

CANDIDAT en PRX1

NOM DE FAMILLE : GLOTIN PRÉNOM : HERVÉ

SEXE : M

ADRESSE : 166 rue Chagall

CODE POSTAL VILLE : 83130 LA GARDE

TÉLÉPHONE : 06 29 76 13 34

ADRESSE MAIL : glotin@univ-tln.fr

ÂGE AU 01.01.2025 : 54 ans

x PROFESSEUR

AFFILIATION UNIVERSITAIRE : Université de Toulon

CHAMP SELON CNU : 27

GROUPE DE RECHERCHE : Centre International d'Intelligence Artificielle pour l'Acoustique Naturelle (CIAN)

PROJET PILOTE DE MES RECHERCHES

NEOSIS : Bioacoustique multi-échelle du KM3 aux individus, application à la dynamique de la communication contrainte de la mégafaune marine

RÉSUMÉ DU PROJET DE RECHERCHE

NEOSIS, pour « nouvelle écoute », concentre les innovations en AI, faible puissance, pour la bioacoustique marine sur des points chauds marins particulièrement riches. Il vise à construire des modèles de référence dans les zones les moins anthropisées afin de contribuer à réguler les endroits où les capacités de communication de la faune sauvage deviennent limitées, réduisant ainsi sa capacité à se nourrir et à se reproduire, entraînant un déclin rapide de la mégafaune. Il s'appuie sur une fédération d'experts en signal, IA, électronique et océanographie.

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE ET MOBILITÉ

ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE EN COURS (MAXIMUM 500 CARACTÈRES) :

Je concentre mes recherches sur l'analyse temps-fréquence, la détection, le suivi et la classification des signaux bioacoustiques. Le cocktail (mélange de plusieurs espèces) est l'un des projets phares sur lesquels je focalise mes recherches.

MOBILITÉ À TRAVERS LES DOMAINES THÉMATIQUES (MAXIMUM 500 CARACTÈRES) :

J'ai fait mon doctorat en traitement de la parole. Ensuite je travaille sur la reconnaissance multimodale, pour finalement passer à la bioacoustique de l'IA depuis 2008, tant en oiseaux qu'en megafaune maritime

MOBILITÉ GÉOGRAPHIQUE (MAXIMUM 500 CARACTÈRES) :

J'ai fait mon doctorat en Suisse, puis à Grenoble, puis j'ai déménagé à Toulouse 2 ans en Ingénieur de recherche, après un post doc aux USA 3 mois. Je me suis finalement installé à Toulon, et j'ai été fréquemment invité à séjourner en Chine, Russie, Canada ces 10 dernières années (voir CV)

3) DOSSIER DE PUBLICATION

PUBLICATIONS			
	TOUTE LA CARRIÈRE	10 DERNIÈRES ANNÉES	5 DERNIÈRES ANNÉES
NOMBRE D'ARTICLES DANS DES REVUES À COMMANDE PAR LES PAIR	48	26	19
NOMBRE DE LIVRES	2	1	1
NOMBRE DE CHAPITRES DANS LES LIVRES ÉDITÉS	6	4	1
Peer reviewed conferences, accepted, presented	161	70	27

NOMBRE DE BREVETS SANS*** LICENCE*	3	2	1
---------------------------------------	---	---	---

brevets details :

- Online Cetacean 4D Tracking system, Pat. USA, Canada, N. Zealand, Australia, Europe, 2009...2025 \b GLOTIN 50%, Giraudet, Benard/Caudal PCT 2009/01227, US 8638641
- Hervé Glotin 40%, Ales Mishchenko, Pascale Giraudet. Contraintes conjointes de différences temporelles et effet Doppler multibandes pour la séparation, caractérisation et localisation de sources sonores par acoustique passive. Patent FR14 54539.2015.
- Invention INPI (french pre-patent) 2024 CochleAI: neuromorphic listening Gies, Glotin 10%, Marzetti, Barchasz, Deverin

LES 5 PUBLICATIONS LES PLUS IMPORTANTES	
TITRE	1.Filtres Spline pour un apprentissage profond de bout en bout,
RÉFÉRENCE	Balestriero, R Cosentino, H Glotin, R Baraniuk, (2018) Conférence internationale sur l'apprentissage automatique, 364-373
RÉSUMÉ	Nous proposons d'aborder le problème de l'apprentissage de bout en bout pour les signaux de forme d'onde brute en introduisant des atomes temps-fréquence continus apprenables. La dérivation de ces filtres est réalisée en définissant un espace fonctionnel avec un ordre de douceur et des conditions aux limites données. De cet espace, nous dérivons les filtres analytiques paramétriques. Leur propriété de différentiabilité permet une optimisation basée sur le gradient. En tant que tel, on peut utiliser n'importe quel réseau neuronal profond (DNN) avec ces filtres. Cela nous permet d'aborder de manière frontale une tâche de détection d'oiseaux à grande échelle basée sur l'ensemble de données freefield1010 connu pour contenir des défis clés, tels que la dimensionnalité des données d'entrée et la présence de bruits supplémentaires : sources et paysages sonores multiples.
TITRE	2.Surveillance acoustique passive des cachalots et du bruit anthropique à l'aide d'enregistrements stéréophoniques en mer Méditerranée, sanctuaire Pelagos du Nord-Ouest.
RÉFÉRENCE	Poupard,M., Ferrari M., Best P., Glotin H. (2022), Dans Rapports scientifiques https://doi.org/10.1038/s41598-022-05917-1
RÉSUMÉ	Au total, 147 jours répartis sur 4 ans ont été enregistrés par une bouée sonore stéréophonique installée en mer Méditerranée, près des côtes de Toulon, au sud de la France. Ces enregistrements ont été analysés dans le cadre de l'étude des cachalots (<i>Physeter macrocéphalie</i>) et l'impact que les bruits anthropiques peuvent avoir sur cette espèce. Grâce à une nouvelle approche combinant l'utilisation d'une antenne stéréophonique et d'un réseau neuronal, 226 passages de cachalots ont été automatiquement détectés dans une portée effective de 32 km. Cet ensemble de données a ensuite été utilisé pour analyser l'abondance

	des cachalots, le bruit de fond, l'influence du bruit de fond sur la présence acoustique et la taille des animaux. Les résultats montrent que les cachalots sont présents toute l'année en groupes de 1 à 9 individus, notamment pendant la journée. Les animaux étaient également moins fréquents pendant les périodes où le bruit de fond était accru en raison des ferries. La répartition de la taille des animaux a révélé que les cachalots enregistrés mesuraient entre 7 et 15,5 m de long, et que les baleines solitaires étaient plus grandes, tandis que les groupes de deux étaient composés d'animaux juvéniles et de taille moyenne.
TITRE	3. Evolution temporelle du chant des rorquals communs de Méditerranée
RÉFÉRENCE	Best, P., Marxer R., Paris S. et Glotin H.. Rapports scientifiques, (2022) https://doi.org/10.1038/s41598-022-15379-0
RÉSUMÉ	Nous présentons une analyse du rorqual commun (<i>Balaenoptera physalus</i>) chants sur enregistrements acoustiques passifs du Sanctuaire Pelagos (Bassin Occidental de la Méditerranée). Les enregistrements ont été collectés entre 2008 et 2018 à l'aide de 2 stations d'hydrophones différentes. Nous montrons comment les impulsions des rorquals communs à 20 Hz peuvent être automatiquement détectées à l'aide d'un réseau neuronal convolutif (CNN) de faible complexité malgré la variabilité des données (différents appareils d'enregistrement exposés à divers bruits). Les impulsions ont ensuite été classées dans les deux catégories décrites dans des études antérieures et les intervalles entre impulsions (IPI) ont été mesurés. Les résultats confirment les observations précédentes sur la relation locale entre le type d'impulsion et l'IPI avec beaucoup plus de données. De plus, nous montrons des changements interannuels de l'IPI et une tendance intra-annuelle de la fréquence centrale des impulsions. Cette étude apporte de nouveaux éléments de comparaison pour la compréhension des tendances à long terme des chants des rorquals communs dans le monde.
TITRE	4. Modèles mathématiques de l'évolution à long terme des fréquences des types de chants des rorquals bleus.
RÉFÉRENCE	Malige F., Patris J., Hauray M., Giraudet P., Glotin H., Camille Noûs, Journal of Theoretical Biology, Elsevier, (2022), 548, pp. 111184. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03632687v2/document
RÉSUMÉ	La diminution linéaire de la fréquence des chants des rorquals bleus à travers le monde est, à ce jour, un phénomène inexplicé. Nous montrons qu'il peut être reproduit par un modèle mathématique considérant deux tendances comportementales antagonistes : premièrement, un biais de conformité dans le chant, et deuxièmement, une tendance à essayer de chanter plus bas que les autres baleines. Nous vérifions la robustesse de notre modèle en considérant des prémisses plus complexes. Premièrement, différentes relations hiérarchiques entre les chanteurs sont explorées, en adaptant les méthodes utilisées dans les études de mouvements de flocage. Ensuite, une simulation dépendante de la population montre que même en considérant l'ajout progressif de nouvelles baleines, l'évolution reste globalement linéaire. Enfin, nous montrons que les variations intra-annuelles provenant de différentes causes peuvent être naturellement intégrées au modèle. Nous concluons alors que,

	contrairement à d'autres explications, une hypothèse culturelle semble compatible avec la linéarité observée du décalage de fréquence des chants des rorquals bleus.
TITRE	5.Représentation temps-fréquence super-résolution interprétable et apprenable.
RÉFÉRENCE	Balestriero R., Glotin H. et B. Richard. »Dans Apprentissage automatique mathématique et scientifique, pp. 118-152. PMLR, (2022) https://proceedings.mlr.press/v145/balestriero22a
RÉSUMÉ	<p>Nous développons une nouvelle représentation temps-fréquence (TFR) interprétable et apprenable qui produit une représentation de signal quadratique super-résolue pour l'analyse de séries chronologiques ; le TFR proposé est un filtrage gaussien de la transformée de Wigner-Ville (WV) d'un signal paramétré avec quelques paramètres interprétables. Notre approche comporte deux caractéristiques principales.</p> <p>Premièrement, en faisant varier les filtres appliqués au WV, notre nouveau TFR peut interpoler entre les TFR connus tels que les spectrogrammes, les transformées en ondelettes et les transformées chirplet. Au-delà de cela, notre représentation peut également atteindre une localisation temporelle et fréquentielle parfaite, donc une super-résolution ; cela généralise les TFR standards dont la résolution est limitée par le principe d'incertitude de Heisenberg. Deuxièmement, notre TFR proposé est interprétable grâce à une paramétrisation explicite de faible dimension et physique du filtrage gaussien WV. Nous démontrons que notre approche nous permet d'apprendre des TFR hautement adaptés et est capable d'aborder une gamme de tâches de classification à grande échelle, où nous atteignons des performances supérieures par rapport aux TFR de base et appris. Le nôtre est, à notre connaissance, le premier TFR apprenable capable d'interpoler en continu entre la représentation super-résolution et les TFR couramment utilisés sur la base de quelques paramètres apprenables et qui préserve l'interprétabilité totale du TFR produit, même après l'apprentissage.</p>

SUPERVISION DE THESEES

ENCADREMENT DE DOCTORAT	TOUTE LA CARRIÈRE	5 DERNIÈRES ANNÉES
NOMBRE DE THÈSES ENCADRÉES (TERMINÉES)	14	6
NOMBRE DE THÈSES EN COURS ENCADRÉES	6	6

Phd : (*) I'm the main director, (+)Multimodal AI, (@) machine listening, (&)AI Bioacoustics : S. Tollari + 2006; N. Ben Aloui + 2009; S. Fraihat* 2010; A. Zidouni + 2010; P. Marchart + 2012; R. Abeille*& 2013; Y. Doh*& 2014; M. Bartcus*& 2015; J. Patris*& 2019; M. Poupard*& 2020; M. Ferrari & 2020; P. Best*& 2022; J. Jenkins*+ 2024; L. Lenhoff & 2024; Current Phds with expected defence : A. Deverin @ 2025; S.Chavin* & 2026 ; L.Berkenbaum*& 2026 ; J. Girardet* & 2027 ; N. Deloustal * & 2027; G. Patenotre* & 2028. S Viera 2026

CV

 <p style="font-size: small; text-align: center;">ue, enregistrement de la mégafaune avec une matric HD personnalisée</p>	<p>Hervé GLOTIN</p> <p>14 février 1970, français, Prof. 1ère classe, Univ. Toulon</p> <p>Lab Informatique Systems UMR CNRS 7020 & Centre Int. d'Intell. Artificielle en Acoustique Naturelle</p> <p>https://glotin.univ-tln.fr https://cian.univ-tln.fr</p>	
--	---	---

Éducation

2007	Habilitation direction de recherche, « Audio Lego Vidéo », Jury S. Bengio, P. Gallinari...
2001	IBM Watson Research PostDoc, sur le modèle de langage à grande échelle, 3 mois, New York,
2001	doctorat inAI pour la reconnaissance vocale, Inst. Nat. Polytech. Grenoble, FR & IDIAP CH
1996	Master IA et phonétique, Université Paris 6 & INPG, « Dynamique des systèmes vocaliques »

Postes

2001-2003	Research Ing. CNRS Equipe Recherche en Syntaxe et Sémantique, Toulouse, Fr (1st rank)
2003 - maintenant	Université Toulon, LIS LAB CNRS, UMR 7020 Chercheur associé puis Prof. depuis 2011
2008...	Fondateur et PI de l'équipe de recherche DYNI CNRS (A+). coPI depuis 2018
2024...	Fondateur et directeur d'int. Centre d'Intelligence Artificielle pour la Bioacoustique https://cian.univ-tln.fr Nous avons créé cette fédération de recherche pour https://rnsr.adc.education.fr/structure/202424556S accroître l'efficacité de nos projets au sein de notre consortium international, avec des dispositifs et des méthodologies communes. Le CIAN fédère 40 chercheurs sur Toulon, 10 en France, 40 à l'étranger.

Gestion de projet (subvention=ce que j'ai reçu), la plupart sont précisées cian.univ-tln.fr

2026-30	Surveillance acoustique passive Pi lors de l'expédition PolarPod en Antarctique (réseau de conception, détection
2024	Pi de l'expédition ArcticFjord3D, interdiscp. 12 experts x 2 semaines en surveillance des fjords arctiques, inviter le Dr Jean-Louis Etienne en partenariat, 70K€ <small>https://www.univ-tln.fr/ProjetADAPREDAT-FJORD3D-Universite-de-Toulon-a-ecoute-des.html</small>
2024-29	Pi Int. Programme de recherche CNRS avec le Chili et l'Argentine sur l'étude des cétacés, 100K€
2023-27	coPi FEDER interreg SeaStMar sur l'anti collision baleine avec notre bouée son Bombyx AI, 60K€
2023-28	Projet européen coPi TABMON Biodivera : IA pour l'étude des oiseaux à l'échelle continentale, 120K€
2023-29	localPi EOLMED, étude du parc éolien marin de Qair, expertise bio/acoustique, 100K€
2022-25	localPi PIA PSIBIOM sur l'IoT pour le suivi de la faune terrestre, 210K€
2021-24	Pi ADAPREDAT ARCTIC expédié. mégafaune marine bioacoustique, Interdiscp. MITI CNRS, 60K€ <small>https://sabiody.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/AAPSanteEnvironnement2022.2_Rapportfinal_GLOTIN_FJORD3D_202403.pdf</small>
2021-29	localPi PIA TERRAFORMA sur le suivi acoustique de la faune terrestre, responsable du groupe IA, 80K€
2020-25	National AI Chair in Bioacoustics, ADSI 550 keuro
2021-26	localPi ANR ULPCochlea sur le dopage des réseaux de neurones pour la bioacoustique, 120K€
2021-26	Projet européen Pi EUROPAM Biodivera sur la biophonie marine vs l'anthropophonie, 120K€
2020-24	Pi de l'ANR Sylvania sur Observatoires bioacoustiques synchronisés de faible puissance, 120K€
2018-21	localPi de FEDER interreg. GIAS sur l'anti collision du trafic maritime des baleines, bouée Bombyx, 220K€
2018-21	Pi de la Chaire nationale IA en bioacoustique, ADSIL, ANR, 550K€
2017-26	localPi 'La Voix des cachalots', individual whale communication, WhaleWay & Mauritius, 60K€ <small>https://www.longitude181.org/programme-cetaces-cachalots/</small>
2016-26	Pi BirdSurvey sur 60 stations acoustiques de la région Boréale jusqu'à StLaurent, Québec, 200K€
2018-20	Pi SphyrnaOdyssey, Étude ADN & Acoustique des cétacés depuis un drone de surface, FPA2 EdM 600K€
2017-24	localPi CARIMAM (2021 puis suite au CIAN) : Réseau acoustique passif Carabéens, 110K€

2017-20	localPi ANR SMILES, clustering hypo paramétrique, 120K€
2015-19	Pi Projet international STICAM SUD CNRS, bioacoustique en Amérique du Sud, 40 K€
2012-14	localPi FUI Abyssound : Anthropophonie et Cétacés, 100 K€
2011-14	localPi PHRASE FUI : Réalité Augmentée & Perception Autonome, 80K€
2008-10	Pi ANR COGNILEGO : des Pixels à la Sémantique localePI ANR ANCL, Apprendre à lire, 70K€
2007-09	localPi ANR AVEIR, Annotation automatique d'images Web, 80 000 €
2006-24	Pi ERMITES int. écoles sur l'IA multimodale, 40h/session, 30 participants, 12K€ * 12 sessions
2005-09	localPi ANR ANCL Lecture neuroinformatique, 60 K€ + localPi ACI TCAN, 20K€

Autre expertise ou recherche administrative

2021-2024	Nommé par le ministère au Comité National de la Recherche du CNRS Je fais partie des 16 jurys pour le recrutement et la carrière de chercheur à vie. charge=11 semaines/an
2018-19	Codir du master d'informatique, Toulon
2017	Co-org. de la Conf. Int. sur la représentation des apprentissages, ICLR, 1500 participants, Toulon
2015	Réal. département Informatique
2012...	Responsable de SABIOD.org, une plateforme de bioacoustique à l'échelle (1 Peta Oct. données bioacoustiques)
2015	Élu au Conseil d'administration de l'université de Toulon (2015-19)
2011-2013	Pi de l'atelier NIPS et ICML sur l'apprentissage automatique pour la bioacoustique
2011	Directeur adjoint de l'Unité de Recherche et de Formation en Sciences (UFRST) de Toulon 2011-14
2010-14	Élu au conseil de l'Unité de Formation et de Recherche ST Toulon 2010-14
2010-14	Élu au laboratoire LSIS. conseil 2010-14

Publications plus de 48 revues Q1, 161 int. conférences, 13 000 Citations, hfactor 46 Gschoolar (2024). Bibliographie: <https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=DqieizcAAAAJ> **30 directions de mémoires de master, 14 thèses soutenues, 7 doctorants actuels Innovation industrielle ou publique / faits marquants de la recherche** (2 Pat., 1 invent., 1 plat. & startup)

- Système de suivi en ligne des cétacés 4D, Pat. États-Unis, Canada, Nouvelle-Zélande, Australie, Europe, 2009...2025 Glotin 50 %, Giraudet, Benard/Caudal PCT 2009/01227, US 8638641
- Glotin 40%, A. Mishchenko, P. Giraudet. Contraintes conjointes de différences temporelles et effet Doppler multibandes pour la séparation, caractérisation et localisation de sources sonores par acoustique passive. Patent FR14 54539.2015.
- Invention INPI 2024 CochleAI : écoute neuromorphique Gies, Glotin 10%, et al.
- Co-créateur avec V. Gies SMIoT sur l'IA embarquée, 2015-... Co-créateur de la startup ALPAI avec S. Marzetti et al. sur les analyseurs acoustiques basse puissance (lauréat Region Innovation Chall. 2024).
- Directeur de Sphyrna Odyssey, FPA2, Explorations de Monaco <https://sabiody.lis-lab.fr/pub/SO1.pdf> visant à mieux comprendre comment *Cachalots, baleines à bec de Cuvier, dauphins de Risso et globicéphales* plonge et collabore à leur recherche de nourriture à de grandes profondeurs. J'ai construit cette 1ère campagne de drone acoustique en Méditerranée, de septembre 2019 à avril 2020. Je la poursuis désormais pendant 2 mois en Guadeloupe dans le cadre du projet ADSIL. Ce projet SPHYRNA fonctionne avec deux drones navals océaniques de 16 à 21 m de long. De Toulon à Gênes, de la Corse aux Baléares, ces navires laboratoires autonomes ont collecté des données ADN et acoustiques, sans bruit donc, sans déranger les animaux, pour calculer leur séquence nominale de plongée en trois dimensions et voir comment ces grands sondeurs peuvent s'adapter à l'anthropophonie.
- Initiateur, concepteur et PI du réseau « Bouées sonores Bombyx » pour surveiller les cétacés contre les collisions maritimes, je les installe désormais en Norvège, aux Açores, en Italie avec des transmissions de données en temps réel <https://www.france.tv/france-2/13h15-le-samedi/2533353-l-homme-qui-parle-aux-cachalots.html>

Présentations invitées à des conférences nationales ou internationales évaluées par des pairs

- Pi de 10 éditions, depuis 2006, d'int. École d'été / atelier ERMITES sur la recherche d'informations multimodales avancées : <https://glotin.univ-tln.fr/ERMITES/>

- Ateliers Pi sur l'apprentissage automatique pour la bioacoustique à ICML2013 Atlanta, co PI Y. Lecun (Médaille Turing), NIPS2013 Nevada et ICML2014 Pékin, où j'ai organisé les premiers défis de classification des chants d'oiseaux (100 espèces) et d'autres défis innovants de bioacoustique d'IA. <https://sabiiod.lis-lab.fr/EADM/index.html>
- défis coPi BirdLifeCLEF (500 espèces en 2014, 1000 en 2015, et 2000 en 2016...). L'application Birdnet a été construite à partir d'un modèle BirdClef sur un défi que j'ai co-créé.
- Pi EADM Bioacoustics, Pérou <https://sabiiod.lis-lab.fr/EADM/index.html> 2015
- Pi Wkp d'exploration de données acoustiques environnementales à Int. Conf. Exploration de données (ICDM) 2015 États-Unis.
- Pi Session spéciale d'EUSIPCO sur le traitement du signal audio des oiseaux 2017.
- coPi int. Détection Classification Localisation Conf. Sorbonne 2018, PI des enjeux.
- AreaChair Int. Conf sur la représentation des apprentissages (ICLR), Toulon, 2000 att., CP PI Y. LeCun.

Bourses, récompenses et prix

- Awarded 2011-16 of the Institut Universitaire de France.
- Première au défi d'identification des oiseaux BirdClef 2016.
- Lauréat d'une Chaire nationale sur l'IA en bioacoustique <https://cian.lis-lab.fr> 2020, 550K€.
- Titulaire du prix universitaire PEDR A+ ou PES depuis 2010.

Diffusion, communication de la recherche, diffusion

- Scientific coDirector Exposition "Plongée sonore avec les cétacés" 2023, Museum d'Histoire Naturelle du Var : 50 000 visitors in 1 year, the record.
- J'ai initié/participé à de nombreux documentaires, tous disponibles sur <http://sabiiod.org/tv.html> = "Interdiction des jet skis", France Inter 2024 ; "Thalassa" 20240930 ; "Le jour des baleines" (2023) ; "Pelagos, voyage au large de la Méditerranée" (2023) ; "Détection de clics d'Odontocètes" Collège de France Challenge DATA 2023 ; "Souffle de vie" de l'association Live Together ; "Silence en Méditerranée" film de J.C. Granjon (2021) ; "Le retour du silence - Quand l'Homme n'est pas là... les animaux dansent !" Arte 2021 ; "Plongée aux côtés des cachalots", La Chronique Environnementale 2021 France Inter ; "Bouée Bombyx", Extrait 13h15, le samedi France2 2021 ; "Le clan des cachalots" Arte 2021 ; "Quiet Sea Sphyrna Odyssey" Thalassa 2020 ; "Orques en péril" Arte (presented by my Phd student) 2019 ; "JT 19H MonacoInfo" 2020 ; "Quiet Sea - Sphyrna Odyssey" TF1 JT 20h May 2020 ; "28 Minutes" ARTE Jan, 2020 ; "DOCC10 challenge" at Collège de France 2020 ; Journal de 20h France2 2020 ; Thalassa 2012 ; EXPLÔ France Ô 2012.
- Press articles in Le Monde, Figaro, Parisien, Libération, National Geographics, NewYorkTimes https://www.nytimes.com/interactive/2016/04/16/opinion/sunday/conversation-with-whales.html?_r=0...
- CoDirecteur scientifique du musée permanent en partie sur la bioacoustique à la Maison de la Mer, Sanary/Mer Var, 500m2, en préparation 2025.
- Créateur d'interfaces web publiques/interactives pour afficher nos enquêtes sur la mégafaune <https://cosphilog.fr/cachalotsPaca/?camp=all> <https://cosphilog.fr/cachalots-musee/>
- Polyphonic spectacle (Liberté national Theater 2021, 2022) with M. Mercier, from Sphyrna
- Spectacle à l'ONU. Conf. Nation Océan. Agréable 2025 <https://www.mangroovemusic.org/project/one-song-one-ocean>
- Préparation d'un spectacle acoustique marin avec l'Ecole des Mines Paris, nov 2025, Scientifique
- Calcul d'une compilation binaurale de notre découverte des quatre superprédateurs se réunissant dans le fjord Skervoy, Arctique (Expédition Adapredat 2023 PI). **Ma « Symphonie du vieux monde »** : https://sabiiod.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/bin_MMercier_HGlotin_23.wav

Chercheur invité / conférence à

- 2024 OOS 2025 Symptôme scientifique de l'ONUC. session "Enquête sur l'intelligence artificielle et la biophonie"
- Comité Scientifique National Pelagos, invité conf. sur jetskiNoise, octobre 2023
- Museum Histoire Naturelle, Grande Galerie de l'Evolution, Ecoacoustics, 2018
- Colloques mathématiques russo-français sur le big data, 2017 & 2018
- Max Planck Institute, Göttingen sur les études d'appel d'Orca, 1 mois 2017
- Institut Henri Poincaré, Paris, sur Wigner Ville et DNN, par C. Villani (Fields), 2017
- Ocean Network Canada, Victoria Univ, Dpt de science des données, BC, 2 mois 2016+17
- Université de technologie de Hefei & Pékin nat. Académie des Sciences, total 1 mois, 2015
- IHES, Paris, en tant que discutant sur la décomposition temps-fréquence, S. Mallat, 2012

Reviewer pour Institutions : ANR, conseil national CNRS, conseil de la Sorbonne... ; Int. conf. : IEEE ICASSP 2024 2020 2015 2012, NIPS2016, ICML2017, EUSIPCO 2017, INTERSPEECH 2013, ICLR2017, ICDM 2025, Clef 2013-17,..; Int. ateliers : ICDM2015, NIPS4B 2014, ICML4B 204, ICMLulb 2015, LIFEclef 2015 ; Revues : PlosOne, J. Acoust. Soc. Amérique, rapport scientifique, IEEE TASP, application. Acoustique...

PROJET DE RECHERCHE

NÉOSIS : Bioacoustique multi-échelle du KM3 aux individus, application à la dynamique de la communication contrainte de la mégafaune marine

Hervé Glotin

Int. Centre d'Intelligence Artificielle d'Acoustique Naturelle, Toulon
en collaboration avec

Dr S. Paris, Dr J. Patris, Dr P. Giraudet, HDR A. Paiement, CNRS LIS Bioacoustics, Toulon, Fr
Pr. V. Gies, CNRS IM2NP Nanoélectronique, Toulon, Fr
S. Jespers, expert chasse acoustique sous-marine, réserviste DGATN, Toulon, Fr
Pr Assoc. R. Balestrieri, Brown univ. USA

Abstrait NEOSIS, pour « nouvelle écoute », concentre les innovations en AI, faible puissance, pour la bioacoustique marine sur des points chauds marins particulièrement riches. Il vise à construire des modèles de référence dans les zones les moins anthropisées afin de contribuer à réguler les endroits où les capacités de communication de la faune sauvage deviennent limitées, réduisant ainsi sa capacité à se nourrir et à se reproduire, entraînant un déclin rapide de la mégafaune. Il s'appuie sur une fédération d'experts en signal, IA, électronique et océanographie.

1) Introduction NEOSIS, fusionne mon équipe d'experts en électronique, acoustique et IA pour décomposer, suivre et évaluer la dynamique des appels de communication et des biosonars des mammifères marins lors de leur recherche de nourriture et de leur socialisation sous diverses pressions anthropiques. Il s'agit d'un paradigme très pertinent, car aujourd'hui la régulation de l'anthropophonie ne repose que sur des dommages auditifs temporaires ou permanents, mais pas encore sur la contraction du volume perceptuel des odontocètes lors de leur recherche de nourriture et d'une éventuelle exploration acoustique collaborative. Ce paradigme de suivi 3D fin des cétacés s'applique également aux scènes de socialisation et aux études de communication avec une diarisation précise des individus. Cela ouvre des perspectives de connaissances sur la conservation des espèces et sur la cognition et la communication animales en général.

NEOSIS s'appuie sur la force d'une unité en Intelligence Artificielle avancée et en instrumentation, issue de vingt années de mes recherches. Il s'agit alors de nouveaux observatoires permettant des observations multi-échelles, depuis les grandes zones KM3 jusqu'aux individus, pour des analyses bioacoustiques comparatives en plusieurs points de la planète, plus ou moins anthropisés. Alors que notre approche ouvre plusieurs sujets, nous nous concentrons pour une durée de projet de 5 ans vers l'analyse comparative des biosonars de chasse de la mégafaune marine et/ou de comparaison des systèmes de communication sociale. Un objectif majeur est d'établir les niveaux et les risques d'anthropisation sur la faune sauvage en récupérant ces informations cruciales à la survie des espèces. Cela implique d'utiliser une méthode unifiée pour estimer :

- stratégies et communications sous-marines lors de la recherche de nourriture de la mégafaune marine : positionnement, dynamique des formes d'onde sonar.
- la dynamique des dialectes et des cultures vocales des systèmes de communication des cétacés, en fonction de leurs déplacements versus pressions anthropiques et climatiques.

Une originalité de Neosis est d'inspecter en 3D les sons avec les déplacements d'animaux dans divers types d'habitats à différentes échelles, dans un cadre électronique et de traitement du signal unifié, efficace et innovant, des fjords arctiques aux vallées pélagiques.

Les méthodes globales s'appuient sur l'IA pour l'apprentissage des représentations et le traitement avancé du signal pour une IA explicable sur les formes d'onde et leur corrélation avec le comportement et/ou l'environnement de l'animal.

Les résultats de Neosis concernent l'atténuation de la pression anthropique (collisions de trafic de baleines, anthropophonie sous-marine), l'évaluation de la pression du changement climatique sur la faune marine, l'éducation aux niveaux des cycles supérieurs et des doctorats et des enfants aux scientifiques citoyens.

2) Objectifs Le projet fournira une démonstration de bout en bout de la collecte, de l'analyse et de l'intégration d'observations acoustiques 3D, en s'appuyant sur l'excellence académique transdisciplinaire et transnationale et sur l'expertise des parties prenantes dans des domaines critiques tels que la surveillance des espèces et des habitats, la conservation, la politique de biodiversité, avec les éléments suivants priorités thématiques : L'un des objectifs centraux de NEOSIS est de développer une surveillance transnationale de la biodiversité avec des capteurs acoustiques autonomes sur une large gamme de latitudes en Europe et en Amérique, de l'Alaska au détroit de Magellan. Les questions de recherche suivantes seront ainsi abordées :

- Comment l'harmonisation transnationale (et transcontinentale) de la surveillance acoustique peut-elle fournir des données permettant d'orienter les décisions politiques et de gestion de la biodiversité en Europe, et comment un tel réseau devrait-il être mis en place et géré ?

- * Comment peuvent-ils s'étendre au Pacifique Nord-Est, à la Polynésie, au Pacifique Sud-Est et aux Caraïbes ?

- Quelles lacunes en matière d'espèces et d'habitats peuvent être comblées par des capteurs acoustiques autonomes et de nouveaux modèles de détection d'espèces par l'IA pour compléter les programmes de surveillance traditionnels ?

- Les enquêtes transnationales de surveillance acoustique peuvent-elles être intégrées dans un réseau coordonné de surveillance acoustique de la biodiversité à grande échelle afin de maximiser la couverture géographique, temporelle et taxonomique ?

- * Définir une conception de protocole systématique et optimale prenant en compte les observables à SNR élevé, en azimut et en élévation élevés et, si possible, une estimation de la distance de la cible. L'objectif sera de permettre la perception individuelle et la communication interindividuelle, y compris dans les scènes de recherche de nourriture pour évaluer l'anthropophonie critique, alimentant ainsi une nouvelle législation.

3) Innovations méthodologiques

3.1) Innovation algorithmique IA et traitement du signal Les récents progrès de l'apprentissage profond (LeCun et al 2015) ont entraîné une croissance exponentielle de l'utilisation des réseaux profonds (DN) sur diverses séries chronologiques, avec des résultats prometteurs dans les transitoires bioacoustiques (Ferrari Glotin 2021). Cependant, la grande majorité des DN n'observent pas directement les données de séries chronologiques mais plutôt une représentation artisanale. En effet, la grande majorité des méthodes de l'état de l'art combinent les DN avec une variante d'une TF de représentation temps-fréquence. Un TFR est une représentation d'image d'une série temporelle obtenue en convoluant cette dernière avec un banc de filtres, tel que des ondelettes ou des sinusoides complexes localisées (par exemple, Gabor). Différents bancs de filtres conduisent à différentes familles de TFR ; c'est-à-dire que l'image produite mettra en évidence différemment les événements présents dans l'entrée de la série chronologique, mieux en temps ou en fréquence. Il est par exemple courant d'employer des transformées en ondelettes sur des signaux biologiques et des spectrogrammes sur des voix. Ces différentes représentations indiquent toutes composantes de fréquence sont présentes dans différentes séries temporelles, mais la précision de ces informations varie. Un choix cohérent d'ISF basé sur les données et la tâche à accomplir affectera grandement l'importance de chaque composante ; par conséquent, le choix du TFR a le potentiel d'atténuer ou d'amplifier le contenu bioacoustique précis. NEOSIS profitera de l'observation synchrone pour apprendre par la décomposition apprenable de Wigner Ville afin de discriminer les différentes sources, et ainsi optimiser le contenu informationnel des représentations IA des espèces cibles.

Par conséquent, le traitement des données sera innové par des spécialistes de l'IA et de l'acoustique pour définir des modèles avancés d'apprentissage en profondeur basés sur la décomposition temps-fréquence efficace de Wigner Ville Learn que nous avons développée dans (Balestriero Baraniuck Glotin 2021).

Des études pilotes seront menées avec de nouveaux protocoles basés sur les réseaux de détection NEOSIS. Ils seront déployés dans plusieurs bouées sonores ou drones ou observatoires côtiers, à Orcalab BC, en Patagonie, en Norvège arctique, en mer Méditerranée. Une carte spatiale et temporelle de la distribution de plusieurs types de diversité acoustique de la mégafaune est attendue à la suite de cette étude, permettant d'étudier les stratégies de mouvement et de phénologie à grande et petite échelle spatio-temporelle. La détection sera incluse dans des modèles de détection stochastiques et imparfaits pour mieux comprendre comment le changement climatique et les pratiques de gestion peuvent transformer le paysage sonore.

3.2) Apprentissage avancé des représentations de la décomposition temps-fréquence : Nous innovons dans les algorithmes pour les représentations temps-fréquence des espèces d'appels. Nous apprendrons la représentation précise du temps et de la fréquence, par décomposition de Wigner Ville adaptée (Balestriero Baraniuck Glotin 2021). Cet apprentissage avancé des représentations permettra de détecter et de classer les différentes espèces, joint à l'intégration de l'enregistrement multimodal (t° , profil de célérité) et permettra une heure d'arrivée plus précise des appels et des transitoires. Nous proposons de dériver systématiquement cette innovation pour obtenir une représentation temps-fréquence (TFR) interprétable et apprenable qui sera utilisée dans nos déclencheurs dans chaque nœud, et hors ligne pour traiter efficacement la classification de détection et la localisation des individus.

Notre objectif est de produire une représentation de signal quadratique super-résolue pour l'analyse de séries chronologiques. Notre TFR proposé est un filtrage gaussien de la transformée de Wigner-Ville (WV) d'un signal paramétré avec quelques paramètres interprétables. Notre innovation comporte deux caractéristiques principales. Premièrement, en faisant varier les filtres appliqués sur WV, notre TFR interpolera entre les TFR connus tels que les spectrogrammes, les transformées en ondelettes et les transformées chirplet qui sont efficaces pour la détection rapide d'événements bioacoustiques. Au-delà de cela, notre représentation vise également à atteindre une localisation temporelle et fréquentielle parfaite, donc une super-résolution ; cela généralise les TFR standards dont la résolution est limitée par le principe d'incertitude de Heisenberg. Deuxièmement, notre TFR proposé est interprétable grâce à une paramétrisation explicite de faible dimension et physique du filtrage WV.

3.3) Instrumentation scientifique Afin de couvrir la plupart des fréquences de l'espèce et d'obtenir la précision demandée dans les angles d'arrivée de l'antenne acoustique, nous allons améliorer la conception d'un enregistreur multicanal ultra haute vitesse, Qualilife HighBlue (QHB), composé d'une carte mère couplée à cartes filles (Fourniol et al 2018 ; Barchasz et al 2020). Il ne permet pas encore un enregistrement réparti sur plusieurs capteurs pour couvrir une zone importante ce qui est obligatoire pour accompagner plusieurs études de transition écologique.



Figure1 : QHB branché sur 2 cartes filles (Barchasz et al 2020)

En effet, un défi majeur reste de calculer la séparation des sources à partir d'un ensemble de capteurs sur une vaste zone, à faible coût et avec une haute précision. Cette séparation des sources est obligatoire pour augmenter le pouvoir discriminant acoustique des espèces en chœur ou en populations denses. De plus, cela peut permettre d'estimer le nombre d'individus.

Dans notre précédent Sylvania ANR (SYnchronized Low power Versatile Acoustic Network with Embedded AI), nous avons développé un nouveau paradigme de réseau de détection de la biodiversité pour surveiller et suivre avec précision les espèces de biodiversité sur de vastes zones d'étude. Nous

avons défini un réseau de capteurs synchronisés, précis et précis, à faible coût et à faible consommation, utilisant le GPS PPS pour chaque capteur. Chaque nœud dispose d'une large bande de fréquences et de déclencheurs intelligents polyvalents. Il faut ensuite le faire fonctionner en mer avec une antenne satellite, et le déployer pour former un large réseau à faible coût et surveiller la mégafaune et les paysages sonores marins.

Pour cela, nous devons également concevoir et construire une nouvelle collection d'hydrophones basée sur une alimentation/signal symétrique robuste qui a été conçue pour permettre un enregistrement hautement SNR en studio/concert. Cette technologie de 1970 n'est PAS encore distribuée dans la communauté bioacoustique, pour des raisons inconnues (sauf rapport qualité/coût moyen des industriels). C'est un manque de connaissances sur la biodiversité que nous allons résoudre. Notre équipe académique en acoustique, et électronique, du CIAN et de la plateforme SMIOT possède le savoir-faire pour ce développement et NEOSIS va accélérer la conception et la production de ces hydrophones symétriques. Ils devraient enregistrer avec un SNR élevé même avec 200 m de câble à basse tension, pour pas plus de 500 euros. Cela change la manière dont nous pourrions concevoir des observatoires acoustiques marins. Enfin, nous augmentons la capacité de notre interface programmable de la carte son, en ajoutant une IA basse consommation basée sur un réseau neuronal à pointe. C'est ce que l'on attend des résultats théoriques de notre ANR ULPCochlea qui s'achèvent dans un an. Il nous faut ensuite plus de temps pour concrétiser sa mise en œuvre matérielle et une solution complète et efficace sur le terrain.

3.4) Implémentation de déclencheurs intelligents à très faible consommation Nous concevons un nouveau réseau de détection de la biodiversité pour surveiller et suivre avec précision les espèces de la biodiversité sur de vastes zones d'étude à faible consommation d'énergie. Nous avons déjà étudié des détecteurs de réveil intelligents à très faible consommation toujours actifs pour déclencher des enregistrements lorsque des événements temporels ou spectraux intéressants sont détectés (Gies 2018, Gies 2020-1, Gies 2020-2). **Dans NEOSIS, nous visons à mettre en œuvre un nouveau réseau de macro-fonctionnalités optimisées, analogiques et numériques, de taille limitée, entraînable, nommé Feature Neural Network (FNN), pour extraire des modèles à partir d'un signal en mode temps réel à très faible consommation.** Ce détecteur ne se déclenchera que lorsque cela sera vraiment nécessaire, laissant le système en mode ultra-faible consommation pour le reste du temps. Ce mode de détection intelligent sera particulièrement pertinent pour surveiller des espèces rares dans des zones reculées ou sur de très longues périodes. Cependant, nous travaillerons également à l'utiliser pour déterminer de fins changements de comportement dans des communautés toujours actives, en utilisant l'apprentissage en ligne non supervisé en temps réel.

4) Déploiements marins et analyse de la communication de la mégafaune Les écosystèmes marins sont traversés par des flux d'informations dont la collecte et l'utilisation déterminent la capacité des animaux à survivre, grandir et se reproduire. L'un de ces flux d'informations est sain. Contrairement à une idée reçue de longue date, le monde sous-marin n'est pas un monde de silence et le son est une source d'information essentielle pour les animaux marins. Au cours des dernières décennies, le développement des activités humaines en mer s'est accompagné d'une augmentation du niveau de bruit de fond dans la plupart des écosystèmes marins, notamment ceux situés à proximité des côtes. Les sources de nuisances sonores sont nombreuses, notamment le transport maritime, les activités portuaires et les activités de loisirs. Par ailleurs, l'exploration sismique et la construction d'installations offshore sont devenues des sources de pollution sonore plus aiguës et font désormais l'objet d'une attention particulière. La réduction des nuisances sonores en mer est un sujet sur lequel la France s'est fortement mobilisée ces dernières années, notamment dans le cadre de sa politique d'aménagement de l'espace maritime. Nous produirons des données audiovisuelles avancées pour surveiller finement la configuration temps-fréquence des biosonars.

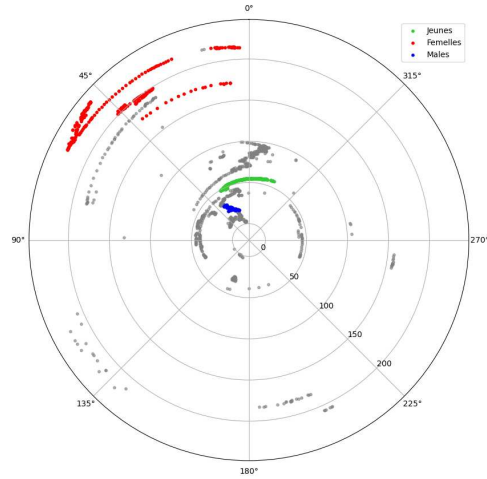


Fig.2 : exemple de corpus que nous avons réalisé en 2022 en Mer Méditerranée sur globicéphale, avec un réseau de 3 hydrophones, donnant l'Azimut et l'Élévation de la source.

Puis on effectue la décomposition Pseudo Wigner-Ville (WVD) (Ville, 1948 et Wigner, 1932) :

$$PWVD_z(t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} h^2\left(\frac{\tau}{2}\right) z\left(t + \frac{\tau}{2}\right) z^*\left(t - \frac{\tau}{2}\right) e^{-i2\pi f\tau} d\tau$$

avec f : fréquence, τ : délai on obtient la fonction d'ambiguïté (FA) : (Eq2)

$$\chi(\tau, \eta) = \sqrt{\eta} \int_{-\infty}^{+\infty} z(t) z^*(\eta t - \tau) dt$$

avec η : le décalage doppler. Nous montrons ensuite à l'aide de l'autoencodeur que l'on peut projeter les plongements de la représentation de la fonction Ambiguïté.

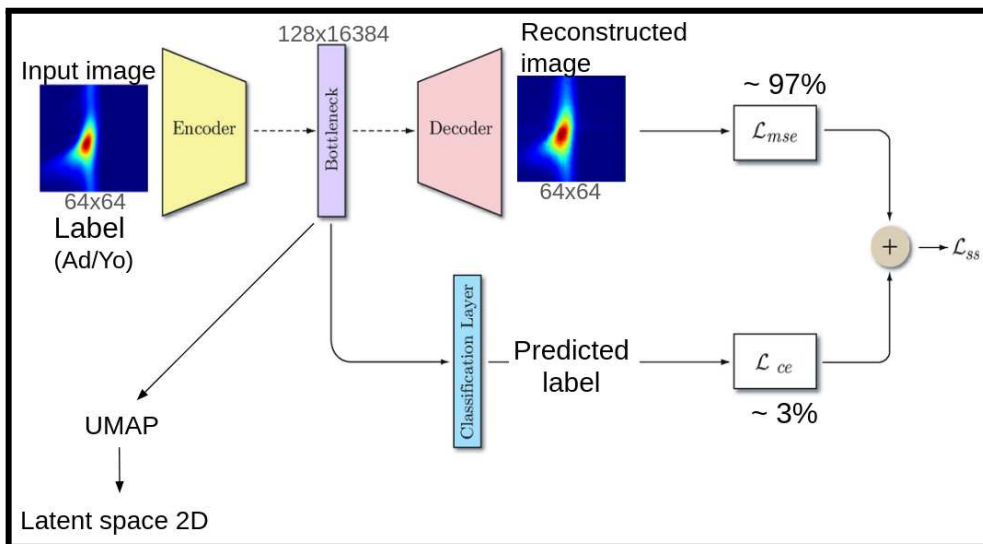


Fig 3. Architecture du DNN

Nous obtenons ensuite par jeune (vert) par rapport aux adultes (rouge) le regroupement ci-dessous de la fonction d'ambiguïté comme indiqué ci-dessous :

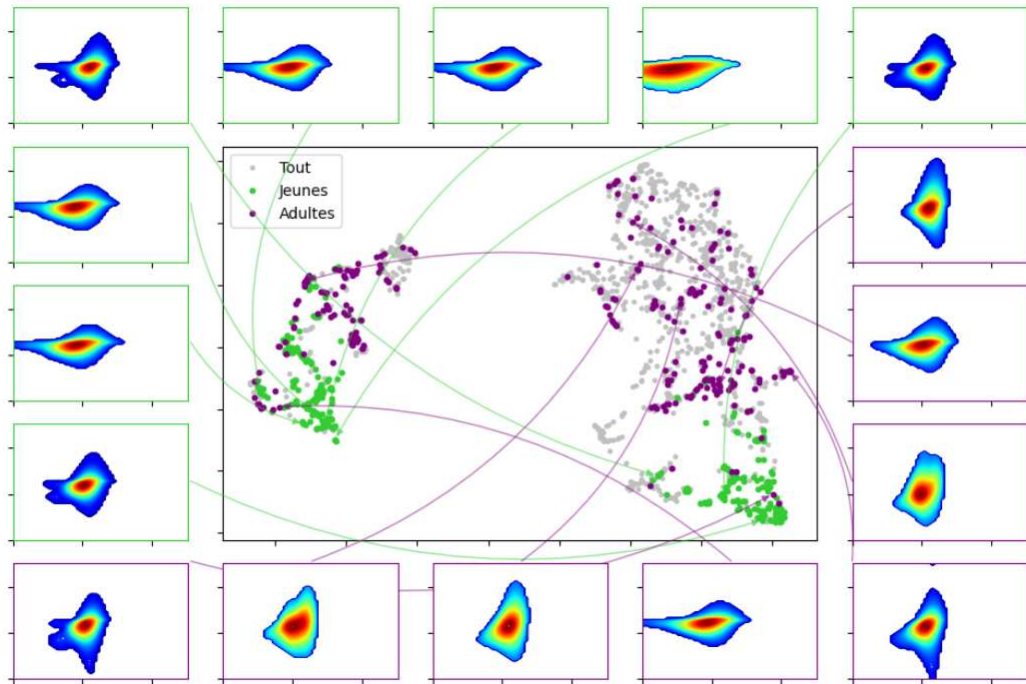


Fig.4 : La projection des Fonction d'Ambiguïté de clics, montrant leur différence jeune / adults.

Cette analyse montre des différences possibles entre les stratégies des jeunes et celles des juvéniles. Des recherches plus approfondies seront menées dans NEOSIS.

Cette méthodologie ouvre la voie à d'autres analyses de biosonar dans des scènes de recherche de nourriture, comme le montre notre traitement des enregistrements de janvier 2020 avec le drone Sphyrna.

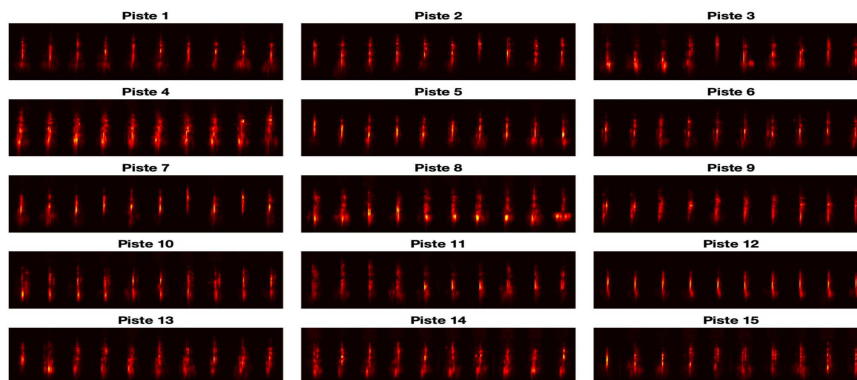
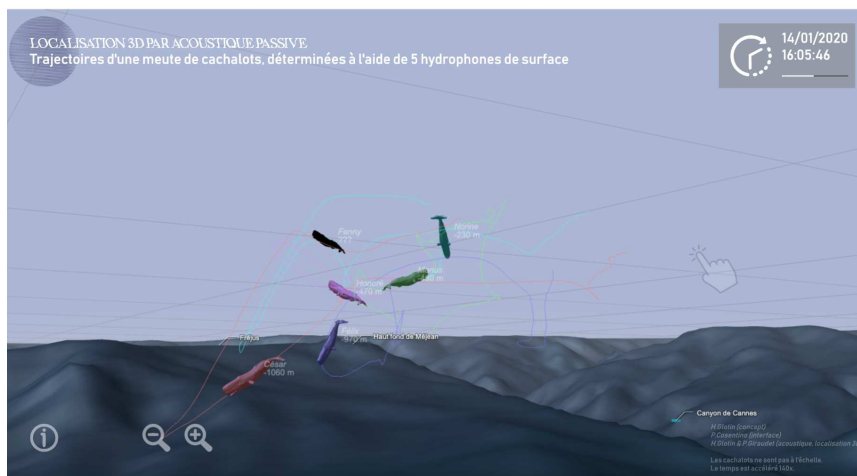


Fig 5 : (en haut) Traces de recherche de nourriture collaborative et séries de clics Nous montrons dans (Glotin et al 2020) le calcul de ces traces, qui sont animées dans la démo de notre site web à l'adresse

<https://cosphilog.fr/cachalots-musee/>. (Bas) Spectrogrammes des clics par piste de chasse (réel de cette meme scène réelle), pour révéler des dépendances entre les différents clics de ces foragers.

5) Perspective et conclusion NEOSIS donne de nouveaux critères pour la régulation du niveau sonore temporel de pollution qui pourraient couvrir la communication interindividuelle en matière de recherche de nourriture, et ainsi contracter la chasse et réduire le nombre de proies capturées. Nous visons également à exécuter un modèle linguistique (transformer) sur les centaines de séquences Coda in Pm que nous avons automatiquement extraites de notre corpus audiovisuel enregistré à Maurice de 2013 à 2024 (voir ci-dessous). Ce projet est plus détaillé que le CETI en cours à Sainte-Dominique. En effet, nous connaissons l'identité de chaque animal de la scène que nous enregistrons à un taux d'échantillonnage élevé (500 kHz x 4 hydrophones). Nous pouvons ensuite dresser un journal de chaque individu (Ferrari et al. Scientific Report 2024), suivre sa croissance, ainsi que son interaction et son évolution vocales individuelles. Enfin nous travaillerons sur des scènes plus complexes comme celle que nous commençons à découvrir lors de nos missions en arctique (Fig 6) incluant des rorquals communs, des rorquals à bosse, des cachalots et des orques, qui peuvent avoir des interactions complexes en dynamique temporelle et fréquentielle.

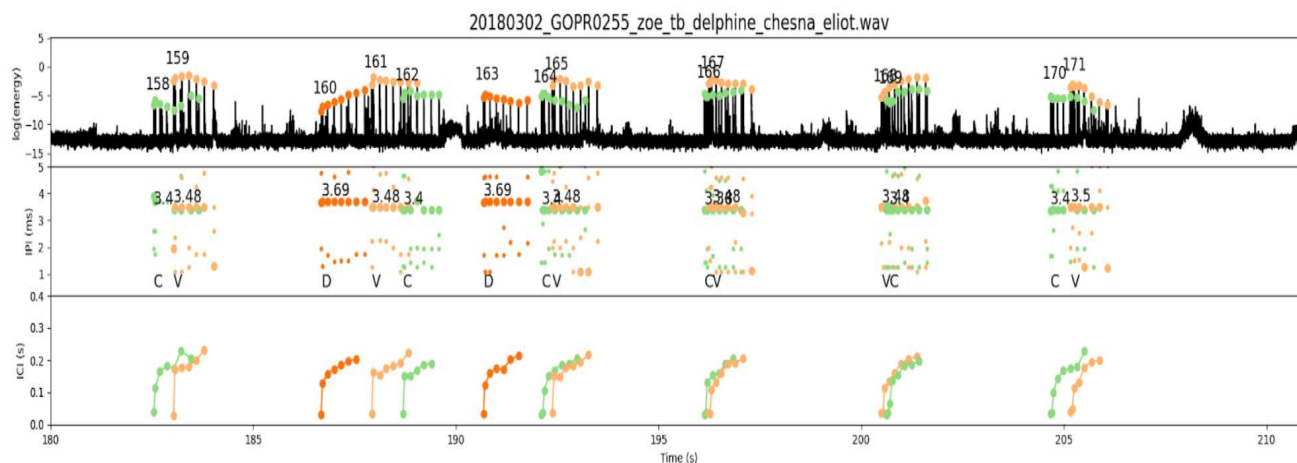


Fig6 : exemple de vidéo traitée (comme certaines disponibles dans Ferrari et al 2024) avec (en haut) les clics détectés, (midium) l'interpulsion Intervall, (en bas) le modèle CODA automatiquement séparés par individus (cf projet La voix des cachalots, soumission en cours).

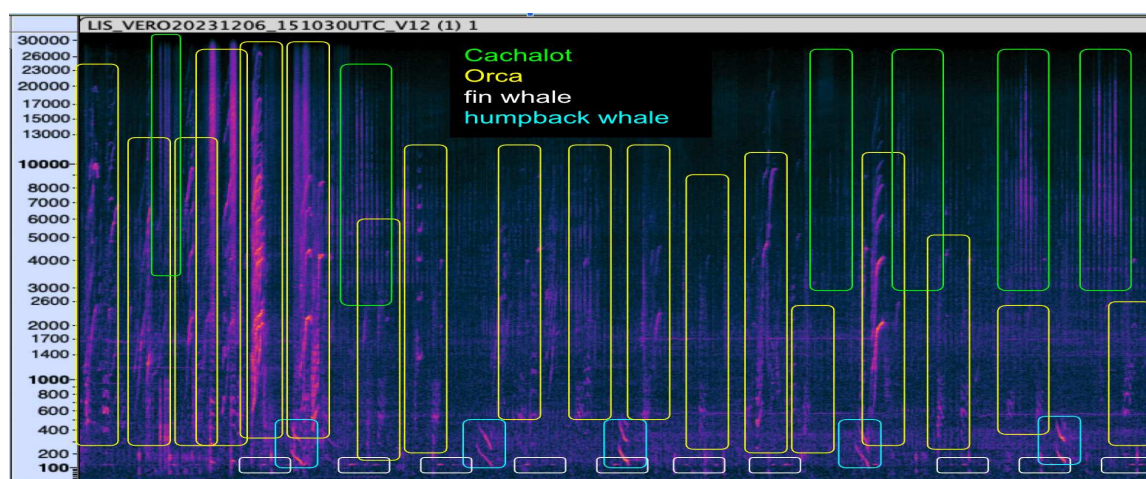


Fig7: la scène acoustique réelle de 4 superprédateurs enregistrée par mes missions arctique (ADAPREDAT2023 MITI CNRS Glotin et al)

Références

Time Frequency analysis:

- Balestriero R., Glotin H., Baraniuk (2022) Interpretable & learnable super-resolution time-frequency representation, *Mathematical & Scientific Machine Learning*, 118-152. PMLR, <https://proceedings.mlr.press/v145/balestriero22a>
- Ville, J. (1948). Théorie et application de la notion de signal analysis. *Câbles & trans*, 2(1):61–74
- Wigner, E. (1932). On the quantum correction for thermodynamic equilibrium. *Phys. Rev*, 40:749.
- Woodward P.M. (1980). *Probability and Information Theory with Applications to Radar*, Norwood, MA Bioacoustics :
- Best P., Paris S., Glotin H., Marxer R., Deep audio embeddings for vocalisation clustering, *Plos One*, February (2023) <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0283396>
- Best, P., Marxer R., Paris S. and Glotin H. (2022) Temporal evolution of the Mediterranean fin whale song. *Scientific reports* <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15379-0>
- Best P., Ferrari M., Poupard M., Paris S., Marxer R., Symonds H., Glotin H. (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>
- Ferrari M. et al. (2020) DOCC10: Open access dataset of marine mammal transient studies and end-to-end CNN classification *IEEE IJCNN*
- Glotin et al. (2024) ADAPREDAT RR, MITI CNRS https://sabiody.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/AAPSanteEnvironnement2022.2_Rapportfinal_GLOTIN_FJORD3D_202403.pdf
- Glotin H, Thellier N., Best P., Poupard M., Ferrari M., et al. (2020) Rapport Mission Sphyrna Odyssey : Découvertes Ethoacoustiques de Chasses Collaboratives de Cachalots en Abysses & Impacts en Mer du Confinement COVID19 , <http://sabiody.lis-lab.fr/pub/SO1.pdf>
- Glotin H., Caudal F.; Giraudet, P (2008) Whales cocktail party: a real-time tracking of multiple whales *Int. J. Canadian Acoustics* V36.1
- Marzetti, Gies V., Barchasz V., Best P., Paris S., Barthelemy H., Glotin H. (2020) Ultra-Low Power Wake-Up for Long-Term Biodiversity Monitoring, *IEEE IoT&IS*
- Poupard, M., Ferrari M., Best P., Glotin H. (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 M., Symonds H., Spong P., Glotin H. (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 M., Ferrari M., Schlüter J., Marxer R., Giraudet P., Barchasz V., Gies V., Pavan G., Glotin H., (2019) Real-time 3D passive acoustic tracking of cetacean by five non uniform aperture hydrophones mounted under autonomous surface vehicles. *IEEE ICASSP*
- Poupard, P. Best, J. P. Morgan, G. Pavan, H. \b GLOTIN (2024) A first vocal repertoire characterization of long-finned pilot whales: a machine learning approach *J Royal Soc. Biology* <https://doi.org/10.1098/rsos.231973>
- Sharma, P., Gero, S., Payne, R. et al. (2024) Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nat Commun* 15, 3617 <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- Vaswani, Ashish et al (2017) Attention Is All You Need, *Arxiv*

OUVERTURE POSSIBLE DU PROJET VERS UN PROJET EUROPÉEN

Ce projet sera suivi d'une candidature à une ERC Advanced Grant. J'ai déjà étudié les conseils de la Cellule Européenne de l'Aic Marseille pour ce projet complexe. L'expérimentation conjointe l'informatique, électronique, informatique et à grande échelle est très prometteuse pour un tel projet qui pourrait révéler de nouvelles connaissances sur les cétacés et la faune marine. Les conseils de l'ERC à Marseille ont validé l'intérêt de ce projet et ses chances.

DESCRIPTION DES ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT, DES RESPONSABILITÉS ÉDUCATIVES ET ADMINISTRATIVES

Activités d'enseignement au cours des 5 dernières années

En 2019, j'ai initié la construction d'un nouveau MASTER, le ROC/VISTA Robotics Master, dont je suis responsable des modules IA. en 2018 (40 HETD) nous avons proposé de prolonger ce master en un Master MUNDUS en Mer, Robotique et IA, animé par mon collègue R. Marxer, et qui a été accepté, première promotion en septembre 2020.

Dans ces formations, je pilote environ la moitié de mon service IA (60HETD).

Mon service, tout comme mes recherches, est interdisciplinaire avec une dominante I.A.

Je suis resp. du module sciences des données du master Science De la Mer UTLN (50hetd).

Je suis responsable des modules Bioacoustique du master en sciences de la mer (50hetd)

Enfin, j'enseigne à environ 40 hedt en licence en informatique en théorie de l'information.

J'ai créer le parcours Bioacoustique et IA dans le master ISC, dont le programme est en annexe, à ouvrir en septembre 2025.

L'ensemble est détaillé en annexes

Responsabilités éducatives et administratives au cours des 5 dernières années

2021-2024	<u>Nommé par le ministère au Comité National de la Recherche du CNRS</u> <u>Je fais partie des 16 jurys pour le recrutement et la carrière de chercheurs</u> <u>Ceci consomme 14 semaines par ans depuis 4 ans, sans aucune décharge</u> <u>c'est très prenant, passionnant, mais il faudrait en tenir compte dans</u> <u>ces promotions à mon avis.</u>
------------------	---

Autres de 2024 à 2020 :

Pi de l'expédition ArcticFjord3D, interdiscp. 12 experts x 2 semaines en surveillance des fjords arctiques, inviter le Dr Jean-Louis Etienne en partenariat, 70K€ <https://www.ircf.fr/Projet/ADAPREDAT/FJORD3D/Univ%20de%20Toulon%20confer%20des%20>

Pi Int. Programme de recherche CNRS avec le Chili et l'Argentine sur l'étude des cétacés, 100K€

coPi FEDER intereg SeaStMar sur l'anti collision baleine avec notre bouée son Bombyx AI, 60K€

Projet européen coPi TABMON Biodivera : IA pour l'étude des oiseaux à l'échelle continentale, 120K€

localPi EOLMED, étude du parc éolien marin de Qair, expertise bio/acoustique, 100K€

localPi PIA PSIBIOM sur l'IoT pour le suivi de la faune terrestre, 210K€

Pi ADAPREDAT ARCTIC expédié. mégafaune marine bioacoustique, Interdiscp. MITI CNRS, 60K€

https://sabiody.lis-lab.fr/pub/ADAPREDAT/AAPSanteEnvironnement2022.2_Rapportfinal_GLOTIN_FJORD3D_202403.pdf

localPi PIA TERRAFORMA sur le suivi acoustique de la faune terrestre, responsable du groupe IA, 80K€

localPi ANR ULPCochlea sur le dopage des réseaux de neurones pour la bioacoustique, 120K€

Projet européen Pi EUROPAM Biodivera sur la biophonie marine vs l'anthropophonie, 120K€

Pi de l'ANR Sylvania sur Observatoires bioacoustiques synchronisés de faible puissance, 120K€

ACTIVITÉS D'INNOVATION ET/OU DE MÉDIATION SCIENTIFIQUE

NEOSIS est le projet majeur que je pilote avec plusieurs développements importants en termes d'innovation pédagogique, de valorisation et de médiation scientifique.

Mon objectif est tout d'abord d'ouvrir un nouveau département à l'université de Toulon, un département de bioacoustique marine, comprenant un cours de Master sur l'IA pour la bioacoustique. Il comprendra les bases de l'acoustique, la neurophysiologie des cétacés, le calcul des antennes, l'électronique de base, le traitement du signal de base, la réglementation/avocats. Ce sera un master atypique en France, puisque le master Moby tourne actuellement majoritairement en acoustique terrestre.

Construire un tel master demande des efforts et de l'énergie, et ma décharge me permettra de me concentrer sur cette tâche. Nous avons construit le CIAN pour qu'il puisse ouvrir un tel master en tant qu'unité d'enseignement.

Deuxièmement, je travaillerai à la stabilisation de notre startup ALPAI que nous ouvrirons en 2025 dans mon équipe avec V. Gies et S. Marzetti lauréat du défi régional innovation. Cette startup est une clé du CIAN, car elle permettra de générer à faible coût des hydrophones de haute qualité basés sur la technologie différentielle des années 1970, encore non utilisée dans la production industrielle. Nous continuerons également à produire des cartes son, d'une qualité encore meilleure et spécialement conçues pour

Enfin de travaillerai à la mise en place de l'exposition permanente sur mes travaux à Sanary sur Mer sur 500 m², dans le cadre du projet des innovations scientifiques pour l'Océan, à ouvrir en 2026 et consolider

ANNEXE DETAIL de mes enseignements

Années	Niveau	Diplôme	Intitulé	Nature	Effectif	Volume horaire annuel
2021-2025	L2	Licence Informatique	Maths pour l'informatique	CM	50	24
				TD	32	15
				TP	16	21
	M1	Master Informatique et Mathématiques	IA Machine Learning théorie	CM	18	9
				TD	18	12
				TP	18	8
	M1	Master Ingénierie des Systèmes Complexes	Apprentissage profond	CM	20	10,5
				TP	20	10,5
	M1	Master Ingénierie des Systèmes Complexes	Underwater acoustics	CM	10	7
	M2	Master Informatique	Initiation à recherche	CM	15	1,5
				TP	15	6
	M2	Master Sciences de la Mer	Suivi des populations	CM	20	8
				TD	20	12
				TP	20	10
M2	Master Ingénierie des Systèmes Complexes	Comportement et décision	CM	15	12	
			TP	15	15	
M2	Master Ingénierie des Systèmes Complexes	Deep learning	CM	15	6	
			TP	15	12	
3 ^e année	Diplôme d'ingénieur SYSMER	Systèmes Marins Complexes	CM	20	3	

Projet d'ouverture en septembre 2025 (sous réserve de validation des instances fin mars):

MASTER 2 ISC parcours BAIA BIOACOUSTIQUE et INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Porteurs :

Pr Hervé Glotin, directeur du CIAN (<https://cian.univ-tln.fr>), LIS CNRS / IUF, membre du comité national du CNRS (glotin@univ-tln.fr)

Dr Pascale Giraudet, chercheur associé au LIS CNRS (giraudet@univ-tln.fr)

Compétences acquises :

Mesure, traitement et interprétation des paysages bioacoustiques complexes pour la compréhension et la gestion des écosystèmes

Débouchés :

Poursuite en thèse, ou dans les métiers de l'acoustique, du traitement du signal, de l'intelligence artificielle, de la gestion et de la protection des écosystèmes par suivi acoustique

Programme :

- Acoustique
- Suivi des populations
- Acquisition, traitement et gestion des données
- Intelligence artificielle

Recrutement :

Titulaires d'un M1 ou d'un M2, ou ingénieur.es, en mathématiques, informatique, physique, électronique, sciences de la vie, sciences de la mer...

Projet d'ouverture du parcours **M2 BioAcoustique et Intelligence Artificielle** (sous réserve de validation des instances)

M2 ISC (Ingénierie des Systèmes Complexes) parcours BAIA (BioAcoustique et Intelligence Artificielle)	Responsable	Volume horaire				ECTS
		CM	TD	TP	Total	
SEMESTRE 9						
UE91 Compétences (Tronc commun M2 ISC)						
Anglais			18		18	2
Recherche documentaire			4		4	1
Initiation à la recherche			9		9	1
UE92 Acoustique et environnement						
Suivi des populations	Pascale Giraudet	8	12	10	30	4
Physic acoustics and antenna processing	Marc Saillard	9	6	12	27	3
Conférences : métiers en bioacoustique	Hervé Glotin	14			14	1
UE93 Acquisition, traitement et gestion des données						
Analogic and numeric antenna data acquisition	Valentin Gies	6		9	15	2
Embedded AI	Valentin Gies	6		9	15	2
Signal processing and time-frequency representation	Sébastien Paris	6		9	15	2
Intégrité des données et des process	Jean-Marc Prévot	4		12	16	2
UE94 Intelligence Artificielle						
Introduction au Machine Learning	Pascale Giraudet	12		15	27	3
Comportement et décision / Behavior & decision	Hervé Glotin	12		15	27	3
Deep Learning	Hervé Glotin	6		9	15	2
Large Language Models	Sébastien Paris	9		9	18	2
SEMESTRE 10						
Stage						30