de 500 m de fond (Long. – 5,483849/Lat. 36,0120074). Dans ce groupe, il a été signalé la présence de deux juvéniles.



OBSERVATIONS TRAJET LAGOS - GIBRALTAR GREEN ARMADA AOÛT 2024



Espèces :

- Dauphin bleu et blanc
- Dauphin commun
- Dauphin commun / Thon rouge
- Grand dauphin
- Requin peau bleue



ESPÈCES EGPB

Source : Green Armada, Herculín Laurie, 2024

7. 12 : Carte des observations de cétacés durant la navigation d'Alpha dans le Golfe de Cadix et Gibraltar entre le 27 juillet et le 12 août 2024. (Illustration : Laurie Herculín, Green-Armada)

7.3. Cétacés observés le long des côtes espagnoles de la mer d'Alboran, entre Gibraltar et Torre Del Mar du 12 août au 15 août 2024.

La Méditerranée est une mer semi-fermée en contact avec deux océans, reliés par une ouverture naturelle et étroite avec l'océan Atlantique à l'Ouest (Gibraltar) et l'autre par une ouverture artificielle et sous contrôle humain avec l'océan Indien à l'Est (canal de Suez) (Aubert, M., 1994).

La Méditerranée demeure toutefois un écosystème marin riche en biodiversité animale, notamment chez les cétacés. 29 espèces y ont été recensées (Bompar, J.-M., 2000 ; Di Sciara, G. N. et al., 2003 ; Sylvestre, J.P., 1997). L'une d'entre elles est douteuse (narval – *Monodon monoceros*), deux autres sont accidentelles (béluga – *Delphinapterus leucas* et dauphin à bosse de l'Indo-Pacifique – *Sousa chinensis*), d'autres sont rares et occasionnelles (baleine franche boréale- *Eubalaena glacialis*; rorqual bleu – *Balaenoptera musculus* ; cachalot nain – *Kogia sima* ; globicéphale tropical – *Globicephala macrorhynchus* ; les deux lagenorhynques – *Lagenorhynchus acutus* et *L. albirostris* pour ne citer que quelques cas). Enfin, 9 espèces cétacéennes peuvent être déterminées comme étant communes, voire « endémiques » (par la présence de sous-populations locales) ou « emblématiques » à la Méditerranée (Bompar, J.-M., 2000 ; Duguay, R.C. & Robineau, D., 1982 ; Farenc, P., 1982 ; Gauffier, P., et al., 2028 ; Viale, D., 1985). Ces espèces sont : le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*); le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*); le cachalot (*Physeter macrocephalus*); le ziphius (*Ziphius cavirostris*); le globicéphale noir (*Globicephala melas*); le dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*); le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*), le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le dauphin de Risso (*Grampus griseus*).

Dans la mer d'Alboran, 9 espèces sont inféodées tout particulièrement dans cette région occidentale de la Méditerranée (Canadas, A., Cebrian, D. & Requenas, S., 2016 ; De Stephanis, R., *et al.*, 2008 ; Gauffier, P., *et al.*, 2018 ; Gimenez, J., *et al.*, 2018 ; Girard, C., 2017 ; Gnone, G., *et al.*, 2023 ; Viale, D., 1985), ces espèces sont :

Chez les Odontocètes :

- 35 Le dauphin commun à bec court – *Delphinus delphis* Linné, 1758
- 36 Le dauphin bleu et blanc – *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)
- 37 Le grand dauphin – *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)
- 38 Le dauphin de Risso – *Grampus griseus* (Cuvier, 1812)
- 39 Le globicéphale noir – *Globicephala melas* (Trail, 1809)
- 40 L'orque – *Orcinus orca* (Linné, 1758)
- 41 Le ziphius – *Ziphius cavirostris* G. Cuvier, 1823
- 42 Le cachalot – *Physeter macrocephalus* Linné, 1758

Chez les mysticètes :

- 43 Le rorqual commun – *Balaenoptera physalus* (Linné, 1758)

Dans cette troisième partie, ce rapport est le résultat de 3 jours supplémentaires de navigation (dont deux avec des observations de cétacés) du voilier *Alpha* dans la mer d'Alboran (partie occidentale de la Méditerranée) entre Gibraltar et Torre del Mar (région de Malaga) sur une distance de 155,5 km (96,62 MN). Une navigation en zone 3, plutôt côtière entre 1 et 10 MN des côtes espagnoles et dans des eaux entre 20 et 25 degrés centigrades. Deux espèces seulement ont été observées au cours de cette navigation ; Le grand dauphin et le dauphin commun à bec court. Toutefois, le 12 août, un delphinidé d'une espèce non-identifiée a été observé sautant à 1 MN au sud-ouest de Marbella au-dessus de 50 m de profondeur (Long. – 4,936211/Lat. 36,457028).

GRAND DAUPHIN
Tursiops truncatus (MONTAGU, 1821)



7. 13. *Vue sous-marine d'un grand dauphin (Tursiops truncatus)- (Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).*

Discussion sur le grand dauphin en Méditerranée et dans la mer d'Alboran

En règle générale, le grand dauphin est régulièrement observé dans les eaux côtières de la Méditerranée. Il est très fréquent dans certains secteurs comme la côte corse, la Sardaigne et les Baléares (Bompar, J.-M., 2000 ; Di Sciara Demma, N., 1994 ; Sylvestre, J.-P., 2009). Il est possible que la sous-population méditerranéenne de grand dauphin soit fragmentée en sous-unités discrètes parmi lesquelles, il existe des zones de très faibles densités, au moins dans les eaux côtières. Les tailles des groupes en Méditerranée chez cette espèce sont petites, moins de 10 individus (Alcantara, A, 2012a). Diverses études ont mis en évidence des différences génétiques entre les grands dauphins de l'Atlantique et ceux de la Méditerranée avec peu d'échanges génétiques entre les sous-unités au sein du bassin méditerranéen (Alcantara, A, 2012a). En Méditerranée, on retrouve les deux morphotypes qui ont été identifiés chez cette espèce un peu partout dans le monde, à savoir le type côtier à la pigmentation claire et de taille petite et le type pélagique plus foncé et de taille un peu plus importante. Dans la mer d'Alboran, le grand dauphin vit dans les eaux côtières du Maroc, autour de l'île d'Alboran et dans certaines zones du littoral espagnol, mais aussi dans des secteurs plus profonds des eaux espagnoles. Dans le détroit de Gibraltar, le grand dauphin fréquente les eaux entre 200 et 600 m de profondeurs au-dessus des pentes raides. Dans une zone comprise entre Abdère et Almeria (Andalousie), cette espèce est répartie sur tout le plateau continental espagnol et marocain et ses bords, ainsi que dans les eaux profondes du talus continental et autour des monts sous-marins, en particulier le Seco de los Olivos, dans les eaux d'Almeria. Le morphotype pélagique semble être le plus représenté chez les grands dauphins de la mer d'Alboran (Alcantara, A, 2012a ; Canadas, A, Cebrian, D. & Requenas, S., 2016). Contrairement au reste de la Méditerranée, les grands dauphins de la mer d'Alboran nagent en groupe de 20 à 60 animaux, et parfois en troupeau d'une centaine d'individus.

Observations du grand dauphin dans les eaux côtières de la mer d'Alboran

Le 15 aout, *Alpha* a croisé un groupe de 6 grands dauphins marsouinant à 3 MN de Malaga et au-dessus de 70 m de profondeur (Long. – 4,357812/Lat. 36,649128). Cette observation de grand dauphin représente 10% des observations de cétacés entre Gibraltar et Torre del Mar.

DAUPHIN COMMUN À BEC COURT
Delphinus delphis LINNÉ, 1758



7. 14 : Dauphins communs à bec court (*Delphinus delphis*) marsouinant et accompagnés par un nouveau-né. (Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).

Discussion sur le dauphin commun à bec court en Méditerranée et dans la mer d'Alboran

Le dauphin commun était l'une des espèces cétacéennes les plus communes sur toutes les côtes nord du bassin méditerranéen jusque dans les années 40 (Bompar, J.-M., 2000 ; Bearzi, G., *et al.*, 2003 ; Murphy, S., *et al.*, 2006 ; Vella, A., *et al.*, 2021). Sa disparition fut rapide et de nos jours, son observation est exceptionnelle. Toutefois, cette espèce est observée régulièrement, mais de manière très hétérogène (Di Sciara Demma, N., 1994) ; elle est commune par endroit (mer Ionienne), rare ou exceptionnelle ailleurs (golfe de Lion, nord-ouest de la Corse par exemple). C'est surtout dans la mer d'Alboran que se trouvent de nos jours les plus fortes densités de cette espèce, encore très abondante (Alcantara, A., 2012a ; Canadas, A., Cebrian, D. & Requesas, S., 2016). Plusieurs auteurs ont identifié 8 « aires d'importance pour la conservation » qui coïncident avec les aires où il y a encore des groupes de cette espèce. La plus importante étant celle qui se localise dans la mer d'Alboran (Bearzi, G., *et al.*, 2004).

Le dauphin commun à bec court est très commun dans les eaux côtières au nord de la mer d'Alboran (côtes espagnoles) avec de grosses densités de populations dans le détroit de Gibraltar, ainsi que dans les eaux côtières de l'Andalousie de Sotogrande, de Fuengirola, entre El Ejido et Almeria et dans la région de Carthagène (Alcantara, A., 2012a). Des études génétiques ont mis en évidence que les dauphins communs à bec court de la mer d'Alboran sont plus proches de ceux de l'Atlantique Nord-Est que ceux de la Méditerranée et qu'il existerait un degré élevé d'échange entre les dauphins communs de la mer d'Alboran et ceux de l'Atlantique par le détroit de Gibraltar, et beaucoup moins élevé qu'avec le reste de la Méditerranée. Enfin, les dauphins communs à bec court de la mer d'Alboran se déplacent et vivent en groupes de plusieurs centaines d'individus (Bearzi, G., *et al.*, 2004).

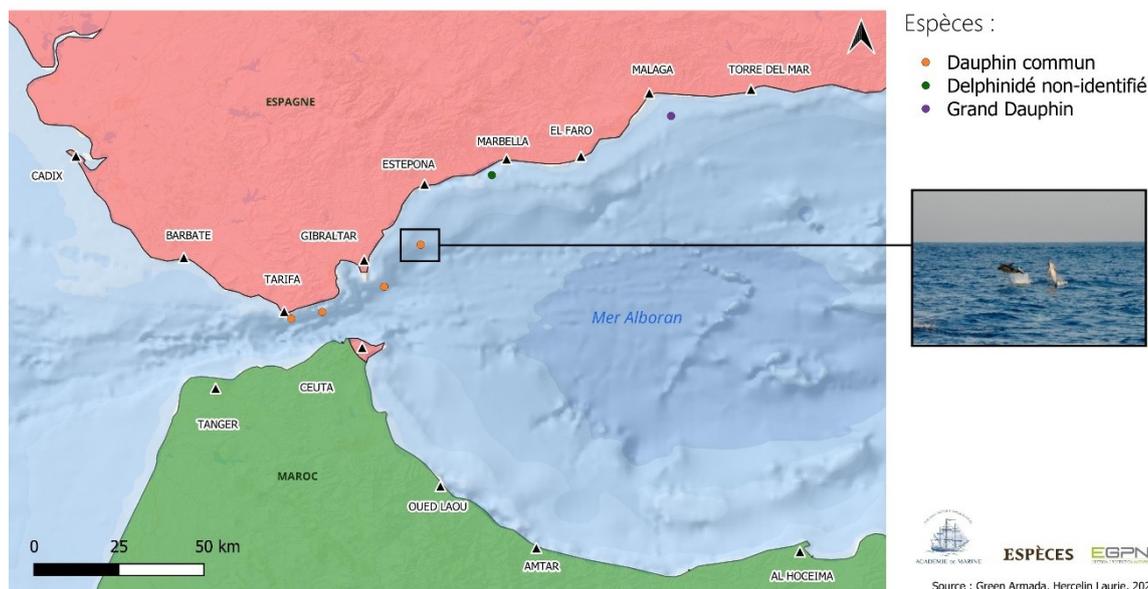
Observations du dauphin commun à bec court dans les eaux côtières de la mer d'Alboran

Le 12 août, *Alpha* a croisé deux groupes de dauphins communs à bec court dans les eaux côtières andalouses entre Gibraltar et Torre del Mar totalisant au moins un cinquantaine d'individus soit 87,72% des espèces de cétacés observés dans ce secteur.

- 44 Le 12 août à 13h30 avec un petit groupe de 3 individus marsouinant à 2 MN de Tarifa et au-dessus 200 m de profondeur (Long. – 5,283649/Lat. 36,093869).
- 45
- 46 Le 12 août entre 17H00 et 18H10, un troupeau d'une quarantaine de dauphins communs marsouinant, chassant, sautant (sauts sur le ventre) et jouant à la proue du voilier par groupes de 5 à 9 individus à 10 MN entre Gibraltar et Estepona et au-dessus de 250 m de fond (entre Long. – 5,165952, Lat. 36,230625 et long. – 5,113726/ Lat. 36,304007).



OBSERVATIONS TRAJET GIBRALTAR - TORRE DEL MAR
GREEN ARMADA
AOÛT 2024



7. 15. Carte des observations de cétacés dans la mer d'Alboran entre Gibraltar et Malaga durant la navigation d'*Alpha* entre le 12 août et le 15 août 2024. (Illustration : Laurie Herculín, Green-Armada)

7.4. Bilan des observations des cétacés entre Vigo sur les côtes Nord-Ouest de l'Espagne, et Torre Del Mar, en Andalousie au Nord-Ouest de la mer d'Alboran.

Ce rapport est le résultat de 21 jours de navigation (dont 16 avec des observations de cétacés) du voilier *Alpha* entre Vigo en Galices (Nord-Ouest de l'Espagne) dans l'Atlantique-Nord oriental et Torre del Mar en Andalousie (dans le Nord-ouest de la Méditerranée, mer d'Alboran) sur une distance de 617 MN. Navigation plutôt côtière, généralement entre 1 MN et 10 MN des côtes et avec un maximum de 20 MN et dans des eaux entre 18 degrés centigrades (en Galices) et 25 degrés centigrades (mer d'Alboran). Le voilier *Alpha* a couvert au total 617 MN : 341 MN entre Vigo et St Vincent, 180 MN entre St. Vincent et Gibraltar et 96 MN entre Gibraltar et Torre del Mar.

Quatre espèces ont ainsi été observées ; trois Delphinidés (dauphins communs à bec court, grands dauphins et dauphins bleus et blancs) et un Baleinoptéridé (rorquals communs). L'expédition Green-Armada confirme les données publiées dans les revues scientifiques par les céologues espagnols et portugais que le dauphin commun à bec court est l'espèce la plus commune dans les eaux côtières de la péninsule ibérique, principale le long des côtes atlantiques (Brito, C. & Sousa, A., 2008 ; Correia, A.M., *et al.*, 2019 ; De Castro, J.M.C., 2010 ; Di-Meglio, N., *et al.*, 1996 ; Grau, E., 1980 ; Sequeira, M., 2008 ; Sousa, A. & Brito, C., 2012). Sur les 50 observations de cétacés faites durant cette croisière, 31 (62%) concernent le dauphin commun à bec court. Cette espèce représente 85,71% des 217 cétacés observés avec 186 dauphins communs à bec court et 89,42% des 208 cétacés dont l'espèce a été identifiée. Le grand dauphin est la seconde espèce régulièrement observée dans ce secteur avec 5 observations (10% du total des observations de cétacés). Il représente 6,45% des cétacés observés (avec 14 individus) et 6,73% des animaux identifiés. Le dauphin bleu et blanc n'a été observé qu'une seule fois (2% des observations des cétacés) avec un petit groupe de 6 individus qui représente 2,76% des cétacés observés et 2,88% des animaux dont l'espèce a été identifiée. Enfin, le rorqual commun a fait l'objet de 2 observations (4%) avec un total de deux individus solitaires, soit 0,92% des cétacés observés et 0,96% des animaux identifiés.

Chapitre 8

Éléments d'anthropologie et d'ethnographie relatifs aux Orques et Cétacés dans la préhistoire, aux prémisses de l'histoire, des traditions et de la culture du Portugal et de l'Espagne.

L'Orque Ibérique a évolué par mutations et sélection naturelle pendant plusieurs ères avant que n'interviennent les contraintes sélectives anthropiques du paléolithique inférieur à nos jours, les premiers peuples de la mer ont longuement perfectionné les matériels et les méthodes de pêche artisanales, puis industrielles, ces derniers siècles. Dans ce chapitre, nous mettons en évidence l'utilisation des ressources marines de la Péninsule Ibérique, notamment le prélèvement des mammifères marins tels que les orques, à usage alimentaire et artistique. Ces éléments d'anthropologie, paléontologie, d'ethnologie et d'archéologie, nous renseignent sur les fluctuations climatiques et océanographiques, ainsi que sur les écosystèmes des secteurs de la péninsule Ibérique que nous explorons.

L'Espagne et le Portugal ont livré de nombreux sites préhistoriques très étendus, du golfe de Gascogne au Nord à l'Est de Gibraltar au Sud, des grottes étalées sur plusieurs niveaux, du Paléolithique au Néolithique, qui contiennent pour certains des représentations de cétacés ;

- Pour le Paléolithique inférieur, nous effectuons une liaison entre la péninsule Ibérique et le Maghreb, le Maroc et l'Algérie, qui a vu s'ouvrir des voies migratoires d'hominidés archanthropien par la Méditerranée et Gibraltar.

En Algérie, le site de Ternifine-Palikao (Arambourg, 1954) près de Mascara, était certainement plus proche de la mer (Oran), son profil d'Acheuléen ancien se compose de bifaces, hachereaux et racloirs réalisés avec des percuteurs en bois ou en os, la faune consommée est dominée par des mammifères terrestres qui caractérise un climat tropical. Ce site ne comporte pas de faune marine, donc une alimentation pauvre en iode, mais néanmoins riche en calcium et protéines animales. En ce qui concerne le Maroc, la civilisation acheuléenne serait passée (P. Biberson) de l'Acheuléen ancien de bifaces encore grossiers, de nucléus et hachereaux archaïques à un Acheuléen proche du Moustérien d'une plus grande diversité d'outils et de petits bifaces utilisable pour consommer un mammifère marin échoué ou le capturer incidemment.

En Espagne, l'ancienne lagune de Torralba, vers Soria, contenait des bifaces et des vestiges de faunes qui caractérisent un climat chaud. Au Portugal, le littoral d'Estramadura et la vallée du Tage comportent toutes les industries de galets aménagés de l'Abbevillien à l'Acheuléen supérieur.

- Le Paléolithique moyen, se caractérise par le levallois et moustérien péri-méditerranéen, l'habileté du débitage se reconnaît dans les racloirs et les pointes, la confection d'outils plus légers et coupants, avec une persistance du hachereau en Espagne.

- Au Paléolithique supérieur, voit le développement des structures d'habitations, le matériel osseux est introduit dans la fabrication des armes (pointes de flèches, sagaies, harpons, couteaux), outils et parures (dents percées, pendeloques), enfin, l'art figuré nous indique la présence de la faune marine et des cétacés en correspondance avec des épisodes climatiques. Les unités culturelles se révèlent très large de l'Europe atlantique Franco-cantabrique à la méditerranée, de l'Espagne à l'Italie, avec une persistance du Moustérien et la présence affirmée de l'Aurignacien en Espagne (grattoirs, burins, lames, sagaies) marquée par la présence d'*Homo sapiens*, chasseurs cueilleurs.

« Au sud du Golfe de Gascogne près des côtes d'Espagne, six sites du paléolithique récents, indiquent une relation avec les cétacés. La grotte de Las Caldas (Ovideo, Asturies) témoigne par l'usage décoratif d'un dent de cachalot, percée, gravée d'un bison et d'un cétacé identifié comme un cachalot ou un bélouga. Le site de la grotte rupestre de Tito Bustillo, est orné d'un cétacé sur paroi... »

- Au Mésolithique postglaciaire, les chasseurs prédateurs qui succèdent aux chasseurs cueilleurs améliorent les lame de leurs armes et outils, utilisent des microlithes et polissent la pierre. Le réchauffement du climat Boréal, chaud et sec, produit une élévation du niveau de l'océan, les sites côtiers sont envahis, néanmoins les groupes de pêcheurs occupent les nouveaux traits de côtes, les estuaires, les fleuves et les rivières, les lacs, où ils pêchent et ramassent des coquillages près de leur habitat. Ils utilisent des pirogues, des pagaies, des nasses, fabriques des harpons à barbelures, des hameçons, des poinçons, des pointes d'os. C'est l'apparition des, premières plantes cultivées et des animaux d'élevage, bien que la chasse, la pêche et la cueillette restent prédominantes.

- Le Néolithique, à partir du proche Orient, a connu une véritable transformation de la Civilisation en usant des ressources naturelles en produisant sa nourriture, l'élevage et l'agriculture tendent à remplacer, la chasse, la pêche et la cueillette. Au Néolithique récent, on fabrique des poteries sans décor (Almérien), en Espagne et au Portugal on devine des influences grecques dans l'architecture des ports, le métal était encore rare, annonçant les futures civilisations du bronze et du fer qui transformèrent nos sociétés jusqu'à nos jours, marquées par une chasse intensive des cétacés et des tentatives de leur préservation.

En 1909, dans l'atlas de poche des poissons de mer, l'Orque est décrit comme le plus féroce des Cétacés « véritable tyrans des mers » qui se nourrit de poissons, de phoques, de Marsouins et attaque les Baleines, se cantonnant aux mers froides, et se trouverait accidentellement sur les côtes de France.

En 1948, Le journal Paris-Dakar, dans sa rubrique *-A travers l'Afrique* - mentionnait des recherches de L'IFAN au Sénégal sur les cétacés et les orques.

. Le 26 février 1942, une femelle épaulard de 4 mètres est capturée dans la senne des pêcheurs de l'Ouest Africain à Hann

. Le 11 mai 1948, un mâle de 6 mètres s'échoue sur une plage près du village de Cambérène.

En octobre 1968, la Société des Sciences Naturelles de Charente maritime mentionnait « **Un squalie tueur** », *Orcinus Orca*, Linneaus 1758, échoué sur la plage de La Couarde sur l'île de Ré, cet orque mesurait 7,20 mètres.

Plus Récemment, La société géologique de Normandie et des amis du muséum du Havre a mentionné dans son bulletin (1973-2002) des cas de morsures profondes sur des Dauphins bleus et blancs, des blessures généralement observées sur les nageoires et ailerons des Mégaptères, attribués aux dents des Orques (Sylvestre, 1989). En captivité, il y a eu quelques agressions mortelles des dresseurs.

Lors d'un séjour sur l'île de Vancouver en Colombie Britannique (Canada), au large d'une plage de Victoria nous avons observé les allées et venues des orques qui font l'objet d'un commerce touristique intense, cette fréquentation consiste à approcher les orques dans de puissantes embarcations remplies d'une vingtaine de touristes.

Au BC muséum de Victoria, un totem montre la superposition d'animaux comme le castor et l'orque, animaux mythiques qui ont imprégné la culture des peuples premiers à l'origine d'une véritable civilisation de l'orque (Sylvestre, 2022). Ils vivent sur la côte Nord-Ouest de la Colombie Britannique, ils chassent et se nourrissent de mammifères marins, de poissons, de coquillages et crustacés, notamment en période de pénurie pour ces derniers.

Du Sud-ouest vers le Nord-Ouest de la Colombie Britannique les peuples premiers se sont installés près des côtes et sur des îles. A la pointe de la côte de l'État de Washington, les Salish vivent entre terre et mer, leur territoire s'étend sur l'île de Vancouver et en Colombie Britannique. Sur la côte ouest de l'île de Vancouver, les Noota sont plus côtiers tournés vers l'océan Pacifique, leur territoire rejoint celui des Kwakiult qui peuplent la côte de Colombie Britannique au contact d'un isolat plus terrestre (estuaire vers la mer).

Les Haida demeurent sur l'île Queen Charlotte. Enfin en remontant vers le Nord on trouve les Tsimshian et les Tlingit en limite du Yukon. Ces peuplent dépendent des ressources de la mer, ils habitent de grandes maisons rectangulaires en bois et utilisent des canoës,

« L'orque est intégré à leur mythes et croyances ».

Sur ces grands territoires la faune est considérable et très diverse en ce qui concerne les mammifères terrestres dans les montagnes (chèvre et lion des montagnes) et le long des rivières, l'ours brun et le Grizzly prédominent au nord. Les mammifères marins sont une ressource aussi importante (loutre et lions de mer, Orques), le saumon est pêché et les crustacés et au sud, les coquillages compensent le manque de poissons. La culture de ces ethnies se différencie en fonction de leur dépendance à la nourriture chassée, ils utilisent majoritairement le bois de cèdre pour construire leurs habitations, creuser leurs canoës, leurs totems sculptés et décorés d'animaux sacrés par leurs coutumes. Ils ne pratiquaient pas la poterie (vannerie et tissus) et l'agriculture. Leur rapport à l'orque est mythique, il apparaît dans leur bestiaire sous diverses formes qui mettent en évidence sa morphologie et son agressivité.

Par cet exemple, dans nos recherches sur les processus complexes en évolution biologique et transformations de la civilisation, nous démontrons qu'il devient impératif de considérer les rapports de nos « *sociétés avec leur nature* » (Georges Guille Escuret, 1989) par une étude approfondie des Arts et des traditions de la péninsule Ibérique dans son indispensable et paradoxale relation sociale et économique aux milieux naturels océanique et méditerranéen.

8.1. Mammifères marin fantasmagorique, Arts de la rue à Bessèges.



Laurie Hercelin s'est interrogée sur la pratique intensive des pêcheries de thons rouges. L'orque (*Orcinus orca*) est un prédateur apex qui joue un rôle essentiel dans l'équilibre des écosystèmes marins. Dans le détroit de Gibraltar et les eaux atlantiques adjacentes, la présence de cette espèce semble étroitement liée à celle de l'une de ses principales proies, le thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*).

Ce phénomène de prédation naturelle soulève des questions sur les interactions entre ces deux espèces et leurs implications pour les pêcheries locales, particulièrement dans un contexte de conservation croissante des espèces marines et de pression sur les ressources halieutiques.

Une population de cinq groupes sociaux stables d'orques a été observé dans cette région, formant ce qui est considéré comme une population génétiquement distincte. Cette population, la plus méridionale de l'Atlantique Nord-Est, a récemment été confrontée à des menaces pour sa survie. En réponse, des mesures de protection ont été adoptées par le gouvernement espagnol, incluant un Plan de Conservation spécifique pour les orques du détroit de Gibraltar et du golfe de Cadix. Les orques sont perçues comme des concurrents par les pêcheries, notamment celles ciblant le thon rouge, en raison de leurs attaques sur les poissons capturés à des fins d'alimentation. Des interactions entre les orques et les pêcheries artisanales espagnoles et marocaines, utilisant des techniques de pêche à la ligne, ont été signalées depuis 1999. Une étude récente a compilé des données sur le thon rouge débarqué au port de Tarifa, montrant une diminution des captures, probablement liée à des modifications dans les stratégies commerciales plutôt qu'à une baisse de la présence des orques. Les enquêtes menées auprès des pêcheurs ont révélé une augmentation des attaques d'orques, leur principal grief étant le vol de thon par déprédation. Cependant, peu de mesures d'atténuation ont été proposées par les pêcheurs, ce qui soulève des questions sur la gestion durable de la ressource. Notamment pour la gestion des pêcheries et l'adaptation des quotas.

La gestion des pêcheries de thon rouge dans le détroit de Gibraltar doit intégrer ces interactions avec les orques. Une approche proactive pourrait inclure l'adaptation des quotas de pêche en fonction des pertes annuelles dues aux attaques d'orques. Cela nécessiterait une collaboration étroite entre les gestionnaires de la pêche, les biologistes marins et les pêcheurs pour établir un cadre équilibré qui protège à la fois les orques et les intérêts économiques des pêcheries. Un véritable défi s'impose pour concilier l'aquaculture en haute mer et les enjeux environnementaux. Le succès de l'aquaculture offshore dépend de divers facteurs tels que la température de l'eau et la disponibilité des nutriments. L'emplacement des fermes aquacoles a un impact direct sur la qualité des poissons élevés et leur exposition aux polluants. Les environnements éloignés peuvent réduire cette exposition et améliorer la santé des poissons. Cependant, le développement intensif de ces fermes peut également poser des défis en matière de navigation et de sécurité maritime. Un exemple récent est le projet portugais de création d'une ferme aquacole en mer⁵ (*), avec une capacité de 7 000 à 8 000 tonnes de bar et de dorade. Bien que ce projet puisse générer des revenus significatifs, il soulève des préoccupations environnementales et de sécurité, notamment en ce qui concerne l'attractivité accrue de ces zones pour les mammifères marins.

Les interactions entre les orques et les pêcheries de thon rouge dans le détroit de Gibraltar illustrent la complexité des relations écologiques en milieu marin. Une gestion intégrée et durable des ressources maritimes est essentielle pour préserver la biodiversité tout en soutenant les moyens de subsistance locaux. Une attention particulière doit être accordée à l'évolution des pratiques aquacoles, afin de minimiser les impacts environnementaux et de garantir la coexistence des espèces marines. La recherche continue et l'engagement des parties prenantes seront cruciaux pour naviguer dans ces défis et garantir un avenir durable pour les orques et les pêcheries de thon rouge.

⁵<https://www.portugalglobal.pt/en/news/2024/july/portugals-first-offshore-fish-farm/>

Chapitre 9.

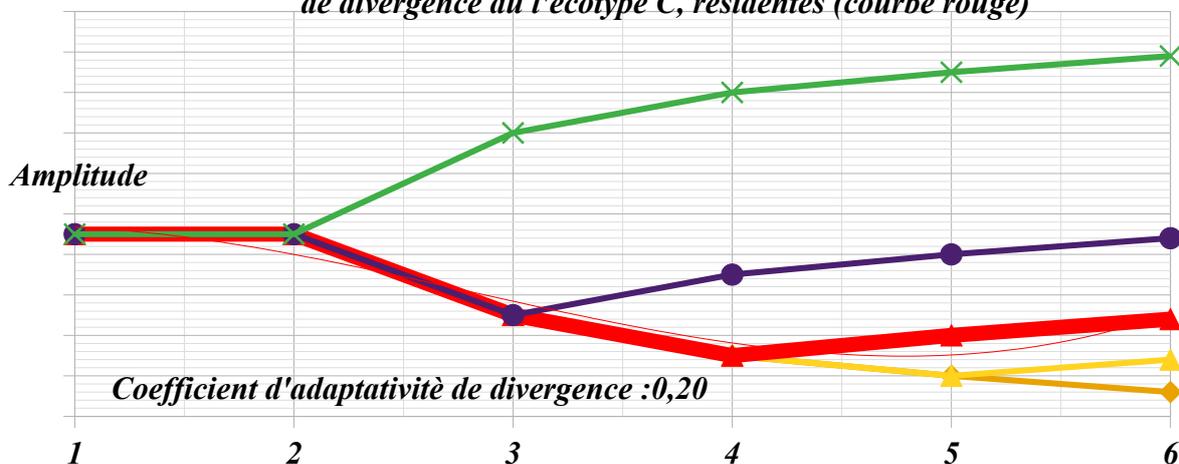
Analyses des données, définition des indices de criticité des comportements des orques ibériques par rapport à ceux des contraintes sélectives naturelles et anthropiques, pour calculer le coefficient d'adaptativité de divergence du modèle d'approche afin d'effectuer des simulations tests sur les causes probables des interactions.

Pour définir les indices de criticité nous analysons les paramètres des variations des comportements et des sons émis par les orques ibériques par rapport aux contraintes sélectives naturelles (courants, vents, température, mer, structure des fonds) et anthropiques (navigation commerciale, pêche, plaisance). Dans ce premier modèle, nous considérons que les populations d'orques adoptent une stratégie de groupe très coordonnée et qu'ils sont déterminés sur un type de cible (voilier) doté d'un appendice attractif (safran) qu'un individu du groupe détériore par confusion lors d'un probable détournement d'un comportement vital assez innovant (capture de proie, reproduction, imitation, jeu) compensé pour sa survie, susceptible de caractériser une voie de spéciation de cette population.

Comme nous ignorons les causes réelles de ce comportement, nous attribuons un coefficient d'adaptativité de divergence, en tant que ***zone de fluctuation en limite de compensation*** après une analyse précise des comportements des cas enregistrés par GT-Orca Atlantica pour les Orques et les données recueillies par Green Armada, sur les cétacés observés dans les secteurs d'exploration.

Dans ce premier modèle expérimental, ces données encore trop limitées sont assimilées en ajustant le coefficient d'adaptativité de divergence qui résulte de celui d'une étude sur les Orques du Pacifique (Nord et Sud), concernant des orques résidentes de type C qui se nourrissent de poissons, sans attaquer des voiliers. A partir de cette référence, nous procéderons à une simulation pour approcher le comportement interactif des orques ibériques, en définissant l'amplitude des instincts sociaux et la densité de probabilité de réactivité, traduite en équivalent bioénergétique réduit à une forme d'ondelette analysatrice, représentative du potentiel d'agressivité directe envers les voiliers, et indirecte envers les navigateurs.

9.1. Evolution des Orques du Pacifique, coefficient d'adaptativité de divergence du l'écotype C, résidentes (courbe rouge)



Une étude sur l'évolution des Orques du Pacifique (Nature, 2026) démontre une rapide divergence sur moins de 250 000 ans environ des écotypes d'épaulards après une analyse de données génomiques qui met en évidence la relation entre les variations génétiques régionales et les instincts sociaux de chaque écotype qui se traduisent par des degrés spécifiques de sociabilité dans leur rapport aux contraintes sélective de l'écosystème marin plus ou moins anthropisé qui fluctue en fonction :

- Des variations de l'habitat océanographique, dans le contexte du détroit de Gibraltar.
- Des modifications climatiques globales et des conditions météorologiques locales, pour l'instant la température de l'eau de mer en surface est notre paramètre d'ajustement des contraintes sélectives naturelles et anthropiques.
- De la ressource alimentaire, en poissons pour l'écotype C et comparativement pour les Orques Ibériques, en rapport direct avec les variations de températures pour la migration du thon.
- Des isolements reproductifs, géographiques et socio-culturels, singularisés par les interactions d'une population spécifique d'Orques Ibériques envers les voiliers.

Autant de facteurs qui peuvent induire une réponse comportementale plastique, c'est-à-dire en réaction à un stress compensé par le renforcement d'un comportement instinctif, néanmoins conçu et innovant, dans le cas des Orques Ibériques par rapport à ceux du Pacifique. Les écarts de divergence entre les écotypes des Orques du Pacifique basé sur les écarts des génomes mitochondriaux (mutations, dérive génétique) reflètent dans une certaine mesure ceux des humains, si on met en parallèle leurs évolutions, pour une arborescence similaire cet écotipe C qui correspondrait à la branche des Cercopithèques. La tendance évolutive des orques résidentes de type C, est estimée à un coefficient d'adaptativité de 0,20, d'après la pente de la fonction d'ordre 3 de sa trajectoire. Nous appliquons le mode additif pour simuler son évolution par une gaussienne représentative de sa valence écologique dans laquelle s'intègrent quatre zones.

- Celle de sa cohérence vitale, attribuée à son métabolisme basal.
- Celle du stress compensé par une agressivité naturelle normale « adaptée » pour sa survie, relative à des activités sociales, de chasse, de reproduction... que nous cherchons à identifier.
- Celle du stress surcompensé à non compensé, qui à la limite pourrait devenir pathologique, si ce n'est léthal. Ce domaine reste à valider et élargit notre champ de recherches.
- Celle des contraintes sélectives naturelles et anthropiques, d'un processus évolutif complexe.

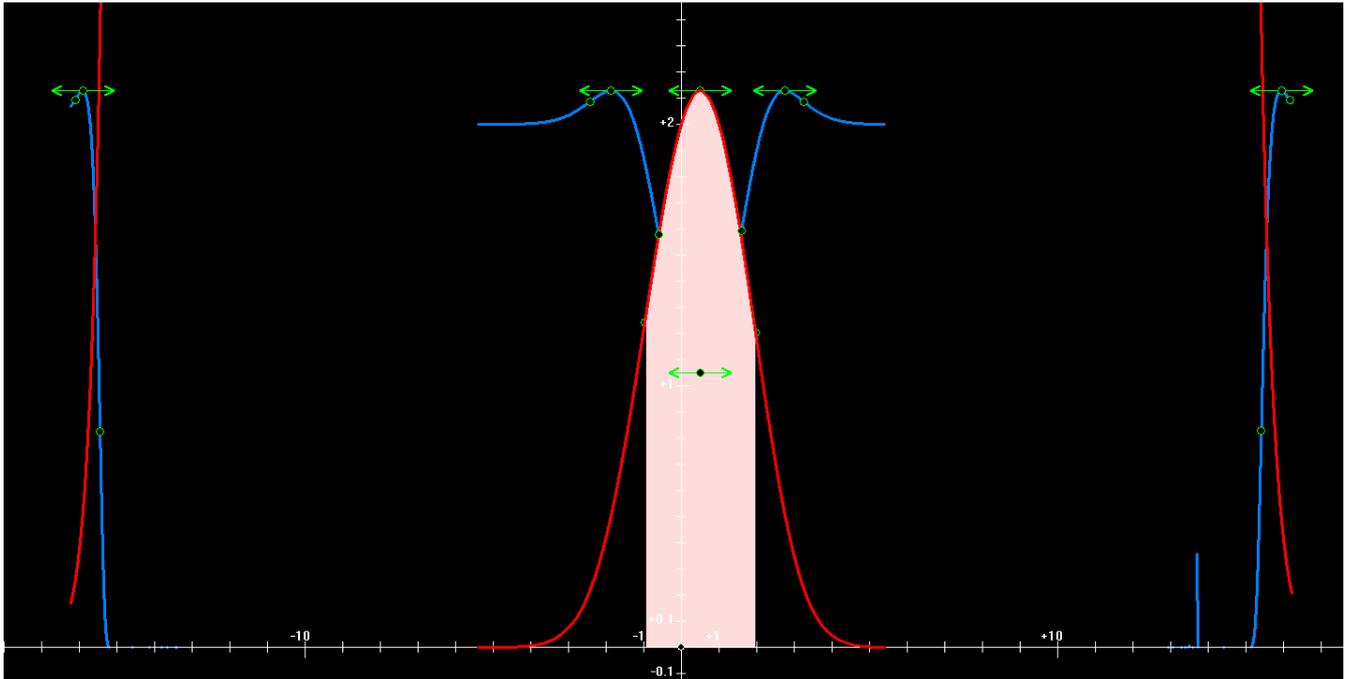
Pour la mission 2024, seul le paramètre température de l'eau de mer est utilisable, il sera intéressant de révéler son niveau de criticité, lié au réchauffement climatique qui induit des modifications des migrations des proies et des cétacés, dont les orques.

Pour un $CA_{bio} = 0,29$ en tant que condition initiale des orques à leur origine et un CA_{div} de l'écotype C du Pacifique, $CA_{div} = 0.20$.

$$e(\tan(0.29x)(1-x)) + e(\tan(0.20x)(1-x))$$

Si nous sommes en présence d'une évolution stabilisante sur le long terme pour les Orques, elle se révèle divergente par la différenciation de petits écotypes comme l'a mentionné Jean-Pierre Sylvestre, bien que la spéciation soit encore délicate à justifier pour les cétologues.

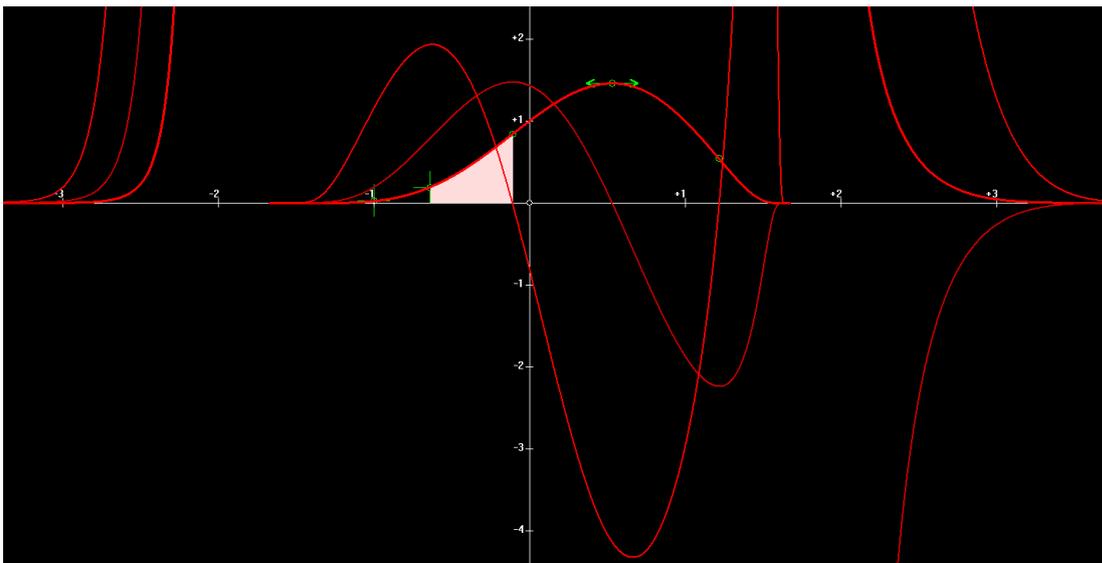
Dans notre modèle simplifié basé sur l'écotype C, la cohérence vitale se situe entre deux points des points d'inflexion (vert), le forçage par une transformée indique une probabilité de divergence sous l'effet des contraintes sélectives.



9.2. Graphique de l'évolution Orque type C, La gaussienne rouge nous donne la zone de cohérence vitale (zone ombrée), en limite de stress compensé à non compensé, les contraintes sélectives (barres verticales rouges) ne comportent pas de point d'inflexion significatif. Par contre, le forçage par transformée, présente un découplage (courbe bleue) de l'espèce avec des contraintes sélectives singulières (barres verticales bleues), notamment à droite.

Nous intégrons la zone compensée à surcompensée de droite très sollicitée par les contraintes sélectives pour obtenir un coefficient d'effet réversif afin de caractériser les instincts sociaux réactifs à un stress. On obtient un $CA_{er} = 0,94$ par rapport à sa valeur limite $CA_{er} = 1$ (en référence à Homo sapiens). En appliquant la fonction multiplicative qui prend en considération les capacités cognitive de l'orque type C en phase de stress compensé, soit $CA_{er} (0.94)$, selon la formule suivante:

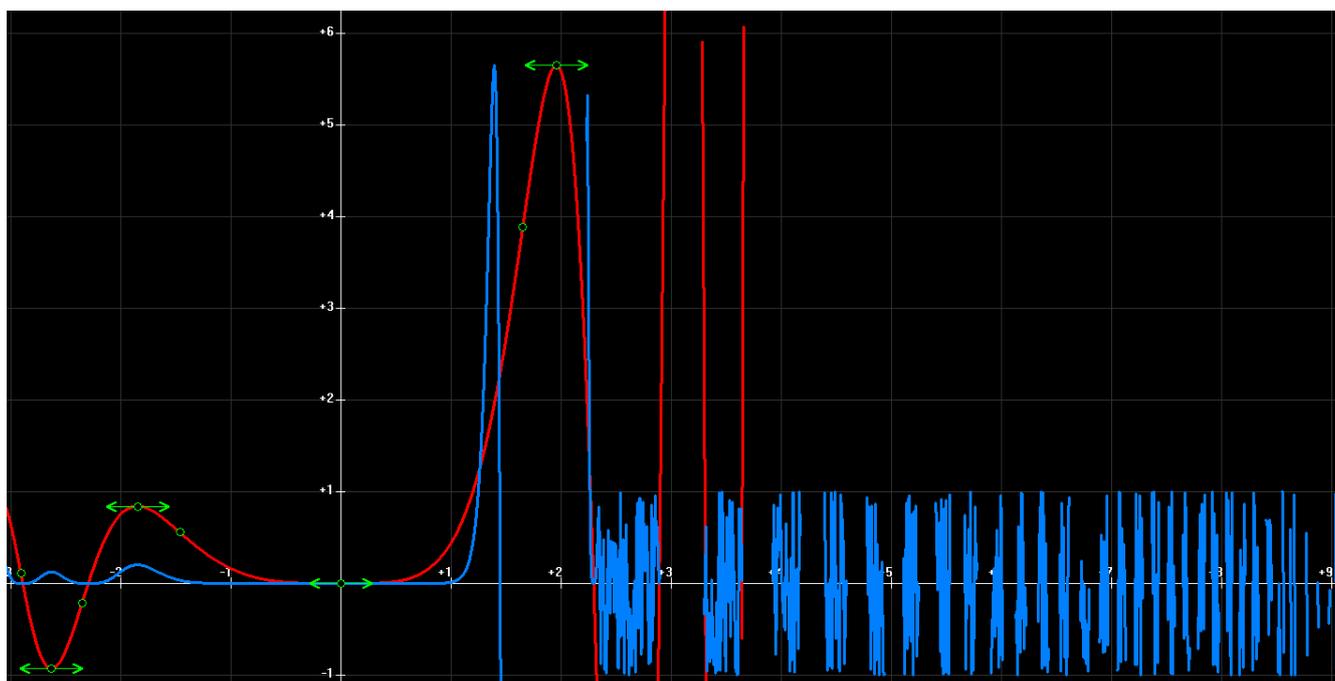
$$e(\tan(0.29x)(1-x)) * e(\tan(0.20x)(1-x)) * e(\tan(0,94)x(1-x))$$



9.3. Dans ce graphique, le maximum de la dérivée première et celui de la dérivée seconde donnent l'amplitude des instincts sociaux sollicités et la densité de probabilité de bioénergie réactive au stress compensé.

Pour l'instant, nous traitons exclusivement la densité de probabilité de bioénergie compensée pour obtenir un spectre analysable, notamment pour le corrélérer à celui des émissions sonores relatives aux comportements des orques lors des interactions. Il s'agit d'identifier la ou les causes probables des interactions agressives envers la coque et le safran des voiliers, et non envers des humains, qui sont néanmoins menacés par les avaries causées par les orques. Le stress non compensé, pourrait augmenter l'agressivité, tout au moins entraîner des pathologies graves vers la létalité des orques.

$$\sin(0.26x^3)(e(x)-1)$$



9.4. Cette onde équivalente de bioénergie (rouge) comporte une partie « imaginaire » à gauche de zéro, et une partie « réelle » à droite de zéro, autour de ce point on constate une dissymétrie initiale entre les pics. Si nous procédons à un forçage par transformée (en bleu), la partie réelle, lorsque la bioénergie se dissipe, nous donne un espèce de code barre d'ondelettes analysable et comparable.

Cette onde d'énergie potentielle peut nous révéler la cause ou les causes, d'autre part, il est possible de la corrélérer aux ondes sonores dont elles sont issues par le système respiratoire alimenté par les mitochondries en ATP qui conditionnent la réponse énergétique, donc comportementale et sonore, lors des interactions contre les voiliers.

La mission Orques Ibériques 2024, ne nous permet pas d'assimiler des variations morphogénétiques et comportementales, par contre nous pouvons effectuer des simulations avec un paramètre de sélection naturelle comme la température pour déterminer un indice de criticité de ce paramètre. En ce qui concerne les contraintes sélectives naturelles, la température de l'eau de mer est un paramètre qui joue sur la migration et la disponibilité des proies des orques, donc sur leur distribution saisonnière. Les variations de température seront à corrélérer avec les caractéristiques des fonds océaniques, les courants et les marées, la salinité et le pH, dont nous avons mis en évidence les différences entre les trois secteurs explorés, notamment entre l'Atlantique et la Méditerranée, séparés par le détroit de Gibraltar.

Le modèle nous indique une résistance des orques aux contraintes sélectives et une capacité adaptatives aux changements qui affectent la migration de leur proie, il y aurait un effet indirect de l'élévation de température de l'eau de mer à associer à d'autres effets anthropiques.

Les relevés de température d'eau de mer, hors interactions de Green Armada en présence de cétacés autres que les orques permettent d'affiner ce paramètre, en corrélation avec les interactions mentionnées par GT- Orca Atlantica.

- Lors de la navigation de Transit entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) du 1^{er} juillet au 20 juillet 2024, la température de l'eau de mer était de 16°C en quittant Vigo, elle a baissé le long des côtes du Portugal vers 13°C, puis s'est stabilisée à 15°C, avant de remonter à 19°C en approche de Lagos. Pour 35 relevés du Nord-Ouest au Sud-Ouest de la péninsule ibérique, la moyenne était de 15°C pour le mois de juillet, le minimum de 13°C et le maximum de 19°C, pour un écart type de 1,92. Soit une température comprise entre 13°C et 17°C pour intervalle de confiance à 90%. Au point de vue évolution du climat, l'historique des températures moyennes journalières atmosphériques au mois de Juillet (sur 30 ans) pour Vigo étaient de, mini : 16°C/maxi : 22°C, et Lagos : mini : 17°C/ maxi 26°C.

Pendant nos relevés en zone 1, GT- Orca Atlantica n'a signalé aucune interaction sur la côte ouest atlantique, les orques concentraient leur action au mois de juillet 2024 entre Frontera et Gibraltar, notamment au point « chaud » Barbate (mini : 21°C/max : 26°C) - Tarifa (mini : 20°C/max : 26°C), avec une tendance de +1°C.

- En ce qui concerne les relevés de la zone 2, Lagos-Gibraltar, nous ne disposons que de 8 relevés de température d'eau de mer pour le mois d'août. La moyenne se situe à 20°C, pour un minimum de 19°C et un maximum de 22°C. Au point de vue, variation climatique, La moyenne journalière de Gibraltar au mois d'août se situe entre 24°C et 32°C (effet caniculaire continental), avec une tendance de +1,6 °C, alors que Lisbonne se situe entre 17 et 28°C et la Corogne entre 16 et 22°C.

Au mois d'août 2024, GT-Orca Atlantica signalé seulement deux interactions à Gibraltar qui se sont déplacées entre Lisbonne et La Corogne en direction du golfe de Gascogne, une situation qui se confirme encore au mois de septembre.

La criticité de la température de l'eau de mer qui favorise les interactions serait liée à la remontée des thons avec un maximum d'interactions des orques ibériques en juillet au point chaud Barbatte-Tarifa qui se dispersent en août le long des côtes Atlantiques ouest, en tenant compte de l'anomalie climatique de +1,6°C, aux influences caniculaires lointaines de la Méditerranée (Grèce, Italie, Balkans).

Dans les simulations dynamiques de notre modèle test, l'indice de criticité d'une température d'eau de mer limite correspondant à 20°C ($\pm 1,5^\circ\text{C}$) fait peu fluctuer le CA biologique de 0,20 assez stable, mais plutôt celui des instincts sociaux de 0,94, très sensible, dans une fonction multiplicative qui amplifie le potentiel d'énergie, transformé en agression des voiliers dont les orques ne tirent pas de bénéfice de ce comportement « à vide », mais une satisfaction aux causes profondes qui peuvent s'avérer sélectives pour le groupe (innovation, spéciation, extinction). D'autres contraintes sélectives naturelles et anthropiques sont encore à considérer pour déterminer et justifier les causes de ces interactions lors de la prochaine mission 2025.

Conclusion et prospective

pour

*Améliorer la sécurité de la navigation et la préservation d’Orcina orcus,
et des Cétacés.*



10.1. Équipage Alpha : Andy, Olivier, Camille, Laurie

La mission Orques Ibériques 2024 représente une première approche exploratoire visant à analyser les facteurs sous-jacents aux interactions des orques envers les voiliers, qui se manifestent par des comportements agressifs dirigés vers la coque et le safran, mettant ainsi en péril l'intégrité des voiliers et la mise en danger des équipages. Les recommandations formulées par GT- Orca Atlantica, incluent l'identification des zones d'interaction, l'établissement de règles de navigation, ainsi que l'alerte des services de secours, qui sont essentielles pour atténuer les risques encourus par les navires de petit tonnage. Cependant, des données en temps réel concernant les collisions avec les grandes unités commerciales transitant par le détroit de Gibraltar font encore défaut.

Pour la mission de 2025, et afin d'éviter des conclusions hâtives, nous avons classé les causes potentielles des interactions selon une hiérarchie⁶ fondée sur des études antérieures et notre analyse préliminaire, afin de formuler une hypothèse solide sur ce comportement atypique des orques ibériques. Les facteurs identifiés incluent la déprédation des proies, la compétition intra- ou inter-espèces, la confusion entre les formes des coques et des safrans avec des proies telles que le thon, ainsi que des comportements liés à la reproduction.

Il est crucial d'assurer la sécurité des navigateurs tout en préservant les cétacés, notamment les orques, en collaborant avec les armateurs, les commandants et les équipages à travers des réglementations internationales, européennes et nationales. Cette coopération doit prendre en compte les enjeux socio-économiques locaux et globaux, dans le cadre d'une transition vers un développement plus respectueux de l'environnement, en tenant compte de l'évolution des espèces et des impacts du changement climatique sur la biodiversité. L'enregistrement systématique des interactions entre les navires et les orques, à travers les journaux de bord, pourrait fournir des données précieuses pour la sécurité maritime. À l'instar des contributions de l'Amiral FitzRoy et du lieutenant Maury dans le domaine de la météorologie et de l'océanographie, la documentation de ces interactions permettrait de générer des statistiques précises, facilitant ainsi la navigation tout en réduisant les contacts avec les orques de la péninsule ibérique. Nous proposons d'instaurer un règlement, favorisant une approche informative plutôt que punitive, au sein de l'Organisation Maritime Internationale, exigeant que chaque navire consigne toute observation et interaction avec les cétacés, incluant leur localisation et identification, ainsi que les incidents de collision. Cela contribuerait à la création d'une base de données internationale, permettant d'émettre des avis de navigation et de poursuivre des recherches sur l'évolution des espèces, tout en garantissant la protection des cétacés dans un contexte socio-économique mondialisé. En 2025, Green Armada entreprendra une nouvelle campagne d'étude entre le Cap Saint Vincent, le Golfe de Cadix, le détroit de Gibraltar et la mer d'Alboran, pour approfondir la compréhension des interactions agressives des orques envers les voiliers, sans pour autant s'en prendre directement aux marins. Les recherches menées par le naturaliste-cétologue Jean-Pierre Sylvestre soulignent la nécessité d'examiner ces comportements, qui pourraient éventuellement refléter une confusion avec des proies ou d'autres causes à identifier. Si ces comportements s'avèrent non bénéfiques pour les orques, cela pourrait signaler les prémices d'une spéciation au sein d'une petite population. En cas de surcompensation du stress, les conséquences pourraient inclure, une agression dirigée vers les équipages ou des pathologies menant à des blessures, des maladies, voire un échouage, ce qui pourrait provoquer une létalité au sein de l'espèce et avoir des répercussions significatives sur la biodiversité marine.

⁶ Hiérarchie provisoire des causes des interactions.

Niveau de probabilité maximum:

- 1- Déprédation des thons sur les lignes, filets, aquaculture, confusion des formes de la coque et du safran avec un thon.
- 2 - Irritabilité, engendrée par des stimulations cumulées douloureuses, perturbation par une fréquence de bruits (moteurs, sonar, équipement de navigation), si les clics sonore émis et les ultrasons en retour sont altérés.
- 3 -Gêne dans la prédation de leurs proies, cela peut être une cause naturelle interne (maladie, parasites) ou externe (océanographie, climatologie, météorologie, compétition inter et/ou intra espèces), et/ou anthropique (navigation, pêche, plaisance, pollutions). D'autres cas instrumentaux ou environnementaux exogènes (pollution, modification du milieu marin, courant, sur pêche, modes de pêche, pisciculture...) sont à prendre en considération.

Niveau de probabilité moyen :

4. Prédation inter-espèces, sur une baleine ou baleineau.
- 5.- Compétition entre mâles, un comportement détourné contre une coque de voilier à la forme et aux couleurs incitatives.
- 6- Relation sexuelle avec les femelles, confusion d'un mâle immature dans les prémices de son acte copulatoire sur la coque et le safran
- 7- Instinct maternel, attaque d'une femelle qui mordent fréquemment les ailerons des jeunes orques
- 8- Jeu, comportement d'un immature ou apprentissage par un adulte.

Niveau de probabilité minimum :

- 8- Menace et peur, attaques liées à une impossibilité de fuir sur une route migratoire.
9. Compétition intra-espèce entre deux populations d'orques.

Annexe A

au compte rendu Scientifique Orques ibériques 2024,
ORCA, novembre 2024 .

Les incidents entre orques et humains : L'historique

Par Jean-Pierre Sylvestre

ORCA Enr., 19b Gauvreau, L'Isle-Verte, QC, G0L 1K0, Canada. (orcajps2023mail.com)

Avant-propos sur les orques.

Depuis la première référence taxonomique de l'orque par le naturaliste suédois Carl von Linné en 1758, 23 espèces d'épaulards ont été décrites et toutes ont été définies ensuite comme synonymes à l'espèce *Orcinus orca* (Hershkovitz, P., 1966 ; Jefferson, T.A., 2021). Toutefois, les cétologues du monde sont amenés à constater qu'il existe de nombreux écotypes de par le monde qui se différencient par la taille, la pigmentation corporelle, leurs comportements, leur alimentation, voire leurs émissions acoustiques (Morin, P.A., et al., 2024 (a)). Selon le cétologue étasunien Robert Pitman de l'université d'État de l'Oregon à Newport, il y en aurait au moins 10 écotypes dont cinq seulement pour les eaux antarctiques (Pitman, R.L., 2011). En mars 2024, des scientifiques (Morin, P.A., et al., 2024b ; Sylvestre, J.-P., 2004, 2006 et 2024b) viennent de lancer une sorte de « bombe » taxonomique en décrivant deux nouvelles espèces d'orques (et cela grâce à des études génétiques) dans le Pacifique Nord orientale à partir de deux écotypes de l'île de Vancouver en Colombie-Britannique (Canada) : L'orque de Bigg *Orcinus rectipinnus* (alias orques nomades de la Colombie-Britannique) et l'orque de Scammon *Orcinus ater* (alias orques résidentes de l'île de Vancouver). Si la description de ces deux nouvelles espèces d'orques est validée par les taxonomistes internationaux, elle ouvrira par conséquent la voie à la description de nouvelles espèces d'orques dans le monde.

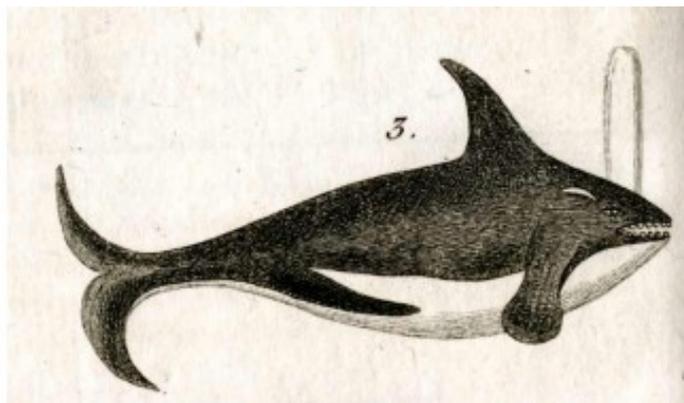


*A.1. : Orque de Bigg *Orcinus rectipinnus* (alias orques nomades de la Colombie-Britannique) dans les eaux pélagiques du Kamchatka, (Sibérie orientale). (Photo : J.-P. Sylvestre, ORCA, Canada).*

Les orques sont-elles vraiment dangereuses ?

L'orque ou épaulard est l'espèce située au sommet de la chaîne alimentaire dans le monde marin (Dahlheim, M.E. & Heyning, J.E., 1999). Elle est la prédatrice apex (Dahlheim, M.E. & Heyning, J.E., 1999 ; Pitman, R.L., 2011 ; Sylvestre, J.-P., 2006). Si au cours des périodes historiques (Moyen-âge et les Années Lumières) ce cétacé était vu comme une redoutable créature marine, ce n'est que durant la deuxième moitié du 20^e siècle, qu'il jouit d'une très mauvaise réputation dans les ouvrages vernaculaires et scientifiques ainsi que dans les médias occidentaux.

Déjà, les Romains sont, parmi d'autres, responsables de cette renommée en décrivant les orques comme étant des tyrannus balaenarum - « la baleine tyran » (Bright, M., 2000). Ensuite, les baleiniers britanniques et étasuniens ont longtemps appelé ces cétacés sous le nom vernaculaire, très souvent employés de nos jours dans les pays anglophones, de killer whale, c'est à dire « la baleine tueuse ». Même les allemands ont employé le terme morwal, soit la « baleine meurtrière ». En France ainsi qu'en Italie et les autres pays latinisés, la racine Orca est souvent employée pour nommer ces cétacés. D'ailleurs, le nom vernaculaire français « Orque » vient du latin Orca, nom donné à un cétacé à l' « énorme masse de chair, aux dents redoutables » dès le début du premier siècle avant J.-C. par Pline l'Ancien (Cabard, P. & Chauvet, B., 1998). Le mot français « orque » serait apparu au XVI^e siècle, d'abord chez les pêcheurs du Languedoc (Dorque) et ensuite vers 1550 chez les poètes de la Pléiade, par exemple chez Ronsard et du Bellay qui désignaient ainsi un monstre mythologique. On pense de suite à « ogre », et pourtant aucun lien a été établi avec Orcus, la divinité infernale des Latins, équivalent du Pluton ou de l'Hadès grecs, dont le nom est peut-être à l'origine de celui de l'ogre. Orcinus est également un mot latin signifiant « qui a trait à la mort » (Sylvestre, J.-P., 2006 ; Walter, H. & Avenas, P., 2003).



A. 2 : Le Dauphin gladiateur *Delphinus gladiator.*, l'une des 23 espèces d'orques décrites depuis 1758. Planche tirée de *L'Histoire naturelle des Cétacés* de B.-G. Lacépède, 1804. (Photo et archives : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada)

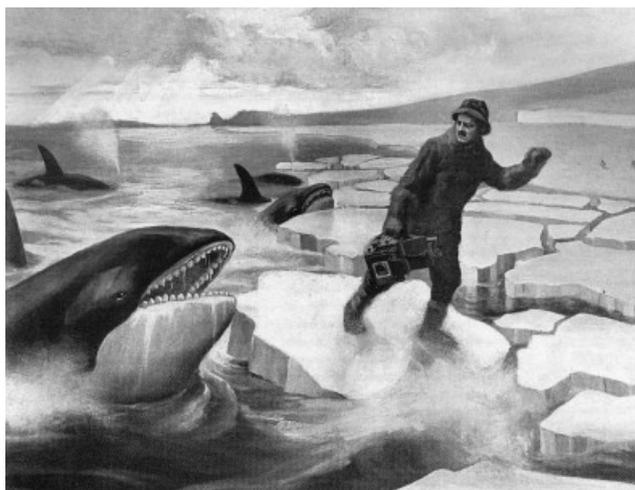
Donc, dès le début du 20e siècle, les orques sont reconnues comme étant « les plus féroces de tous les cétacés », des véritables « tyrans des mers » (Raveret-Wattei, C, 1909). Au fil des années, les orques ont acquis la terrible et incroyable réputation d'attaquer et de dévorer les humains. Même l'US Navy leur ont attribué la cote de danger la plus élevée dans leur manuel de plongée (*Diving Manual*) dans les années 1960. Ainsi, ce guide de plongée précise : « La baleine tueuse a la réputation d'être un animal impitoyable et féroce » et poursuit en suggérant que « si une orque est aperçue dans la zone, le plongeur doit sortir de l'eau immédiatement » (Caras, R.A., 1964; Hoyt, E., 1981). Le document de la Marine américaine sur la navigation en Antarctique (*Antarctic Sailing Direction*) déclare que les « baleines tueuses » attaqueront l'être humain à chaque occasion ». Et, dans un autre manuel de plongée, un auteur aurait écrit qu'« Il n'y a aucun remède contre une attaque d'épaulard, si ce n'est la réincarnation » (Bright, M., 2000). En 1941, John D. Craig nous raconte dans son livre *Danger Is My Business*, qu'une orque aurait piégé un plongeur dans une grotte sous-marine en le mordant et en battant les rochers de l'entrée pour l'atteindre. . Le même auteur poursuit plus loin en accusant les orques qu'elles « s'attaquent et brisent les petits bateaux, et mangent tout ce qui en tombe dans l'eau ». Puisque l'homme est le seul animal qui construit et utilise actuellement des bateaux, nous pouvons supposer qu'il veut dire qu'elles mangent les hommes ! Les preuves de cette inquiétude sont cependant très minces et bien souvent fondées sur des confusions avec des attaques de requins (Bright, M., 2000 ; Caras, R.A., 1964 ; Hoyt, E., 1981). Toutefois, il est à noter qu'il existe de nombreux articles et récits relatant des rencontres sous-marines entre des orques et des plongeurs, et cela sans aucun comportement agressif de la part des cétacés (Benoliel, M., 1959 ; Braud, M. 1950 ; Greathouse, T.L., 1060 ; Hoyt, E, 1979 et 1981; Sylvestre, J.-P., 2006).

Aujourd'hui, les biologistes, océanographes, plongeurs et marins reconnaissent aujourd'hui que cette terrible réputation a été surfaite, et cela pour une seule et bonne raison : Aucun humain n'a été tué par une orque sauvage !

Les incidents dans le monde sur des humains.

Pourtant, on a enregistré quelques incidents (ou « accidents ») entre orques sauvages et humains dans le monde. Un peu plus d'une vingtaine de cas ont été répertoriés dans le monde entre 1820 et 2020 dont moins d'une dizaine sont des interactions directes entre des humains (plongeurs, surfeurs, nageurs, etc.) et des orques sauvages et un peu plus d'une douzaine autres concernent des « collisions » de ces cétacés avec des navires (Higdon, J.W. & Ferguson, H., 2014 ; Lopez, A & Esteban, R., 2021 ; Spong, P. 1974 ; Würsig, B., 1989). Quelques-uns de ces incidents paraissent suspects, voire purement mal interprétés. C'est le cas de l'expédition de Sir Ernest Shackleton lors de la première tentative de traversée de l'Antarctique (1914-1917). Ainsi, le 7 janvier 1915, alors que « l'Endurance » naviguait près d'un immense iceberg, l'équipage pris subitement peur en voyant des orques en train de chasser des phoques qui se reposaient sur la banquise près du navire. Plus tard, le 11 avril 1916, quelques mois après le chavirement de « l'Endurance » dans la banquise de la mer de Weddell, l'équipage à bord des canots de sauvetage dérivèrent au sud des Shetland du Sud et furent terrifiés par un groupe d'épaulards qui émergèrent énergiquement assez près de leur embarcation. Mais en aucun cas ces cétacés attaquèrent, ni même percutèrent le navire ou le canot (Shackleton, Sir E., 1988).

Concernant les incidents entre les orques sauvages et les humains, Il est nécessaire ici de faire la distinction entre ceux direct avec les humains et les autres (indirects) sur des navires. Les incidents directs des orques sauvages sur les humains La plus ancienne mention, et de loin la plus connue dans les annales scientifiques est cet incident intervenu en 1911 en Antarctique durant l'expédition Terre Nova (1910-1913) de Robert Falcon Scott. Le photographe de l'expédition Herbert Ponting se tenait avec les chiens de traîneaux sur une banquise relativement mince lorsqu'un groupe d'orques s'est écrasé sur la glace et l'a momentanément fait dériver. Pontin était terrifié mais a survécu à l'épreuve. Les cétacés étaient curieux de voir la silhouette « en forme de phoque » qu'ils avaient repéré à travers la glace, mais ils ont été clairement déçus lorsqu'ils ont découvert que la « proie » était un humain (Bright, M., 2000 ; Cherry-Garrard, A., 1922 ; Colby, J.M., 2020 ; Ponting, H.G., 1921).



A. 3 : Le photographe Herbert Ponting sur la banquise lors de l'incident avec les orques en Antarctique. Illustration d'Ernest Linzell dans Herbert G. Ponting, *The Great White South*, Duckworth and Co, London, 1921. (Photo et archives : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).

Le deuxième cas est peu connu et il est basé sur de anecdotes fournies par les Inuit de l'Arctique canadien aux autorités de la Couronne. Selon des rapports officielles et scientifiques (Higdon, J.W., & Ferguson, H. , 2014 ; Lopez, A. & Esteban, R., 2021) , vers 1955, un jeune Inuit aurait été la « proie » d'une orque prise au piège par les glaces dans la baie de Grant Suttie (bassin de Foxe au Nunavut). Un groupe d'orques (probablement entre 10 et 12 individus) a été piégé dans un aglu (un trou de respiration), et un jeune homme s'était promené sur la banquise malgré les conseils des aînés d'attendre que la glace soit assez épaisse et solide. Deux aînés Inuit ont déclaré à une équipe de recherche que l'un des cétacés avait poursuivi le jeune homme, brisé la glace sous lui puis l'avait « tué et mangé ». Cependant, les chercheurs n'ont pas été en mesure de confirmer directement la prédation sur le jeune Inuit, car l'un des aînés a clairement déclaré qu'il n'avait pas été témoin de l'évènement lui-même tandis que l'autre n'a pas précisé si l'orque l'avait vraiment mangé. Il y a peu de chance que cette orque ait mangé le jeune Inuit et qu'il est probable que ce dernier soit mort de noyade et hydrocution.

A cela, on peut rajouter une étrange anecdote rapportée par le cétologue canadien spécialiste des orques Paul Spong (1974) sur un incident survenu en 1956 en Colombie-Britannique auprès de deux bucherons canadiens. Après avoir été percutées par un billot de bois qui dévalaient une pente, deux orques seraient réapparues le lendemain et auraient fait chavirer un bateau sur lequel se tenaient les deux bucherons. L'un des hommes a disparu en mer et rien ne prouve que ce dernier aurait été tués par l'une des deux orques. Cela ressemble plus à une fable morale qu'à un récit du comportement des orques. Il n'existe aucune documentation sur l'incident. Nous n'avons que la parole du bûcheron survivant, dont l'histoire nous est parvenue sous diverses formes racontées le long de la côte de la Colombie-Britannique. Le 9 mars 1972, le jeune surfer californien Hans Kretschmer, âgé de 18 ans, est mordu à sa jambe gauche par une orque à une trentaine de mètres de la plage de Point Sur, près de Monterey (Californie) alors qu'il faisait du surf dans les vagues du Pacifique. Ses blessures auraient nécessité 100 points de suture. Ce cas est mentionné par les spécialistes comme étant le seul incident direct assez bien documenté entre une orque sauvage et un humain avec morsures (Anonyme, 1972 & 1996 ; Hattori, T., 1975 ; Hoyt, E., 1981 ; Higdon, J.W. & Ferguson, S.H., 2014 ; Lopez, A. & Esteban, R., 1988).

En 1989, le cétologue allemand Bernd Gerhard Würsig publie un article dans la revue zoologique de vulgarisation germanique *Das Tier* un article sur le fait d'avoir été « attaqué » par une orque sur la plage argentine de la péninsule Valdès en Patagonie argentine. Ce chercheur se trouvait sur la plage du parc, dans un secteur connu de chasse pour ces cétacés (Bubas, R., 2009). Un seul individu de près de 9 m de long s'était échoué volontairement à proximité du chercheur alors qu'il observait les lions de mer d'Amérique du Sud (*Otaria byronia*) à environ 200 mètres de lui dans l'espoir de prendre une photo d'une scène de chasse des orques. Le Dr. Würsig s'est sauvé de la plage après que le cétacé l'ait « manqué d'environ 1 mètre ». Il suppose dans son article que l'orque l'aurait pris « pour un lion de mer ».

En août 2005, Ellis Miller, un garçon âgé de 12 ans, est heurté à l'épaule par une orque nomade ou orque de Bigg (*Orcinus rectipinnus*) estimée de 25 pieds de long (7,6 m) alors qu'il nageait dans quatre pieds d'eau dans la baie Helm, près de Ketchikan en Alaska. En aucun cas ce garçon n'a été mordu ni même blessé par le cétacé. La baie est fréquentée par des phoques communs (*Phoca vitulina*) et il est probable, selon certains chercheurs (J. Ford & C. Marin, communication personnelle) que cette orque « chasseuse de mammifères marins » l'ait identifié à tort comme une proie éventuelle (Higdon, J.W. & Ferguson, H., 2014 ; Lopez A. & Esteban, R., 2021; The Associated Press, 2005).

Enfin, dernier cas d'incident direct entre une orque sauvage et un humain s'est passé le 10 février 2014 en Nouvelle-Zélande. Alors que Levi Gavin, 23 ans, effectuait des plongées en apnée pour récolter des crustacés et surtout des oursins appelés kina (*Evechinus chloroticus*) dans l'estuaire de Horahora, près de Whangarei, il fut tiré vers le bas pendant plus de 40 secondes par une orque qui s'était emparée du sac contenant les prises qui était attaché à son bras par une corde. La corde

rompit avec le choc et Levi décrocha sa ceinture de plomb et remonta aussitôt à la surface. Il perdit toute sensation dans son bras et ne pouvait plus nager, mais son cousin qui était à proximité partit à son secours pour le ramener sur la plage saine et sauf. Jo Halliday, spécialiste néo-zélandais des cétacés pense que cet incident ressemble plutôt à un enchevêtrement qu'à une attaque ciblée sur l'homme. Selon elle, l'orque aurait paniqué à la sensation de la corde et que le plongeur aurait été entraîné avec elle. Lorsque la corde s'est défilée, le cétacé n'a pas cherché à « attaquer » le plongeur, au contraire, il s'est éloigné (Kirby, D., 2014 ; Laird, L., 2022 ; Maas, A., 2022).

Les incidents impliquant des orques sauvages sur des embarcations.

Depuis plusieurs siècles, on note de par le monde, de nombreux incidents (ou accidents) de rencontres avec dégâts (aussi bien pour les embarcations que pour les animaux) entre les grands cétacés et les navires. Ces incidents – ou « carambaleinages » - sont, pour la plupart des cas des collisions accidentelles de voiliers ou de cargos avec des baleines (Dolman, S. et al., 2006 ; Ritter, F., 2012), parfois il s'agit d'accidents de sauts de grands cétacés sur des embarcations (Sylvestre, J.-P., 2024a) et sont quelquefois et carrément de sabordages volontaires (ou « d'attaques ») sur des navires (Chapuis, O., 1988 ; Philbrick, N., 2000 ; Sennepin, A., 2020 ; Sylvestre, J.-P., 2024c).

Dans ce dernier cas, ce sont le grand cachalot (*Physeter macrocephalus*) et les globicéphales (*Globicephala* sp.) qui en sont les auteurs. L'orque est parfois mentionnée dans les incidents maritimes, et cela – officiellement – depuis 1820 (Lopez, A. & Esteban, R., 2021). Le 20 novembre 1820, le navire baleinier trois mâts étasunien Essex est éperonné et coulé par un bad whale ou mad whale, c'est-à-dire un « cachalot combattant », (Sennepin, A., 2020) dans les eaux profondes et éloignées de 2000 miles des côtes sud-américaines (Philbrick, N., 2000 ; Sylvestre, J.-P., 2024c). Pendant dix-huit mois, à bords de trois baleinières avec des instruments de navigation rudimentaires, un minimum de vivres et d'eau, vingt hommes vont errer, souffrir, voir mourir pour certains, à la dérive dans le Pacifique Sud (Lebrun, D., 2015). Quelques jours après le naufrage, une des embarcations des naufragés aurait été éperonnée par une orque par des coups de tête et de queue et cette dernière aurait même « arraché un gros morceau » de la baleinière (Philbrick, N., 2000).

Les années 1950 sont marquées par deux incidents entre les orques et des navires de pêche.

Le premier eut lieu le long des côtes californiennes de Los Angeles en 1955. Malheureusement, nous ne possédons aucune donnée sur ce cas (Lopez, A. & Esteban, R., 2021).

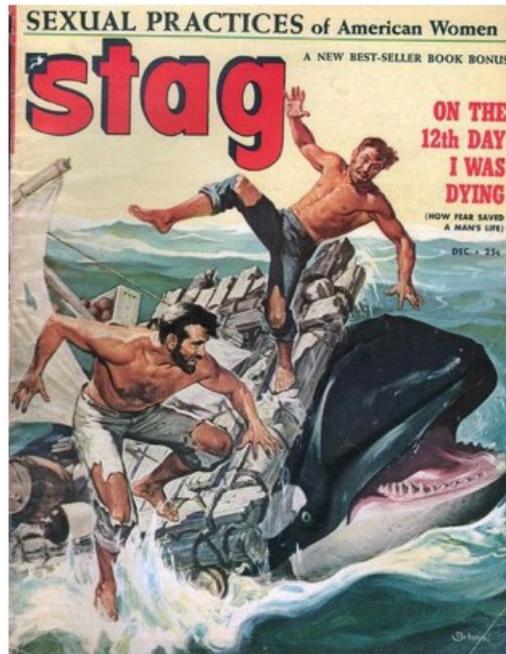
Le second eut lieu au large de Long Island (état de New York) dans l'Atlantique Nord en 1958. Une orque aurait « attaqué » le bateau de pêche Tiger Shark après que le pêcheur et propriétaire du navire avait harponné le cétacé. Après s'être libéré du harpon et du filin qui le reliait au navire, l'épaulard aurait poursuivi le navire pendant un certain temps et l'aurait soulevé « hors de l'eau » (Di Sciara, G.N., 1977).

En septembre 1962, Frank Brocato, le « collecteur » de cétacés pour le Marineland of the Pacific (Palos Verdes, Californie), et son assistant Boots Calandrino essayent de capturer des orques dans le détroit Haro (eaux côtières de San Juan - état de Washington) pour les envoyer à l'oceanorium californien. Ils suivent un couple d'orques nomades (ou orques de Bigg) en train de chasser des marsouins communs dans le détroit. Ils finissent par capturer au filet la femelle mais celle-ci s'entremêle dans les mailles, bloquant l'hélice et la propulsion du navire. Le mâle essaye de délivrer la femelle et commence par attaquer le bateau des collecteurs. Frank Brocato tue à la carabine Magnum 375 l'orque mâle puis achève en même temps la femelle. Le corps de la femelle est remorqué à Bellingham pour être pesé et mesuré. Frank Brocato conserve les dents et le corps est utilisé comme nourriture pour chiens (Kirby, D., 2012).

Au cours des années 1970, deux voiliers sont coulés par des orques.

Le 15 juin 1972, la coque de la goélette en bois Lucette (13 m de long) est endommagée par un groupe d'une vingtaine d'orques puis coule en cinq minutes à environ 320 kilomètres à l'ouest des Galapagos. Dougal Robertson et sa famille de cinq personnes s'en échappent à bord d'un radeau de sauvetage gonflable et d'un canot pneumatique. Après 38 jours de dérive, la famille Robertson est secourue à bord d'un thonier nippon au large du Costa Rica (Chapuis, o., 1988 ; Robertson, D., 2020).

Quatre ans plus tard, en 1976, l'équipage du voilier de course italien Guia III est engagé dans le Triangle Atlantique Saint Malo-Capre Town – Rio. Le 9 mars, le voilier est éperonné par une orque (qui évoluait dans un groupe de cinq individus) et coule en douze minutes au large des côtes brésiliennes. Les six membres d'équipage réussissent à s'échapper sur un radeau de sauvetage. Ni dans le cas de la Lucette, ni dans celui de Guia III, les cétacés n'ont montré aucune réaction d'agressivité face aux humains qui s'échappaient à quelques mètres d'elles.



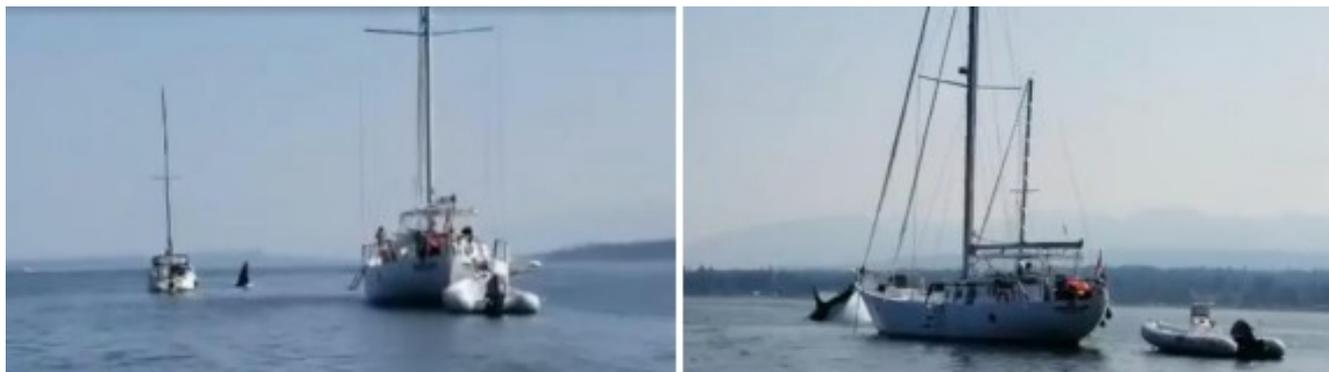
A. 4 : Couverture du magazine étatsunienne Stag parue dans la deuxième moitié du XXe siècle représentant une orque attaquant des naufragés à bord d'un radeau. Il s'agit d'une histoire complètement inventée, probablement fondée sur le cas de la famille Robertson en 1972 ou celui des naufragés de Guia III, mettant en scène une collision entre ce cétacé et les humains. (Archives : Orca, Canada).

Erich Hoyt en 1981 mentionne dans son ouvrage « Orca : The Whale called Killer » le cas d'une orque qui aurait « sauté » probablement accidentellement « sur la poupe d'un thonier à mât rétractable, causant de gros dégâts dans la zone du réservoir d'appâts ». Malheureusement, nous n'avons pas plus de données sur le lieu (probablement dans le Pacifique canadien ou étatsunien) et sur la date. On peut penser que cet incident se serait passé dans les années 1970.

Dans les années 1980, Michael Riddell, anciennement le directeur du Marineland d'Antibes, raconte dans un article de Voiles et Voiliers (Chapuis, O., 1988) l'histoire d'un marin sur un bateau de pêche norvégien des Lofoten qui avait tiré sur des orques pour les éloigner de ses filets. Selon ses dires, ces cétacés se méfiaient alors toujours de son navire muni d'un harpon à l'étrave et ne s'en approchèrent plus jamais. Mais, dans les jours qui suivirent, ils « attaquèrent » un autre chalutier de 18 mètres causant de graves avaries. Entre 2003 et 2005, il y aurait eu plusieurs incidents entre des navires et des orques dans les eaux côtières de l'île de Vancouver. Malheureusement, nous possédons peu de données sur ces cas (Lopez, A. & Esteban, R., 2021).

Toujours dans la même période et le même secteur géographique, entre 2001 et 2006, les autorités canadiennes ont enregistré des incidents entre la fameuse orque Luna et certaines embarcations (Lopez, A. & Esteban, R., 2021 ; Parfit, M. & Chisholm, S., 2013). Luna était une orque mâle, connu également sous l'appellation L98 ou sous son nom amérindien Tsu'xiit, qui a passé cinq années dans la baie de Nootka (côte ouest de l'île de Vancouver) à se familiariser avec les humains. Luna a causé des dommages importants à certains navires et s'est légèrement blessé dans des collisions avec des bateaux.

En 2010. Pendant le tournage du troisième épisode du documentaire de la BBC Frozen Planet, un groupe d'orques a été filmé dans le lagon Lugar desconocido de los hielos en Antarctique en train d'essayer de submerger le zodiac de 5,5 m de l'équipe de tournage. Les reporters avaient auparavant enregistré le groupe d'épaulards en train de chasser les phoques de la même manière. Il n'a pas été mentionné si l'un des membres de l'équipage avait été blessé dans la rencontre. La productrice de Frozen Planet Vanessa Berlowitz a décrit les orques comme étant très tolérantes à l'égard de la présence des cinéastes. Au cours des 14 jours, ils ont filmé plus de 20 attaques différentes sur des phoques, dont beaucoup ont été décrites par la productrice du documentaire, comme des exercices d'entraînement pour les jeunes du groupe (Lopez, A. & Esteban, R., 2021 ; Vanessa Berlowitz, communication personnelle, 2011). En 2014, une orque aurait endommagé un zodiac dans les eaux côtières norvégiennes. Là aussi, nous possédons peu de données (Lopez, A. & Esteban, R., 2021). Quelques années plus tard, le 17 juillet 2017, les autorités maritimes des États-Unis ont enregistré un incident entre des orques et un navire de pêche dans les eaux côtières de l'île Little Biorka, au Sud-Ouest de l'Alaska. En Juillet 2018, une orque mâle nomade (orque de Bigg *Orcinus rectipinnus*) connu sous l'appellation T73B est réputé pour ces étranges comportements dans les eaux côtières de l'est de l'île de Vancouver (mer de Salish, région de la vallée de Comox). En juillet 2018, il s'est amusé avec une ligne d'ancrage d'un voilier et à tirer l'embarcation sur des centaines de mètres sous les yeux de nombreux plaisanciers (Alberts, E.C., 2018).



A. 5 : L'orque de Bigg mâle T73B remorquant le voilier du couple Campbell (à gauche) et en s'éloignant du voilier après avoir joué avec (à droite). (Photos : courtoisie de Ara Stevenson).

On connaît deux autres cas d'incidents enregistrés en 2018 et 2020 dont nous possédons malheureusement très peu de données. Le premier s'est déroulé le 15 décembre 2018 en Nouvelle-Zélande et le second est une collision avec un « cargo » dans les eaux de Colombie-Britannique près de Vancouver le 20 juillet 2020 (Lopez, A. & Esteban, R., 2021).

Le cas des kayakistes.

Peu connus et moins communs, les incidents entre les cétacés et les kayakistes sont un phénomène moderne lié surtout à une nouvelle forme plus en plus tendance de l'écotourisme. On connaît quelques cas d'incidents entre les grands cétacés et les kayaks (Sylvestre, J.-P. 2024a) et seulement deux cas documentés concernent des orques tombant sur ou proche d'un kayak : événements enregistrés seulement dans les eaux pacifiques de l'Amérique du Nord.

Le premier cas date de 2014 et il est connu grâce à une vidéo diffusée sur internet (Qnimals 1, 2014) montrant une orque mâle mature de plus de 7 tonnes effectuant un saut près d'un kayakiste et retombant sur l'embarcation, entraînant le kayakiste et son embarcation dans sa chute. Quelques secondes après, l'homme apparaît à la surface et son kayak émerge à l'envers. Le kayakiste semble ensuite se porter bien physiquement. Malheureusement, nous ne possédons aucune donnée sur cet événement, et encore moins sur la location que l'on devine dans les eaux côtières nord-américaines du Pacifique (Colombie-Britannique au Canada ou l'état de Washington aux États-Unis).

Le deuxième cas, un peu plus documenté, s'est déroulé en août 2017 dans la mer de Salish, près de Courtenay, sur la côte est de l'île de Vancouver. Alors que Ken Heinrich et ses filles font du kayak près d'un groupe d'orques, une orque mâle mature de plus de 5 tonnes effectue subitement un saut à quelques mètres à l'avant du kayak de Ken Heinrich et retombe sur la surface, éclaboussant le kayakiste. Il n'y a eu aucun dommage si ce n'est une belle photo prise par Kalyssa, une des filles de Ken d'Heinrich (Brown, S., 2017 ; Ferreras, J., 2017).



A. 6 : Orque mâle mature sautant à l'avant du kayakiste Ken Heinrich dans la mer de Salish, près de Courtenay (côte est de l'île de Vancouver, Colombie-Britannique) en août 2017. (Photo : courtoisie de Ken Heinrich et Kalyssa Heinrich).

Nous n'allons pas parler dans ce rapport des nombreux incidents, qualifiés d'interactions par les scientifiques occidentaux, entre les navires et les orques ibériques qui ont débuté mystérieusement en 2020 dans les eaux côtières du Portugal, de l'Espagne et de la région de Gibraltar (Caminas, J.A. et al., 2018 ; Esteban, R., 2013 ; Lopez, A., et Esteban, R., 2021).

Plus de 400 incidents entre les orques et les navires ont été enregistrés par l'organisme espagnol GT Orca Atlantica dont 8 ou 9 navires (principalement des voiliers) ont été coulés. Ce dossier fort compliqué fera l'objet d'un Rapport Scientifique ORCA supplémentaire.

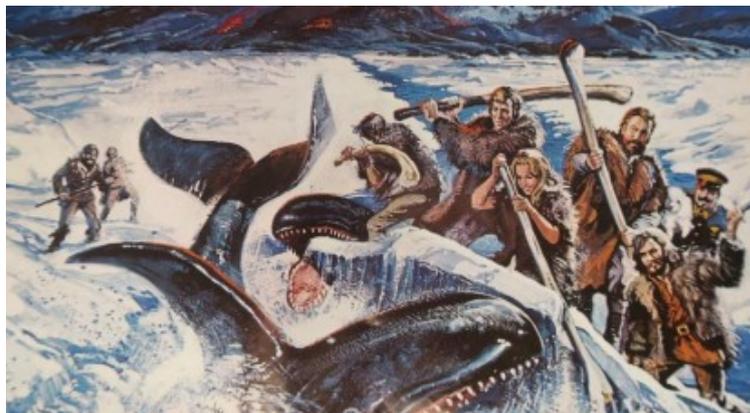
L'Humain ne fait pas partie du menu des orques.

Certaines légendes amérindiennes des tribus côtières de la Colombie-Britannique, notamment celle de Natsilane (Morris, E., 2011) tentent d'expliquer quelque chose de curieux à propos des orques : Elles n'attaquent pas les humains. La question est : Pourquoi pas ? à une échelle biologique simple, elles sont de grande taille et plus fortes que nous, ont des dents redoutables et sont carnivores. N'importe quelle créature marine - ou terrestres d'ailleurs – similaire pourrait voir les humains comme une nourriture, mais pas les orques. Les épaulards semblent suivre des règles qui vont au-delà de l'instinct de base et qui frôlent la culture. Les groupes se nourrissent, communiquent et naviguent différemment, de la même manière que le font les différentes cultures humaines de par le monde. Les cétologues ont assisté à des « cérémonies de salutation » entre les groupes (Morton, A., 2020). J'ai même assisté au Groenland à l'équivalent d'un enterrement. Il se peut très bien qu'au sein de la « culture des orques », il existe une norme sociale de ne pas s'en prendre aux humains.

Une autre explication pourrait-être que nous ne sommes tout simplement pas assez « savoureux » pour être inclus dans l'alimentation des orques. Nous savons d'ailleurs que chaque groupe d'orques présentent une « culture culinaire » très spécifiques (Hoyt, E., 1981 ; Pitman, R.L., 2011 ; Sylvestre, J.-P., 2006). Certains groupes d'orques ne mangent que du saumon, d'autres des raies et des requins, d'autres que des phoques ou des manchots, mais aucun groupe d'orques ne s'est spécialisé dans l'anthropophagie ! Les épaulards ont environ 11 millions d'années. Par rapport à ces cétacés, nous sommes une espèce relativement nouvelle sur la planète. Physiquement, nous ne sommes pas à la hauteur de ces prédatrices suprême, mais elles nous ont apparemment jugé dignes de coexistence.

De redoutables orques au cinéma.

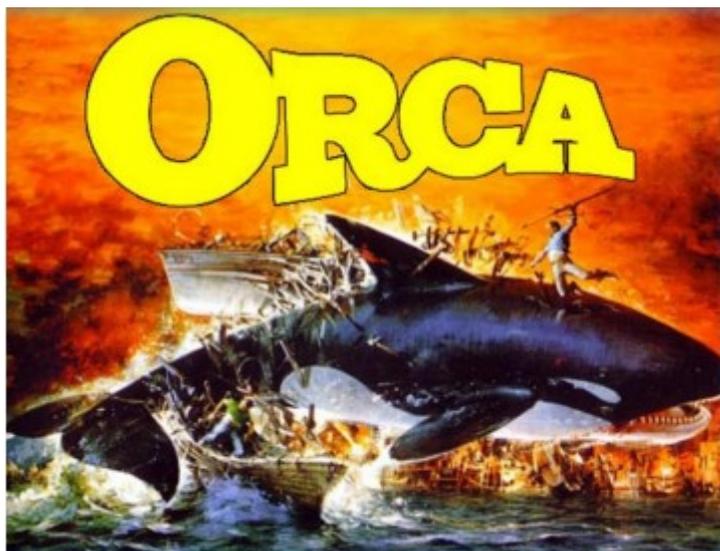
Présentement – et depuis les années 1990 - les orques ont été popularisées grâce à la trilogie Free Willy (Sauvey Willy) mais cela n'a toujours pas été de même avant cette période. Au cours des années 1970, le cinéma étasunien était parti en roue libre dans la diabolisation des épaulards (Sylvestre, J.P., 2006). Cela a commencé avec *The Island at the Top of the World* (L'île sur le Toit du Monde) en 1974, un film produit par les studios Walt Disney. Inspiré du roman de Ian Cameron *The Lost Ones*, il raconte l'histoire d'explorateurs à la recherche d'un fils disparu dans l'Arctique inconnu du XIXe siècle. Pourchassé par des Vikings, les explorateurs découvrent le mythique cimetière de baleines et échappent à leurs poursuivants en naviguant sur une banquise. C'est là que les orques rentrent en scène : un groupe d'épaulards attaque nos aventuriers qui se défendent en tapant sur les « monstres marins » à coups de côtes de baleines. Les naufragés sont ensuite sauvés par le capitaine français d'un dirigeable qui, par miracle, assiste de loin à la scène et tirent sur les cétacés.



A. 7 : L'attaque des orques sur les explorateurs. Illustration tirée de l'affiche du film L'île sur le Toit du Monde (The Island of the Top of the World) de Walt Disney en 1974. (Courtoisie Walt Disney Productions, Sackville Publ., London).

Un an plus tard, suite à la tendance du bestiaire fantastique au cinéma marqué par le film *Jaws* (Les Dents de la Mer) en 1975, d'autres animaux vont faire les frais d'une mauvaise réputation parmi les « ennemis publics numéro Un ». En 1977, le film italo-britannique *Orca : The Killer Whale* (titre français : *Orca*) du réalisateur Michael Anderson sort dans les cinémas en 1977. Contrairement à Bruce, le grand requin blanc des Dents de la Mer, Orca est très intelligente et ne tue, par vengeance, que certaines personnes impliquées dans une tragédie. En effet, le capitaine Nolan s'intéresse de plus en plus aux épaulards et décide de capturer un spécimen pour le revendre à un aquarium américain. Il blesse une femelle durant la capture qui décède aussitôt en mettant bas à un mort-né sur le pont du navire. L'orque mâle assiste à la scène et traque le Capitaine et son équipage jusqu'à les tuer. Orca ne connaît pas le succès des Dents de la Mer.

Les critiques cinématographiques sont négatives et signent définitivement l'arrêt des orques tueuses d'humains dans l'industrie cinématographique.



A. 8 : Affiches de Orca, film de Michael Anderson, 1977. Montrant une orque à la taille surdimensionnée (Photo et archives : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).

Les incidents en captivité.

Nous venons de voir que les orques - grandes prédatrices situées au sommet de la pyramide alimentaire dans le monde marin - sont quelquefois impliquées dans quelques incidents d'interactions - souvent nommer sous le terme « d'attaques » - avec les humains dans la nature. Toutefois, de telles agressions sont beaucoup moins fréquentes dans la nature qu'en captivité. Dans les oceanoriums et autres delphinariums, on a enregistré de nombreux incidents., souvent non mortelles entre le personnel des aquariums (principalement avec les dresseurs) et quatre mortels depuis les années 1970.

Les experts sont toujours divisés sur la question de savoir si les blessures et les décès étaient accidentels ou des tentatives délibérées de causer des dommages (Haq, H., 2010 ; Moris, E., 2011). Entre 1961 et 2024, au moins 234 orques (166 capturées dans la nature et 68 nées en captivité) ont été gardés en captivité dans 52 oceanoriums/delphinariums/aquariums/parcs zoologiques appartenant à 17 pays : États-Unis (14 instituts); Canada (5); Argentine (1); Brésil (1); Mexique (2); Islande (1); Angleterre (5); Allemagne (2); France (1); Espagne (3); Pays-Bas (1); Suisse (1); Russie (1); Hong Kong (10); Chine (3); Japon (9) et Australie (1). Sur les 166 orques capturées dans la nature depuis 1961 pour la captivité, 133 sont aujourd'hui mortes. A date du 24 mars 2024, selon l'organisme étasunien Whales and Dolphins Conservation (<https://us.whales.org>), 55 orques étaient vivants et maintenues en captivité (dont 22 ont été capturées dans la nature et 33 sont nés en captivité). Aujourd'hui, les oceanoriums qui possèdent des orques en captivité sont les trois Sea World aux États-Unis (Orlando, San Diego et San Antonio), le Marineland d'Antibes en France, le Loro Parque à Tenerife (îles Canaries, Espagne) , le Mosquarium en Russie, le Mundo Marino en Argentine, le Kamogawa Sea World, l'aquarium du Port de Nagoya et le Kobe Suma SeaWorld au Japon ; Chielong Ocean Kingdom, Shanghai Haichang Polar Ocean World et le Wuxi Changqiao Ocean Kingdom en Chine.



A 9: Spectacles d'orques en captivité. De gauche à droite et de haut en bas : Marineland d'Antibes (France), Aquarium du Port de Nagoya, Kamogawa Sea World (Japon) et Marineland de Niagara Falls (Canada). (Photos : J.P. Sylvestre).

Les incidents non mortels en captivité.

Depuis la maintenance des orques en captivité, les responsables des divers océanariums ont enregistré de nombreux incidents entre le personnel et surtout les dresseurs et les orques captives (Hoyt, E., 1981 & 1992). Ces incidents se déroulent aussi bien durant les entraînements que pendant les spectacles présentés au public. Le plus souvent, les orques agressent les dresseurs lorsque ces derniers nagent avec les cétacés (Hoyt, E. 1981 ; Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011 ; Kirby, D., 2012 ; Rose, N.A., 2011 ; Sylvestre, J.-P., 2010).

Il est impossible ici d'en faire la liste. Certains de ces incidents sont connus et répertoriés mais d'autres sont restés sous le silence. Selon l'agence fédérale étasunienne OSHA (Occupational Safety and Health Administration – Administration de la sécurité et de la santé au travail), il y aurait eu une centaine d'incidents entre orques captives et personne dans les trois Sea World étasuniens entre 1988 et 2009 dont une douzaine ont causé des blessures (Hargrove, J., 2015). Les agressions d'orques ont commencé en 1968 avec l'orque femelle Lupa à l'Aquarium de New York. Celle-ci aurait chassé un dresseur hors du bassin. Un an plus tard, l'orque femelle Kianu coinça l'entraîneur William Allen sur le côté du bassin du Marine World de Californie. Au cours des années 1970, on répertorie plus d'une quinzaine d'incidents dans les océanariums du monde entier principalement aux États-Unis, mais également au Canada (Aquarium de Vancouver) et en Angleterre (zoo de Dudley). Moins d'une dizaine d'incidents sont enregistrés dans les années 1980, la plupart dans les Sea World et deux au Sealand of the Pacific de Victoria au Canada. Les agressions s'enchaînent durant les années 1990 et le début des années 2000. Parmi ces incidents, certaines orques mordent ou saisissent les pieds de leurs dresseurs et les tirent vers le fond du bassin. Cela est arrivé par exemple en juillet 2002, en juillet 2004 et en novembre 2006 dans les Sea World, ainsi qu'en septembre 2008 au Marineland d'Antibes. Parfois les orques projettent l'entraîneur hors du bassin (juin 1999 au Sea World de San Diego) ou sautent tout simplement sur le dresseur alors que ce dernier est en train de nager (juillet 2004 au Sea World de San Antonio) ou bien en train de chevaucher une autre orque (novembre 1980 au Sea World de San Diego). Dans le dernier cas, le dresseur, John Sillick, s'en est tiré avec plusieurs interventions chirurgicales ; Son dos, ses hanches, ses côtes et ses jambes ont été gravement fracturées (Hargrove, J., 2015 ; Kirby, D., 2012).

En règle générale, les dommages causés lors de ces incidents dans les océanariums sont divers, cela va d'une simple égratignure à des points de sutures (145 points de suture à la jambe gauche pour Larry Lawrence après avoir été mordue par Nootka au parc marin californien Seven Seas au début des années 1970). Les orques captives les plus impliquées dans les incidents sont Tilikum (mâle, Sealand de Victoria puis Sea World d'Orlando); Nootka IV (femelle, Sea World d'Orlando); Haida II (femelle, Sea World de San Antonio); Kandu V (femelle, Sea World de San Diego); Kasatka (femelle, Sea World de San Diego); Hugo (mâle, Miami Seaquarium); Orky II (mâle, Sea World de San Diego); Orkid (femelle, Sea World de San Diego); Cuddles (mâle, Zoo de Dudley, Angleterre); Winston/Ramu III (mâle, Sea World de San Diego) et Kero (mâle, Sea World de San Diego et Loro Parque de Ténérife).

Les agents de la OSHA et certains cétologues américains estiment que ces récidivistes sont une source de danger qu'on ne peut pas ignorer. Ces orques récidivistes seraient, de par le monde, entre 12 et 60 individus seulement (Sylvestre, J.-P., 2010).



A. 10: Incident entre deux orques et le dresseur au Marineland d'Antibes (France) durant un spectacle photographié durant les années 1980. (Photos : courtoisie de Alain Van Landeghem).

Les incidents mortels en captivité.

C'est uniquement en captivité que les orques ont tué des Humains. Ces incidents ont fait 4 victimes dont trois en présence du public (Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011 ; Kirby, D., 2012 ; Rose, N. A., 2011 ; Sylvestre, J.P. 2010). Quatre orques sont responsables de ces incidents mortels dont une est impliquée dans trois de ces agressions mortelles.

Il s'agit de Tilikum (surnommé Tilly), une orque mâle capturé en pleine mer en Islande en novembre 1983 pour le parc aquatique canadien Sealand of the Pacific en Colombie-Britannique. Le 20 février 1991, la jeune formatrice à temps partiel et championne canadienne de natation Keltie Lee Byrne, 24 ans, serait tombée « accidentellement – selon les responsables du parc aquatique canadien - dans le bassin des orques du Sealand de Victoria. Les autorités canadiennes, quant à elles, pensent (après une enquête effectuée auprès des témoins oculaires) qu'elle aurait été attrapée au pied puis tirée dans l'eau par Nootka IV, une femelle islandaise (Hargrove, J., 2015 ; Kirby, D., 2012). Les deux autres orques présentes dans le bassin, à savoir la femelle Haida II et le mâle Tilikum se seraient relayées pour attraper Keltie et l'auraient noyé. Durant l'incident, les trois orques auraient donc empêché Keltie de s'échapper, bloquant continuellement son chemin et la traînant au centre du bassin. Il a fallu plusieurs heures avant que le corps de la jeune victime puisse être récupéré. Suite à cet « accident » le Sealand de Victoria a fermé ses portes en novembre 1992 et les orques de l'aquarium canadien, dont Tilikum, ont été vendues et transférées à la compagnie franchisée étasunienne Sea World (Hargrove, J., 2015).

La seconde agression mortelle se produit durant l'été 1999. Le 5 juillet, un homme SDF de Caroline du Nord du nom de Daniel Dukes, 27 ans, est retrouvé mort, complètement nu gisant sur le dos de Tilikum au Sea World d'Orlando (Hargrove, J., 2015). Une autopsie a révélé que l'homme était mort par noyade. Son corps était couvert d'ecchymoses, d'écorchures, de marques de morsures compatibles à celles effectuées par une orque et ses organes génitaux avaient été mordus et mangés par Tilikum, ce qui indique que cet orque mâle avait eu clairement un contact avec la victime (Kirby, D., 2012). Toutefois, il n'a pas été déterminé officiellement si Tilikum avait réellement causé la mort de Daniel Dukes. Les autorités policières de la Floride et le personnel du Sea World admettent que Dukes s'était apparemment caché dans le parc durant la fermeture, échappant ainsi à la sécurité du parc marin. Durant la nuit, il se serait entièrement déshabillé et serait rentré dans l'eau du bassin de Tilikum (Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011 ; Rose, N.A., 2011). L'autopsie n'a révélé aucune drogue dans son système. Aucun billet d'entrée à Sea World n'a été trouvé dans ses affaires prouvant que Dukes est rentré dans le parc par effraction (Sylvestre, J.-P., 2010). Les responsables du parc mettent en avant l'inconscience de la victime et insistent sur le fait que l'intrus avait dû délibérément escalader une barrière de plexiglas d'un mètre de hauteur ainsi que plusieurs barrières de sécurité pour descendre ensuite les marches du bassin.



A. 11: L'orque mâle Tilikum. De gauche à droite : Au Sea World d'Orlando en 2000 et en compagnie de la femelle Haida II au repos dans le bassin du Sea Land de Victoria en 1990. (Photos : J.P. Sylvestre).

Le 24 décembre 2009, Alexis Martinez, jeune dresseur de 29 ans, décéda lors d'une répétition d'un spécial de Noël au Loro Parque à Ténérife (Îles des Canaries, Espagne). Keto, l'orque mâle de 14 ans, né en captivité au Sea World d'Orlando et loué par ce parc étasunien à l'oceanorium espagnol, avait percuté le jeune dresseur à la poitrine, le rendant inconscient. Martinez était déjà noyé avant que ses collègues ne puissent venir le sauver. Le parc espagnol a affirmé à plusieurs reprises qu'il ne s'agissait pas d'une « attaque » mais d'un malheureux « accident » causé par des violent coups. Cependant, le parc espagnol a également décrit Keto comme n'étant « pas complètement prévisible ». Le rapport d'autopsie qui a suivi a révélé qu'Alexis est mort des suites de multiples fractures par compression et de déchirures de ses organes vitaux, avec des marques de morsures sur l'ensemble de son corps (Hargrove, J., 2015 ; Kirby, D., 2012). Selon les spécialistes des orques en captivité John S. Jett et Jeffrey M. Ventre, le décès de Martinez n'était pas accidentel (Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011). Martinez était considéré comme l'un des meilleurs entraîneurs et le plus expérimenté de Loro Parque où il travaillait depuis 2024 (Rose, N.A., 2011). Enfin, le dernier incident mortel, et de loin le plus connu et surtout le plus médiatisé dans le monde, est celui de la dresseuse étasunienne Dawn Brancheau au Sea World d'Orlando. Le 24 février 2010, après le spectacle principal, Tilikum, mal récompensé car il n'obéissait pas aux dresseurs, est dirigé vers un petit bassin destiné à l'animation des clients du restaurant du parc lors d'un mini-show appelé « Dine with Shamu » (Hargrove, J. 2015). Dawn Brancheau, 40 ans et 16 années d'expériences avec les orques, meurt après être entraîné au fond du bassin par Tilikum sous

les yeux des familles en train de se restaurer. Les responsables du Sea World ont déclaré que Tilikum avait attrapé la dresseuse par sa queue de cheval alors qu'elle était couchée dans quelques centimètres d'eau puis l'avait tirée dans la zone la plus profonde du bassin, la noyant. Cependant, dresseurs et membres du public ont toutefois déclaré que Tilikum avait entraîné Dawn Brancheau dans l'eau en mordant son avant-bras. L'autopsie de Dawn Brancheau démontre toutefois l'horreur qu'a subi cette dresseuse. Cette autopsie a révélé de multiples blessures contondantes à la tête et au cou, notamment une avulsion (arrachement) du cuir chevelu et un saignement associé du crâne, des lacérations du côté droit, des écorchures de la joue gauche, des fractures de la mandibule (mâchoire inférieure) avec lacération et hémorragie associées de la cavité buccale, une fracture d'une vertèbre cervicale, un saignement de la membrane externe de la moelle épinière et un ramollissement de la moelle épinière. Les blessures contondantes au torse comprenaient des écorchures du haut du dos à gauche, des fractures de trois côtes, une fracture du sternum, des lacérations du foie et du sang dans la cavité abdominale. Les bras et les jambes souffraient également d'écorchures, de lacérations et de contusions (ecchymoses), avec un arrachement complet du bras gauche et une luxation du coude et du genou gauches (Kirby, D., 2012). Comme pour le cas de Martinez, l'agression et la mort de Dawn Brancheau n'était pas du tout accidentelle selon John S. Jett et Jeffrey M. Ventre (2011).

Depuis l'incident de Dawn Brancheau, plus aucun dresseur n'était autorisé de nager avec les orques dans les océanoriums du monde. Considéré comme étant dangereux et imprévisible, Tilikum fut mis d'office « à la retraite », solitaire dans un petit bassin et utilisé comme mâle reproducteur en captivité par prélèvements de son sperm. Tilikum décéda en 2017 au Sea Word d'Orlando.

L'orque n'est-elle réellement dangereuse qu'en captivité ?

Aujourd'hui, on peut affirmer que les seuls cas d'incidents mortels d'orques sur les humains se sont produits dans des parcs animaliers. Le comportement des orques en captivité est complètement différent par rapport à celui observé chez les épaulards sauvages. Les orques captives sont montrées au public comme étant des « nounours qui font des tours » alors qu'elles sont de redoutables prédatrices des océans (Hoyt, E., 1992). Un changement de routine et l'ennui sont sûrement la cause de tels comportements agressifs envers leurs dresseurs. Ces cétacés seraient trop engagés dans la frustration au point de devenir fous. Elles sont maintenues dans des bassins en béton bien souvent peu profonds et grandement appauvris par rapport à la vie de leurs homologues en liberté. Elles sont confinées à vie dans de petits enclos acoustiquement morts où elles doivent vivre à proximité d'autres orques avec lesquelles elles ne partagent souvent aucune similitude ancestrale, sociale, culturelle et de communication. Les luttes intestines qui en résultent entre les orques captives sont exacerbées par le fait qu'elles n'ont pas d'endroits où s'enfuir, car le confinement ne permet pas d'offrir les options d'évasion spatiale qu'offrent les environnements naturels.

En conséquence, les conflits sociaux sont fréquents en captivité, y compris l'agression, au cours de laquelle certains individus sont attaqués et blessés, voire tués, généralement par des membres plus élevés sur l'échelle social présent dans le même bassin (Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011). En-dehors des spectacles et des entraînements, les orques captives s'ennuient et se laissent flotter, immobiles à la surface du bassin durant des heures. Dans la nature, ces cétacés passent leurs temps à voyager sur de longues distances, à repérer, poursuivre et tuer des proies.

En captivité, il faut les occuper et les stimuler, même les jours de relâche, sous peine de susciter de l'agressivité envers toute créature, y compris les humains (Rose, N.A., 2011). D'autre part, le régime alimentaire en captivité n'aide pas à stimuler l'énergie calorique de ces animaux. Elles ingurgitent une nourriture qualifiée de « charogne » par certains anciens dresseurs d'orques du Sea World (Hoyt, E., 1981 & 1992; Hargrove, J., 2015 ; Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011 ; Kirby, D., 2012 ; Rose, N.R., 2011). Ce régime alimentaire est constitué de poissons entiers congelés, souvent du hareng et de l'éperlan alors que dans la nature, elles mangent des espèces animales beaucoup plus riches en gras et en calories (saumons, thons, phoques, baleines, marsouins).



A. 12 : Les orques sont les plus grandes représentantes de la famille des dauphins (Delphinidés). Les mâles peuvent atteindre 10 m de long et peser jusqu'à 10 tonnes. Ces cétacés ne sont pas adaptés à la captivité. Les orques sont trop grandes et trop intelligentes pour être maintenues dans des bassins en béton, souvent trop petits pour ces animaux. De gauche à droite : orque femelle à l'Aquarium du Port de Nagoya (Japon) et groupe d'orques nomades dans les eaux de l'archipel des Kouriles (Russie). (Photos : J.-P. Sylvestre).

Un environnement clos et des structures sociales complètement artificielles peuvent, non seulement créer des tensions entre les orques dans un même bassin, mais aussi envers leurs dresseurs (Morton, A., 2020). Si les responsables des oceanoriums pensent (pour sauver la face) que ces incidents ne sont pas malveillants, mais plutôt un jeu qui échappe à tout contrôle, ce n'est pas l'avis de certains anciens dresseurs d'orques comme John Hargrove, ni des cétologistes étasuniens experts en épaulards John S. Jett, Jeffrey M. Ventre et Naomi R. Rose. Pour le spécialiste étasunien Howard Garrett de Orca Network de Greenbank, ces agressions en captivité doivent être prises très au sérieux car il est persuadé que ces épaulards savent exactement ce qu'ils font (Morris, E., 2011 ; Sylvestre, J.-P., 2010). Ce ne sont pas des agressions gratuites ou des « accidents » comme beaucoup de responsables d'aquariums s'obstine à le penser. En général, ces cétacés ne broient pas leur dresseur, ne leur brisent pas les os pour le plaisir. Elles se contentent de les rosser, la plupart du temps sans les tuer... Nous aurions affaire à des actes prémédités et après tout, tout ces animaux sont très intelligents et éprouvent des sentiments, comme nous !

Bibliographie .

- Alberts, E.C., 2018. *Playful wild orca steals an entire boat*. The dodo. www.thedodo.com, August 1 st, 2018.
- Alpers, A., 1960. *Dolphins : The Myth and the Mammal*. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Anonyme, 1972. *Surfer says whale bit him on the leg*. Lodi News-Sentinel, September 12, 1972, 12.
- Anonyme, 1996. *Keiko reminds man of whale attack*. Lodi News-Sentinel, January 17, 1996, 5.
- Barrett-Lennard, L., 2011. *Killer whale evolution : Populations, Ecotypes, Species*, Oh My! In : Whalewatcher, J. Am. Cetacean Soc., 40(1) : 48-53 pp.
- Benoiel, M., 1959-1960. On recherche : *Épaulard ou orque dit KILLER-WHALE...* Information contre X... L'Aventure sous-marine, 24 : 138-141 pp.
- Bright, M., 2000. *Man Eaters. An Enthralling Study of the Animals that Prey on Humans*. Robson Books, London. 296 p.
- Brown, S., 2017. *Breaching orca gives Vancouver Island kayaker's a thrill...* Vancouver Sun, August 29, 2017.
- Bryner, J., 2010. *Killer whales don't usually kill people*. Live Science.com, February 24, 2010.
- Bubas, R., 2009. *Orcas del Chubut*. Iara Fundaciòn. 127 p.
- Cabard P. & Chauvet, B., 1998. *L'étymologie des noms des mammifères*. Éveil Nature, Label d'éditions naturaliste, Saint-Yrieix sur Charente. 240 p.
- Caminas, J.A., et al., 2018. *Killer whale, Orcinus orca (Linnaeus, 1758) in the Strait of Gibraltar and interactions with Spanish tuna fisheries*. Addendum to the MoU ACCOBAMS 06320163LB 6410. 49 p.
- Caras, R.A., 1964. *Dangerous to Man. Wild Animals : A definitive study of their reputed danger to man*. Chilton, N.Y., 433 p.
- Chapuis, O., 1988. *Carambaleinages*. Voiles & Voiliers, 213 : 64-73 pp.
- Cherry-Garrard, A., 1922. *The Worst Journey in the World : Antarctic 1910-1913*. Constable and Company Lim., London.
- Craig, J.D., 1941. *Danger Is My Business*. Garden City Publ., Garden City, N.Y.
- Colby, J.M., 2020. *Learning to Love the Sea Wolves*. In : *Spirits of the Coast*. Royal BC Museum, Victoria : 94-104 pp.
- Craig, J.D., 1941. *Danger Is My Business*. Garden City Pub., Garden City, N.Y.
- Dahlheim, M.E. & Heyning, J.E., 1999. *Killer whale Orcinus orca (Linnaeus, 1758)*. In : *Handbook of Marine Mammals. Vol.3 : The Second Book of Dolphins and Porpoises*. Academic Press, San Diego : 281-322 pp.
- Di Sciara, G.N., 1977. *A killer whale (Orcinus orca L.) attacks and sinks a sailing boat*. *Natura*, Soc. Ital. Sci. nat., 68(3-4) : 218-220 pp.
- Doak, W., 1999. *The Friendly Killer*. Diver, August 1999.
- Dolman, S., et al., 2006. *Vessel collision and cetaceans : What happens when they don't miss the boat*. A WDCC Science Report, septembre 2006. 25 pp.
- Esteban, R., 2023. *Iberian Orca (Orcinus orca) photo-identification catalogue*. Friendship-orca Project, Fundaciòn Santander-CEMMA-GTOA. 70 pp. <https://www.orcaiberica.org/catalogo>.
- Ferreras, J., 2017. *It doesn't get more B.C. than an orca breaching in front of a kayaker's face*. Global News, August 29, 2017.
- Greathouse, T.L., 1960. « *Killer Whales* » *Skin Diver*, XI(1).
- Haq, H., 2010. *Sea World tragedy : How common are « killer whale » attacks ?* The Christian Science Monitor. February 25, 2010.
- Hargrove, J., 2015. *Beneath the Surface. Killer Whales, Sea World, and the Truth Beyond Blackfish*. Palgrave MacMillan, N.Y., 264 p.
- Hattori, T., 1975. *Killer whale attack on surfer : A case report*. The Journal of Bone and Joint Surgery.
- Hershkovitz, P., 1966. *Catalog of living whales*. U.S. Nat. Mus. Bull, Washington DC, 246. 254 p.
- Herzog, A., 1977. *Orca*. Ed. Ramsay, Paris. 266 p.
- Higdon, J.W. & Ferguson, S.H., 2014. *Inuit recollections of a 1950's Killer Whale (Orcinus orca) ice entrapment in*

- Foxe Basin, Nunavut, Canada. *Aqu. Mamm.*, 40(1) : 9-19 pp.
- Hoyt, E., 1979. *Diving with orcas*. Diver Magazine, The Canadian Underwater Authority, 5(8); 20- 23 pp.
- Hoyt, E., 1981. *Orca. The Whale Called Killer*. Elsevier-Dutton, N.Y., 226 p.
- Hoyt, E., 1992. *The Performing Orca – Why the Show Must Stop*. Whale and Dolphin Conservation Society, Bath, UK. 104 p.
- Jefferson, T.A., 2021. *Nomenclature of the dolphins, porpoises, and small whales* : a review and guide to the early taxonomic literature. NOAA Professional paper NMFS 21. 107 p.
- Jett, J.S. & Ventre, J.M., 2011. *Keto & Tilikum Rexpress the stress of orca captivity*. The Orca Project, 21 p.
- Kirby, D., 2012. *Death at Sea World, Shamu and The Dark Side of Killer Whales in Captivity*. David Kirby, N.Y., 467 p.
- Kirby, D., 2014. *Did a wild orca really attack a diver in New-Zealand*. Takepart. Com, March 20, 2014.
- Laird, L., 2014. *Orca unlikely to have attacked diver, says expert*. The New Zealand Herald, March 2, 2022.
- Le Brun, D., 2015. *Le mystère de la baleine blanche. Aux origines de Moby Dick*. Bibliomnibus Aventure.195 p.
- Lopez, A. & Esteban, R., 2021. *Preparation of a scientific study on the interaction of orca population (Orcinus orca) in the Strait of Gibraltar with vessels for the design and proposal of prevention, action and management measures*. Intemares, 88 p.
- Mäkeläinen, P., et al., 2014. *A comparison of pigmentation features among North Atlantic killer whale (Orcinus orca) populations*. J. Marine Biological Ass. United Kingdom. 1-7 pp.
- Maas, A., 2014. *Diver survives death spiral in whales attack*. New Zealand Herald on Sunday, February 22, 2014.
- Morin, P.A., et al., 2024a. *Complete mitochondrial genome phylogeographic analysis of killer whales (Orcinus orca) indicates multiple species*. Genome Research, Cold Spring Harbor Laboratory Press, genome.cship.org, 908-916 pp.
- Morin, P. A. et al., 2024b. *Revised taxonomy of eastern North Pacific killer whales (Orcinus orca) : Bigg's and resident ecotypes deserve species status*. Royal Society Open Science, 11:231368 : 23 p.
- Morris, E., 2011. *Why killer whales don't eat people : Where science and legend meet*. KQED, www.kqed.org, July 20, 2011.
- Morton, A., 2020. *À l'écoute des orques. Ma vie avec les géants de la mer*. Marabout, Science & Nature, Paris. 375 p.
- Norman, J.R. & Fraser, F.C., 1938. *Les géants de la mer. Requins, baleines, dauphins*. Payot, Paris. 417 p.
- Parfit, M. & Chisholm, S., 2013. *The Lost Whale. The True Story of an Orca Named Luna*. St. Martin's Press, N.Y. 330 p.
- Philbrick, N., 2000. *La véritable histoire de Moby Dick. Le naufrage de l'Essex qui a inspiré Herman Melville*. JCLattès, Paris. 350 p.
- Pitman, R.L., 2011. *Killer Whale : The Top, Top Predator. Whalewatcher*, Jour. Am. Cetacen Soc., 40(1). 67 p.
- Pointing, G., 1921. *The Great White South*. Duckworth and Co, London. 305 pp.
- Qnimals 1, 2014. *Orca incident: Crazy landing on a kayak! -orca jump incident* <https://www.youtube.com/watch?v=w2o7EaBEIEo>
- Ravaret-Wattel, C., 1909. *Atlas de poche des poissons de mer de la France et de la Belgique*. Bibliothèque de poche naturaliste – XVII, Paris. 257 p.
- Ricciuti, E.R., 1973. *Killers of the Seas*. Macmillan Publ., N.Y., 308 p.
- Richard, J., 1936. *Documents sur les Cétacés et Pinnipèdes provenant des Campagnes du Prince Albert 1er de Monaco*. Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur son yacht par Albert 1er Prince souverain de Monaco. Imprimerie de Monaco. 73 p.
- Ritter, F., 2012. *Collision of sailing vessels with cetaceans worldwide* : First insights into a seemingly growing problem. J. Cetacean Res. Manage, 12(1) : 119-127 pp.
- Robertson, D., 2020. *Survive the Savage Sea*. Sheridan House, Maritime Classics.
- Rose, N.A., 2011. *Killer Controversy. Why orcas should no longer be kept in captivity*. Human Society International & The Human Society of the United States, 16 p.
- Sennepin, A., 2020. *L'incroyable Victoire des cachalots dans la guerre contre les baleiniers au XIXe siècle*. Editions de l'Onde. 265 p.
- Spong, P., 1974. *The Whale Show*. In : Mind in the Waters. Scribners/Sierra Club, San Francisco : 170-185 pp.
- Shackleton, Sir Ernest, 1988. *L'Odyssée de « l'Endurance ». Première tentative de traversée de l'Antarctique (1914-1917)*. Phébus, Paris. 329 p.
- Sylvestre, J.-P., 2006. *Dans le sillage des orques*. Kameleo découverte, Paris. 164 p.
- Sylvestre, J.-P., 2010. *Faut-il garder des orques en captivité ?* 30 Millions d'Amis, mai : 66-68 pp.
- Sylvestre, J.-P., 2014a – *Si le chant des baleines s'éteignait : Menaces sur les mammifères marins*. Coll. Bibliothèque Sciences, Albin Michel, Paris. 332 p.
- Sylvestre, J.-P., 2014b – *Cétacés du Monde . Systématique, Éthologie, Biologie, Écologie, Statut*. Éditions Quae, Versailles. 320 p.
- Sylvestre, J.-P., 2024a. *Pourquoi les baleines sautent-elles ?* Espèces, 52 : 34-42.
- Sylvestre, J.-P., 2024b– *Une vieille croyance sur les orques tombe à l'eau*. Québec Science. Juin 24, p 11.

Sylvestre, J.-P., 2024c. *Les baleines peuvent-elles avaler les humains*. *Espèces*, 54 : 68-73 pp.
The Associated Press, 2005. *Killer whale bumps but doesn't bite boy*. *Juneau Empire*, August 19, 2005.
Walter, H. & Avenas, P., 2003. *L'étonnante histoire des noms des mammifères*. Robert Laffont, Paris. 486 p.
Würsig, B., 1989. *Ein Schwertwal griff mich an*. *Das Tier*, 24(3).

Annexe B

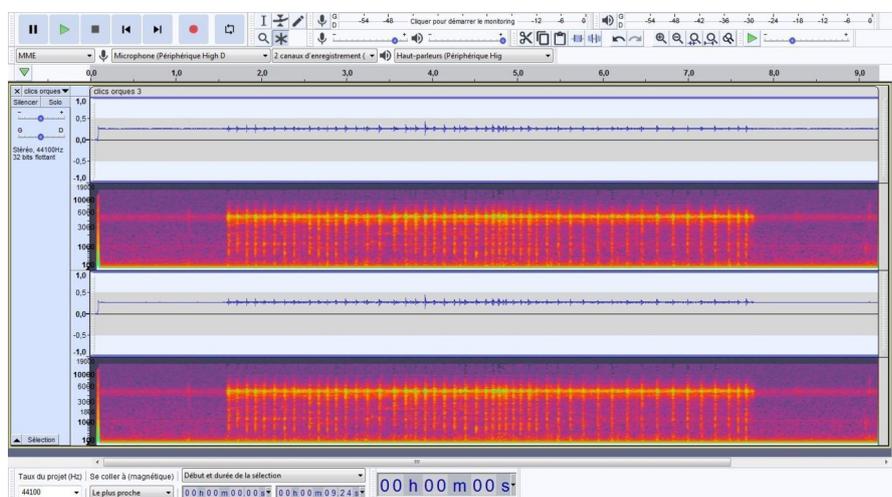
Procédure d'analyse des émissions sonores des clics, sifflements et chants, d'Orcinus orca.

A l'aide de l'échantillon de clics et chants enregistré au Canada (vers l'île de Vancouver), nous obtenons à l'aide du logiciel Audacity, une lecture et un spectre de l'émission sonore que l'on peut dilater pour examiner chaque clic et chant. On en déduit que l'orque module chaque clic en fonction de la sociabilité de chaque population et son environnement lors de l'approche d'une cible (proie, voilier, congénère, autre espèce) Pour l'instant nous n'avons pas exploité toutes les possibilités du logiciel (réverbération, filtres...) néanmoins, nous disposons de l'analyse de la distribution des fréquences des clics et des chants à l'aide d'une gaussienne.

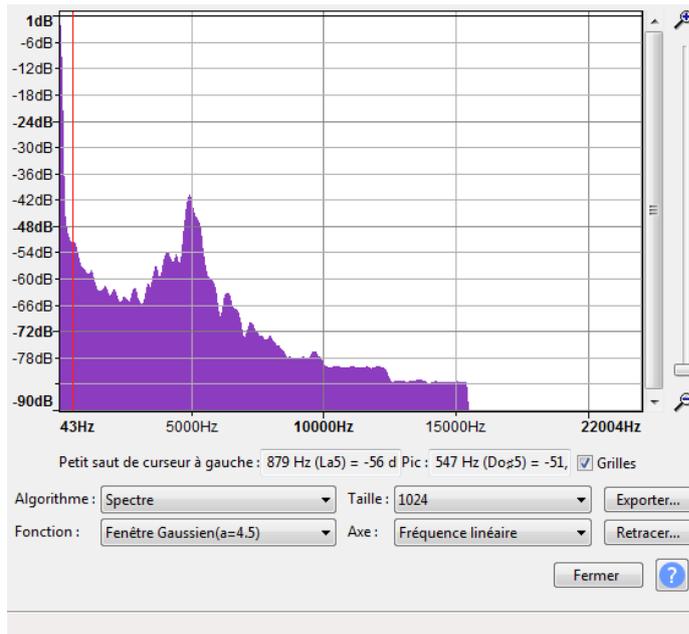
1. Analyse des clics.

Dans ce cas d'école qui nous sert de référence, le minimum de fréquence est de 86 Hz, la moyenne des pics de clics est de 5 000 Hz à 42 décibels, et un maximum à 15 000 Hz, ce qui rejoint la limite généralement admise de 10 000 Hz qui peut varier d'une population d'orques à une autre. Avec ces données, nous utilisons la fonction du modèle rayonnement noir adapté à la fréquence sonore moyenne de 5000 Hz, et nous simulons une interaction avec un safran factice pour obtenir une onde retour, par transformée, on obtient « une image » avec des pics significatifs que l'on pourra comparer avec efficacité, entre plusieurs enregistrements et celui du potentiel de bioénergie dépensé lors d'une interaction. Évidemment, la perception de l'orque est beaucoup plus compliquée au niveau du cerveau qui intègre d'autres fonctions vitales (visuelle, tactile, respiration, effort musculaire, métabolisme, stress...) que nous pourrions pondérer ou accentuer.

Il nous faudra analyser les fréquences moyennes émises par les orques Ibériques (clics, sifflements, autres ondes pulsées) pour observer les variations et les écarts autour de la fréquence moyenne lors d'une interaction, puis définir un coefficient d'adaptativité pour « voir » la zone de stress compensée à non compensée (En deçà de 86 Hz et au delà de 15000 Hz, cela peut devenir problématique pour l'orque). D'autre part, il faut s'attendre à des déplacements des fréquences par l'influence de la température de l'eau de mer (salinité, courant, météo, marées...) et d'autres émissions anthropiques qui peuvent modifier l'onde initiale et en retour...



B.1. Sur le logiciel Audacity, l'échantillon des clics a été enregistré en stéréo (9 secondes 24) on distingue la série des clics d'amplitudes différentes (bleu) et les fréquences (jaune).



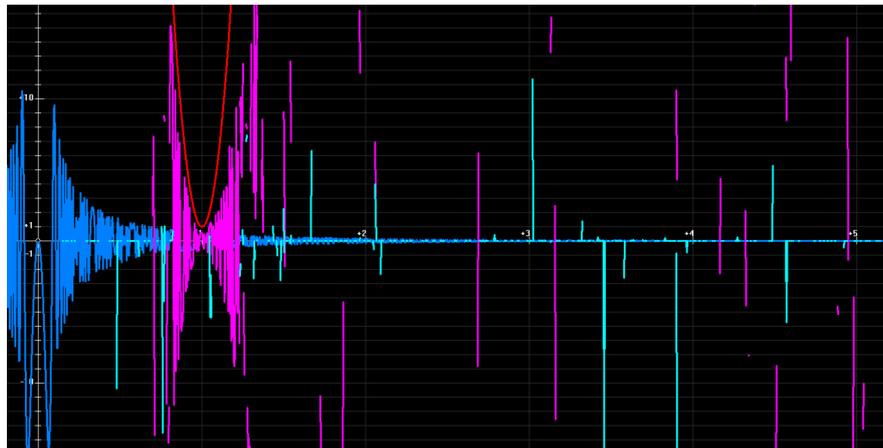
B.2. L'analyseur de fréquence nous donne la distribution des fréquences en Hz et la hauteur de l'émission en décibels, le niveau bas est de 86 Hz, la fréquence moyenne mobile est de 5 000 Hz (± 100 Hz, cet écart type est à confirmer) et le maximum de fréquence est de 15 000 Hz.

Nous pourrions aussi affiner les paramètres des cibles factices (coque et safran) pour trouver des solutions matérielles pour améliorer la sécurité de la navigation et préserver les mammifères marins. La fonction d'analyse par ondelette du modèle rayonnement noir est la suivante pour 5000Hz :

$$f(x) = \sin(5000x^3)/(e^x - 1)$$

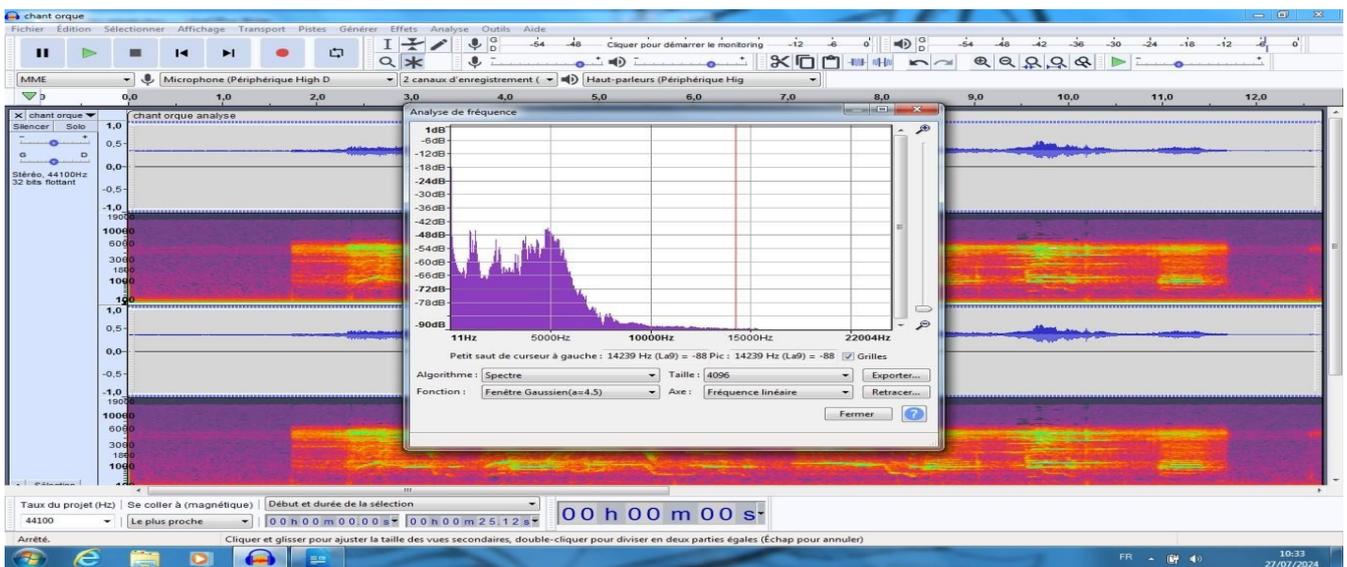
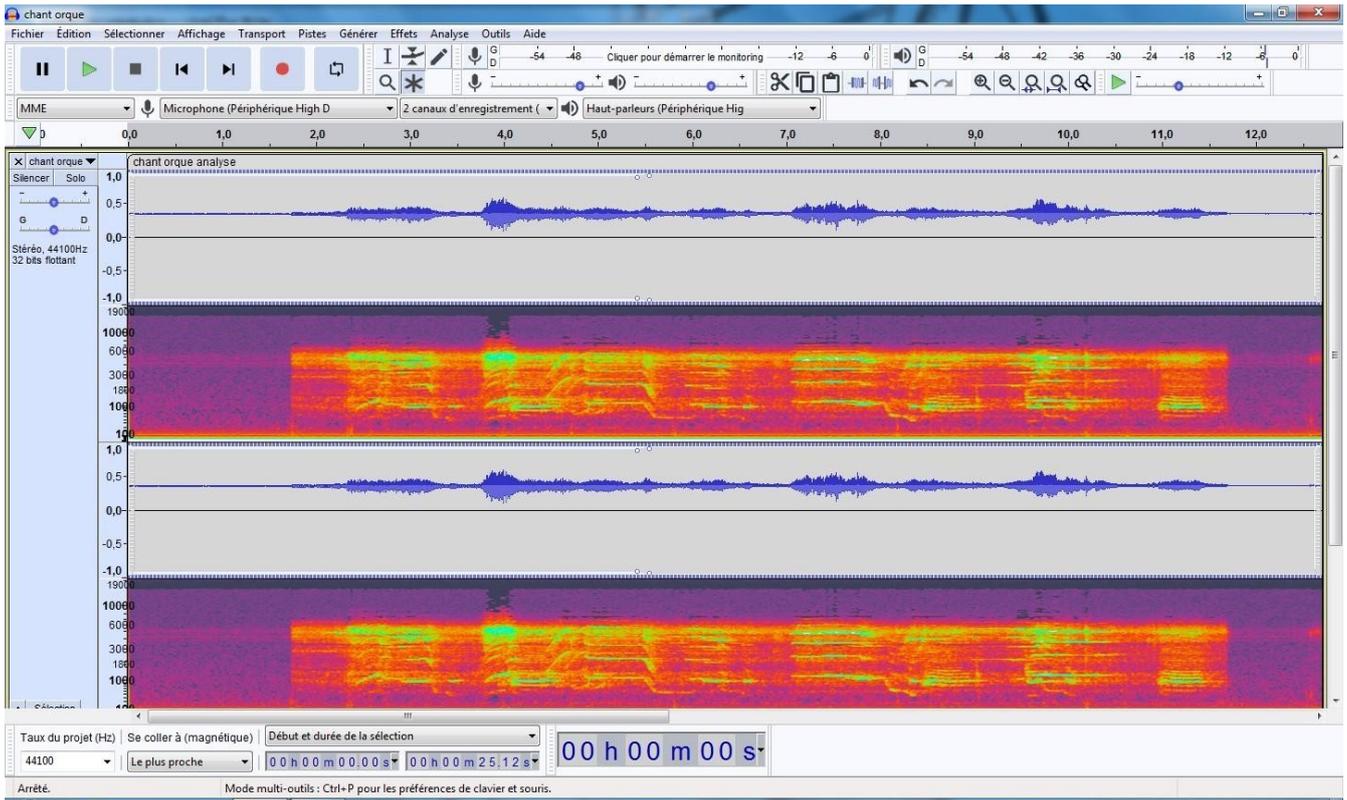
La fonction safran factice est modulable, le coefficient (± 500) permet de faire varier l'épaisseur du safran.

$$g(x) = 500(x-1)^2 + 1$$



B.3. A l'aide des fonctions ci-dessus, nous obtenons pour la fréquence moyenne de clics de 5 000 Hz, une onde sonore (en bleu) qui interagit avec le safran factice (en rouge). L'onde retour vers l'orque (en rose) lui renvoie « l'image » du safran perçue et analysée par son cerveau. Par transformée de cette ondelette (en vert), nous obtenons des minima et des maxima locaux dont nous pouvons définir précisément l'amplitude, la position et la durée, avec suffisamment de fiabilité pour comparer des enregistrements d'une série de clics lors d'une interaction, par rapport à l'onde de la dépense bioénergétique.

2. Analyse des chants.

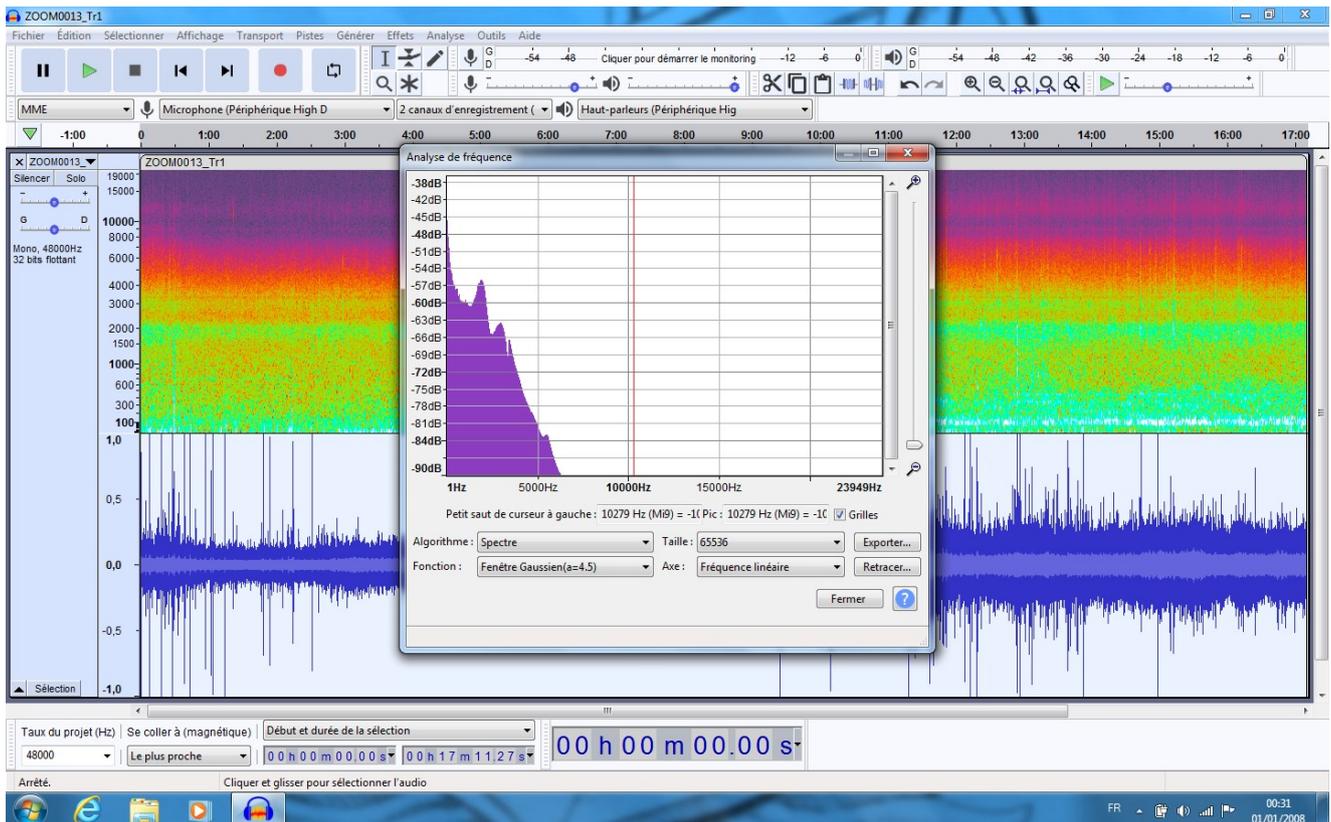


B.4. Diagramme d'analyse des chants.

Cet enregistrement correspond à une population d'Orques résidentes (Île de Vancouver) plus au sud que la précédente (clics), il dure 25 secondes, ce chant est une phrase composée de locutions, il y a une séquence de sons linéaires d'ajustement, puis à partir d'une amplitude maximum qui diminue, l'émission reste en plateau pendant quelques secondes avant de retomber, sur une même locution ce schéma sonore se répartit sur plusieurs fréquences, il se répète dans d'autres locutions en devenant plus linéaire jusqu'à la fin du signal. Ce type d'émissions sonores est certainement profitable aux échanges sociaux du groupe.

A titre indicatif, nous présentons le diagramme de l'émission sonore de bruits de navire et de dauphins enregistrée pendant la mission 2024. Le logiciel n'a pas analysé que les 300 premières secondes entre 1 et 5000 Hz entre 48 et 90 décibels.

Date	Heure	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)	Température (°C)	Météo	Vent (orientation - Vit Nd)	Houle (échelle de Beaufort)	Température de l'eau (°C)	Trafic maritime	Observations	N° du fichier
12/08/24	8h52	35,990096	-5,583561	4 m	MN	calme, beaux temps, brume partielle, 22 °C	Ouest / Sud-Ouest - 1	1	20 °C	intense de porte-conteneurs, couloir est face sud	bruit de moteur, présence de 4 dauphins communs	13



B.5. Analyse des bruits de navire en présence de 4 dauphins.

Bibliographie.

- Arneodo Alain, Argould Françoise, Bacry Emmanuel, Elezgaray Juan, Muzy Jean-François. *Ondelettes , multifractales et turbulences*. Diderot éditeur, 1995.
- Aubert, M., 1994. *La Méditerranée. La mer et les hommes*. CERROM, Revue Internationale d'océanographie médicale, Tomes 109 à 112, Les Éditions de l'Environnement, Paris. 488 p.
- Alcàntara, A., 2014 (a). Le grand dauphin dans la mer d'Alboran. *Projet POCREFEX-Alboran, Centre de Coopération pour la Méditerranée, UICN*. 2 p.
- Alcàntara, A., 2014 (b). Le dauphin bleu et blanc dans la mer d'Alboran. *Projet POCREFEX-Alboran, Centre de Coopération pour la Méditerranée, UICN*. 2 p.
- Alexandra, S., 2022. Mapping bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour in the Southern coast of Portugal. *Mestrado em Biologia da Conservação, Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia*. 61 p.
- Almeida, D.I.F., 2017. Distribution and habitat use of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Central and South West of Portugal mainland. *Mestrado em Biologia da Conservação, Universidade de Lisboa*. 69 p.
- Archer III, F.I. & Perrin, W.F., 1999. *Stenella coeruleoalba*. *Mammalian Species, Am. Soc. Mammalogists*, 603 : 1-9 pp.
- Bearzi, G., et al., 2003. Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal. Rev.*, 33(1): 224-252 pp.
- Bearzi, G., et al., 2004. *Conservation Plan for shortbeaked common dolphins in the Mediterranean Sea*. ACCOBAMS, Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area. 90 p.
- Bencatel, J., et al. (Ed.), 2019. *Atlas des Mamiferos de Portugal*. Évora. 271 p.
- Bompar, J.-M., 2000. *Les cétacés de Méditerranée*. Édisud, Aix-en-Provence. 188 p.
- Brito, C., 2012. Portuguese sealing and whaling activities as contributions to understand early Northeast Atlantic environmental history of marine mammals. *Intech open science/open minds*. <http://dx.doi.org/10.5772/54213>.
- Brito, C. & Sousa, A., 2008. The environmental history of cetaceans in Portugal : Ten centuries of whale and dolphin records. *Marine Animals and their Ecology, Oceanographic Environmental Research Society*, 6(9), 9 p.
- Brito, C., et al., 2008. Cetaceans' occurrence off the west central Portugal coast : a compilation of data from whaling, observations of opportunity and boat-based surveys. *J. Marine Animals and Their Ecology*, 2(1), 4 p.
- Brito, C., 2019. Beauties and Beasts : Whales in Portugal, from early-modern monsters to today's flagship species. *Arcadia, environment and society*. 21. [Doi.org/10.5282/rcc/8449](https://doi.org/10.5282/rcc/8449). 6 p.
- Caldwell, D. K. & Caldwell, M.C., 1972. *The World of the Bottlenosed Dolphin*. Living World, John K. Terres, Ed., Philadelphia. 156 p.
- Camphuysen, K. & Peet, G., 2006. *Walvissen en dolfijnen in de Noordzee*. Fontaine Uitgevers, Utrecht. 160 p.
- Canadas, A., et al., 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool : proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 15 : 495-521 pp.
- Canadas, A., Cebrian, D. & Requena, S. 2016. *Mer d'Alboran : Situation et conservation des cétacés*. PNUE/PAM-CAR/ASP, Tunis. 118 p.
- Chaline Jean, Nottale Laurent, Grou Pierre. *Des fleurs pour Shödinger, la relativité d'échelle et ses applications*. Ellipses, 2009.
- Chaline Jean, Nottale Laurent, Grou Pierre. *Les arbres de l'évolution*. Hachette, 2000.
- Collet, A., 1981. *Biologie du dauphin commun Delphinus delphis L. en Atlantique Nord-Est*. Thèse présentée à l'Université de Poitiers, U.E.R. des sciences fondamentales et appliquées. 156 p.
- Correia, A.M., et al., 2015. Cetacean occurrence and spatial distribution : Habitat modelling for offshore waters in the Portuguese EEZ (NE Atlantic). *J. Marine Systems*, 143 ; 73-85 pp.
- Correia, A.M., et al., 2019. A dataset of cetacean occurrences in the Eastern North Atlantic. www.nature.com/scientificdata, 6(177) : 1- 8 pp.
- Cyrlnick Boris, sous la direction de. *Si les lions pouvaient parler, essais sur la condition animale*. Editions Gallimard, 1998.
- Darwin Charles, *Esquisse au crayon de ma théorie des espèces (Essai de 1842) précédé de Patrick Tort « Un manuscrit oublié »*, ICDI, Éditions Slatkine.
- De Beaumont Gérard, *Guide des vertébrés d'Europe*. Delachaux et Niestlé, 1973.
- De Castro, J.M.C., 2010. *Characterization of Cetaceans in the South coast of Portugal between Lagos and Cape Sao Vicente*. Universidade de Lisboa. 43 p.
- Delay Jean, Pichot Pierre, *Psychologie*. Masson, 1984.
- De Stephanis, R. et al., 2008. Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to oceanographic context. *Mar. Ecology Prog. Ser.*, 353 : 275-288 pp.

- Di-Méglio, N., Romero-Alvaraez, R. & Collet, A., 1996. Growth comparison in striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, from the Atlantic and mediterranean coasts of France. *Aqu. Mamm.*, 22(1):11-21 pp.
- Di Sciara Demma, N., 1994. *Guida dei Mammiferi Marini del Mediterraneo*. Franco Muzzio Editore, Padova. 262 p.
- Di Sciara, G.N., *et al.*, 2003. The fin whale *Balaenoptera physalus* (L. 1758) in the Mediterranean Sea. *Mammal Rev.*, 33(2) : 105-150 pp.
- Do Couto Damien, *Evolution géodynamique de la Mer d'Alboran par l'étude des bassins sédimentaires*, Sciences de la Terre. Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, 2014.
- Duguy, R. & Robineau, D., 1973. Cétacés et phoques des côtes de France. *Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime* (Supplément, juin), 93 p.
- Duguy, R. & Robineau, D., 1982. *Guide des mammifères marins d'Europe*. Delachaux & Niestlé, Lausanne. 200 p.
- Evans, W.E., 1994. Common dolphin, White-bellied porpoise *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758. In : *Handbook of Marine Mammals. Vol.5, The First Book of Dolphins*. San Diego : 191-224 pp.
- Farenc, P., 1982. *Les cétacés en Méditerranée*. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, Université Paul Sabatier de Toulouse. 63, 93 p.
- Fernández, R., *et al.*, 2011. Fine-scale genetic structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Atlantic coastal waters of the Iberian peninsula. *Ecosystems and Sustainability*, 670, 111-125 pp.
- Fraser, F.C., 1976. *British Whales, Dolphins & Porpoises*. British Museum (Natural History), London. 34 p.
- Gampbell, R., 1985. Fin whale *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758). In : *Handbook of Marine Mammals*, Vol. 3, Academic Press, London, 171-192 pp.
- Gauffier, P., *et al.*, 2018. Contemporary migration of fin whales through the Strait of Gibraltar. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 588 : 215-228 pp.
- Garcia-Martinez, J., *et al.*, 1999. Genetic differentiation in the striped dolphin *Stenella coeruleoalba* from European waters according to mitochondrial DNA (mtDNA) restriction analysis. *Molecular Ecology*, 8 : 1069-1073 pp.
- Giménez, J., *et al.*, 2018. Living apart together : Niche partitioning among Alboran Sea cetaceans. *Ecological Indicators*, 95 : 32-40 pp.
- Girard, C., 2017. *Guide illustré de la faune de Méditerranée. Poissons, Céphalopodes, Tortues et Mammifères*. Mediterranean, 208 p.
- Gnone, G., *et al.*, 2023. Cetaceans in the Mediterranean Sea : Encounter rate, dominant species, and diversity hotspots. *Diversity* 15 : 30 p.
- Grau, E., Aguilar, A. & Filella, I.S., 1980. Cetaceans stranded, captured or sighted in the Spanish coasts during 1976-1979. *Bull. Inst. Cat. His. Nat.*, 45 (Soc. Zool., 3) : 167-179 pp.
- Guillaume-Alonso, Araceli, "Trois mille ans de pêche au thon dans les madragues andalouses. L'Histoire et ses outils", Rédaction Mer et Marine, 05/05/2022 ;
- Guille-Escuret Georges, *Les Sociétés et leurs natures*. Armand Colin, 1989.
- Hanninger, E.-M., *et al.*, 2023. Injuries in cetaceans in the Strait of Gibraltar: an update for the period 2016-2020. *J. Cetacean Res. Manage.* 24 : 143-160 pp.
- Hanquiez V., *Analyse morpho-sédimentaire du Golfe de Cadix*, Laboratoire de Sédimentologie , Département de géologie et d'Océanographie UMR 5805-EPOC, 2002.
- Harzen, S., 1998. Habitat use of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary, Portugal. *Aqu. Mamm.*, 24-3 : 117-128 pp.
- Hercelin, L., 2024. *Mission orque péninsule ibérique 2024. Analyse de trois zones en péninsule ibérique*. Mémoire de stage, EGPN Montpellier. 60 p.
- Herr, H., *et al.*, 2020. Injuries, malformations, and epidermal conditions in cetaceans of the Strait of Gibraltar. *Aqu. Mamm.* 46(2):215-235 p.
- Hussenot, E. & Prieur, D., 1984. *Mammifères et Oiseaux de nos Côtes*. Éd. Maritimes & D'Outre-Mer, Paris. 191 p.
- Jefferson, T.A., *et al.*, 2015. *Marine Mammals of the World. A Comprehensive Guide to Their Identification*. Academic Press, Amsterdam. 608 p.
- Leatherwood, S., Caldwell, D.K. & Winn, H.E., 1976. *Whales, Dolphins, and Porpoises of the Western North Atlantic. A Guide to Their Identification*. NOAA Technical Report NMFS CIRC-396, Seattle. 176 p.
- Laborit Henri, *Les comportements*, Masson et Cie, 1973.
- Leroi-Gourhan et Al, *La préhistoire*. Puf, 1968.
- Lopez, A., *et al.*, 2002. Trends in strandings and by-catch of marine mammals in northwest Spain during the 1990s. *J. Mar. Bio. Ass. U.K.*, 82, 3916 : 1-9 pp.
- Lopez, A., *et al.*, 2004. *Distribution patterns of small cetaceans in Galician waters*. *J. Mar. Bio. Ass. U.K.*, 84(1): 283-294 pp.
- Lorenz Konrad, *L'agression*, Flammarion, 1963.
- Loy, A., *et al.*, 2011. *Craniometric variation of some Mediterranean and Atlantic populations of Stenella coeruleoalba* (Mammalia, Delphinidae) : A three-dimensional geometric morphometric analysis. *Mar. Mamm. Sci.*, 27(2): E65-E78 pp.

- Mareš, N., 2012. Le détroit de Gibraltar dans la mondialisation des transport maritimes. *EchoGéo, Du littoral à la haute mer : quelles recherches récentes en géographie ?* 19/2012. 15 p.
- Marina, S., 2009. Progress report on cetacean research, January 2008 to December 2008, with statistical data for the calendar year 2008. *Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade*. 15 p.
- Martinho, F., et al., 2015. Structure and abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in coastal Setúbal Bay, Portugal. *Marine Biology Research*, 11 (3) : 144-156 pp.
- Marti C.-P., *Recherche pour la commission PECH– La pêche sur la côte atlantique de l’Andalousie, Parlement européen*, Département thématique Politiques structurelles et de Cohésion, Bruxelles.
- Mayr Ernst, *Populations, espèces et évolution*, Herman, 1969.
- Mayr Ernst, *Histoire de la biologie*, Fayard, 1982.
- Mörzer Bruyns, W.F.J., 1971. *Field Guide of Whales and Dolphins*, Uitgeverij tor, Amsterdam. 258 p.
- Murphy, S., et al., 2006. *Taxonomic status and geographical cranial variation of common dolphins (Delphinus delphis) in the eastern north Atlantic*. *Mar. Mamm. Sci.*, 22(3) : 573-599 pp.
- Norman, J.R. & Fraser, F.C., 1938. *Les Géants de la Mer. Requins. Baleines. Dauphins*. Payot, Paris. 425 p.
- Perrin, W.F. et al., 1994. Striped dolphin *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833). In : *Handbook of Marine Mammals*, Vol 3, Academic Press, London : 129-159 pp.
- Pierce, G.J., et al., 2010. *Trends in cetacean sightings along the Galician coast, north-west Spain, 2003-2007, and inferences about cetacean habitat preference*. *J. Mar. Bio. Ass. U.K.*, 90 : 1547-1560 pp.
- Poupard Marion, *Contributions en Méthodes Bioacoustiques Multiéchelles Spécifiques, Populationnelles, Individuelles et comportementales*. Université de Toulon, UFR Sciences et Techniques, 2020:
- Reiner, F., 1981 (a). *Guia de Identificação dos Cetáceos e Focas de Portugal Continental, Açores e Madeira*. *Mem. Mus. Mar, Cascais*, 1(11) : 1-59 pp.
- Reiner, F., 1981 (b). Nota sobre a Ocorrência de um Cachalote-anão, *Kogia breviceps*, 1838, na Praia de Salgueiros vila nova de Gaia. *Mem. Mus. Mar, Cascais*, 2(15) : 1-12 pp.
- Raveret-Wattel, C., 1909. *Atlas de Poche des Poissons de Mer de la France et de la Belgique avec leur description, mœurs et organisation*. Librairie des sciences naturelles, Paul Klincksieck, Paris. 258 p.
- Reynolds III, J.E., Wells, R.S. & Eide, S.D., 1952. *The Bottlenose Dolphin. Biology and Conservation*. University of Florida, Gainesville. 289 p.
- Ridoux, V., et al., 2000. *Études et conservation des mammifères marins de Bretagne*. Laboratoire d’Étude des Mammifères Marins, Océanopolis, Brest. 144 p.
- Ríos, Roman, “L’almadraba commence la saison de capture du thon rouge sauvage”, EFEAGRO, 19/04/2024
- Rouquette Claude, *Les basses énergies biologiques*, Editions Universitaires Européennes, 2022.
- Rouquette Claude, *La septième corde*, Editions Universitaires Européennes, 2024.
- Sousa, A. & Brito, C., 2012. s. *Historical strandings of cetaceans on the Portuguese coast : anecdotes, people and naturalist*. *Marine Biodiversity Records*, 5 : 1-8 pp.
- Strinati P. et Aellen V., *Guide des grottes d’Europe*. Delachaux et Niestlé, 1975.
- Sylvestre, J.P., 1985(a). *Distribution of the striped dolphin, Stenella coeruleoalba, off the French Coasts*. *Lujana*, 2 : 47-64 pp.
- Sylvestre, J.-P., 1985(b). *Geographical variation of the striped dolphin, Stenella coeruleoalba, in Western Mediterranean*. *Lujana*, 2 : 65-86 pp.
- Sylvestre, J.P., 1997 – Cétacés en Méditerranée. *Cols bleus* 2380 :9-14 ; *Cols bleus* 2381 :8-11.
- Sylvestre, J.-P., 1998. *Guide des Mammifères Marins du Canada*. Broquet, Montréal. 330 p.
- Sylvestre, J.-P., 2009. *Le grand dauphin et ses cousins*. Coll. Les sentiers de la nature, Delachaux & Niestlé, Paris ; 192 p.
- Sylvestre, J.-P., 2014. *Cétacés du monde. Systématique, éthologie, biologie, écologie, statut*. Éd. Quae, Versailles. 320 p.
- Sylvestre, J.-P., 2017. *Les baleines et autres cétacés du Saint-Laurent*. Les Éd. GID, Québec. 202 p.
- Tort Patrick, *La Pensée hiérarchique et l’Evolution*. Paris, Aubier, 1983.
- Tort Patrick, *Dictionnaire du darwinisme et de l’évolution*. Paris, puf, 1996, 3 vol.
- Tort Patrick, *L’effet Darwin, sélection naturelle et naissance de la civilisation*. Editions du Seuil, 2008.
- Tort Patrick, *Pour Darwin*. Puf, 1997.
- Vella, A., et al., 2021. The conservation of the endangered Mediterranean common dolphin (*Delphinus delphis*) : Current knowledge and research priorities. *Aquatic Conserv. : Mar. Freshw Ecosyst.*, 31(S1) : 110-136 pp.
- Vély Michel, *Les Baleines à bosse du banc d’Anguilla*. Megaptera, 2020.
- Viale, D., 1985. *Cetaceans in the northwestern mediterranean : Their place in the Ecosystem*. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 23 : 491-571 pp.
- Watson, L., 1981. *Sea Guide to Whales of the World*. Hutchinson, London. 302 p.
- Wells, R.S. & Scott, M.D., 1999. *Bottlenose Dolphin Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). . In : *Handbook of Marine Mammals. Vol.6, The First Book of Dolphins*. San Diego : 137-182 pp.

Illustrations.

Page de couverture.

0. Ancre de marine, carte marine, orque, logo Green Armada.

Introduction.

0.1. Voilier « Alpha » ketch, modèle Coronado 35.

0.2. Instituts et organismes de soutien à la mission Orques Ibériques 2024.

Chapitre 1. Photographies de Jean-Pierre Syvestre ©.

1.1. Orcinus orca, Kamchatka – Govenia.

1.2. Orque ou Epaulard – Orcinus orca (Linné, 1758).

1.3. Crâne et mandibule Orcinus orca.

1.4. Mandibule supérieure et dents d'Orcinus orca.

1.5. Orque sous l'eau.

1.6. Mâchoire inférieure et dents coniques.

1.7. Femelle orque et son Baleineau.

1.8. Groupe d'orques.

Chapitre 2. Cartographie et illustrations par Laurie Hercelin et Camille Planes.

2.1. Cartes des interactions des zones 1 et 2, La Corogne - Vigo - Santa Maria Da Feira.

2.2. Cartes des interactions des zones 3, Ilavaho - Mafra, et 4, Louvenhã - Porto La Bascas.

2.3. Cartes des interactions des zones 5, Cercal - Lagos, et 6, Cercal - Cornil de La Frontera.

2.4. Cartes des interactions des zones 7, Conil de la Frontera - Playo de Bolonia,

2.5. Carte des interactions de la zone 8, Zaraha de los Atunes - Gibraltar .

2.6. Cartes des zones 9, Gibraltar – Marbella, et 10, Marbella – Malaga.

Chapitre 3.

3.1. Carte nautique, tracé de la route parcourue par le voilier *Alpha* de la Corogne (Espagne) à Torre del Mar (Espagne).

3.2. Dispositif d'écoute et d'enregistrement sonores (zoomH6) équipé d'un hydrophone (SQ28/AMS-24 avec micro H1A).

3.3. Le matériel se compose d'un micro hydrophone Aquarium H1A, d'une interface Zoom AMS-24 ou équivalent, d'un enregistreur Zoom H16, et d'un amplificateur Honey H-Tone.

3.4. Camille Planes aux jumelles, observateur secteur bâbord.

3.5. Appareil photographique Nikon D 700 et Go Pro 12.

3.6. Emplacement des degrés pour le positionnement des observations.

3.7. Classification de l'échelle de Beaufort.

3.8. Méthode d'observation pour deux observateurs en position dans le poste de manœuvre extérieur.

3.9. Fiche d'observation à remplir avec les différents paramètres.

3.10. Aperçu du catalogue d'identification d'orques en péninsule ibérique de GT-Orca Ibérica.

3.11. Flacon d'échantillon numéroté de prélèvement d'eau de mer de 20 ml et gaffe de bateau, à droite.

3.12. Fiche des données de prélèvement d'eau de mer (ADN environnemental) à remplir, avec les différents paramètres.

3.13. Protocole détaillé, échantillonnage ADN environnemental.

Chapitre 4.

4.1. Carte des observations entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) durant la navigation sur le voilier Alpha du 1^o Juillet au 20 juillet 2024. Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada.

4.2. Relevés des espèces de cétacés observés dans la zone 1, transit sur les côtes ouest Atlantique de l'Espagne et du Portugal, du Cap Finisterre au Cap Saint-Vincent. En rouge, contrainte sélective des températures.

4.3. Effectif par espèce de cétacés entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) durant la navigation sur le voilier Alpha du 1^o juillet au 20 juillet 2024.

4.4. Graphique du nombre d'occurrences en fonction du nombre d'individus présents par observation pour le Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) entre Vigo et Lagos en juillet 2024 sur le voilier Alpha.

4.5. Bathymétries et distances des observations de cétacés entre Vigo (Espagne) et Lagos (Portugal) durant la navigation sur le voilier Alpha du 1^o juillet au 20 juillet 2024.

- 4.6. Graphique du nombre d'occurrences de Dauphin commun à bec court, *Delphinus delphis* (Linné, 1758) en fonction de la distance des côtes en mille nautique (MN), entre Vigo et Lagos en juillet 2024 sur le voilier Alpha. (Un mille marin équivaut à 1 852 mètres).
- 4.7. Carte des observations sur le voilier Alpha durant la navigation entre Lagos (Portugal) et Gibraltar (Espagne/Angleterre), août 2024. Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada.
- 4.8. Relevés des espèces de cétacés observés dans la zone 2, Cap Saint-Vincent, golfe de Cadix, Tarifa, accès ouest-Atlantique au détroit de Gibraltar.
- 4.9. Carte des observations sur le voilier Alpha durant la navigation entre Gibraltar (Espagne/Angleterre) et Torre del Mar (Espagne) août 2024. Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada.
- 4.10. Relevés des espèces de cétacés observés dans la zone 3, accès est-Méditerranée au détroit de Gibraltar, mer d'Alboran, Marbella, Malaga.
- 4.11. Relevés acoustiques.
- 4.12. Relevés eau de mer.

Chapitre 5.

- 5.1. Qu'elles sont les causes des interactions des orques envers les voiliers ?
- 5.2. Modèle évolution *Orcinus Orca*, la gaussiennes de la tendance évolutive des Orques nous donne au centre, la valence écologique moyenne viable (zone ombrée) subit les points d'inflexion (vert) des contraintes sélectives (barres rouges verticales) qui définissent les zones compensées et surcompensées.
- 5.3. Squelette d'Orque (*Orcinus Orca*) © Jean-Pierre Sylvestre, notez les disproportions entre le crâne, les membres antérieurs et la cage thoracique par rapport à la colonne vertébrale.
- 5.4. Crâne d'Orque, sur lequel, le melon canalise et discrimine l'émission des signaux acoustiques vers la proie, en retour le signal de réception parcourt la mâchoire inférieure vers l'oreille et la zone auditive du cortex © Jean-Pierre-Sylvestre.
- 5.5. Sur ce schéma ultramétrique élémentaire, le coefficient d'adaptativité à l'origine est estimé à 0,29 (pente de la courbe d'ordre 2, trait rouges), condition initiale de l'évolution d'*Orcinus orca*.
- 5.6. Groupe d'orques en formation resserrée © Jean Pierre Sylvestre.

Chapitre 6.

- 6.1. Système des courants dans le Golfe de Cadix.
- 6.2. Sur cette carte bathymétrique, on distingue en orange foncé la zone de Faro au golfe de Cadix (zone de pêche) soumise au régime de courant « froid » de surface et « chaud » de fonds. En mer d'Alboran, le courant se dissipe en ondes sur les hauts fonds fréquentés par les pêcheurs.
- 6.3. Cartes des températures du Cap Saint -Vincent-Faro- le Golf de Cadix, Gibraltar, mer d'Alboran, Malaga, le 6 juin 2024 (Source : Copernicus Marine).
- 6.4. Carte de la vitesse des courants de surface Atlantique (vert), (Source : Copernicus Marine).
- 6.5. Carte de salinité du Cap Saint-Vincent au Golfe de Cadix, détroit de Gibraltar et mer d'Alboran.
- 6.6. Carte du pH du Golfe de Cadix, Gibraltar et mer d'Alboran (Source : Copernicus Marine).
- 6.7. Carte du taux d'oxygène (Source : Copernicus Marine).
- 6.8. Carte de la chlorophylle a (Source : Copernicus Marine).
- 6.9. Carte de la biomasse (Source : Copernicus Marine).
- 6.10. Carte du trafic maritime intense, tous types de navires. (source : Marine Traffic).
- 6.11. Carte du trafic maritime commercial, navires marchands et tankers (source : MarineTraffic).
- 6.12. Carte du trafic maritime, bateaux de pêche.
- 6.13. Schéma d'une madrague.
- 6.14. Un moment d'une levanta récente à Conil (photo cédée par Jose Antonio López Gonzalez).
- 6.15. Carte du trafic maritime, tourisme côtier et plaisance.

Chapitre 7.

7. 1 : Quelques cétacés de la péninsule ibérique observés durant la mission orques ibériques 2024. De haut en bas et de gauche à droite : Rorqual commun, grand dauphin, dauphin commun à bec court et dauphin bleu et blanc. (Photos : J.P. Sylvestre/ORCA, Canada et Olivier Cheyreyzy/Green-Armada).
7. 2 : Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) marsouinant dans les eaux côtières.
(Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).
7. 3 : Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) vue de face émergeant à la surface pour respirer.
(Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).
7. 4 : Dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*) marsouinant dans les eaux côtières portugaises. (Photo : Olivier Cheyreyzy/Green Armada).

7. 5 : Nombre d'occurrences en fonction du nombre d'individus présent par observation pour le dauphin commun à bec court entre Vigo et Lagos (Illustration : Laurie Hercelin/Green Armada).
7. 6 : Nombre d'observations de dauphins communs à bec court en fonction de la profondeur du fond (en mètres). (Illustration : Laurie Hercelin/Green Armada).
7. 7 : Nombre d'occurrences de dauphins communs à bec court en fonction de la distance des côtes (en MN). (Illustration : Laurie Hercelin/Green Armada).
7. 8 : Carte des observations de cétacés durant la navigation d'Alpha entre le 1^{er} et le 10 juillet 2024. (Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada) ;
7. 9 : Dauphin bleu et blanc. (Photo : J.-P. Sylvestre /ORCA, Canada).
7. 10. Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) marsouinant dans les eaux côtières. (Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).
7. 11. Dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*) marsouinant dans les eaux côtières portugaises. (Photo : Olivier Cheyrezy/Green Armada).
7. 12 : Carte des observations de cétacés durant la navigation d'Alpha dans le Golfe de Cadix et Gibraltar entre le 27 juillet et le 12 août 2024. (Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada)
7. 13. Vue sous-marine d'un grand dauphin (*Tursiops truncatus*)- (Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).
7. 14 : Dauphins communs à bec court (*Delphinus delphis*) marsouinant et accompagnés par un nouveau-né. (Photo : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).
7. 15. Carte des observations de cétacés dans la mer d'Alboran entre Gibraltar et Malaga durant la navigation d'Alpha entre le 12 août et le 15 août 2024. (Illustration : Laurie Hercelin, Green-Armada)

Chapitre 8.

- 8.1. Mammifères marin fantasmagorique, Arts de la rue à Bessèges.

Chapitre 9.

- 9.1. Evolution des Orques du Pacifique, coefficient d'adaptativité de divergence du l'écotype C, résidentes (courbe rouge).
- 9.2. Graphique de l'évolution Orque type C, La gaussienne rouge nous donne la zone de cohérence vitale (zone ombrée), en limite de stress compensé à non compensé, les contraintes sélectives (barres verticales rouges) ne comportent pas de point d'inflexion significatif. Par contre, le forçage par transformée, présente un découplage (courbe bleue) de l'espèce avec des contraintes sélectives singulières (barres verticales bleues), notamment à droite.
- 9.3. Dans ce graphique, le maximum de la dérivée première et celui de la dérivée seconde donnent l'amplitude des instincts sociaux sollicités et la densité de probabilité de bioénergie réactive au stress compensé.
- 9.4. Cette onde équivalente de bioénergie (rouge) comporte une partie « imaginaire » à gauche de zéro, et une partie « réelle » à droite de zéro, autour de ce point on constate une dissymétrie initiale entre les pics. Si nous procédons à un forçage par transformée (en bleu), la partie réelle, lorsque la bioénergie se dissipe, nous donne un espèce de code barre d'ondelettes analysable et comparable.

Conclusion.

- 10.1. Equipage Alpha : Andy, Olivier, Camille, Laurie

Annexe A.

- A.1. : Orque de Bigg *Orcinus rectipinnus* (alias orques nomades de la Colombie-Britannique) dans les eaux pélagiques du Kamchatka, (Sibérie orientale). (Photo : J.-P. Sylvestre, ORCA, Canada).
- A. 2 : Le Dauphin gladiateur *Delphinus gladiator*., l'une des 23 espèces d'orques décrites depuis 1758. Planche tirée de L'Histoire naturelle des Cétacés de B.-G. Lacépède, 1804. (Photo et archives : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada) ;
- A. 3 : Le photographe Herbert Ponting sur la banquise lors de l'incident avec les orques en Antarctique. Illustration d'Ernest Linzell dans Herbert G. Ponting, *The Great White South*, Duckworth and Co, London, 1921. (Photo et archives : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).
- A. 4 : Couverture du magazine étasunienne Stag parue dans la deuxième moitié du XXe siècle représentant une orque attaquant des naufragés à bord d'un radeau. Il s'agit d'une histoire complètement inventée, probablement fondée sur le cas de la famille Robertson en 1972 ou celui des naufragés de Guia III, mettant en scène une collision entre ce cétacé et les humains. (Archives : Orca, Canada).
- A. 5 : L'orque de Bigg mâle T73B remorquant le voilier du couple Campbell (à gauche) et en s'éloignant du voilier après avoir joué avec (à droite). (Photos : courtoisie de Ara Stevenson).
- A. 6 : Orque mâle mature sautant à l'avant du kayakiste Ken Heinrich dans la mer de Salish, près de Courtenay (côte est de l'île de Vancouver, Colombie-Britannique) en août 2017. (Photo : courtoisie de Ken Heinrich et Kalyssa Heinrich).
- A. 7 : L'attaque des orques sur les explorateurs. Illustration tirée de l'affiche du film *L'île sur le Toit du Monde* (*The Island of the Top of the World*) de Walt Disney en 1974. (Courtoisie Walt Disney Productions, Sackville Publ., London).

A. 8 : Affiches de Orca, film de Michael Anderson, 1977. Montrant une orque à la taille surdimensionnée (Photo et archives : J.-P. Sylvestre/Orca, Canada).

A. 9: Spectacles d'orques en captivité. De gauche à droite et de haut en bas : Marineland d'Antibes (France), Aquarium du Port de Nagoya, Kamogawa Sea World (Japon) et Marineland de Niagara Falls (Canada). (Photos : J.P. Sylvestre).

A. 10: Incident entre deux orques et le dresseur au Marineland d'Antibes (France) durant un spectacle photographié durant les années 1980. (Photos : courtoisie de Alain Van Landeghem).

A. 11: L'orque mâle Tilikum. De gauche à droite : Au Sea World d'Orlando en 2000 et en compagnie de la femelle Haida II au repos dans le bassin du Sea Land de Victoria en 1990. (Photos : J.P. Sylvestre).

A. 12 : Les orques sont les plus grandes représentantes de la famille des dauphins (Delphinidés). Les mâles peuvent atteindre 10 m de long et peser jusqu'à 10 tonnes. Ces cétacés ne sont pas adaptés à la captivité. Les orques sont trop grandes et trop intelligentes pour être maintenues dans des bassins en béton, souvent trop petits pour ces animaux. De gauche à droite : orque femelle à l'Aquarium du Port de Nagoya (Japon) et groupe d'orques nomades dans les eaux de l'archipel des Kouriles (Russie). (Photos : J.-P. Sylvestre).

Annexe B.

B.1. Sur le logiciel Audacity, l'échantillon des clics a été enregistré en stéréo (9 secondes 24) on distingue la série des clics d'amplitudes différentes (bleu) et les fréquences (jaune).

B.2. L'analyseur de fréquence nous donne la distribution des fréquences en Hz et la hauteur de l'émission en décibels, le niveau bas est de 86 Hz, la fréquence moyenne mobile est de 5 000 Hz (± 100 Hz , cet écart type est à confirmer) et le maximum de fréquence est de 15 000 Hz.

B.3. A l'aide des fonctions ci-dessus, nous obtenons pour la fréquence moyenne de clics de 5 000 Hz, une onde sonore (en bleu) qui interagit avec le safran factice (en rouge). L'onde retour vers l'orque (en rose) lui renvoie « l'image » du safran perçue et analysée par son cerveau. Par transformée de cette ondelette (en vert), nous obtenons des minima et des maxima locaux dont nous pouvons définir précisément l'amplitude, la position et la durée, avec suffisamment de fiabilité pour comparer des enregistrements d'une série de clics lors d'une interaction, par rapport à l'onde de la dépense bioénergétique.

B.4. Diagramme d'analyse des chants.

B.5. Analyse des bruits de navire en présence de 4 dauphins.

