

OFFRE DE STAGE MASTER 1

Définir les habitudes de plongée des cachalots en Méditerranée

Mots clés *cétacés, IPI, anti-collision*



Encadrants Justine Girardet (Doctorante), Hervé Glotin

Durée et lieu de stage

avril-juin 2024 (2 mois), Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), La Garde

Problématique

Quelles sont les caractéristiques de sonde de chasse des cachalots en Méditerranée ?

Contexte

Les missions WhaleWay en Méditerranée s'inscrivent dans le programme de recherche global « La Voix des Cachalots », mené par l'association Longitude 181. C'est un programme transversal (éthologie, génétique et acoustique) qui a pour objectif de mieux connaître les cachalots pour mieux les préserver. L'étude WhaleWay en Méditerranée s'attache plus spécifiquement à la dynamique des structures sociales des jeunes mâles subadultes et au suivi des cachalots au cours de leurs chasses profondes par trajectographie. L'objectif est d'apporter des informations nouvelles sur les cachalots de Méditerranée par une étude fine, au niveau individuel, pour mieux suivre la dynamique de leurs populations, menacées par le trafic maritime, les nuisances sonores et la pollution plastique.



Objectifs : Le premier objectif de ce stage sera de regrouper les données des différentes missions effectuées et de réaliser une carte bilan des différentes observations (5 missions de juin 2022 à septembre 2024). Le second objectif consistera à analyser finement les observations réalisées afin de caractériser les individus (notamment par analyse acoustique) et leur sondes : lieu, durée de la plongée, distance parcourue, ect. Le dernier objectif sera de dresser les potentielles corrélations entre toutes les variables étudiées, comparer les variables entre les années et entre les localisations.

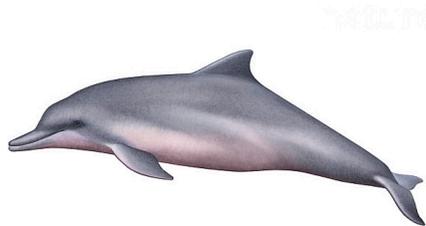
Qualités requises

- Compétences en langage Python : maniement de données, graphes, fonctions, dataframes.
- Bases en biologie et écologie des populations
- Connaissances générales sur le milieu marin et les cétacés
- Rigueur pour l'archivage des données

contact Justine GIRARDET **mail:** justine.girardet@lis-lab.fr



ÉTUDE DE LA POPULATION DE SOTALIE DE GUYANE *Sotalia guianensis* PAR INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Mots clés intelligence artificielle, paramètres environnementaux, impacts anthropiques

Encadrants Lisa Ferré (Ingénieur d'Étude), Hervé Glotin

Durée et lieu de stage

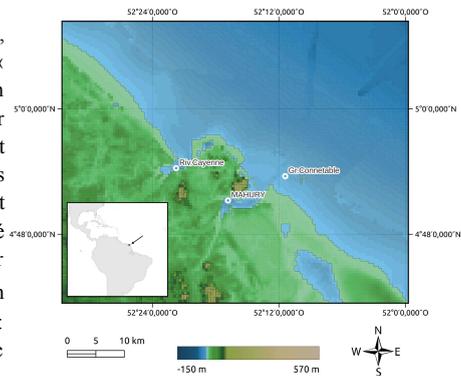
avril-juin 2024 (2 mois), Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), La Garde

Problématique

Quels sont les facteurs environnementaux influençant la présence de Sotalies en Guyane ? Le battage de pieux sur le littoral a-t-il une répercussion sur ces populations ?

Contexte

Le dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*), communément appelé dauphin estuarien, fait partie des dix dauphins en grand danger d'extinction, actuellement classés comme « quasi menacés » dans la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées (UICN, 2019). En effet, cette espèce a une répartition mondiale restreinte [1] car elle ne se trouve que sur la côte sud-ouest de l'océan Atlantique, sur les côtes de l'Amérique centrale et du Sud, et réside notamment sur le littoral guyanais. En raison de leur nature sédentaire, les dauphins de Guyane sont vulnérables à la dégradation de leur habitat et sont facilement victimes de prises accessoires dans les filets maillants [2]. La surveillance de l'activité des populations et l'évaluation des impacts anthropiques sont donc fondamentales pour la conservation. Depuis 2021, le Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane (GEOG) déploie plusieurs hydrophones fixes et mobiles sur 3 sites de Guyane: la Rivière de Cayenne, l'Île du Grand Connétable ainsi que le fleuve de Mahury avec pour objectif de suivre cette population par acoustique passive.



- [1] Borobia, Monica & Siciliano, Salvatore & Lodi, Liliane & Hoek, Wyb. (2011). Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology*, 69, 1025-1039. 10.1139/z91-148.
- [2] Almeida, Inaé & Percequillo, Alexandre & Rollo, Mario. (2024). Surviving the Tide: Assessing Guiana dolphin persistence amidst growing threats in a protected estuary in South-eastern Brazil. *Journal for Nature Conservation*, 82, 1-9. 10.1016/j.jnc.2024.126713.
- [3] P Best, H Glotin, S Paris, R Marxer, (2024) *Deep audio embeddings for vocalisation clustering*, PLoS ONE, e0283396.
- [4] M Poupard, P Best, JP Morgan, G Pavan, H Glotin (2024) A first vocal repertoire characterization of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the Mediterranean Sea: a machine learning approach, *Royal Society Open Science* 11 (11), 231973.

Objectifs : L'objectif de ce stage est d'utiliser une technique de deep learning (*Yolov5*) pour la détection automatique des vocalisations des Sotalies de Guyane afin d'étudier leurs routines journalières, l'influence des cycles de marée sur celle-ci en relation avec les facteurs environnementaux et l'impact anthropique. La première partie de ce stage consistera en la prise en main d'un modèle de deep learning déjà construit pour en comprendre les fondements, il n'est pas attendu que le/la stagiaire code mais exécute entraînement, test, détection. Dans un deuxième temps il/elle déterminera l'influence des cycles de marée sur les routines journalières pour ensuite mettre en relation ces routines avec les facteurs environnementaux (*Topo-Bathymétrie, Chlorophylle, Température, Courants*). En fonction de son avancée, le/la stagiaire pourra étudier l'impact anthropique sur les comportements des dauphins et la présence sur site grâce aux enregistrements de 2023 comportant un événement de battage de pieux sur le littoral dans l'une des trois stations de surveillance.

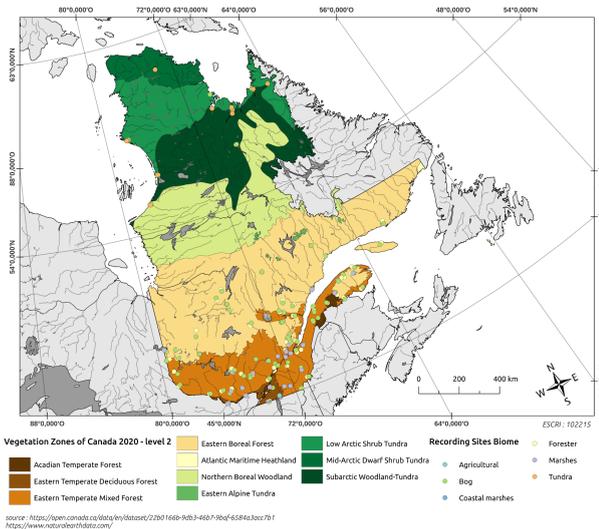
Qualités requises

- Compétences en langage Python : maniement de données, graphes, fonctions, dataframes.
- Bases en étude de population
- Notion sur ce que représente l'Intelligence artificielle
- Flexibilité dans l'apprentissage informatique

contact Lisa FERRE **mail:** lisa.ferre@lis-lab.fr



Étude des habitudes de plusieurs espèces d'oiseaux entre le Saint-Laurent et l'Arctique (Québec)



Mots clés Traitement statistique, Modèles Environnementaux, Grande base de données

Encadrants Stéphane Chavin (Docteurant), Hervé Glotin

Durée et lieu de stage

avril-juin 2024 (2 mois), Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), La Garde

Problématique

Comment les différentes espèces sont-elles impactées par l'évolution des températures ? Est-ce qu'il y a des espèces plus résistantes aux fortes chaleurs ? Y-a-t-il un lien avec d'autres paramètres environnementaux ? Quel impact des biomes sur les populations ?

Contexte

Les oiseaux sont des animaux vocaux, qui utilisent le son pour communiquer entre eux ou pour se démarquer lors de la période de reproduction [1,2]. La méthode d'acoustique passive, sur de longues périodes, est ainsi utilisée pour créer des stratégies de conservation de la faune. Le sujet d'étude, qui couvre une vaste zone géographique, englobe environ 80 sites de surveillance réparties sur un gradient latitudinal allant de 45° 0' 23.0394 N à 61° 18' 45.7194 N au Québec et ce sur plusieurs années. Les données proviennent de 6 biomes différents (e.g. Forestier, Agricole, Tundra, Marais...) dans lesquels se rassemblent plusieurs espèces différentes. Un total de 30 espèces ont été détectées de manière automatique par un modèle de machine learning (YOLOv5) sur une grande quantité de fichiers audio, nous donnant en sortie plusieurs dizaines de milliers de détections de ces 30 espèces. Cette couverture complète permet d'obtenir une compréhension globale de la biodiversité aviaire et ainsi d'élucider l'interaction complexe entre les facteurs environnementaux, tels que la température et la distribution/le comportement des espèces.

[1] Maldonado-Coelho M, dos Santos SS, Isler ML, Svensson-Coelho M, Sotelo-Muñoz M, Miyaki CY, Ricklefs RE, Blake JG. 2023 Evolutionary and Ecological Processes Underlying Geographic Variation in Innate Bird Songs. *The American Naturalist* 202, E31–E52. PMID: 37531273 (10.1086/725016)

[2] Williams H. 2004 Birdsong and Singing Behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1016, 1–30. (<https://doi.org/10.1196/annals.1298.029>)

Objectifs : L'objectif de ce stage est de traiter une grande quantité de données de détections d'oiseaux afin de les relier à des phénomènes environnementaux (e.g. une canicule). Ainsi, le/la stagiaire devra dans un premier temps trouver les modèles météorologiques capables de fournir les informations nécessaires à l'analyse. Puis dans un second temps adapter ces données pour les mettre en parallèle avec les détections de manière générale ou en fonction des espèces.

Qualités requises

- Autonomie avec les outils informatiques (Python, R) ;
- Organisation des données ;
- Compréhension des modèles environnementaux.

contact Stéphane Chavin **mail:** stephane.chavin@lis-lab.fr



OFFRE DE STAGE MASTER 1

Separation of sperm whale (*Physeter macrocephalus*) click trains by source localisation and analysis of acoustic features

Mots clés *Passive acoustics, signal processing, source localisation, sperm whales, audio-video analysis, python*

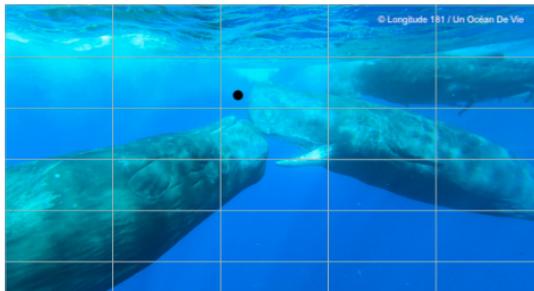
Encadrants Lara Berkenbaum (PhD student), Hervé Glotin

Durée et lieu de stage avril-juin 2024 (2 mois), Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), La Garde

Problématique *Using a mobile acoustic antenna with three hydrophones and audio-video analysis, how can we precisely locate sperm whale sound emissions and attribute each click to an individual?*

Contexte

Sperm whales are social odontocetes that use clicks to navigate, hunt and interact. When they are in groups, their acoustic emissions overlap, making it difficult to attribute clicks to a specific individual. Accurate signal separation is therefore essential for understanding their communication and social interactions. Off Mauritius, expeditions are being carried out to study the 'Irène Gueule Tordue' sperm whale clan through behavioural, acoustic and genetic analyses [1,2]. To do this, the innovative Opale tool, a mobile acoustic antenna, developed by SMIOT and LIS DYNi [3], allows interactions between individuals to be recorded in high definition using a combination of hydrophones and GoPro cameras. The integration of audio and video data provides a unique opportunity to identify speakers and study the structuring of their dialogues in the natural environment.



Objectifs : The aim of the internship is to improve a methodology for locating and attributing sperm whale clicks using high-resolution audio-video recordings. [4,5]

The first step will be to process the acoustic signals recorded by an array of three hydrophones to estimate the direction of arrival of clicks using the time delay of arrival. These data will then be cross-referenced with the video images, considering the optical effects of the cameras, to associate each sound emission with a visible individual. Signals will be analysed to identify acoustic

variations between individuals and refine the attribution of clicks. Optimisation of the processing using dimension reduction and clustering methods will improve source separation. Finally, the algorithm will need to be tested and validated on recordings collected during sea expeditions, with the final aim of obtaining accurate disambiguation of overlapping clicks and analysing their role in sperm whale social communication and interactions.

[1] Sarano V., Sarano F., Girardet J., Preud'homme A., Vitry H., Heuzey R., Sarano M., Delfour F., Glotin H., Adam O., Madon B. & Jung J-L (2022): Underwater photo-identification of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) off Mauritius. *Marine Biology Research*, <https://doi.org/10.1080/17451000.2022.2040737>

[2] Sarano F., Girardet J., Sarano V., Vitry H., Preud'homme A., Heuzey R., Garcia Segarra A M, Richard G., Tixie P., Guinet C., Delfour F., Glotin H., Adam O. & Jung JL (2021) : Kin relationships in cultural species of the marine realm: case study of a social group of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) off Mauritius Island, Indian Ocean. *Royal Society Open Science* 8: 201794. <https://doi.org/10.1098/rsos.201794>

[3] Glotin, H., and al. (2024). OPAL: a super resolution audiovisual mobile antenna for cetacean ethoacoustical researches. DCLDE 2024, Rotterdam. <https://cian.lis-lab.fr>

[4] Ferrari, M. (2020). Study of a biosonar based on the modeling of a complete chain of emission-propagation-reception with validation on Sperm Whales [PhD, University of Picardie Jules Verne]. *Sciences Technologie et Santé (ED 585)*, codir Asch and Glotin

[5] Zimmer, W.M.X. (2013). Range estimation of cetaceans with compact volumetric arrays. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(3), 2610. doi:10.1121/1.4817892

Qualités requises

- Skills in signal processing and spectral analysis
- Good knowledge of python and associated tools (jupyter, etc.)
- Ability to understand and improve existing code
- Flexibility and ability to learn computer science
- Basic knowledge of cetacean biology and underwater acoustics
- Analytical mind, rigour and autonomy
- Fluency in English

contact Lara Berkenbaum **mail:** lara.berkenbaum@lis-lab.fr



Étude des répertoires individuels de codas dans un clan de cachalots au large de l'Île Maurice



Mots clés *acoustique passive, cachalot, codas, intervalle inter-clic, identification acoustique, répertoire individuel*

Encadrants *Pascale Giraudet*

Durée et lieu de stage

Avril-juin 2024 (2 mois), Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), Université de Toulon, La Garde

Problématique

L'organisation temporelle des codas présente-t-elle une différence d'un individu à l'autre ?

Contexte

Les cachalots (*Physeter macrocephalus*) communiquent par l'intermédiaire de courtes séquences répétées et stéréotypées de clics appelées codas [1,2]. Chaque coda peut se caractériser par le nombre de clics qui la composent ainsi que par les différents ICI (intervalles inter-clics) qui les séparent. Le LIS dispose des enregistrements acoustiques du clan d'Irène Gueule Tordue, étudié depuis 2013 au large de l'Île Maurice par Longitude 181. Tous les individus de ce clan sont physiquement identifiés [3,4] et certains d'entre eux peuvent être reconnus à leurs clics [5]. Une partie des codas enregistrées peut donc être attribuée aux individus qui les émettent.

[1] Adam Olivier et al. Study of behaviours and emitted codas during sperm whales social interactions. e-Forum Acusticum 2020. Lyon, France. pp.3225-3227 (2020).

[2] Marcoux Marianne, Whitehead Hal & Rendell Luke. Coda vocalizations recorded in breeding areas are almost entirely produced by mature female sperm whales (*Physeter macrocephalus*). Canadian Journal of Zoology, 84(4), 609-614.(2006).

[3] Sarano Véronique et al. Underwater photo-identification of sperm whales (*physeter macrocephalus*) off mauritius. Mar. Biol. Res. (2022).

[4] Sarano François et al. Kin relationships in cultural species of the marine realm: case study of a matrilineal social group of sperm whales off mauritius island, indian ocean. Royal Soc. Open Sci. 8, 201794 (2021).

[5] Ferrari Maxence et al. Age and interpulse interval relation from newborn to adult sperm whale (*Physeter macrocephalus*) off Mauritius. Sci Rep 14, 18474 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51194-5>

Objectifs :

L'objectif de ce stage est d'établir les répertoires de codas utilisés par différents individus du clan. Il faudra pour cela:

- proposer une classification des codas enregistrés en types représentatifs,
- attribuer les codas aux individus dont l'identification acoustique est possible,
- comparer les répertoires de codas émis par ces individus.

Qualités requises

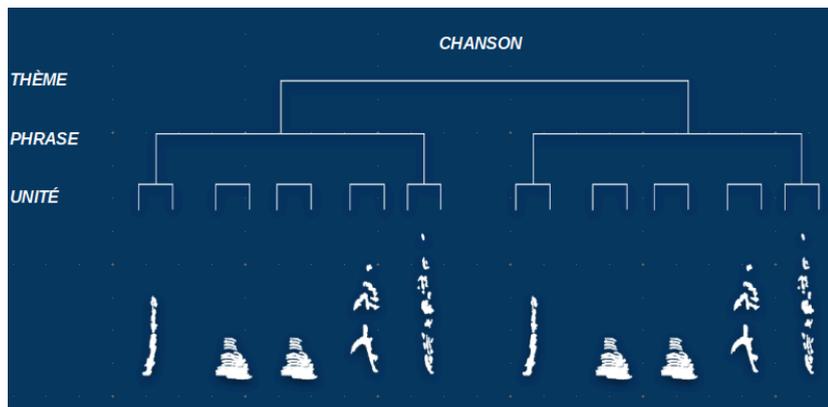
- *autonomie en programmation*
- *autonomie de travail (je serai absente 3 semaines en mai)*
- *volonté de se former aux méthodes de classification et de clustering*

contact *Pascale GIRAUDET* **mail:** pascale.giraudet@lis-lab.fr



OFFRE DE STAGE MASTER 1

Utilisation de méthodes d'alignement de séquences pour reconstituer des chants de baleine à bosse à partir d'extraits d'une minute



Mots clés *chants de baleine à bosse, alignement de séquences*

Encadrants *Pascale Giraudet et Stéphane Chavin*

Durée et lieu de stage
Avril-juin 2024 (2 mois), Laboratoire d'Informatique et des Systèmes (LIS), La Garde

Problématique

Les chants de baleine à bosse peuvent-ils être reconstitués en alignant de nombreux extraits d'une minute ?

Contexte

Dans le cadre du réseau CARI'MAM (Caribbean Marine Mammals Preservation Network), 17 stations acoustiques sous-marines ont été installées au large des îles de l'arc antillais [1]. Chaque hydrophone a enregistré le paysage sonore pendant une minute toutes les 6 minutes durant plus de 1300 jours, ce qui représente un total de 6000 heures d'enregistrement. Dans ces enregistrements, plus de 300.000 vocalises de baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) ont été détectées et classées en unités homogènes par reconnaissance automatique de forme sur les spectrogrammes grâce à un réseau de neurones [2]. Les chants des baleines à bosse étant constitués de longues séquences stéréotypées d'unités sonores [3], seuls de courts extraits de chants ont pu être détectés dans ces fichiers d'une minute.

[1] Glotin H., Ferrari M., Best P., Poupard M., Thellier N., et al.. CARIMAM Report Bioacoustic Data Processing. [Research Report] DYNI LIS. 2021. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03629286>

[2] Chavin S. et al. 2025, Spatiotemporal Dynamics of North Atlantic Humpback Whales' Vocal Repertoire in Breeding Grounds : An Automatic Analysis Over Two Years of a Large Hydrophone Network, Nature Communication (in submission)

[3] H.E. Winn. The Song of Humpback Whale *Megaptera novaeangliae* in the West Indies, Marine Biology, volume 47, pages 97-114 (1978).

Objectifs :

L'objectif de ce stage est de tester différentes méthodes d'alignement de séquences pour reconstituer les chants grâce aux nombreux extraits redondants d'une minute dont nous disposons. Ce travail sera constitué de deux étapes:

- élaboration de méthodes d'alignement et évaluation sur des séquences de chant connues et artificiellement découpées en segments d'une minute;
- application aux données provenant des 14 stations opérationnelles acoustiques actives de CARI'MAM pour reconstituer au mieux les séquences complètes des chants enregistrés.

Qualités requises

- *autonomie en programmation*
- *autonomie de travail (je serai absente 3 semaines en mai)*
- *volonté de prendre en main différentes méthodes d'alignement de séquences*

contact *Pascale GIRAUDET* **mail:** pascale.giraudet@lis-lab.fr

