

Cette annexe est à dupliquer autant de fois que de projets déposés

- Soutien aux plateformes en FEI et/ou en ingénieur de soutien à la recherche
- Soutien au développement des relations internationales
- Soutien à l'émergence de projets scientifiques
- Soutien à la politique égalité-parité
- Soutien à la politique de développement durable
- Soutien à un projet stratégique
- Soutien à la valorisation et au transfert vers le monde socio-économique
- Accompagnement de chercheurs et enseignants-chercheurs
- Soutien à l'organisation de conférences

- PREMIERE DEMANDE
- RENOUELEMENT

PRIORITE DE L'UNITE : 1er

Contexte : L'institut OCEAN de l'AMU vient d'être évalué avec la note maximale. C'est un des instituts les plus actifs de l'AMU, et le LIS élabore via FJORD3D sa stratégie de couplage avec l'institut OCEAN. L'autre tutelle de l'UMR LIS, l'UTLN fédère ses recherches sur les recherches maritimes. FJORD3D est le seul projet stratégique posé par le LIS

Identification du projet

Titre long du projet Adaptation acoustique de la mégafaune dans les fjords arctiques

Acronyme du projet FJORD3D

Nom du porteur GLOTIN Hervé

<http://glotin.univ-tln.fr>

Pr UMR CNRS LIS Université de Toulon

Unité de recherche (code, sigle) UMR CNRS LIS 7020

Employeur du porteur / de la porteuse Université de Toulon

Adresse e-mail du porteur / de la porteuse herve.glotin@lis-lab.fr

Montant demandé au CNRS = 9 000 euros

Etablis.	Code Unité CNRS	Nom du labo / l'équipe	Pour les unités rattachées au CNRS		Civilité/NOM/Prénom des personnes impliquées
			Institut principal	Déleg rég.	
Toulon Université	UMR 7020	LIS	IN2SI, Chaire IA ADSIL bioac sous marine AID et DGA	DR12	Pr Hervé Glotin (dir scientifique), Post docs Dr Ferrari Maxence et Dr Marion Poupard, Dr Biologie Giraudet Pascale.
Longitude 181	ONG	Longitude 181	océanologie	-	Dr François Sarano (chef expédition) et Dr Véronique Sarano (protocole éthologie)
Toulon Université	UMR7294	MIO	INSB, second INEE	DR12	Dr Prévot D'Alvise Nathalie (protocole omique)
Toulon Université	UMR7334	IM2NP	IN2SI, plateforme techno SMIoT	DR12	Pr Gies Valentin (protocoles électroniques), Ing. V. Barchasz,
Toulon Université	DSIUN	DSIUN Toulon	Informatique	-	Ing. Prévot Jean-Marc (responsable STIC et data)

Sorbonne Université	UMR 8190	LATMOS	océanophysique, colonne d'eau, CTD et échosondeur	DR04	Pr. Malik Chami (protocoles hydrophysiques)
Akvaplan-niva	PME norvégienne Polar team	Océanophysique	océanophysique, colonne d'eau, CTD et échosondeur	Norvège	Dr Pierre Priou (protocole CTD et échosondeur) <ppr@akvaplan.niva.no>
Valhalla	PME Française	Valhallab	-	Norvège	Julie et Rodolphe Tanneau

Avez-vous déjà déposé un projet auprès de l'INS2I pour un projet similaire ou connexe ?

Oui

Non

Montant demandé au CNRS = 9000 euros

Catégorie de dépenses	Description	Montant HT = 25 590 eur
Missions	Location du navire Isbjorn affrété depuis 2 ans par l'équipe en novembre, équipé de treuil pour la dé/pose des instruments et de cabines laboratoires et d'un zodiac de mesure proche.	22 590
Petits matériels		
Equipement		
Colloques/Séminaires	Colloques à l'université de l'Arctique, Tromso, au passage de l'équipage à Tromso	3 000
Autres à détailler		

Financements complémentaires au projet

Financier	Montant 25 590 HT	Financement acquis ou demandé	Nature de la dépense financée
LIS BQR	9 000	Acquis	Mission
BIODIVERSA EUROPAM (PI Glotin)	7 590	Acquis	Mission
IN2SI	9 000	Demandé	Mission + workshop

Résumé du projet Texte identique à celui de DIALOG (10 lignes maximum)

Le LIS DYNI est un acteur majeur en IA pour la bioacoustique, notamment dans le cadre de sa Chaire IA DGA ADSIL bioacoustique sous-marine. FJORD3D fédère des innovations en électronique et IA pour l'étude de la communication animale et / ou la pollution anthropique. Trois thèses au LIS sont en cours sur ce projet, des modèles physiques acoustique à la détection, classification et typologie des vocalises par IA, jusqu'aux modèles de langages. Depuis 10 ans, des Baleines à Bosse changent de stratégie migratoire pour se nourrir l'hiver en arctique, au lieu de migrer aux tropiques. Au nord de la Norvège, elles se trouvent en compétition avec les Orques prédateurs de harengs. Nous étudions alors les systèmes acoustiques de communications et biosonars de ces cétacés, sujet à des adaptations rapides du fait de ces co-occurrences et de la plasticité cognitive de ces mammifères (discretion, jamming, anti-jamming, territorialité,...). FJORD3D est unique, regroupant les thématiques IN2SI SOC, IA, et application au suivi de la biodiversité.

Description du projet (3pages)

Le LIS DYNI / Centre Int. d'Acoustique Naturelle (CIAN), demandeur, est un acteur majeur en IA pour la bioacoustique, notamment dans le cadre de sa Chaire IA DGA ADSIL bioacoustique sous-marine. FJORD3D est une recherche fédérant de nouvelles Electroniques et IA pour l'étude de la communication animale et / ou la pollution anthropique. Trois thèses au LIS sont en cours sur ce projet, des modèles physiques acoustique à la détection, classification et typologie des vocalises par IA, jusqu'aux modèles de langages. Depuis 10 ans, une population de Megaptera novaeangliae (Mn, Baleine à Bosse) change de stratégie migratoire pour se nourrir l'hiver en arctique, au lieu de migrer vers les tropiques. Au Troms, au nord de la Norvège, ces Mn en plus grand nombre et plus âgées du fait de l'arrêt de l'industrie baleinière depuis 40 ans, retournent à leur stratégie alimentaire dans le Troms, et donc en compétition avec les Orques (*Orcinus orcinus*), prédateurs usuels des populations de harengs dans ce même Troms. Les systèmes acoustiques de communications et biosonars de ces cétacés sont donc sujet à des adaptations rapides du fait de ces co-occurrences et de la plasticité cognitive de ces mammifères (discretion, jamming, anti-jamming, territorialité,...).

Notre projet FJORD3D a été le seul soutenu deux années de suite par la Mission interdisciplinaire du CNRS 2022+2023. La MITI ne finance pas plus. C'est l'unique projet à étudier cette compétition en 3D par acoustique. Nos premières expéditions fin 2022 et 2023 mesurent l'évolution de l'adaptation acoustique des Orques et des Mn. En effet, les Orques semblent montrer une nouvelle stratégie de chasse pour éviter la concurrence de Mn. Leurs vocalises sont différentes en nombre et en qualité notamment quand une Mn arrive sur la même boule de harengs.

Nous avançons alors l'hypothèses de l'adaptation du registre vocalique des orques et de leur stratégie biosonar et de coda pour le rassemblement et la construction en boule des milliers d'harengs avec plus de discrétion face aux déprédations des Mn. C'est cette évolution rapide des signaux intra et inter-spécifiques Orque-Baleine qui constitue le sujet de cette recherche. Le protocole bioacoustique couplé à la photo-identification des individus en collaboration avec Univ Tromsø permet la discrimination les vocalises individu par individu.

Les IA bioacoustique du LIS sont développées et intensifiées par cette mission. Le projet a été initié en 2021 par un repérage et des mesures acoustiques en antenne portative de nage avec les orques actuellement à Skervoy, Norvège par H. Glotin et M. Poupard sur site avec instrumentation avancée qui montrent la qualité des observations et le besoin de mesures long terme en complément de mesures en champ proche.

FJORD3D se projette sur 5 années avec la pose en 2022 et 2023 et 2024 d'un observatoire de 2 stations fixes et jusqu'en 2028 des compléments des observations en proximité pour l'étude des variations de vocalises d'orques et des autres cétacés en interaction dans la zone. La location du navire Isbjorn en 2024 permettra la stabilisation de cet observatoire et des mesures complémentaires dont des cross-calibrations

entre stations fixes et les mesures mobiles par le Isbjorn entre ces stations fixes afin de consolider les modèles IA de propagation, détection et classification des signaux.

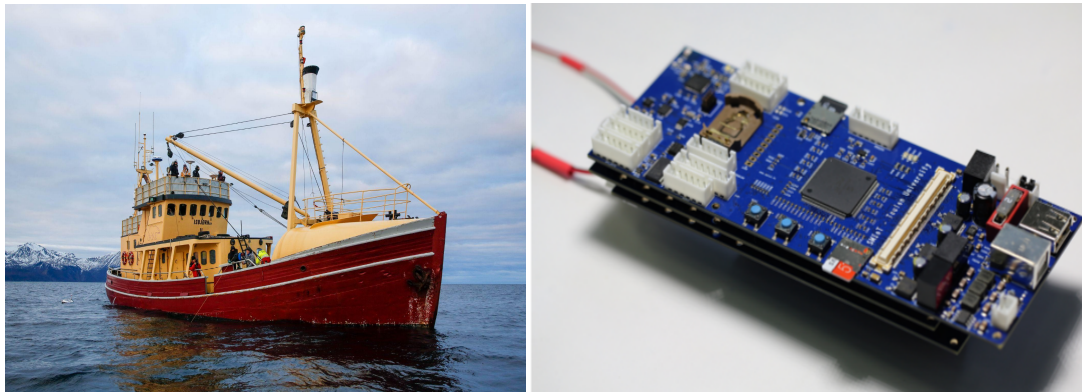


Figure : Le navire de l'expédition, "Isbjorn II" de la mission. La carte son QHB développée par LIS et IM2NP (INS2I) pour ce projet

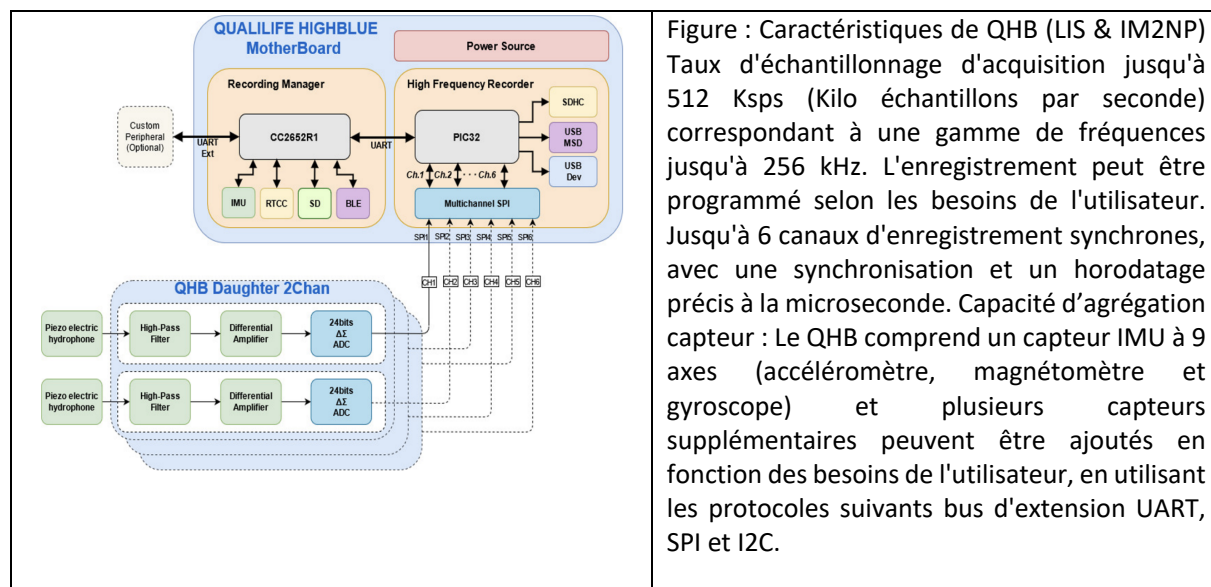


Figure : Caractéristiques de QHB (LIS & IM2NP) Taux d'échantillonnage d'acquisition jusqu'à 512 Ksps (Kilo échantillons par seconde) correspondant à une gamme de fréquences jusqu'à 256 kHz. L'enregistrement peut être programmé selon les besoins de l'utilisateur. Jusqu'à 6 canaux d'enregistrement synchrones, avec une synchronisation et un horodatage précis à la microseconde. Capacité d'agrégation capteur : Le QHB comprend un capteur IMU à 9 axes (accéléromètre, magnétomètre et gyroscope) et plusieurs capteurs supplémentaires peuvent être ajoutés en fonction des besoins de l'utilisateur, en utilisant les protocoles suivants bus d'extension UART, SPI et I2C.

Nous disposons de 3 antennes acoustiques déployées depuis le navire d'expédition posant ensuite autant de questions algorithmiques IA et traitement du signal : une antenne tétraédrique composé de 4 hydrophones SQ26, avec un tube contenant des batteries, et une carte High Blue (Fe: 256 kHz) - Une antenne monophone composé d'un C75, et 20m de câble, branché sur une carte High Blue (Fe: 512 kHz) - Une antenne monophone composée d'un SQ26, 10m de câble, branché sur un enregistreur (Tascam) (Fe: 96 kHz).

Protocole antenne tétraédrique : Utilisant les enregistreurs QHB, l'antenne Tetra a pour objectif d'aider à la compréhension des interactions entre animaux d'un même groupe et entre animaux de groupes ou d'espèces différentes en permettant la localisation des sources d'émission sonores. Pour cela, l'antenne Tétra est constituée de 4 hydrophones placés aux 4 coins d'un tétraèdre régulier, de longueur de côté 70 cm. L'analyse des temps de délai d'arrivée des signaux (TDOA) permet la localisation de la source d'émission sonore

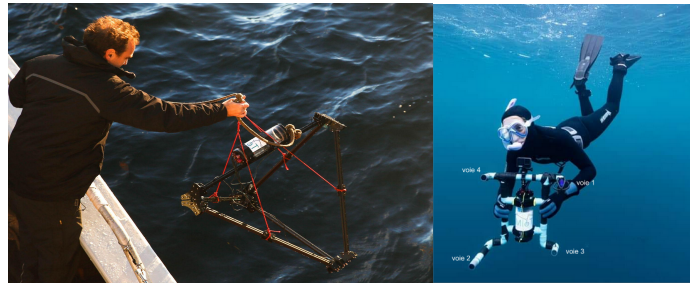


Figure (Gauche) Mise à l'eau depuis Isbjorn II (crédit photo Gies) de l'antenne tétraédrique, équipée de sa carte son et ses quatre hydrophones, conçue par SMIoT LIS IM2NP UTLN (Droite) Antenne acoustique de 2021 avec ses 4 hydrophones et sa GoPro pour le suivi champ proche.

Objectifs 2024 :

Pose d'une station fixe d'écoute sur 2 ans

Nous poserons en collaboration avec notre partenaire Valhalla une station filaire stéréophonique à Seglvik depuis le bord avec 100m de câble. Cette bouée repose sur le fond à -7m de profondeur à une distance d'environ 70m du rivage enregistrant à 128kHz x 2 x 16 bits. Elle est alimentée par secteur depuis la station Valhallab. Toutes les données sont enregistrées sur disques durs 5 To, en continu depuis mi-novembre et jusqu'à ce jour et pour encore au moins un an. Cette antenne nous permet d'évaluer la densité d'animaux qui entrent ou sortent (grâce à la stéréophonie nous avons la mesure du sens de déplacement) de ce fjord au cours de l'année, ainsi que les niveaux anthropophoniques.

Détecteurs automatiques IA

Afin d'analyser la présence acoustique des orques et baleines à bosse au sein des enregistrements, un réseau convolutionnel développé par l'équipe du LIS a été utilisé. Ce modèle permet de détecter automatiquement les vocalises des deux espèces et calcule une probabilité de présence à chaque milliseconde du signal. Grâce à ce modèle, nous avons pu détecter les vocalises (avec un haut signal rapport sur bruit) des baleines à bosses et orques. On représente l'évolution des prédictions du modèle sur 20 secondes de signal, contenant des vocalises d'orques. Chaque point rouge représente une détection.

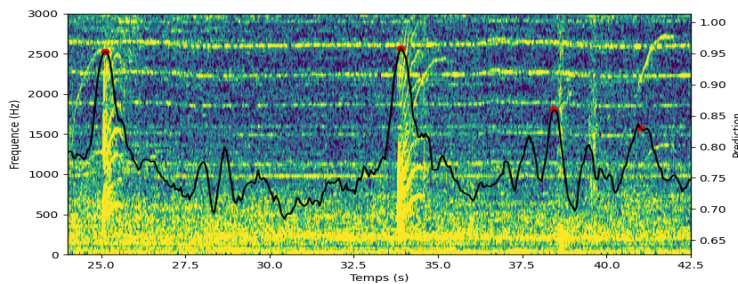


Figure : Exemple des prédictions du modèle IA DYNI sur 20 secondes de signal. Chaque point rouge représente une vocalise détectée.

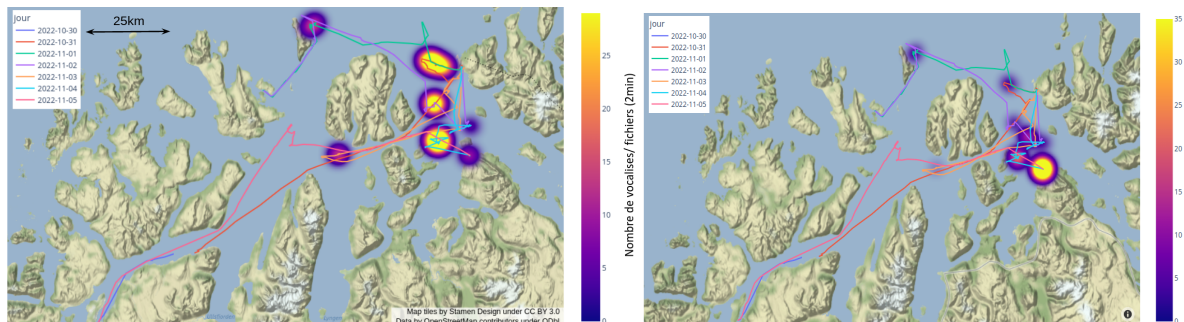


Figure : Carte représentant les trajets de l'Isbjorn et le nombre de vocalises d'orques détectées (Gauche) et de bal. Bosse (Droite)

Analyse acoustique interspécifique (orques & baleine à bosse)

Nous avons pu calculer le taux d'appel (nombre de vocalises par minute) pour les deux espèces (orques et baleines à bosse) pour les trois feedings. Lors du premier feeding, uniquement les orques étaient présentes, mais des vocalises des deux espèces ont été enregistrées. Les vocalises de la baleine rejoignant le feeding ont donc été entendues lors du premier feeding. Lors du deuxième feeding, les deux espèces étaient présentes, et au moment où la baleine est arrivée dans le feeding, elle n'a plus émis de vocalise.

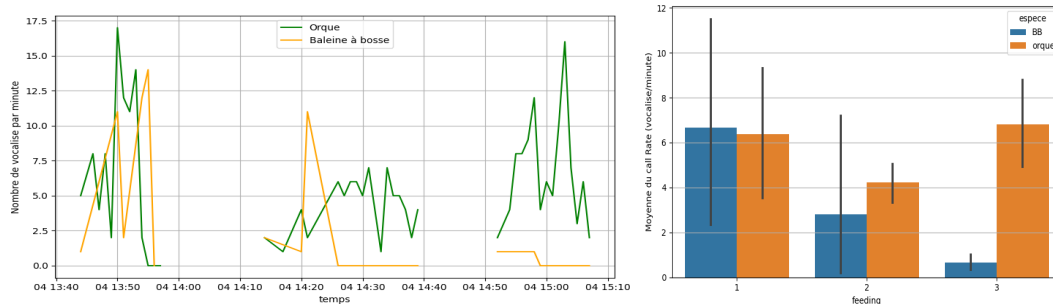


Figure : Call Rate (nombre de vocalises/minute) estimé par IA lors des 3 feedings successifs du 04/11/22. Moyenne du Call rate (nombre de vocalises/minute) lors des 3 feedings successifs pour les deux espèces

Ces résultats préliminaires tendent à montrer que le nombre de vocalises de baleine à bosse diminue au cours des différents feedings. En effet, lors du premier feeding, la moyenne du call rate était > 6 /min, pour chuter ensuite à 3 vocalises par minute, puis moins de 1/minute. A l'inverse, les moyennes des call rate pour les orques restent plutôt constants. Ces résultats sont à consolider dans la mission 2024.

Le pré-rapport 2022 est disponible ici : http://sabiod.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/ADAPT-VIVANT-20230201_ADAPREDAT.pdf

Des éléments vidéo et acoustiques de la mission 2022 sont sur <http://sabiod.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/> et pour 2023 : <http://sabiod.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/2023>

Publications en rédaction, sur la base des missions faites :

- Un bilan des interactions bioacoustiques des orques, rorquals et baleines à bosse, dans *Marine Mammal J* Poupard et al.
- La découverte de coda d'orque, et lien aux activités, dans *Nature SR* ou *Com.* Glotin et al.
- Suivent projet d'article sur le déplacement des cétacés dans le nord et leur activités et formes vocaliques, notamment de biosonar par décomposition de Wigner-Ville Deloustal / Girardet
- Corrélation des chants de Mn entre Caraïbes et Troms, Chavin et al.

Annexe :

Bibliographie en instrumentation avancée

Barchasz, Gies, Glotin, 2021, High Blue, Tech. Report, <https://smiot.univ-tln.fr/downloads/highblue.pdf>

Barchasz, Gies, Marzetti, Glotin (2020) A novel low-power high speed accurate and precise DAQ with embedded artificial intelligence for long term biodiversity survey, *Eu. Forum Acusticum* <https://hal.archives-ouvertes.fr/FA2020/hal-03230835v1>

Best P., Marzetti S., Poupard M., Ferrari M., Paris S., Marxer R., Philippe O., Gies V., Barchasz V., Glotin H. (2020) Stereo to five channels Bombyx sonobuoys : from four years cetacean monitoring to real-time whale ship anti-collision system. *Eu. Forum Acusticum* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03199965/document>

Marzetti, Gies, Barchasz, Best, Paris, Barthelemy, Glotin (2020) Ultra-Low Power Wake-Up for Long-Term Biodiversity Monitoring, in *proc. IEEE IOTAIS* <http://dx.doi.org/10.1109/iotais50849.2021.9359710>

Marzetti, V Gies, V Barchasz, H Barthelemy, H Glotin, E Kussener et al. (2020) Embedded Learning for Smart Functional Electrical Stimulation, 2020 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03386618/file/ITMS-2019-TENS_Learning.pdf

Bibliographie bioacoustique IA de l'équipe

Balestriero, Randall, Hervé Glotin, and Richard Baraniuk. "Interpretable and learnable super-resolution time-frequency representation." In *Mathematical and Scientific Machine Learning*, pp. 118-152. PMLR, 2022. <https://proceedings.mlr.press/v145/balestriero22a>

Balestriero, Randall and Glotin, Herve and Baraniuk, Richard G (2020) Interpretable Super-Resolution via a Learned Time-Series Representation, arxiv <https://arxiv.org/pdf/2006.07713.pdf>

Best P., Ferrari, Poupard, Paris, Marxer, Symonds, Glotin (2020) Deep Learning and Domain Transfer for Orca Vocalization Detection. In *International joint conference on neural networks*. IEEE IJCNN, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02865300/document>

Best P. (2022). Automated Detection and Classification of Cetacean Acoustic Signals. *Machine Learning*. Phd Thesis, Université de toulon (dir Glotin). <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03826638/document>

Best, P., Marxer, R., Paris, S and Glotin, H Temporal evolution of the Mediterranean fin whale song. *Scientific reports*, 2022 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15379-0>

Best, Maxence Ferrari, Marion Poupard, Sébastien Paris, Ricard Marxer, et al.. Deep Learning and Domain Transfer for Orca Vocalization Detection. *International joint conference on neural networks*, Jul 2020, glasgow, United Kingdom. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02865300/document>

B. Bouchard, JY Barnagaud, M. Poupard, H. Glotin, P. Gauffier, S. Ortiz, T. J. Lisney, S. Campagna, M. Rasmussen, A. Céliér (2019) Behavioural responses of humpback whales to food-related chemical stimuli, In *Plos ONE*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212515>

Chavin Stéphane, Glotin, Marion Poupard, Paul Best, Maxence Ferrari, et al.. Automatic classification of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) vocalization in the Caribbean. Master thesis, Université de Toulon, Aix Marseille Univ, CNRS, LIS, Marseille, France. 2022 http://sabiody.lis-lab.fr/pub/CHAVIN_master_thesis.pdf

Ferrari, Glotin, Marxer, Asch (2020) End to end raw audio deep learning of transients, application to bioacoustics, *Eu. Forum Acusticum* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03078665/document>

Ferrari et al. (2020) 3D diarization of a sperm whale click cocktail party by an ultra high sampling rate portable hydrophone array for assessing individual cetacean growth curves, *Eu. Forum Acusticum* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03078655/document>

Ferrari et al. (2020) DOCC10: Open access dataset of marine mammal transient studies and end-to-end CNN classification, in 2020 *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*. IEEE <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02866091/document>

Ferrari (2020) Study of a Biosonar Based on the Modeling of a Complete Chain of Emission-Propagation-Reception with Validation on Sperm Whales, Phd Thesis, Université Picardie Jules Verne, (dir Glotin & Asch) <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03078625/document>

Glotin, M. Poupard, P. Best, M. Ferrari. (2021). Observations Stéréophoniques sur 4 ans de la Bouée BOMBYX au Sud du Parc National de Port-Cros : Mégafaune et pollution anthropophonique. LOT 2 : Le cas du rorqual et du globicéphale http://sabiody.lis-lab.fr/pub/BOMBYX/RAPPORT_ENGIE_LOT2_rorqual_CNRS_BOMBYX.pdf

Glotin, M. Poupard, P. Best, M. Ferrari. (2021). Observations Stéréophoniques sur 4 ans de la Bouée BOMBYX au Sud du Parc National de Port-Cros : Mégafaune et pollution anthropophonique. LOT 1 : Le cas du cachalot http://sabiody.lis-lab.fr/pub/BOMBYX/RAPPORT_ENGIE_LOT1_cachalot_CNRS_BOMBYX.pdf

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

Glotin, Thellier, Best, Poupard, Ferrari, et al. (2020) Rapport Mission Sphyrna Odyssey : Découvertes Ethoacoustiques de Chasses Collaboratives de Cachalots en Abysses & Impacts en Mer du Confinement COVID19 , <http://sabiody.univ-tln.fr/pub/SO1.pdf>

Glotin, F. Bénard, P. Giraudet (2008) Whale Cocktail Party: a Real Time tracking of multiple whales, *Canadian Acoustics Int. Journal*, Vol. 36, p. 139-145

Mahé Pierre, Maxence Ferrari, Paul Best et Hervé Glotin (2023). Rapport scientifique, Challenge Data 2023, <http://sabiody.univ-tln.fr/pub/biosonardatachallenge2023.pdf>

Malige F., Divna Djokic, Julie Patris, Renata Sousa-Lima, Hervé Glotin. Use of recurrence plots for identification and extraction of patterns in humpback whale song recordings. *Bioacoustics*, Taylor and Francis, 2020, pp.1 – 16. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03008908/document>

Malige F, Julie Patris, Maxime Hauray, Pascale Giraudet, Hervé Glotin, et al.. Mathematical models of long term evolution of blue whale song types frequencies. *Journal of Theoretical Biology*, Elsevier, 2022, 548, pp.111184. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03632687v2/document>

Lehnhoff Loïc, Hervé Glotin, Serge Bernard, Willy Dabin, Yves le Gall et al.. (2022). Behavioural Responses of Common Dolphins *Delphinus delphis* to a Bio-Inspired Acoustic Device for Limiting Fishery By-Catch. *Sustainability*. <https://hal.umontpellier.fr/hal-03820889/document>

Poupard, Ferrari, Best, Glotin (2022), Passive acoustic monitoring of sperm whales and anthropogenic noise using stereophonic recordings in the Mediterranean Sea, North West Pelagos Sanctuary. In Scientific reports <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05917-1>

Poupard, Symonds, Spong, Glotin (2021) Intra-Group Orca Call Rate Modulation Estimation Using Compact Four Hydrophones Array. *Frontiers in Marine Science* <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.681036>

Poupard, Best, Ferrari, Spong, Symonds, Prevot, Soriano, Glotin (2020) From massive detections and localisations of orca at orcalab over three years to real-time survey joint to environmental conditions in Eu. *Forum Acusticum* <https://hal.science/hal-03230841/document>

Poupard (2020) Contributions en Méthodes Bioacoustiques Multiéchelles: Spécifiques, populationnelles, individuelles et comportementale, Phd Thesis, Université de Toulon (dir Glotin Soriano Lengagne) http://sabiiod.univ-tln.fr/pub/poupard/cv/m_poupard_phd_08012021.pdf

Roch M., Scott Lindeneau, Gurisht Singh Aurora, Kaitlin E. Frasier, John A. Hildebrand, Hervé Glotin, and Simone Baumann-Pickering, "Using context to train time-domain echolocation click detectors", *The Journal of the Acoustical Society of America* 149, 3301-3310 (2021) <https://asa.scitation.org/doi/pdf/10.1121/10.0004992>

Annexe : devis de la location du bateau.

Université de Toulon / UTLN

Av. de l'Université, 83130 La Garde
Contact : Professeur Hervé GLOTIN

Luyes, le 30/10/2023

Proposition d'affrètement : séjour du 19 /11 /2024 au 26 / 11 /2024

OBJET

Forfait de l'organisation logistique de la mission scientifique POLAR 3D de l'université de Toulon, sous la direction scientifique de Pr Glotin membre honoraire de l'Institut Universitaire de France, dans les fjords de Norvège entre Tromso et Skjervoy pour l'étude des polluants chimiques et l'acoustique sur les sites de prédateurs des super prédateurs (Orque, Baleine à Bosse, Cachalot).

Le navire et son équipage (1 capitaine 1 second et 1 matelot) seront entièrement dédiés et dévoués aux manipulations scientifiques de la mission. Seuls les membres de l'expédition POLARD3D seront à bord (maximum 12 personnes).

Le Navire est l'Isbjorn II :

-Navire baliseur groenlandais réaménagé pour les expéditions polaires

-dimensions : 25 x 5,70m

-12 couchages passagers + 3 couchages pour les membres d'équipage

-Equipage : 1 capitaine et 2 matelots

-Système de grutage (jusqu'à 600 kgs) à bord permettant l'immersion de matériel à l'eau.

-Local technique pour entreposer du matériel.

-accès à espace pour réalisation de protocoles scientifiques.

DATES

Séjour 1 : 19/11/24 au 26/11/24 – 8 jours

TARIF

Forfait privatisation du navire ISBJORN II : 22 590,00 € TTC (8 jours)

Inclus : location du navire ISBJORN II, hébergement, restauration, carburant du navire, mise à disposition des membres d'équipage pour la réalisation des opérations scientifiques. Départ et retour de la mission à Tromso (Norvège).

Non inclus : transport jusqu'à Tromso.

Total HT :	22 590,00 €
Total TVA :	4 518,00€
Total TTC :	27 108,00 €

En vous souhaitant bonne réception, veuillez agréer l'expression de mes plus sincères salutations.

Eric Le Go