
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Stage de recherche sur les mammifères marins

Archipelagos Institute of marine conservation Agios
Konstantinos 832 00 Grèce



Tuteur entreprise : Anastasia Miliou
Directrice scientifique
Tuteur académique : Sabine Greulich

Caroline Pauchon
IUT
2023-2024

Table des matières

Table des tableaux.....	3
Table des figures	3
Remerciements.....	4
I. La structure d'accueil.....	5
II. Déroulé du stage et missions réalisées.....	6
1. Les livrables rendus.....	6
La revue de littérature.....	6
La proposition de recherche.....	7
Le rapport final	7
2. Les surveys.....	7
Les boat surveys.....	7
Les land surveys	8
Les monk seal surveys	8
II. Etat de l'art	9
1. Présentation de l'espèce : le grand dauphin Tursiops <i>truncatus</i>	9
2. La zone d'étude.....	11
3. La problématique de l'étude.....	12
4. Les précédentes études.....	12
Les effets sur le sifflement de la mère	12
Les effets d'autres paramètres influençant les sifflements.....	13
III. Matériels et méthodes.....	14
1. Collecte des données	14
2. L'analyse des données	15
IV. Résultats	16
1. Analyses descriptives	16
2. MANOVA test.....	17
3. ANOVA univariée	19
V. Discussion	21
VI. Retour réflexif sur l'expérience	22
1. Le stage	22
2. L'expérience internationale.....	23
Bibliographie.....	25
Annexes	29

Table des tableaux

Tableau 1 : Statistiques descriptives des paramètres mesurés	1
2	
Tableau 2 : Statistiques descriptives des cinq paramètres mesurés en l'absence de veaux et de juvéniles	1
3	
Tableau 3 : Résultats du test MANOVA pour Pillai's trace	1
3	
Tableau 4 : Résultats du test MANOVA pour Wilks test	1
3	
Tableau 5 : Résultats du test MANOVA pour Hotelling-Lawley	1
3	
Tableau 6 : Résultats du test MANOVA pour Roy	1
3	
Tableau 7 : Résultats de l'ANOVA univariée	1
4	

Table des figures

Figure 1 : Logo de l'organisation	
3	
Figure 2 : Organigramme de l'organisation	
3	
Figure 3 : Adulte et juvénile (<i>Tursiops truncatus</i>). Source : (Moses, Harold. s.d.)	
6	

Remerciements

J'aimerais remercier Charlie Hamblin, qui a été mon superviseur durant mon stage et vers qui j'ai pu me tourner pour chacune des questions que j'ai pu avoir, ainsi que Béatriz Trintoré pour les réponses et l'aide qu'elle a pu m'apporter notamment pour utiliser Ravenpro.

J'aimerais également remercier Karine Vigreux pour la présentation qu'elle nous a faite sur les statistiques ainsi que sa grande aide qui m'a permis de mieux comprendre le logiciel RStudio et de l'utiliser au mieux pour réaliser mes tests statistiques.

Je remercie enfin Anastasia Miliou et Sabine Greulich pour avoir été mes tutrices lors de ce stage.

I. La structure d'accueil

Le stage a été réalisé au sein de l'ONG Archipelagos Institute of Marine Conservation, une association grecque non gouvernementale à but non lucratif engagée pour la protection de la biodiversité de la mer Égée et de l'est de la mer Méditerranée depuis sa création en 1998.



Figure 1 : Logo de l'organisation

L'ONG associe des scientifiques, des chercheurs, d'autres professionnels ainsi que des stagiaires internationaux avec comme mission de défendre et protéger la biodiversité en mer Égée et sur les îles.

Archipelagos est dirigée par Thodoris Tsimpidis et Anastasia Miliou, la directrice scientifique de l'organisation.

L'ONG est constituée de trois équipes de recherche : sur la biodiversité de l'île, sur l'écologie marine, sur les mammifères marins et de trois autres équipes travaillant sur la politique, les lois, les médias, l'éducation et les Systèmes d'Information Géographique (SIG).

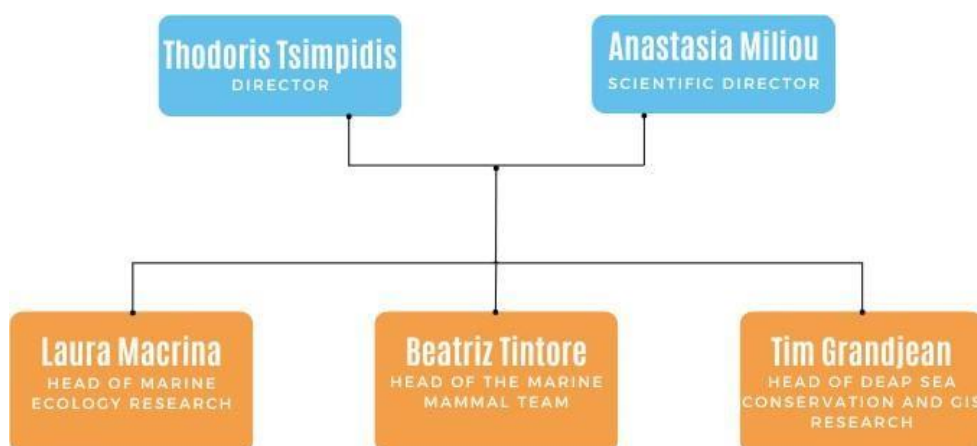


Figure 2 : Organigramme de l'organisation

Au sein de chaque équipe travaillent ensuite des personnes dont une des fonctions principales est de superviser et encadrer les travaux des stagiaires. En effet, l'organisation accueille un nombre important de stagiaires, étudiants et étudiantes venant de l'international.

L'ONG travaille sur différents champs de recherche et porte plusieurs projets, notamment avec d'autres partenaires internationaux comme le « Into the Deep project » financé par l'Union Européenne et le programme Erasmus+ qui vise à sensibiliser les participants à quatre habitats marins profonds : le canyon sous-marin au large de l'île de Vancouver (Canada), les écosystèmes côtiers méditerranéens (en Catalogne), le plateau continental ouest, Svalbard en Norvège et enfin la mer Égée en Grèce ([Into the deep s.d.](#)). Archipelagos est en effet engagée dans une démarche de partage des connaissances avec les communautés locales, toujours pour protéger les mers et océans et sensibiliser à leur biodiversité et leur protection.

Le stage a été réalisé au sein de l'équipe de recherche sur les mammifères marins. L'équipe de recherche sur les mammifères marins étudie les populations voisines, la bioacoustique, la photo identification, le comportement des individus, la disponibilité des ressources halieutiques ou encore les impacts anthropogéniques.

II. Déroulé du stage et missions réalisées

En tant que stagiaire dans l'équipe de recherche sur les mammifères marins, la première mission qui m'a été donnée a été de préparer un test dont la réussite nous permet de participer ensuite aux collectes de données en mer sur le bateau. Pour ce test, il nous est demandé de savoir identifier les espèces pouvant être observées lors des collectes de données : certaines espèces de mammifères marins, de tortues marines, d'oiseaux marins ainsi que les protocoles de collecte des données pour la photo identification, les comportements, la bioacoustique.

Une fois le test réussi, j'ai pu discuter avec mon superviseur pour choisir le projet sur lequel je désirais travailler : j'ai donc fait le choix de travailler sur la bioacoustique et de m'intéresser à l'influence que pouvait avoir la présence des veaux sur les sifflements des dauphins de l'espèce *Tursiops truncatus*.

Le stage a abouti à la production de trois différents livrables présentés ci-dessous ainsi qu'à plusieurs autres missions de collecte de données.

1. Les livrables rendus

La revue de littérature

Le premier livrable produit a été une revue de littérature sur le sujet de recherche de mon stage.

La rédaction d'une revue de littérature en amont du travail de recherche permet de savoir quels travaux ont déjà été menés sur le sujet, d'identifier les théories principales, les méthodologies de travail utilisées et les possibles lacunes dans la littérature actuelle.

Pour réaliser cette revue, j'ai pu utiliser la même méthode de travail que j'avais utilisé pour produire notre rapport de projet de fin d'études du huitième semestre. Comme nous l'avait conseillé notre encadrant pour ce travail scolaire, j'ai rempli un tableau Excel (Annexe 1) où j'ai consigné les titres des différents articles consultés, leurs sources, auteurs, les hypothèses, principaux résultats et conclusions. Cette méthodologie de travail m'a permis de distinguer les principaux résultats obtenus afin de rédiger les sous-parties du corps de ma revue de littérature.

L'exercice de rédaction d'une revue de littérature sur le sujet de ma recherche a été un exercice très intéressant et utile. En effet, ayant commencé le stage avec peu de connaissances sur les mammifères marins et moins encore sur l'espèce *Tursiops truncatus*, rédiger une revue de littérature m'a permis de me familiariser avec mon sujet et d'en apprendre plus sur la zone d'étude, les cétacées et l'espèce étudiée.

La proposition de recherche

Le deuxième livrable demandé a été une proposition de recherche visant à définir clairement les objectifs de mon projet de recherche, la problématique à résoudre et la méthodologie envisagée. Après avoir rédigé la revue de littérature, je me suis donc intéressée aux données possédées par Archipelagos qui me permettraient de poursuivre ma recherche. Ce livrable a été produit avant que je n'aie analysé les données. La partie résultats a donc été rédigé à partir de ceux obtenus dans ma revue de littérature et qui étaient donc les résultats que je pouvais m'attendre à obtenir par la suite. Une fois ma proposition de recherche validée par mon superviseur et la responsable de l'équipe de recherche sur les mammifères marins, j'ai pu entamer le travail d'analyse des données.

La rédaction de ce livrable a été utile pour comprendre quelles données j'avais à ma disposition pour poursuivre mon exercice de recherche ainsi que pour comprendre quels résultats je souhaitais obtenir une fois mon projet terminé.

Le rapport final

Une fois l'analyse de mes données faites sur Ravenpro 1.6 6 (« [Cornell Lab Of Ornithology – Cornell University – Interactive Sound Analysis Software](#) », s. d.) et RStudio.2024.4.2.764 (R Core Team, 2024) pour les analyses statistiques, j'ai pu commencer la rédaction de mon dernier livrable : le rapport final. Ce dernier livrable contenait alors les parties déjà rédigées dans la proposition de recherche avec cette fois les résultats que j'avais obtenu et une partie discussion.

La rédaction de mon rapport final m'a permis de produire seule un document scientifique à partir de mon travail personnel et de mon analyse de données. La finalisation de ce travail m'a permis de faire une présentation orale en anglais du travail que j'avais produit sachant que j'avais fait lors de mon premier mois de stage, une première présentation sur les résultats obtenus dans ma *Literature review*.

2. Les surveys

L'ensemble des travaux de recherche menés par l'équipe dans laquelle a été réalisée la mission ainsi que ceux des autres équipes de recherche reposent en grande majorité sur les données obtenues par Archipelagos lors des différentes *surveys* organisées. Dans la suite de ce rapport, par soucis de compréhension et de traduction, le mot anglais « *survey* » sera utilisé pour parler des campagnes de collectes réalisées sur le terrain.

Les *boat surveys*

Une des principales sources de données utilisées par l'équipe de recherche sur les mammifères marins provient des *boat surveys*. Aujourd'hui, Archipelagos possède trois bateaux de recherche utilisés lors de ces missions :

- Pinelopi, seul bateau sur lequel je suis montée durant les six *surveys* auxquelles j'ai pu participer ;
- The Aegean Explorer, majoritairement utilisé par l'équipe de recherche sur la SIG car c'est le bateau le plus équipé permettant notamment de déployer des engins pour cartographier les fonds marins ;
- Et finalement Triton qui a été remis en état durant la période où j'étais présente dans l'ONG.

L'organisation de ces campagnes est extrêmement dépendante des conditions météorologiques. Lors de la présence en mer, l'échelle de Douglas est utilisée pour évaluer l'état de la mer : i.e. la taille des vagues. Si la hauteur des vagues est supérieure à 2,5 mètres (correspondant à 5 sur l'échelle de Douglas), les recherches sont arrêtées.

L'objectif de ces campagnes est de collecter des données sur les cétacés présents en mer Égée : enregistrements sonores pour faire de la recherche bioacoustique, évaluation du nombre de populations observées, photographie des individus pour la photo-identification mais également des données sur l'environnement, le nombre de bateaux rencontrés, etc.

Les *land surveys*

Également lorsque les conditions météorologiques le permettent, des *land surveys* sont organisées, principalement sur les deux plages de la commune d'Agios Konstantinos où se situe la base. Ces campagnes sont plus courtes que les *boat surveys*, une équipe restant 1h30 sur la plage à observer la mer. L'objectif est là encore de chercher à observer des cétacés et de collecter des données sur les bateaux en mer.

Les *monk seal surveys*

Lors de ma présence au sein d'Archipelagos, l'équipe de recherche sur les mammifères marins travaillait sur le suivi de l'espèce *Monachus monachus*, le phoque moine de Méditerranée qui est le pinnipède le plus menacé au monde (Vié, Hilton-Taylor, et Stuart 2011). Lors de ces campagnes, un Audiomoth est placé au fond de la mer à environ 5 mètres de profondeur pour enregistrer des audios et collecter des données acoustiques sur l'espèce si un individu est présent lors de la campagne. Ces campagnes sont généralement organisées tôt le matin, à l'aube, sur différentes plages de l'île de Samos, à proximité de caves, principal habitat de l'espèce et également en kayak sur l'île de Lipsi située au sud de Samos où Archipelagos possède une base.

À la fin de chaque enquête de terrain, chaque stagiaire présent sur le terrain se voyait assigner une tâche pour enregistrer les différentes données collectées. Lors de mon stage, j'ai eu à six reprises l'occasion de traiter les données collectées en *boat survey* : les données sur l'environnement et les coordonnées GPS, sur les déchets flottants, sur le trafic maritime, sur le comportement des individus observés et les données bioacoustiques collectées. Enfin, après chaque *boat survey* un rapport contenant les différentes informations relatives à l'enquête (Annexe 2) est également produit.

III. État de l'art

1. Présentation de l'espèce : le grand dauphin *Tursiops truncatus*

L'espèce *Tursiops truncatus* est une des espèces de cétacées la plus étudiée et pour laquelle le plus de données sont disponibles, rendant plus simple d'effectuer des recherches sur cette espèce (Bearzi, Fortuna, et Reeves 2009). En effet, c'est l'espèce de cétacées qui survit et s'adapte le mieux à la vie en captivité (McHugh, K. A. 2010).

Le grand dauphin, également appelé dauphin à gros nez, est un cétacée de l'infraordre des odontocètes et de la famille des *Delphinidae*. Le grand dauphin peut s'identifier grâce à sa couleur grise, sa grande taille : un individu adulte peut mesurer entre 2 et 4 mètres de long, sa nageoire dorsale courbée et son court rostre et ses plis lui donnant un sourire caractéristique.

Les veaux sont les individus dont la taille est inférieure ou égale à 2/3 de celles des adultes. On peut identifier un veau lors d'une observation en mer grâce à sa proximité avec sa mère et également grâce aux plusieurs bandes étroites de couleur claire, résultant en des plis fœtaux proéminents sur leurs flancs, qui sont très visibles pendant les premières semaines et peuvent durer plusieurs mois (La Manna et al. 2019, Caldwell et al. 1972).

Les juvéniles (Figure 3) sont les dauphins actuellement dans la phase dite juvénile qui correspond à une période de sevrage et durant laquelle l'individu ne peut pas encore se reproduire, car n'ayant pas atteint sa maturité sexuelle. Les mâles et les femelles n'atteignent pas la maturité sexuelle au même âge. Tandis qu'une femelle va atteindre le stade adulte entre 5 à 12 ans, le mâle sera mature plus tard, entre 8 à 13 ans (McHugh, K. A. 2010). Les delphineaux restent auprès de leur mère jusqu'à l'âge de 3 ou 6 ans. Wells (2013) a étudié les individus juvéniles de la Baie de Sarasota et a observé qu'une fois séparés de leur mère, les delphineaux restaient en groupe mixte avec les autres individus pouvant être âgés de 3 à 15 ans.



Figure 3 : Adulte et juvénile (*Tursiops truncatus*). Source : (Moses, Harold. s.d.)

Le grand dauphin habite les eaux tempérées et tropicales tout autour du monde. Il existe deux écotypes de cette espèce : un hauturier et un second côtier (Segura et al. 2006). Nous allons ici nous intéresser à la seconde population. En effet, en mer Méditerranée, les dauphins à grand nez ont plutôt comme habitat principal les eaux côtières, et sont notamment observés dans les eaux grecques et turques (Karamitros et al., 2020, Wells et al., 2009).

Le grand dauphin vit dans une société de fission-fusion où les individus s'associent en petits groupes qui changent régulièrement (Louis et al. 2015, Connor et al. 2000). En tant qu'animal social, le dauphin a besoin de reconnaître les autres individus. Pour cela, les dauphins utilisent des signatures vocales, connues pour faciliter la reconnaissance de la mère et de sa progéniture chez le grand dauphin et d'autres espèces.

Les sifflements du grand dauphin sont définis comme des « signaux à bande étroite, modulés en fréquence, allant de 0,8 à 28,5 kHz en fréquence » (Heiler et al. 2016), et ils sont davantage produits lors de la socialisation ou à cause du stress. Chaque individu possède son propre sifflet de signature qu'il utilise pour partager des informations et faciliter le contact avec les autres individus. Les sifflements des dauphins sont ensuite séparés entre les sifflements non signés et les sifflements signés qui représentent 50% des sifflements enregistrés chez les dauphins (Heiler et al. 2016). Janik et al. 2006 ont démontré dans leur étude que les sifflements de signature sont utilisés pour véhiculer des informations sur l'identité. Ils sont également utilisés pour faciliter le contact avec le groupe et s'adresser aux autres membres de l'espèce et sont principalement produits lorsque l'individu est éloigné des autres individus de son espèce et permettent à l'autre d'identifier qui émet le sifflement. Les paramètres acoustiques et les sifflements peuvent changer ou être influencés par plusieurs facteurs externes tels que la présence d'un bateau, le contexte comportemental, la quantité de stress, la structure sociale, le niveau de bruit ou la structure du groupe (La Manna et al. 2019).

Une étude précédente a porté sur les sifflements des grands dauphins et sur la manière dont ils les développent. Les résultats ont démontré que les baleineaux utilisent un modèle acoustique dans leur environnement et adaptent leur sifflet de signature en fonction de ce modèle et l'utilisent pour modéliser leur propre signature sifflante. Les résultats ont également démontré que les dauphins utilisés comme modèle sont ceux qui se trouvent à moins de 50m des veaux moins de 5% du temps : c'est-à-dire que les veaux utilisent comme modèle les dauphins dans leur environnement immédiat, avec lesquels ils interagissent le moins (Fripp et al. 2004).

Le dauphin à gros nez fait partie de la liste rouge des espèces considérées comme « Vulnérable » par l'IUCN à cause du déclin présumé de la population causé par l'abattage de certains individus jusque dans les années 1960, la mort accidentelle de certains individus causées par les « prises accidentelles » ou les engins de pêche ainsi notamment que la menace de la pêche et de la compétitivité qui existe entre les espèces pêchées et les proies chassées par le dauphin à gros nez. L'habitat de l'espèce est aussi menacé par des pollutions chimiques et sonores, là encore d'origine anthropique. L'habitat, le comportement ou encore les vocalisations du dauphin à gros nez sont impactées par la présence de bateaux et donc l'exposition à une pollution sonore (Bejder & Samuels, 2003, Nowacek et al., 2007 cités par Bearzi, Fortuna et Reeves, 2009).

En tant que membre de l'ordre des cétacées, l'espèce des grands dauphins peut être considérée comme une espèce parapluie (Karamitros et al., 2020), c'est-à-dire une espèce dont les scientifiques ont considéré que la protection protégerait également l'entièreté de l'écosystème dans lequel elle vit (Lecomte, 2001). Les dauphins sont considérés comme des espèces clés qui peuvent fortement influencer l'abondance des autres espèces et jouent donc un rôle important au sein de l'écosystème dans lequel ils habitent (Azzellino et al., 2014).

2. La zone d'étude

Du latin *Mare medi terraneum*, « une mer au milieu des terres », la mer Méditerranée est la mer fermée avec le bassin le plus large et le plus profond (Coll et al., 2010, De la Hoz et al., 2018).

« La mer Méditerranée est un point chaud de biodiversité marine mondiale » (Moullec, 2019, Coll et al., 2010, Dernegi, 2010). Un point chaud de biodiversité est un espace géographique concentrant de façon jugée exceptionnelle des populations endémiques connaissant une perte exceptionnelle de leur habitat (Myers et al., 2000). La mer Méditerranée abrite 17 000 espèces marines, contribuant à 7% de la biodiversité mondiale, elle abrite 4 à 18% de la biodiversité marine mondiale et 10 à 48% des espèces endémiques selon les groupes (Coll et al., 2010).

44% des espèces connues en mer Méditerranée sont recensées en mer Égée. La mer Égée abrite neuf espèces de mammifères marins : *D. delphis*, *T. truncatus*, *S. coeruleoalba*, *Globicephala melas*, *Grampus griseus*, *Pseudorca crassidens*, *Ziphius cavirostris*, *Physeter macrocephalus* et *Balaenoptera physalus* (Dede et Oztürk 2007). Les mammifères marins sont concentrés à l'ouest de la mer Méditerranée et en mer Égée (Coll et al., 2010, De la Hoz et al., 2018).

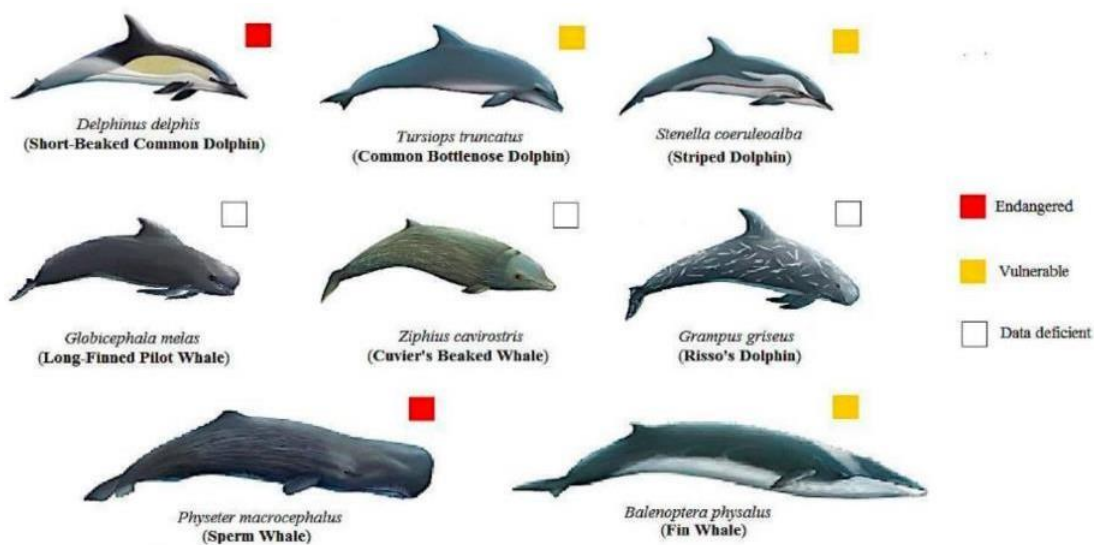


Figure 2 : Espèces de mammifères marins observables en mer Égée, source : Archipelagos

La mer Méditerranée et la biodiversité marine qu'elle abrite font face à des menaces. D'après [Costello et al., 2010](#), la mer Méditerranée est la région marine la plus menacée et les menaces les plus importantes (notées 4 ou 5 sur 5) sont la surpêche (première menace quelle que soit la région étudiée), la perte des habitats, la pollution, les espèces exotiques et la hausse de la température.

Les populations de mammifères marins ont connu un déclin de leur population et c'est notamment le cas de trois des espèces de dauphins présentes en mer Égée : *Tursiops truncatus*, l'espèce étudiée lors du stage dont la population a chuté de 30% entre 1950 et 2010, *Delphinus delphis* et *Stenella coeruleoalba*. [Coll et al., 2010](#) citent également les deux espèces de *Physeter macrocephalus* et *Monachus monachus*. Au total, 19% des espèces présentes dans la région Méditerranéenne sont menacées d'extinction ([Vié, Hilton-Taylor, et Stuart 2011](#)).

La région accueille chaque année pas moins de 200 millions de touristes, en 2005, c'était 245 millions de touristes qui représentaient 31% des touristes internationaux ([Costello et al., 2010](#), [Vié, Hilton-Taylor, et Stuart 2011](#)). Cette forte fréquentation a des incidences négatives sur les espèces habitant la Méditerranée, notamment pour le phoque moine de Méditerranée dont il reste entre 350 et 450 individus dans la région et dont l'habitat est soumis au dérangement causé par la fréquentation touristique des plages, particulièrement l'été. La mer Méditerranée est également soumise à de multiples sources de pollution : c'est aujourd'hui la mer où l'on retrouve les plus grandes concentrations de plastique ([Mollec, 2019](#)). Elle est également exposée aux pollutions chimiques et sonores causées par les bateaux de pêche, de tourisme, de commerce, les déchets etc.

La région et les espèces qu'elle abrite sont également menacées par la présence d'espèces exotiques qui d'après [Costello et al., 2010](#) représentent 4% des espèces recensées dans la région, soit la valeur la plus élevée relevée parmi les régions marines étudiées. Ces dernières sont introduites de façon accidentelle, notamment de manière accentuée depuis l'ouverture du canal de Suez ([Into the Deep, s.d., Moulec, 2019](#)), mais également de façon volontaire par l'homme ([Vié, Hilton-Taylor, et Stuart 2011](#)). La région est également menacée par le réchauffement climatique : la mer Méditerranée se réchauffe 2 à 3 fois plus vite que l'océan global et est soumise à des vagues de chaleur marine aussi appelées canicules sous-marines ([Cramer et al., 2018, Marbà et al., 2015](#)).

3. La problématique de l'étude

Le sujet de mon stage et de mes recherches a donc porté sur l'influence que pourrait avoir la présence des veaux sur le sifflement des dauphins de l'espèce *Tursiops truncatus*. L'hypothèse nulle étant que la présence de veaux n'a pas d'effets significatifs sur les variables dépendantes que je vais étudier.

4. Les précédentes études

De précédentes études ont déjà été menées sur les sifflements de l'espèce du grand dauphin et notamment sur les facteurs extérieurs ou non pouvant influencer leurs paramètres.

Les effets sur le sifflement de la mère

Dès le début de la grossesse, plusieurs études ont montré que la production de sifflements signature de la mère change. La future naissance d'un veau a des effets pré- et post-partum sur la mère gestante. Dans leur étude, [Mello et al \(2005\)](#) se concentrent sur la production de sifflements pré- et post-partum et ont montré que la production de sifflements signature de la femelle gestante augmente pendant la grossesse et qu'elle s'accélère jusqu'à un pic quelques jours avant la parturition. Le nombre de sifflements signature augmente à l'approche de l'accouchement et la fréquence des sifflements augmente 27 jours avant la parturition.

Après la naissance, la mère du nouveau-né produit plus de sifflements signature qu'avant ([Fripp et al. 2008, King et al. 2016](#)) et plus particulièrement pendant la première semaine de vie du veau, puis elle change son rythme de production de sifflements signature après la naissance du veau. Le taux de sifflements augmente après la naissance et pendant les deux premières semaines, le taux de sifflements est plus élevé que celui mesuré avant la naissance. Après la naissance du veau, les effets sur le sifflement de la mère dépendent de la séparation ou de la réunion de la mère et de son veau. Lorsque la mère est avec son veau, son sifflement signature a une fréquence plus élevée que celle des autres femelles ([Sayigh et al. 2023](#)), bien que les sifflements se produisent rarement lorsque la mère et le veau sont ensemble et que la production de sifflements par minute est plus élevée lorsque la mère et son veau sont séparés ([Mello et al. 2005, Smolker et al. 1993](#)).

Lorsqu'ils sont séparés, la mère et le veau produisent la même quantité de sifflements et plus de sifflements par minute que lorsqu'ils sont ensemble, mais les résultats de [Mello et al \(2005\)](#) ont montré que lorsqu'ils se retrouvent, la mère produit plus de sifflements par minute par rapport à son veau. Les résultats ont également identifié le veau comme celui qui initie le plus souvent la réunion avec sa mère et qui siffle plus fréquemment que sa mère dans ce but (dans 77 % des séparations, le veau s'approche de la mère et non l'inverse) ([Mello et al. 2005](#)). Cependant, l'étude de [King et al. \(2016\)](#), dans laquelle une mère en captivité avait le choix entre s'approcher de son veau ou d'un objet. En se dirigeant vers le veau, la mère utilisait des sifflements signature beaucoup plus souvent que pour un objet. La discussion suggère que ce n'est pas seulement le veau qui siffle plus fréquemment et initie la réunion, mais qu'ils cherchent également à se réunir plus rapidement et siffleront plus fréquemment en conséquence.

Les effets d'autres paramètres influençant les sifflements

De précédentes études ont porté sur les différents paramètres qui affectent également les sifflements et aux interactions pouvant exister entre eux. Trois études ont été menées sur les effets comportementaux, sociaux, de la présence de bateaux ou du bruit, de la taille du groupe et de la présence du veau ([Heiler et al. 2016](#), [La Manna et al. 2016](#), [La Manna et al. 2020](#)). Les résultats de l'étude de [Heiler et al \(2016\)](#) ont montré que la présence de bateaux influençait la fréquence des sifflements, qui augmentait avec la présence de bateaux, indépendamment du nombre de bateaux présents. La présence des bateaux touristiques avait également un effet sur le comportement de surface des groupes : les dauphins passaient moins de temps à se reposer et plus de temps à voyager ou à socialiser en présence de bateaux touristiques. Les paramètres des sifflements peuvent également dépendre de l'état comportemental du dauphin selon s'il est en repos ou dans un état associé à un degré plus élevé d'excitation émotionnelle (socialisation et alimentation). En effet, une excitation émotionnelle accrue est associée à une augmentation de la fréquence fondamentale, de la plage, de la distribution de l'énergie et de la fréquence de pointe ainsi qu'à des augmentations de l'amplitude et du taux de vocalisation, la durée de la vocalisation peut également augmenter avec l'excitation. Si la fréquence des sifflements augmente avec la présence de bateaux, les résultats ont également montré que la présence de veaux influençait l'effet des bateaux touristiques sur certains paramètres des sifflements avec l'existence d'une interaction significative entre la présence des veaux et la présence des bateaux. Alors que la présence d'un ou plusieurs bateaux augmente la fréquence maximale, en présence de veaux, varie peu. La présence de veaux influence la fréquence finale et minimale qui diminuent et la durée des sifflements qui devient plus longue.

[Kriesel et al \(2014\)](#) ont montré dans leur étude que la diversité des types de sifflements signature augmente avec la taille du groupe et est positivement corrélée à la présence de veaux dans le groupe. Dans les groupes de taille moyenne, les paramètres de fréquence changent plus en fonction de la taille du groupe en présence de veaux qu'en leur absence ([La Manna et al. 2019](#)). Dans les groupes de plus de six individus, le nombre d'harmoniques augmente avec la présence de veaux.

La présence de veaux peut influencer le nombre de sifflements enregistrés, et ce résultat diffère selon les études. Dans l'étude de [Heiler et al \(2016\)](#), 59 % des sifflements ont été enregistrés en présence de veaux et deux autres études ont été menées à la fois en Croatie et en Sardaigne et selon la zone d'étude, la présence de veaux a affecté la forme des sifflements : en Croatie, le nombre de sifflements a augmenté en présence de veaux par rapport à ceux de Sardaigne (respectivement 87 % et 35 %). En Croatie, où plus de sifflements ont été enregistrés en présence de veaux, les fréquences minimale, maximale, de départ et de fin ont augmenté en présence de veaux tandis qu'elles diminuaient en Sardaigne ([La Manna et al. 2020](#)).

IV. Matériels et méthodes

1. Collecte des données

Les données sont collectées lors des “*boat surveys*”. Trois bateaux possédés par l'ONG peuvent être utilisés : Naftilos, Pinelopi, et The Aegean Explorer. Les deux premiers bateaux sont des petits voiliers à moteur, long d'environ 16 mètres. Le troisième bateau, The Aegean Explorer mesure 21 mètres de long et peut être utilisé pour déployer des équipements tels que des scanners de biomasse et des drones sous-marins. Par le passé, deux autres bateaux ont aussi été utilisés pour collecter certaines données utilisées dans cette étude : Nirea et Okeanos. Les données sont collectées de manière opportuniste lorsque les conditions météorologiques le permettent.

Pour recueillir les données bioacoustiques, nous avons utilisé sur le bateau un hydrophone (Aquarian AS1) avec un enregistreur TASCAM et un préamplificateur PA-4. Archipelagos possède également un système de réseau d'hydrophones remorqués, moins souvent utilisé. Le premier hydrophone est connecté à l'enregistreur et descendu à 15 m dans l'eau. Le bateau est arrêté à chaque fois que des données acoustiques sont recueillies. L'hydrophone est utilisé à la fois pour collecter des données lors d'une observation et pour savoir s'il y a des dauphins ou des baleines à proximité du bateau qui peuvent être entendus dans un environnement proche pour les observer.

Pour chaque collecte de données, nous utilisons une feuille de données pour marquer les données collectées, et les informations suivantes sont toujours écrites : le numéro de la collecte, la date, l'heure, le transect, et les initiales de la personne qui écrit les données. Lors de la collecte des données acoustiques, l'acousticien attribue un numéro évaluant la qualité du type de son entendu de 0 à 5 : bruit du bateau, bruit de l'eau, clics des odontocètes, pulsations, sifflements, bruit de l'environnement, si oui ou non une observation a été faite, l'espèce observée, la taille du groupe etc.

2. L'analyse des données

Pour analyser les sifflements, le logiciel Ravenpro 1.6 a été utilisé. Les paramètres suivants : *start time*, *end time*, *delta time*, *delta frequency* et *peak frequency* ont été étudiés sur Ravenpro. Les données étudiées ont été collectées de 2017 à aujourd'hui durant des “*boat survey*” menées en mer Égée (Figure 4) durant lesquelles au moins un individu de l'espèce *Tursiops truncatus* a été observé en présence ou non de veaux et de juvéniles.

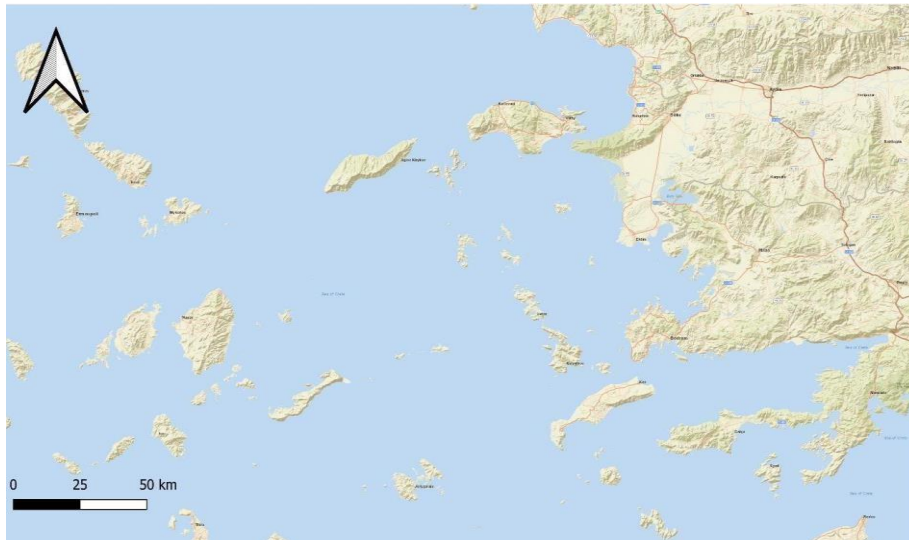


Figure 4 : Aire d'étude, C. PAUCHON (QGIS)

V. Résultats

284 sifflements ont été analysés sur Ravenpro, dont 30 en présence de veaux. Le choix a ensuite été fait de considérer non seulement les sifflements en présence de veaux mais aussi en présence de juvéniles et de comparer les deux groupes : en présence de veaux et de juvéniles et en l'absence de ceux-ci. 63 sifflements enregistrés en présence de veaux et de juvéniles ont ainsi été obtenus. Pour comparer deux groupes avec le même nombre de données, le logiciel RStudio a été utilisé pour sélectionner aléatoirement 63 sifflements en l'absence de veaux et de juvéniles.

Pour comparer les deux groupes et confirmer l'hypothèse selon laquelle la présence de veaux et de juvéniles influence les paramètres des sifflets, l'analyse de variance multivariée (MANOVA) a été utilisée sur RStudio. Avant d'effectuer le test, les hypothèses de normalité, d'homogénéité de la variance et d'égalité de la covariance entre les groupes ont été vérifiées.

1. Analyses descriptives

Les deux tableaux suivants (Tableau 1, Tableau 2) montrent les analyses descriptives calculées sur Excel des cinq paramètres étudiés pour chaque sifflement enregistré.

Tableau 1 : Statistiques descriptives des paramètres mesurés

				95% confidence interval for Mean			
	Mean	Standard deviation	Standard error	Lower bound	Upper bound	Minimum	Maximum
High Frequency	15358.7899	2922.506238	368.2011767	14637.1156	16080.4642	10178.01	13103.01
Low Frequency	7304.22121	2976.552178	375.0103251	6569.20097	8039.24144	1308.9	13103.01
Delta Frequency	8054.5671	4128.678572	520.1646069	7035.04447	9074.08972	2193.455	18979.058
Delta Time	0.61569206	0.353584591	0.044547471	0.52837902	0.70300511	0.1429	1.7472
Peak Frequency	10986.4676	3149.807013	396.8383826	10208.644	11764.2708	4125	18174.023

Tableau 2 : Statistiques descriptives des cinq paramètres mesurés en l'absence de veaux et de juvéniles

				95% confidence interval for Mean			
	Mean	Standard deviation	Standard error	Lower bound	Upper bound	Minimum	Maximum
High Frequency	14287.1723	4451.25792	560.805784	13187.9929	15386.3516	6031.414	12179.104
Low Frequency	5241.17421	2134.78193	268.957243	4714.01801	5768.3304	1862.687	12179.104
Delta Frequency	9046.0017	4198.04976	528.904555	8009.34877	10082.6546	1154.451	16963.3
Delta Time	0.60754127	0.42067186	0.05299967	0.50366191	0.71142063	0.1078	1.8391
Peak Frequency	9650.50225	3958.7535	498.75606	8672.94038	10628.0641	3562.5	23812.5

2. MANOVA test

Le test MANOVA standard a été effectué et les résultats sont présentés dans les tableaux suivants (Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6).

Tableau 3 : Résultats du test MANOVA pour Pillai's trace

	Df	Pillai	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Calf	1	0.16076	4.5975	5	120	0.0007141
Residuals	124					

Tableau 4 : Résultats du test MANOVA pour Wilks test

	Df	Wilks	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Calf	1	0.83924	4.5975	5	120	0.0007141
Residuals	124					

Tableau 5 : Résultats du test MANOVA pour Hotelling-Lawley

	Df	Hotelling-Lawley	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Calf	1	0.19156	4.5975	5	120	0.0007141
Residuals	124					

Tableau 6 : Résultats du test MANOVA pour Roy

	Df	Roy	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Calf	1	0.19156	4.5975	5	120	0.0007141
Residuals	124					

Les résultats des quatre tests réalisés (Wilks' Lambda, Roy's Largest Root, Hotelling-Lawley Trace, et Pillai's Trace) indiquent un effet significatif du facteur « calf » sur les variables dépendantes.

Les résultats de la MANOVA ont montré une différence statistiquement significative entre les groupes (Pillai's Trace = 0.16076, $F(5, 120) = 4.5975$, $p = 0.0007141$), indiquant que la présence des veaux et juvéniles influence significativement les caractéristiques des sifflements étudiés.

Ces résultats nous permettent donc de rejeter l'hypothèse h_0 , et d'accepter l'hypothèse alternative : il y a une différence significative dans les paramètres des sifflements enregistrés entre les groupes en présence et en absence de veaux et de juvéniles.

3. ANOVA univariée

Pour identifier quels paramètres diffèrent et ont une différence significative entre les groupes en présence et en l'absence de veaux et de juvéniles, des ANOVA univariées ont été réalisées sur R.

Tableau 7 : Résultats de l'ANOVA univariée

		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Réponse 1 : High frequency	Calf	1	36173477	36173477	2.5515	0.1127
	Residuals	124	1757993865	14177370		
Réponse 2 : Low frequency	Calf	1	134069132	134069132	19.985	1.74E-05
	Residuals	124	831863720	6708578		
Réponse 3 : Delta frequency	Calf	1	30962691	30962691	1.7862	0.1838
	Residuals	124	2149515731	17334804		

Réponse 4 : Peak frequency	Calf	1	56221306	56221306	4.3935	0.03811
	Residuals	124	1586766837	12796507		
Réponse 5 : Delta time	Calf	1	0.0021	0.002093	0.0139	0.9065
	Residuals	124	18.7232	0.150993		

Des valeurs significatives de p-value ont été obtenues pour les deux réponses : *Peak frequency* et *Low frequency*. Il y avait une différence statistiquement significative entre les groupes pour la *low frequency*, déterminée par une ANOVA à un facteur ($F(1,124) = 19,985$, $p \leq 0,001$). Il y avait une différence statistiquement significative entre les groupes pour la *Peak frequency*, déterminée par une ANOVA à un facteur ($F(1,124) = 4,3935$, $p \leq 0,05$).

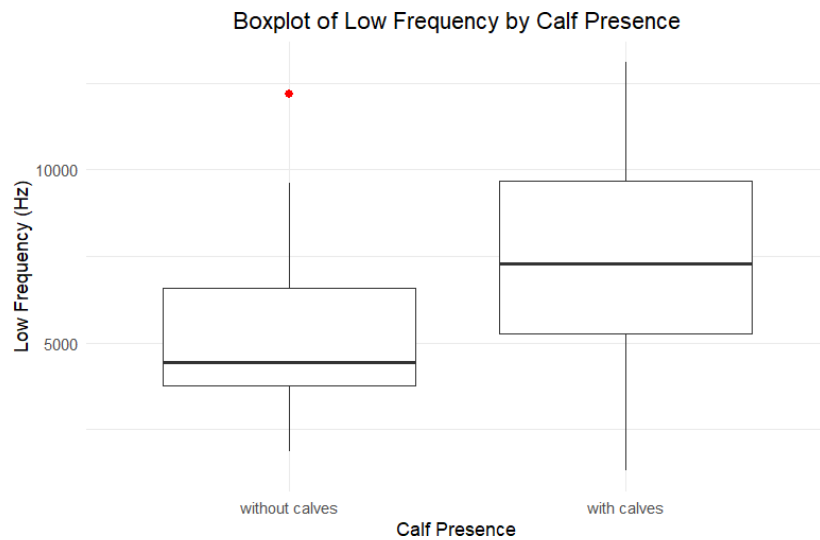


Figure 3 : Diagramme en boîte de low frequency

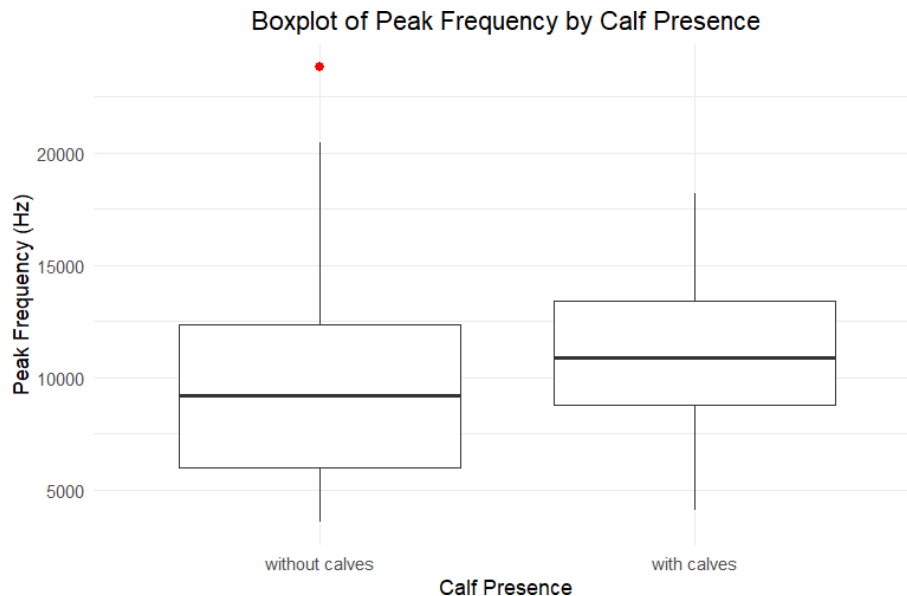


Figure 4 : Diagramme en boîte de peak frequency

Le maximum de la *Low frequency* était plus élevé et le minimum de la *Low frequency* était légèrement plus bas en présence de veaux et de juvéniles qu'en leur absence. L'intervalle interquartile de la *Low frequency* et la médiane étaient plus élevés en présence de veaux et de juvéniles qu'en leur absence.

Pour la *Peak frequency*, la différence entre l'absence et la présence de veaux et de juvéniles était moins importante. La *Peak frequency* maximale était plus élevée en l'absence de veaux (21937,5) et de juvéniles qu'en leur présence (18174,023). Le premier quartile était plus élevé en présence de veaux (8800,781), et l'intervalle interquartile (4592,871) était plus faible qu'en l'absence de veaux.

VI. Discussion

L'ensemble des valeurs mesurées pour les tests réalisés indiquent une différence modérée mais significative entre les groupes définis par le facteur « calf ». La valeur de la statistique de Pillai's trace : 0.16076 est relativement faible, ce qui suggère que les groupes ne sont pas très éloignés les uns des autres en termes de leurs moyennes multivariées. Toutefois, cela ne signifie pas que l'effet est négligeable, mais simplement qu'il n'est pas extrêmement fort. Les valeurs des statistiques de Hotelling-Lawley Trace, Wilks' Lambda et Roy's Largest Root indiquent aussi un effet faible mais significatif du facteur « calf » sur les variables dépendantes.

Parmi les cinq paramètres des sifflements étudiés, seuls deux ont montré des différences significatives à la suite du test ANOVA univariée : *Peak frequency* et *Low frequency*. Les trois autres paramètres observés dans cette étude : *delta frequency*, *delta time* et *high frequency* n'ont pas montré de différences significatives.

Les résultats obtenus ne correspondaient pas à ceux attendus. Alors que selon les résultats des études précédentes, les résultats attendus pour cette étude étaient des différences dans la mesure de la fréquence finale, la fréquence minimale et la durée des sifflements, les résultats n'ont été trouvés que pour les variables de *Peak frequency* et *Low frequency*. Aucune différence n'a été trouvée pour la variable de *High frequency* alors que d'après les résultats de l'étude de [Sayigh et al. \(2023\)](#) qui a constaté qu'en présence de leur veau, les mères ont un sifflement signature avec une fréquence plus élevée lorsqu'elles sont en présence de leurs veaux. Aucune différence n'a été trouvée pour les variables *Delta time* et *Delta frequency*, mais nous aurions pu nous attendre à des différences pour le premier paramètre car les résultats d'une étude précédente indiquaient qu'en présence de veaux, la durée des sifflements était plus longue ([Heiler et al., 2016](#)).

Les résultats sont différents de ceux attendus et cela pourrait être dû à certaines limitations de la présente étude. En effet, la différence dans les paramètres des sifflements peut être influencée par le nombre, l'âge, ou l'effet des veaux sur les sifflements de leurs mères ([La Manna et al., 2020](#)). Or, aucune de ces données n'a été utilisée dans cette recherche, tout comme le sexe des veaux. Pourtant, les résultats de précédentes études ont montré que les veaux mâles étant plus susceptibles d'avoir un sifflement signature similaire à celui de leur mère ([Sayigh, 1992](#)), ces dernières pourraient produire plus de sifflements en présence de leurs veaux mâles que si leurs veaux étaient des femelles ([Fripp et al., 2008](#)).

De plus, les sifflements peuvent être influencés par plusieurs autres facteurs externes tels que la taille du groupe, le contexte comportemental ou la présence de bateaux ([La Manna et al., 2019](#)). Pourtant, ces données n'ont pas été utilisées dans cette étude. Alors que certains résultats cités dans cette étude parlent de l'influence de la présence des veaux sur les sifflements signatures et non sur tous les sifflements, les sifflements variants et signatures n'ont pas été séparés dans cette étude. Les résultats de cet article de recherche ne peuvent donc pas être similaires et comparés à ceux de ([Mello et al., 2005](#), [Fripp et al. 2008](#), [King et al. 2016](#), [Sayigh et al. 2023](#)). Les sifflements ont été analysés et comparés entre deux groupes : en présence de veaux et de juvéniles et en l'absence de ceux-ci, néanmoins, aucune autre étude n'a comparé les sifflements avec ou sans juvéniles.

Il pourrait donc être intéressant de refaire cette étude plus tard en incluant un plus grand nombre de sifflements à analyser et uniquement en considérant les groupes en absence et en présence de veaux. Il pourrait aussi être intéressant de mener davantage d'investigations pour mieux comprendre l'influence de la présence des veaux sur la fréquence de crête. En effet, une étude précédente a montré que la fréquence de crête augmente avec une excitation émotionnelle accrue (Heiler et al., 2016), et aucune autre étude ne semble avoir trouvé une influence de la présence des veaux sur la fréquence de crête. Une étude pourrait donc être menée pour vérifier si la présence des veaux influence l'excitation émotionnelle ou pourrait être un facteur de stress, en particulier en présence de bateaux ou d'autres menaces ou perturbations anthropiques.

VII. Retour réflexif sur l'expérience

1. Le stage

La réalisation de ce stage m'a permis de mettre en pratique et d'utiliser différentes connaissances et compétences acquises durant mes deux premières années d'étude à Polytech TOURS. Ce stage a été l'occasion pour moi de découvrir le monde de la recherche en participant à un projet de recherche.

N'ayant jamais travaillé sur les mammifères marins, ce stage m'a permis d'en apprendre plus à leur sujet, de participer à des collectes de données diverses en mer : observation des populations, collecte de données acoustiques, etc. Durant ce stage, j'ai également eu l'occasion à plusieurs reprises de devoir m'exprimer en anglais devant d'autres personnes notamment pour leur présenter mon travail.

J'ai eu l'occasion à deux reprises de rencontrer d'autres acteurs, partenaires d'Archipelagos, engagés eux aussi pour la protection des mers et des océans : Pure Ocean, une ONG française installée à Marseille qui soutient des projets internationaux pour la protection de la biodiversité et des écosystèmes marins. J'ai également rencontré des personnes travaillant chez Blue Quest venues nous présenter un des documentaires qu'elles ont produits : Palawan, et venues rencontrer les équipes d'Archipelagos, dans le but de créer un documentaire mettant en avant les projets et le travail réalisés par l'ONG grecque pour protéger la mer Égée.

Ce stage m'a permis d'apprendre beaucoup de choses sur les cétacées, et particulièrement les espèces de dauphins mais également de mieux connaître la mer Méditerranée. Etant originaire des Bouches du Rhône et étant donc géographiquement proche de cette zone, j'ai été marquée par la littérature que j'ai lue, les menaces auxquelles fait face la mer Méditerranée mais également les autres points chauds de biodiversité autour du monde. En effet, onze de ces points chauds ont déjà perdu 90% de leurs habitats, et trois en ont perdu 95% (Myers et al., 2000). Si je ne suis pas sûre de travailler plus tard dans le domaine de la recherche car de l'expérience que j'en ai eu durant mon stage, j'ai trouvé qu'hormis les périodes passées sur le terrain à collecter des données en équipe, c'était un travail assez solitaire, qui m'a demandé de passer beaucoup d'heures seules derrière mon ordinateur sans avoir d'échanges avec mes collègues. J'aimerais pouvoir consacrer ma vie professionnelle future à la protection de la mer Méditerranée ou des espèces menacées.

2. L'expérience internationale

J'ai choisi de réaliser ce stage à l'étranger pour valider par la même occasion les 12 semaines d'expérience internationale nécessaire à l'obtention de mon diplôme d'ingénieure. Désireuse de mettre à l'essai mon niveau d'anglais dans un contexte professionnel, j'ai également fait le choix de partir faire mon stage dans un pays non francophone. Ainsi, je suis partie faire mon stage en Grèce où j'ai dû rédiger l'ensemble de mon travail en anglais et où la majorité de mes échanges verbaux ont été faits en anglais.

Réaliser mon stage ici a été une expérience humaine très enrichissante. Le grand nombre d'autres stagiaires également présents sur la base m'a permis de faire de très belles rencontres et le fait de pouvoir échanger mais aussi vivre avec des personnes venant d'autres pays, avec une autre culture est une occasion d'échanges très intéressants qui m'ont parfois rappelé les cours d'interculturalité que nous avons eu à Polytech.

L'île de Samos où j'ai réalisé mon stage est un lieu chargé d'histoire qui a notamment vu naître le mathématicien Pythagore. Elle est d'ailleurs surnommée dans des ouvrages « *The island of Pythagoras* » (Eleni et Chapsis 2000). L'île de Samos est voisine de la Turquie où j'ai pu me rendre l'espace d'un week-end et où j'ai pu visiter deux des 21 sites turcs classés sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco : Hierapolis-Pamukkale, une station thermale datant du II^{ème} siècle avant J.C et Ephèse, une des plus anciennes et importantes cités grecques d'Asie mineure (Patrimoine mondial | UNESCO, s.d.).

Bibliographie

- Azzellino, Arianna/Maria Cristina Fossi/Stefania Gaspari/Caterina Lanfredi/Giancarlo Lauriano/Letizia Marsili/Simone Panigada/Michela Podestà (2014): An index based on the biodiversity of cetacean species to assess the environmental status of marine ecosystems, in: *Marine Environmental Research*, vol. 100, pp. 94–111, [online] doi:10.1016/j.marenvres.2014.06.003.
- Bearzi, Giovanni, Caterina Maria Fortuna, et Randall R. Reeves. 2009. « Ecology And Conservation Of Common Bottlenose Dolphins Tursiops Truncatus In The Mediterranean Sea ». *Mammal Review* 39 (2) : 92-123. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2008.00133.x>.
- Caldwell, David Keller/Melba C. Caldwell (1972): *The world of the bottlenosed dolphin*, Internet Archive, [online] <https://archive.org/details/worldofbottlenos0000cald/page/16/mode/2up?view=theater>.
- Coll, Marta, Chiara Piroddi, Jeroen Steenbeek, Kristin Kaschner, Frida Ben Rais Lasram, Jacopo Aguzzi, Enric Ballesteros, et al. 2010. « The Biodiversity Of The Mediterranean Sea : Estimates, Patterns, And Threats ». *PloS One* 5 (8) : e11842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>.
- Connor, Richard et al. (2000): The bottlenose dolphin: Social relationships in a fission-fusion society, in: *ResearchGate*, [online] https://www.researchgate.net/publication/247792786_The_bottlenose_dolphin_Social_relationships_in_a_fission-fusion_society.
- « Cornell Lab Of Ornithology – Cornell University – Interactive Sound Analysis Software » . s. d. <https://www.ravensoundsoftware.com/>.
- Dede, Ayhan, et Bayram Oztürk. 2007. « Cetacean Observations In The Marmara And Aegean Sea In Spring Season 2005 ». *ResearchGate*, janvier. https://www.researchgate.net/publication/240631742_Cetacean_observations_in_the_Marmara_and_Aegean_Sea_in_spring_season_2005.
- De la Hoz, Camino F., Elvira Ramos, Araceli Puente, Fernando Méndez, Melisa Menéndez, José A. Juanes, et Íñigo J. Losada. 2018. « Ecological Typologies Of Large Areas. An Application In The Mediterranean Sea ». *Journal Of Environmental Management* 205 (janvier) : 59-72. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.058>.
- Dernege, D. (2010). Hotspot de la biodiversité du bassin Méditerranéen. *Bird Life International*, 258.
- Eleni, Daskalaki, et L. Chapsis. 2000. *Samos : The Best Guide with 140 Coloured Photographs : History, Civilization, Arts, Folklore, Excursions, Road Maps*.
- Fripp, Deborah/Peter Tyack (2008): Postpartum whistle production in bottlenose dolphins, in: *Marine Mammal Science*, vol. 24, no. 3, pp. 479–502, [online] doi:10.1111/j.1748- 7692.2008.00195.x.
- Heiler, Julia et al. (2016): Changes in bottlenose dolphin whistle parameters related to vessel presence, surface behaviour and group composition, in: *Animal Behaviour*, vol. 117, pp. 167–177, [online] doi:10.1016/j.anbehav.2016.04.014.
- Into the deep (s.d.): Into the Deep, [online] <https://www.thedeeproject.eu/>.
- Janik, V. M., L. S. Sayigh, et R. S. Wells. 2006. « Signature Whistle Shape Conveys Identity Information To Bottlenose Dolphins ». *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America* 103 (21) : 8293-97. <https://doi.org/10.1073/pnas.0509918103>.

- Karamitros, Grigorios, Georgios A. Gkafas, Ioannis A. Giantsis, Petros Martsikalis, Menelaos Kavouras, et Athanasios Exadactylos. 2020. « Model-Based Distribution And Abundance Of Three Delphinidae In The Mediterranean ». *Animals* 10 (2) : 260. <https://doi.org/10.3390/ani10020260>.
- King, Stephanie L. et al. (2016): Maternal signature whistle use aids mother-calf reunions in a bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in: *Behavioural Processes*, vol. 126, pp. 64–70, [online] doi:10.1016/j.beproc.2016.03.005.
- Kriesell, Hannah Joy et al. (2014): Identification and Characteristics of Signature Whistles in Wild Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) from Namibia, in: *PloS One*, vol. 9, no. 9, p. e106317, [online] doi:10.1371/journal.pone.0106317.
- La Manna, Gabriella et al. (2019): Influence of environmental, social and behavioural variables on the whistling of the common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), in: *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 73, no. 9, [online] doi:10.1007/s00265-019-2736-2.
- La Manna, Gabriella et al. (2020): Whistle variation in Mediterranean common bottlenose dolphin: The role of geographical, anthropogenic, social, and behavioral factors, in: *Ecology and Evolution*, vol. 10, no. 4, pp. 1971–1987, [online] doi:10.1002/ece3.6029.
- Lecomte, J. (2001). Conservation de la nature : des concepts à l'action. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, (43), 59-73.
- Louis, Marie et al. (2015): Social structure and abundance of coastal bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Normano-Breton Gulf, English Channel, in: *Journal of Mammalogy*, vol. 96, no. 3, pp. 481–493, [online] doi:10.1093/jmammal/gyv053.
- McHugh, K. A. (2010). Behavioral development of free-ranging juvenile bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. University of California, Davis.
- Mello, I., & Amundin, M. (2005). Whistle Production Pre- and Post-Partum in Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Human Care. *Aquatic Mammals*, 31(2), 169-175. <https://doi.org/10.1578/am.31.2.2005.169>
- Moses, Harold. s. d. *Adult And Juvenile Bottlenose Dolphins (Tursiops Truncatus)*. Flickr. <https://flickr.com/photos/mosesharold/52098292842/>.
- Moullec, Fabien. 2019. « Impacts du Changement Global Sur la Biodiversité En Mer Méditerranée : Une Approche Par Modélisation End-to-End ». 10 juillet 2019. <https://theses.hal.science/tel-02276939>.
- ‘Patrimoine mondial | UNESCO’. Accessed 25 July 2024. <https://www.unesco.org/fr/world-heritage>.
- Pietroluongo, Guido/Giulia Cipriano/Karthik Ashok/Simone Antichi/Heloise Carlier/Anastasia Miliou/Rosalia Maglietta/Carmelo Fanizza/Roberto Carlucci (2020): Density and Abundance of *Delphinus delphis* in Waters South of Samos Island, Greece (Eastern Mediterranean Sea), in: *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 8, no. 3, p. 218, [online] doi:10.3390/jmse8030218.
- R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Ryan, C., Cucknell, A. C., Romagosa, M., Boisseau, O., Moscrop, A., Frantzis, A., & McLanaghan, R. (2014). A visual and acoustic survey for marine mammals in the eastern Mediterranean Sea during summer 2013.

Unpublished report to the International Fund for Animal Welfare, Marine Conservation Research International, Kelvedon, UK.

Sayigh, Laela S. et al. (2023): Bottlenose dolphin mothers modify signature whistles in the presence of their own calves, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 120, no. 27, [online] doi:10.1073/pnas.2300262120.

Segura, Iris, Axayácatl Rocha-Olivares, Sergio Flores-Ramírez, et Lorenzo Rojas-Bracho. 2006. « weweConservation Implications Of The Genetic And Ecological Distinction Of Tursiops Truncatus Ecotypes In The Gulf Of California » . *Biological Conservation* 133 (3) : 336-46. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.06.017>.

Smolker, R. A., Mann, J., & Smuts, B. B. (1993). Use of signature whistles during separations and reunions by wild bottlenose dolphin mothers and infants. *Behavioral Ecology And Sociobiology*, 33(6). <https://doi.org/10.1007/bf00170254>

«Towed Hydrophone Arrays | Ocean Science Consulting Ltd | Marine Science ». s. d. <https://www.towedarray.co.uk/>.

Vié, Jean-Christophe, Craig Hilton-Taylor, et Simon Nicholas Stuart. 2011. *La Vie Sauvage Dans un Monde En Mutation : la liste rouge de l'UICN des espèces menacées*.

Wells, Randall S., et Michael D. Scott. 2009. « Common Bottlenose Dolphin » . Dans *Elsevier eBooks*, 249-55. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-373553-9.00062-6>.

Wells, Randall S. 2013. « Social Structure And Life History Of Bottlenose Dolphins Near Sarasota Bay, Florida : Insights From Four Decades And Five Generations » . Dans *Primatology monographs*, 149-72. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54523-1_8.



Titre : stage de recherche sur les mammifères marins

Sous-titre : Influence de la présence des veaux sur les sifflements des grands dauphins
Tursiops truncatus

Résumé :

Tout comme la mer Méditerranée, la mer Égée est un point chaud de biodiversité concentrant un grand nombre de populations endémiques qui connaissent une perte exceptionnelle de leurs habitats. La mer Égée abrite neuf espèces de mammifères marins dont le dauphin à gros nez, espèce étudiée lors de ce stage. Les dauphins sont des animaux très sociaux qui utilisent trois sons différents pour communiquer détecter des proies ou des prédateurs. L'étude du stage a porté sur les sifflements du grand dauphin, des « signaux à bande étroite, modulés en fréquence, allant de 0,8 à 28,5 kHz en fréquence ». Les sifflements sont davantage produits lors de la socialisation ou à cause du stress et peuvent être influencés par la présence de bateaux, le contexte comportemental, la structure sociale, le niveau de bruit ou la structure du groupe. Le stage réalisé durant l'été 2024 a porté sur l'étude des sifflements du dauphin de l'espèce *Tursiops truncatus* en cherchant à étudier l'influence que la présence des veaux pouvait avoir sur ces sifflements.

Abstract:

Such as the Mediterranean Sea, the Aegean sea is a biodiversity hotspot with a large number of endemic populations that are experiencing exceptional habitat loss. The Aegean sea is home to nine species of marine mammals including the bottlenose dolphin, the species studied during my internship. Dolphins are highly social animals that use three different sounds to communicate, detect prey or predators. The internship study focused on bottlenose dolphin whistles, which are "narrow-band, frequency-modulated signals ranging from 0.8 to 28.5 kHz in frequency". Whistles are more produced during socialisation or as a result of stress and can be influenced by the presence of boats, the behavioural context, the social structure, noise level or group structure. The internship carried out during the summer of 2024 focused on the study of whistling in dolphins of the species *Tursiops truncatus* with a view to studying the influence that the presence of the calves could on these whistles.

Mots Clés : *Tursiops truncatus*, sifflement, veaux

Archipelagos Institute of marine conservation Agios Konstantinos 832 00 Grèce

Tuteur entreprise : Anastasia Miliou, Directrice scientifique

Tuteur académique : Sabine Greulich

Annexes

Annexe 1

Auteurs	Date de publication	Titre	Journal	Hypothèse(s) clefs, et questions de recherche	Objet d'étude	Site d'étude	Principales méthodes	Principaux résultats	Conclusion de l'étude	Informations additionnelles
David K. Caldwell, Melba C. Caldwell	1972	The world of the bottlenosed dolphin	Internet archive	Exploration du comportement et de l'écologie des dauphins à gros nez	Les dauphins à gros nez	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné	L'ouvrage étant un livre, il n'a pas été lu intégralement et les informations des colonnes Site d'étude, Principales méthodes, résultats et conclusion de l'étude n'ont pas été utilisées et ne sont donc pas citées ici
Marie Louis, François Gally, Christophe Barbraud, Julie Béésau, Paul Tixier, Benoit Simon-Bouhet, Kevin Le Rest, Christophe Guinet,	2015	Social structure and abundance of coastal bottlenose dolphins, <i>Tursiops truncatus</i>	Journal of mammology	Étude de la structure sociale et de l'abondance des dauphins à gros nez dans le golfe Normano-Breton.	Structure sociale et abondance des dauphins à gros nez dans le golfe Normano-Breton	Golfe Normano-Breton	Observations de terrain pour identifier et cataloguer les individus, des analyses photographiques pour suivre les individus sur le long terme, et des modélisations statistiques pour estimer la population et analyser la structure sociale.	Non concerné	La compréhension des structures sociales est vitale pour la gestion et la conservation des populations de dauphins.	L'étude a été consultée pour définir les sociétés de fission-fusion au sein desquelles vivent les dauphins à gros nez
Richard Connor, Randall Wells, Janet Mann, Andrew Read	2000	The bottlenose dolphin: Social relationships in a fission-fusion society	ResearchGate	Analyse des structures sociales complexes et dynamiques chez les dauphins à gros nez	Relations sociales chez les dauphins à gros nez	Sarasota Bay, Floride, et Shark Bay, Australie-Occidentale	Etudes de terrain sur deux sites d'études principalement.	Les grands dauphins vivent en société de fission-fusion où les individus s'associent en petits groupes qui changent régulièrement	Non concerné	L'étude a été consultée pour définir les sociétés de fission-fusion au sein desquelles vivent les dauphins à gros nez
Laela S. Sayigh	1992	Development and functions of signature whistles of free-ranging bottlenose dolphins, <i>Tursiops truncatus</i>	ResearchGate	Les sifflets signatures varient individuellement et sont utiles dans les interactions au sein de la communauté.	Développement et fonctions des sifflets signatures	Sarasota Bay Floride	Enregistrements acoustiques , identification photographique des individus, observations comportementales	Les sifflets signatures évoluent avec l'âge, servant de marqueurs d'identité et de moyens de communication à longue distance. Les dauphins à gros nez développent des sifflets signature uniques qui facilitent l'identification individuelle et jouent un rôle crucial dans la communication à longue distance.	Les sifflets signatures jouent un rôle clé dans le maintien des interactions sociales et des liens familiaux. Leur développement et leur utilisation sont fortement influencés par l'environnement social.	
Deborah Fripp, Caryn Owen, Ester Quintana-Rizzo, Ari Shapiro, Kara Buckstaff, Kristine Jankowski, Randall Wells, Peter Tyack	2004	Bottlenose dolphin (<i>Tursiops truncatus</i>) calves appear to model their signature whistles on the signature whistles of community members	Animal Cognition	Les jeunes dauphins à gros nez (<i>Tursiops truncatus</i>) modélisent leurs sifflets signature sur ceux des membres de leur communauté.	Apprentissage du sifflement signature par les veaux des dauphins à gros nez	Sarasota Bay, Florida	Analyse acoustique des enregistrements des sifflets de dauphins	Les veaux tendent à adopter les caractéristiques des sifflets des adultes avec lesquels ils interagissent fréquemment, indiquant un apprentissage social significatif des modèles de sifflets.	Les sifflets signature chez les jeunes dauphins ne sont pas uniquement génétiquement prédisposés mais sont également influencés par le comportement et les interactions sociales au sein de leur communauté.	
Deborah Fripp, Peter Tyack	2008	Postpartum whistle production in bottlenose dolphins,	Marine mammal sciences	Signature whistle might elicit an increase in maternal signature whistle production during the first weeks	Production des sifflements signatures post-partum	Kolm*ardens Djurpark, Sweden	Étude de quatre duaphins à gros nez gestantes en captivité. Quantification de la production de leurs sifflements et sifflements signatures avant et après la naissance de leurs veaux.	Le taux de sifflement augmente à la naissance des veaux, le taux de sifflement avant la naissance étant significativement plus faible que le taux de sifflement au cours des semaines 1 et 2.	Seules les mères modifient le taux de production de leurs sifflements signatures	
Julia Heiler , Simon Elwen , Hannah J. Kriesel , Tess Gridley	2016	Changes in bottlenose dolphin whistle parameters related to vessel presence, surface behaviour and group composition	Elsevier	Les activités humaines et les pollutions qu'elles engendrent ont un impact sur les paramètres des sifflements des dauphins	Impacts de la présence de(s) bateau(x), des comportements de surface et de la composition des groupes sur les paramètres des sifflements	Walvis bay, Namibia	5 périodes de collecte de 2009 à 2014	17% des 828 sifflements ont été associés à la présence de bateaux 83% lorsque les bateaux étaient absents, 57% lorsque les veaux étaient présents dans le groupe focal, interaction significative entre la présence de bateaux et la présence de veaux pour la fréquence maximale et la fréquence de l'intervalle.	La présence de veaux a influencé l'effet du bateau d'excursion, les paramètres acoustiques varient naturellement en fonction du contexte biologique, de la composition du groupe et sont influencés par la présence du bateau et le bruit du moteur.	
Hannah J. Kriesell, Simon Elwen, Aurora Nastasi, Tess Gridley	2014	Identification and characteristics of signature whistles in wild bottlenose dolphins (<i>Tursiops truncatus</i>) from Namibia	Journal Plos	Description des sifflements signatures du grand dauphin	Sifflements signatures chez les grands dauphins sauvages	Walvis bay, Namibie	Collecte de données en mer durant 4 périodes de collecte entre 2009 et 2013	La taille du groupe et la présence de baleineaux ont un effet significatif sur la diversité des types de sifflets enregistrés par rencontre. La diversité des types de sifflets par rencontre augmente avec la taille du groupe et est positivement liée à la présence de baleineaux.	28 types de sifflements signatures ont été décrits par l'étude	
Gabriella La Manna, Nikolina Rako-Gospic, Michele Manghi, Giulia Ceccherelli	2019	Influence of environmental, social and behavioural variables on the whistling of the common bottlenose dolphin (<i>Tursiops truncatus</i>)	Behavioral Ecology and Sociobiology	Quelle corrélation existe entre les conditions externes et les modifications des sifflets utilisés pour la communication.	L'influence des variables environnementales, sociales, et comportementales sur les sifflements chez le dauphin à gros nez (<i>Tursiops truncatus</i>).	Sardaigne	Collecte de données des comportements de surface et des données accoutisques de 2015 à 2017	Les sifflements des dauphins varient significativement en réponse à des changements dans l'environnement	Les dauphins à gros nez adaptent leurs sifflements en fonction de l'environnement et des circonstances sociales pour maintenir la communication efficace.	
Inês Mello, Mats Amundin	2005	Whistle production pre- and post-partum in bottlenosedolphins (<i>Tursiops truncatus</i>) in human care	Aquatic Mammals	La production de sifflets de signature, avant et après 'accouchement, par trois grands dauphins femelles, et les sifflements produits par leurs petits	Les sifflements signatures pré et post-partum	Suède	Enregistrements acoustiques et observation comportementale de dauphins en captivité	Les femelles gestantes ont eu une augmentation significative de leur nombre de sifflets signatures à l'approche de la mise à bas et dans la fréquence des sifflets les 27 derniers jours avant. Lorsqu'ils sont séparés, les veaux et les mères produisent la même quantité de sifflements, mais la mère siffle plus par minute après les retrouvailles.	La production de sifflements chez les dauphins à gros nez en captivité change significativement entre les périodes pré- et post-partum	
Rachel A. Smolker, Janet Mann, Barbara B. Smuts	1993	Use of signature whistles during separations and reunions by wild bottlenose dolphin mothers and infants	Behavioral Ecology a	La mère et le veau utilisent les sifflements pour garder un contact lorsqu'ils sont séparés	Fonctions du sifflement signature du veau et de la mère chez le dauphin à gros nez	Australie occidentale	Identification des individus grâce à la photographie, observation visuelle des individus et enregistrement acoustiques sur les terrains	Les sifflements sont plus utilisés en contexte de séparation de la mère et de son petit que lorsqu'ils sont ensemble.	Les dauphins mères utilisent leurs sifflements signature de manière stratégique pendant les séparations et les réunions avec leurs veaux. Les sifflements servent à maintenir le contact acoustique lors des séparations facilitent les réunions en aidant	
Laela S. Sayigh, Nicole El Haddad, Peter L. Tyack, Vincent M. Janik, Randall S. Wells, Frants H. Jensen	2023	Bottlenose dolphin mothers modify signature whistles in the presence of their own calves	The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)	Les femelles utilisent des sifflements avec des maximum de fréquence plus élevés en présence de leurs veaux	Sifflements des mères chez les dauphins à gros nez	Sarasota Bay, Florida	Enregistrements et analyse acoustique, observation des comportements	Les sifflements signatures des femelles des dauphins à gros nez ont des valeurs de fréquence maximum plus élevées lorsqu'elles sont en présence de leurs propres veaux que les autres femelles.	Le mamanais (mothorese ou baby talk en anglais) existe chez les dauphins à gros nez	
Stephanie L. King, Emily Guarino, Loriel Keaton, Linda Erb, Kelly Jaakkola	2016	Maternal signature whistle use aids mother-calf reunions in a bottlenose dolphin	Elsevier	La mère va plus utiliser son sifflement signature pour retrouver son veau	Sifflements signatures des mères chez les dauphins à gros nez	Centre de recherche sur les dauphins	Entraînement au cours duquel le dresseur demande au dauphin d'aller chercher son bébé ou un objet	La mère utilise davantage son sifflet caractéristique pour récupérer son bébé que pour récupérer un objet. Elle s'en sert pour indiquer sa position et sa motivation à retrouver son petit.	Les résultats suggèrent que ce n'est pas seulement le veau qui siffle le plus pour retrouver sa mère, mais celui qui veut le plus retrouver sa mère.	
Gabriella La Manna, Nikolina Rako-Gospic, Gianluca Sarà, Federica Gatti, Silvia Bonizzon, Giulia Ceccherelli	2020	Whistle variation in Mediterranean common bottlenose dolphin: The role of geographical, anthropogenic, social, and behavioral factors	Ecology and evolution	La présence humaine et la variabilité environnementale a un impact sur les modèles de communication acoustique.	Les variations des sifflements chez le dauphin à gros nez méditerranéen (<i>Tursiops truncatus</i>) en relation avec des facteurs géographiques, anthropogéniques, sociaux et comportementaux.	Croatie et Sardaigne	Enquêtes par bateau durant le printemps et en été	Les résultats sont différents entre les deux sites d'études : en Sardaigne, 65% des sifflements ont été enregistrés dans des groupes sans veaux, en Croatie 87%des sifflements ont été enregistrés en présence de veaux. Les résultats indiquent une variation significative des sifflements en fonction de la proximité des activités humaines, des caractéristiques géographiques des habitats, et des dynamiques sociales au sein des groupes de dauphins.	Les paramètres des sifflements sont influencés par le comportement, la présence de veaux et la taille du groupe.Le nombre, l'âge des veaux, leurs sifflements peuvent expliquer les idfférences mesurées. Les dauphins à gros nez adaptent leurs sifflements selon l'environnement géographique et social dans lequel ils évoluent	



BOAT SURVEY REPORT N. 34

Survey information

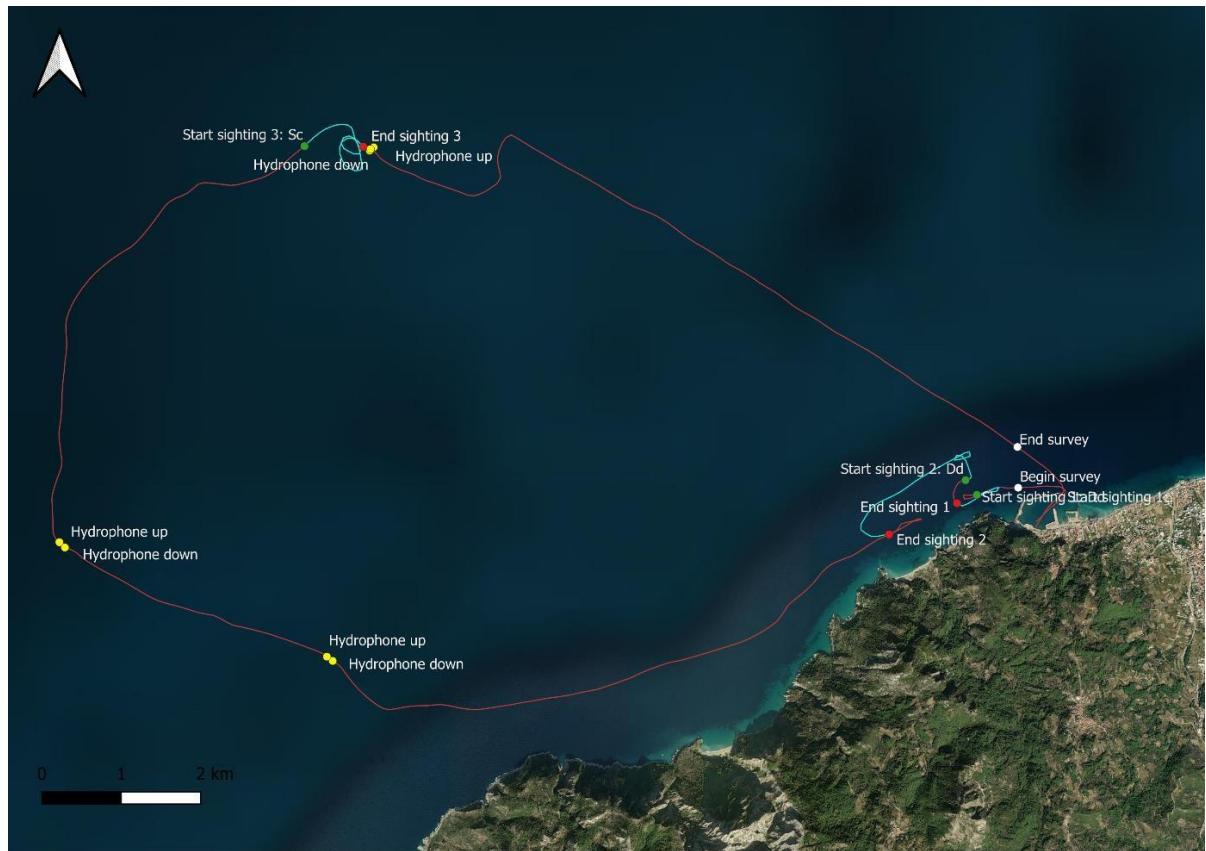
Date	2024/06/01
Vessel	Pinelopi

Starting location	Karlovasi Marina
Final location	Karlovasi Marina
Transect number	NA

	Time	Lat (N)	long (E)
Start survey	7H34M	37.79536667	26.68098
End survey	12H03M	37.79536667	26.68098

Total distance (km)	40.19
Total transect (km)	NA
Total time	4H29M

Map



Sightings information

Sight. n.	START			END			Species	N. indiv.	Length (km)
	Time	LAT (N)	LONG (E)	Time	LAT (N)	LONG (E)			
1	7:42	37.798401 67	26.672675	7:48	37.7974633 3	26.66984	Dd	2	0.917
2	7:51	37.800061 67	26.67106	8:18	37.7939483 3	26.660135	Dd	5	2.901
3	10:27	37.837751 67	26.57657	10:46	37.837695	26.5849733 3	Sc	12	2.814

Bioacoustics information++++

[illegible]

Bioacoustics recording

Recording n.	Recordings name
1	01062024_BS34_Pinelopi_01
2	01062024_BS34_Pinelopi_02
3	01062024_BS34_Pinelopi_03

Microplastic information

Survey n.	START			END		
	Time	LAT (N)	LONG (e)	Time	LAT (N)	LONG (E)
	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NA	NA	NA	NA