



AGENCE
INNOVATION
DÉFENSE



MINISTÈRE
DES ARMÉES

Liberté
Égalité
Fraternité



Agence Nationale de la Recherche

ANR



BOMBYX network : from Pelagos to PSSA

Intelligent real-time listening sonobuoys for whale-ship collision mitigation & environmental awareness

Chair IA intelligent listening AID DGA ANR <http://bioacoustics.lis-lab.fr>

GIAS MARITTIMO FEDER - Région Sud

Glotin Hervé, CNRS LIS Univ Toulon, & DYNi team

glotin@univ-tln.fr



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



RÉGION
SUD

PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



Fondation ENGIE

Historic of BOMBYX : 2015-2018

The first long term stereo Monitoring of Sperm Whales



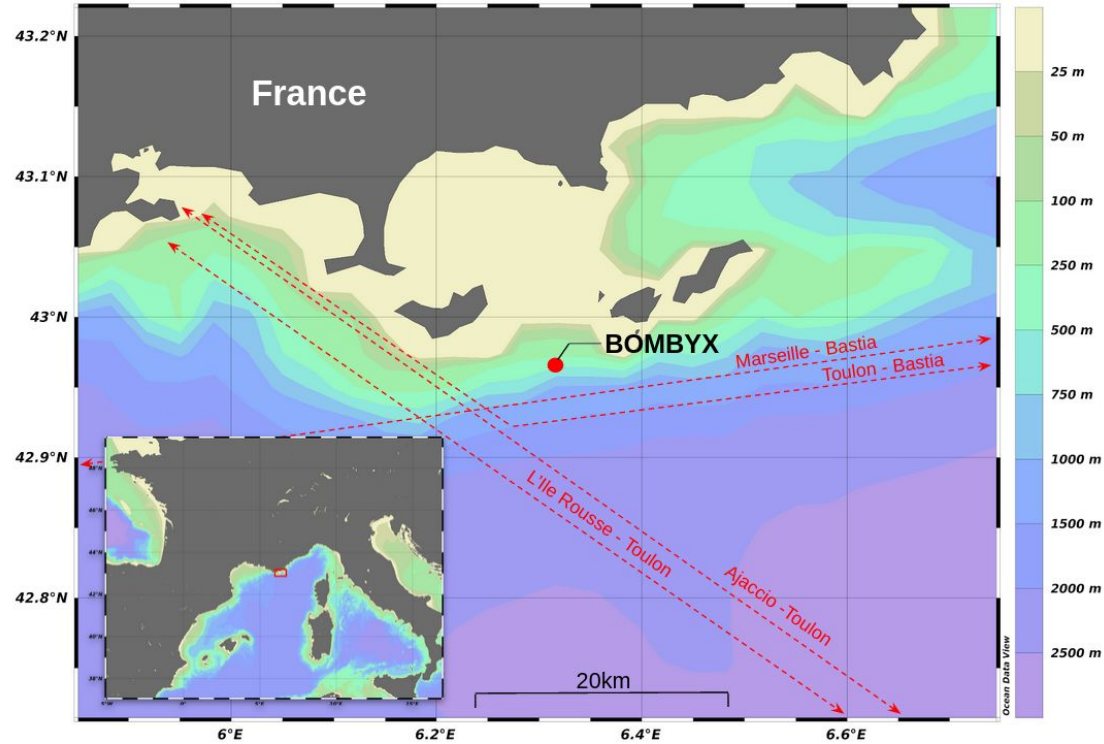
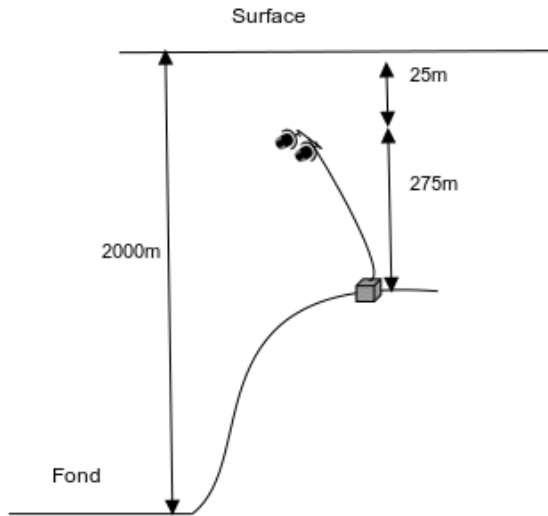
DYNI LIS CNRS in coll. with MIO and PNPC, Glotin 2012-2019

<http://sabiiod.lis-lab.fr/pub/BOMBYX/>

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

The BOMBYX 2015-2018

- Bombyx station, stereophonic
- 25 of depth
- Env 2700 hours of recordings, stereo
- Detection of sperm whales clics on Bombyx
- Data for future training



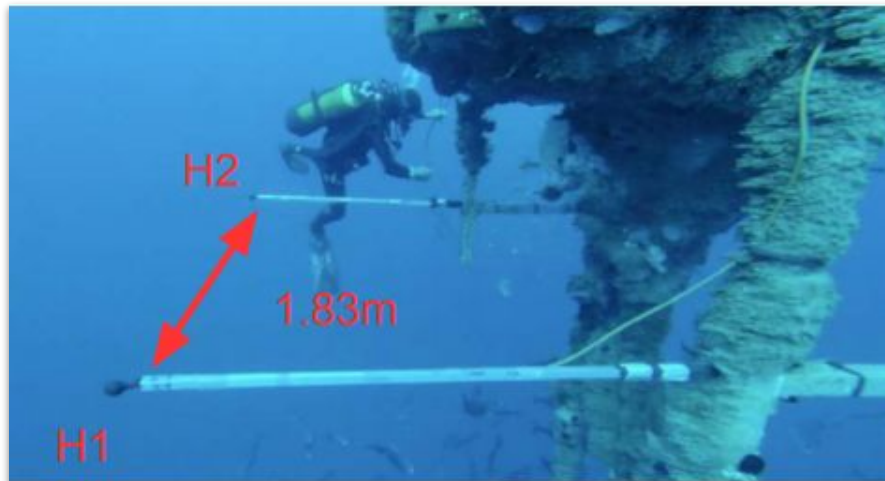
Bombyx 1

Data :

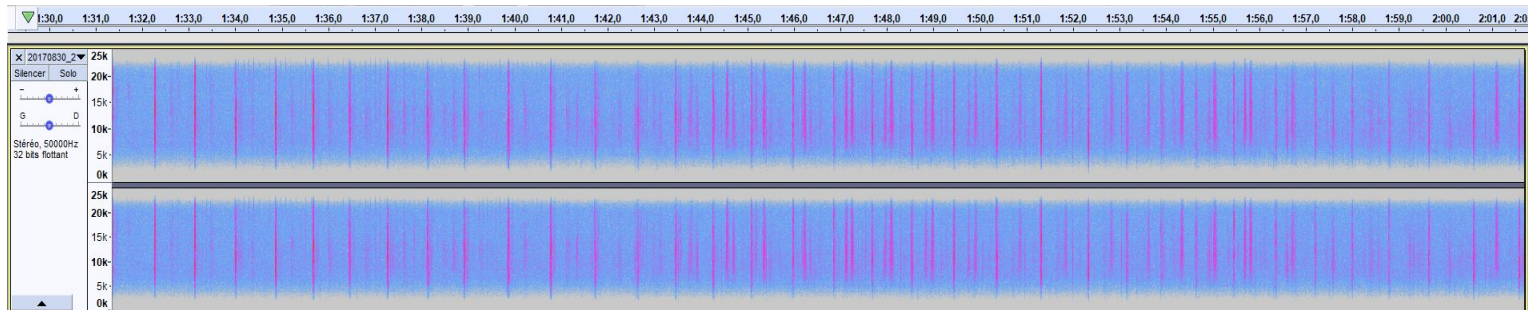
- Sparse recording from 2014 to 2018
- 2 channels (2 meters wide)
- 50kHz
- 25m deep hydrophones
- No annotation

Objective :

- Noise robust sperm whale and fin whale detections



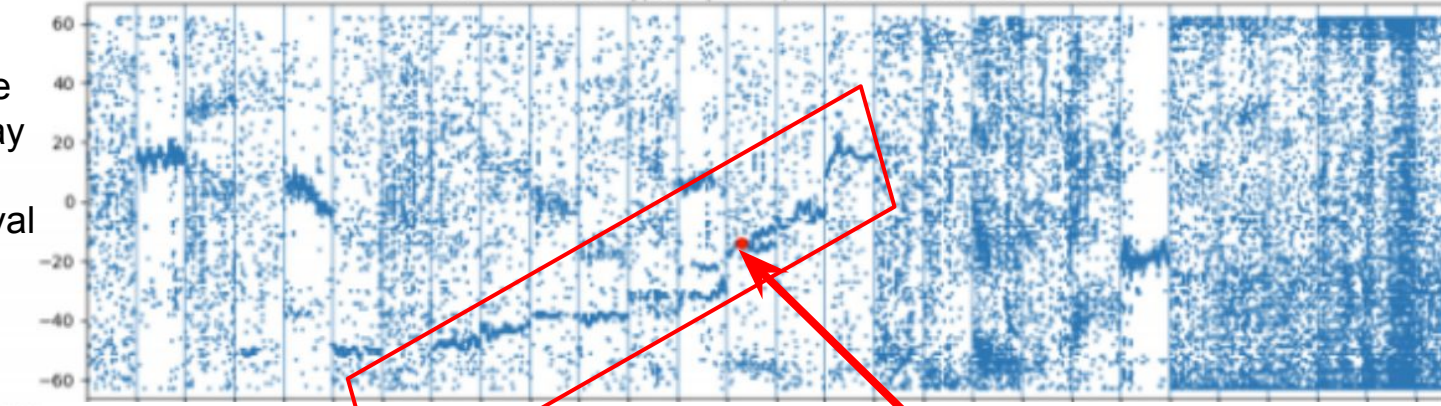
1) STEREO CHANNEL ALLOW robust detection and counting of individual Physeters m.



Example of Cachalot track from Bombyx1

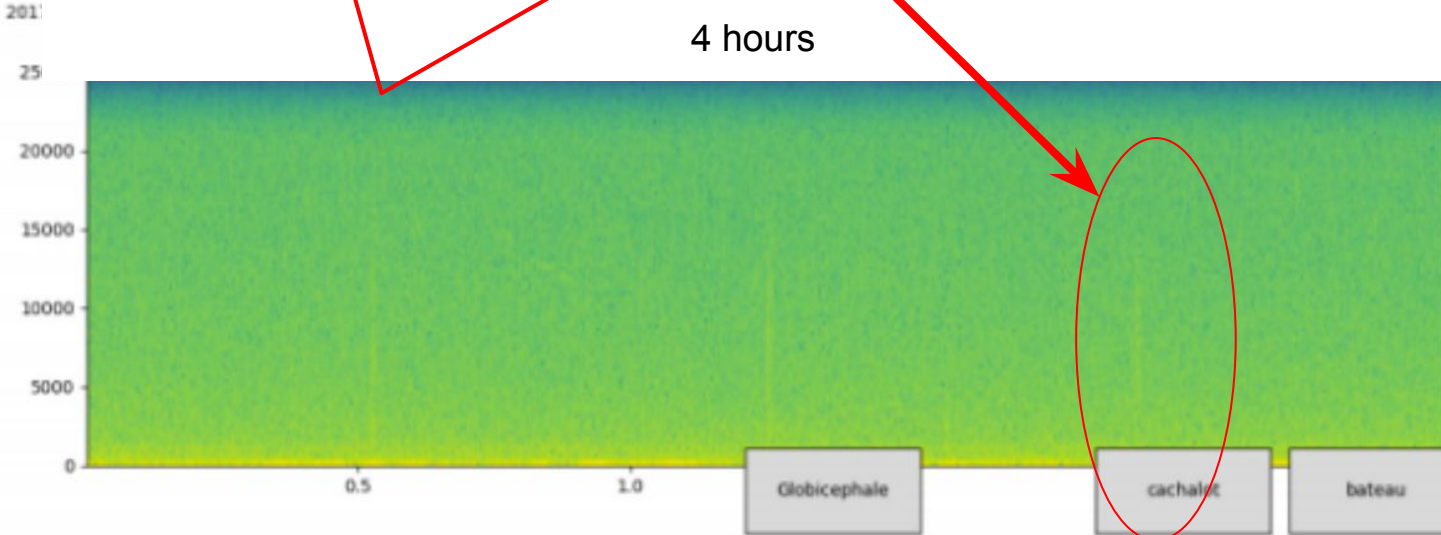
folder_final /home/glotinh/Documents/bombyx/dist3/Bombyx4/B...
duration 300
abs_click_time 65056.9
labels None
Name: 4661647, dtype: object> Spec centr:6596.856933593751

Time Delay of Arrival



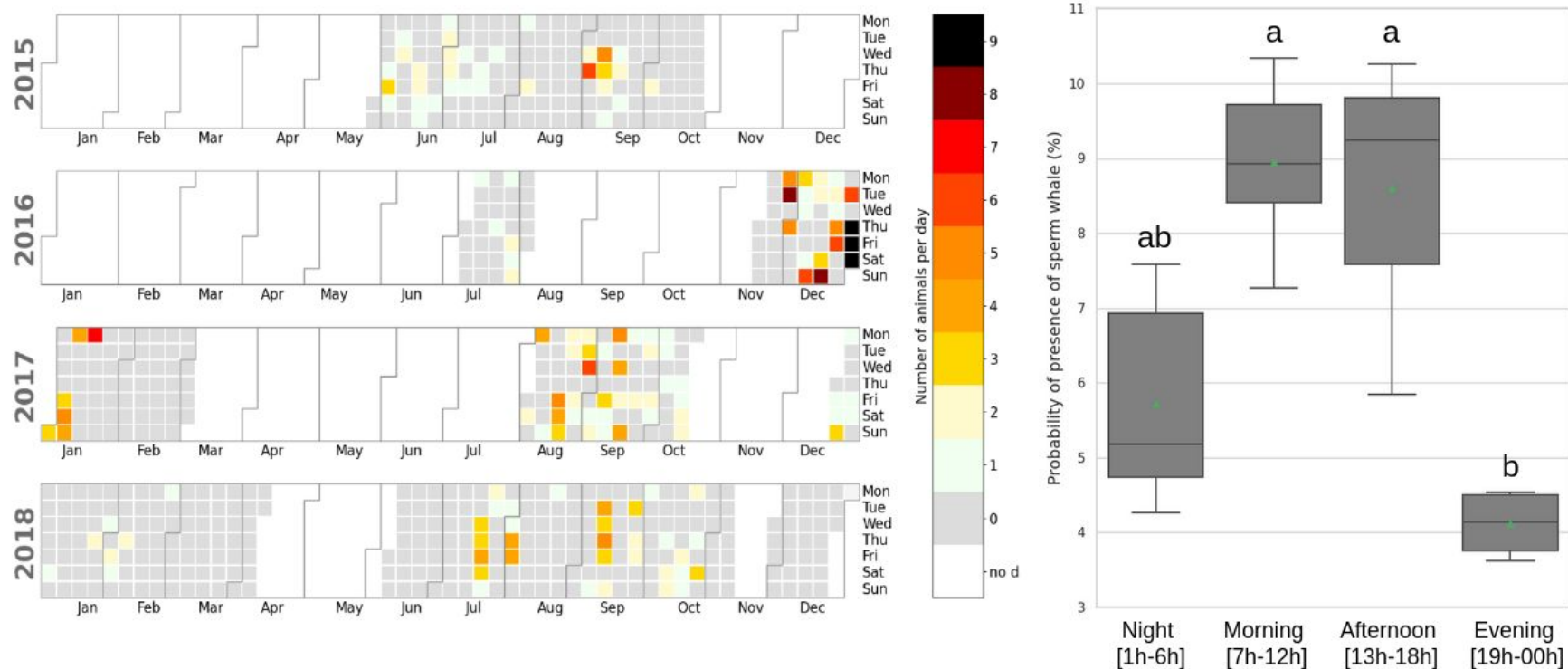
Multichannel = Big range detection (up to 30 km)

4 hours



Count of Sperm whales on BOMBYX 2015-2018

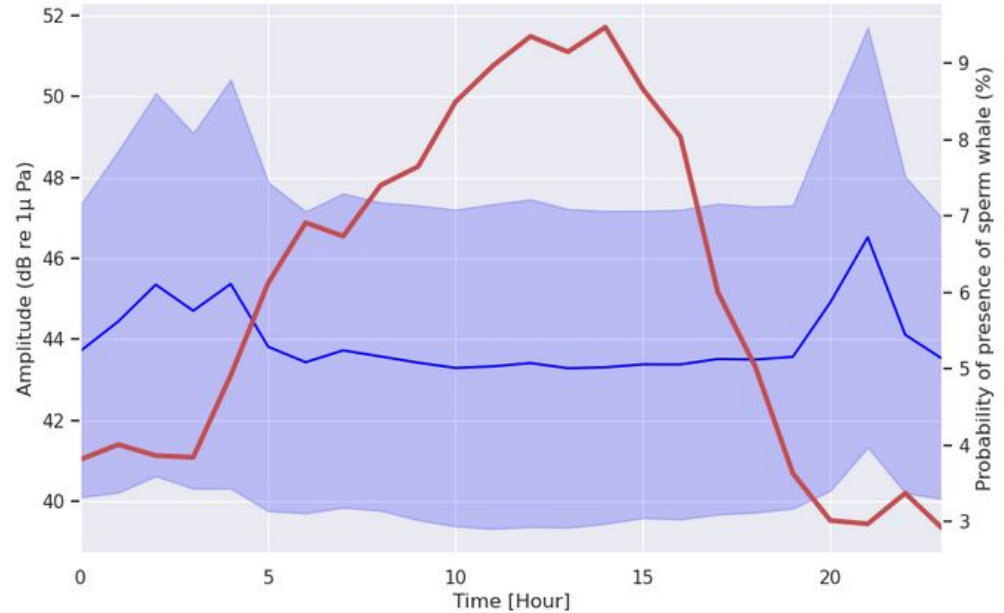
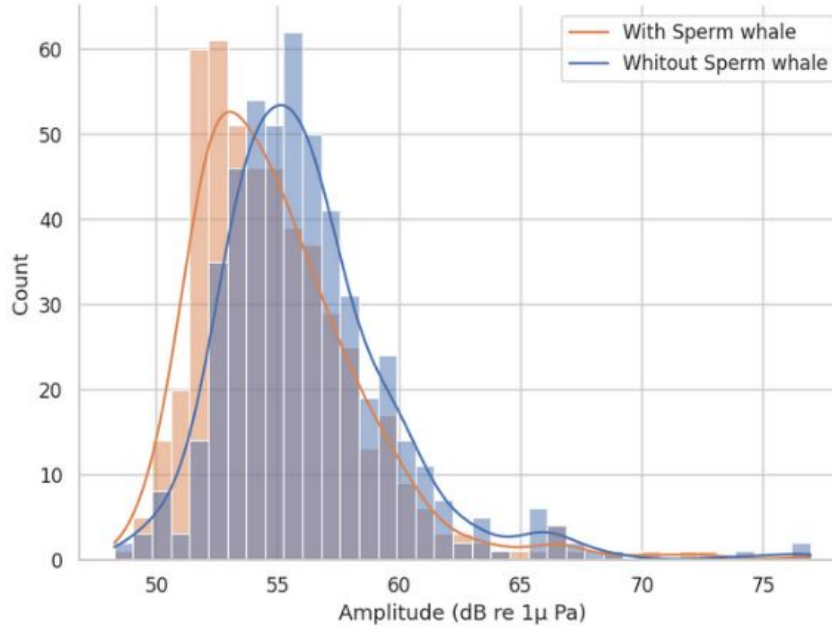
Sperm whale acoustic detection and background noise



Left: Number of detected sperm whales per day during the 4 years of recordings (white region: no recording). Right: Mean of the probability of presence for each period of the day.

The BOMBYX 2015-2018

Sperm whale acoustic detection and background noise

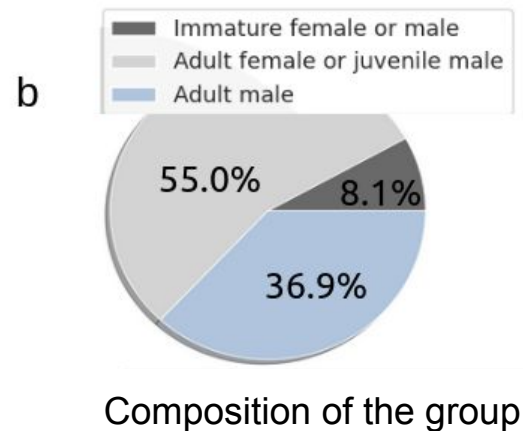
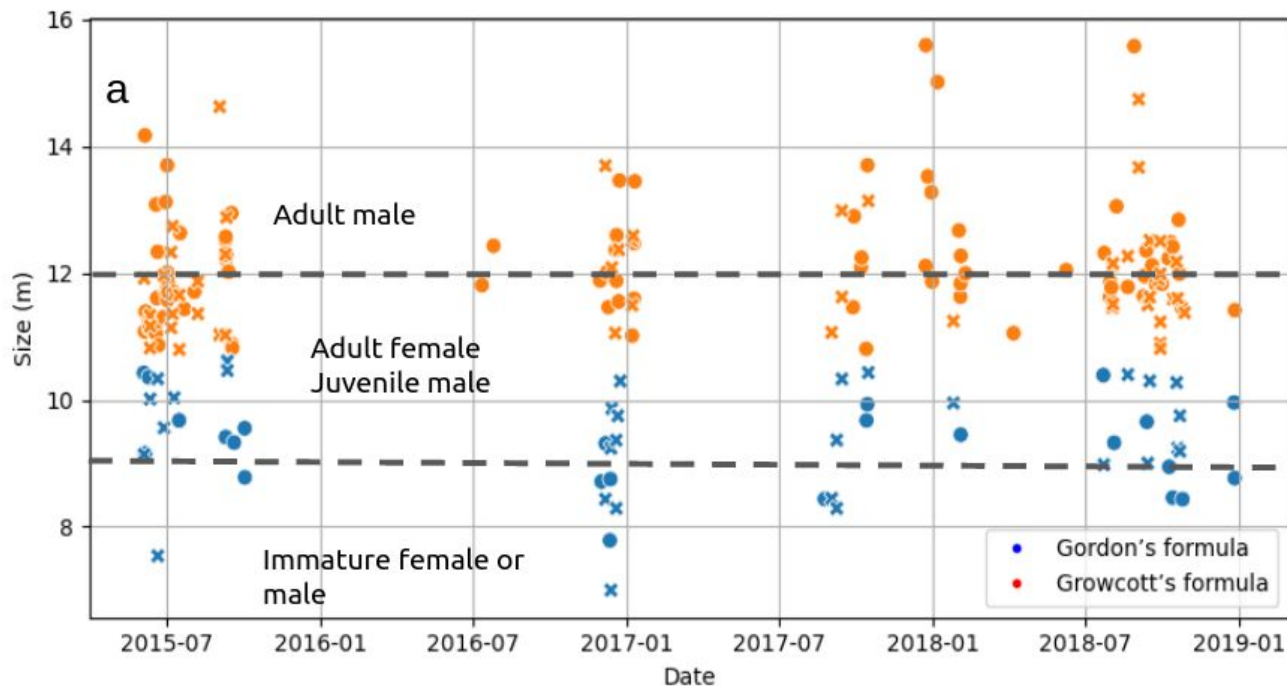


(Left) Distribution of the amplitude for the octave 12800 Hz according to presence/absence of sperm whales.

(Right) Superposition of dial pattern of amplitudes for the octave 12800 Hz and probability of presence of sperm whales.

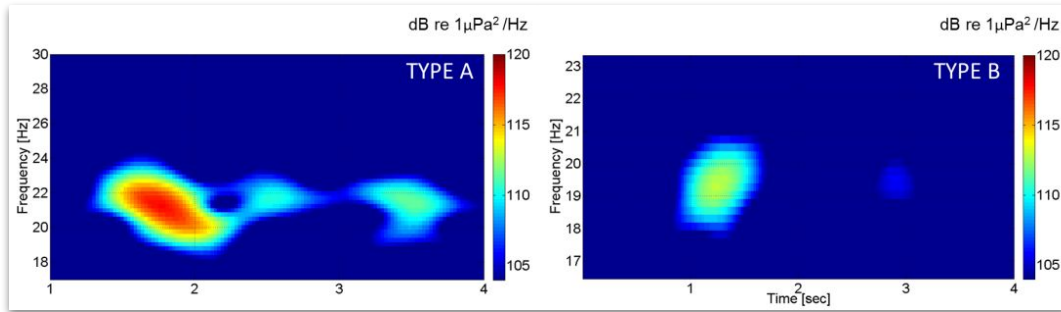
The BOMBYX 2015-2018

Sperm whale Interpulse Interval (IPI) and size measurement



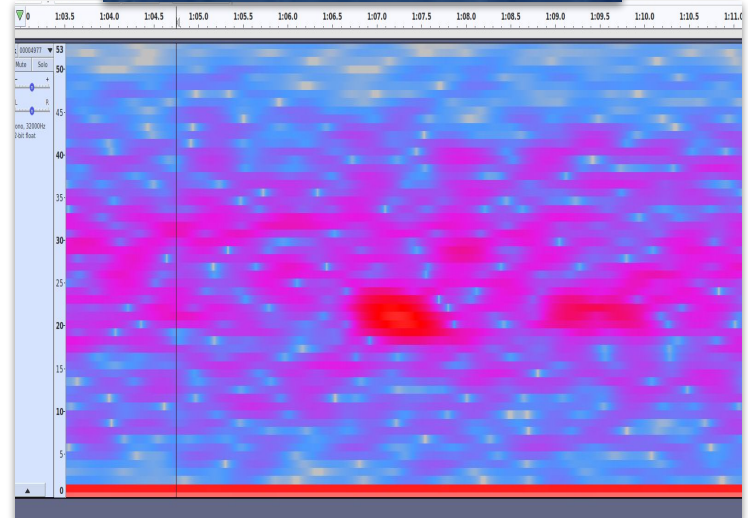
Sperm whales density: density of sperm whales in the area was 1.69 whales/1,000 km²

2) Fin whale pulse detection (low frequency)



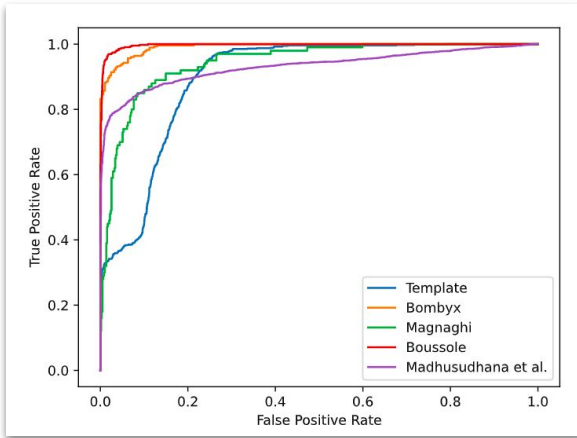
*Monitoring fin whale (*Balaenoptera physalus*) acoustic presence by means of a low frequency seismic hydrophone in Western Ionian Sea - EMSO site. Gianni Pavan*

- Low centroid frequency
- Bandwidth : 5-7Hz
- Length : 1sec
- Periodicity : 15-40sec

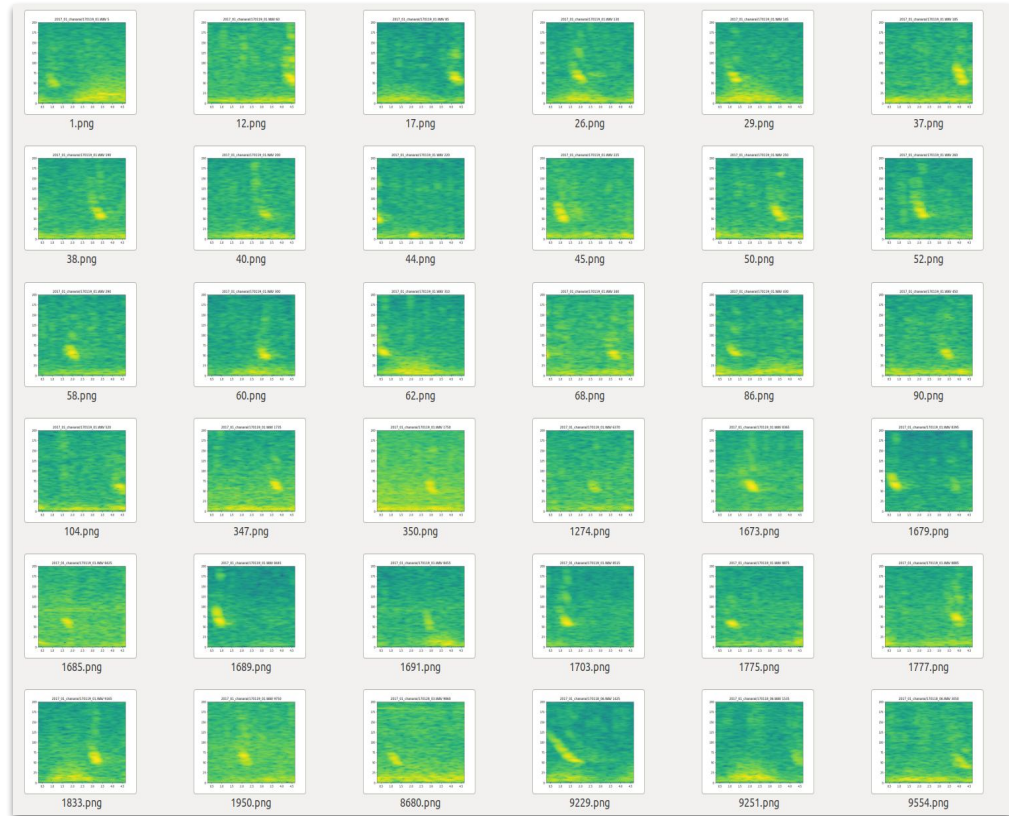


Sample from sonobuoy Boussole 2009 dataset

Low Frequency event classification : Deep learning Fin whale pulse detection



Sample of high predictions over Chilian dataset (rec. Patris, Malige, Glotin 2017, Chanaral, Humbold loop...)



- Sampling frequency = 200Hz
 - STFT (winsize=256, hopsiz=16)
 - Mel (128 features from 0 to 100Hz)
 - Log
 - Conv 128 - 512
 - Conv 512 - 512
 - Conv 512 - 1
 - MaxPool
- Conv = batch norm, depthwise conv, dropout, Relu*

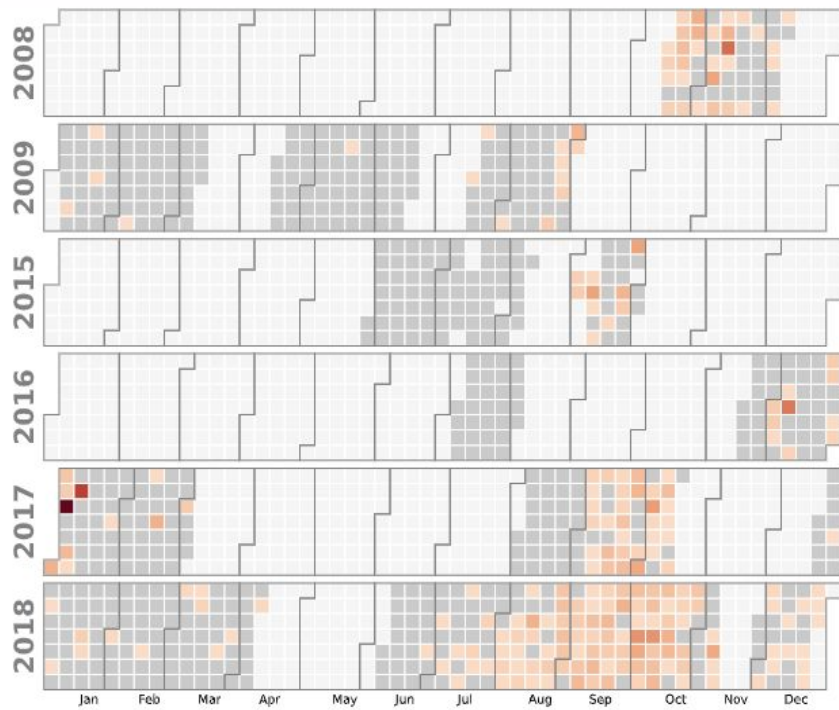


Figure 2. Calendar of the recorded days (grey cells). Shades of red denote the number of detected sequences normalized by the number of recorded hours (ranging from 0 to 8).

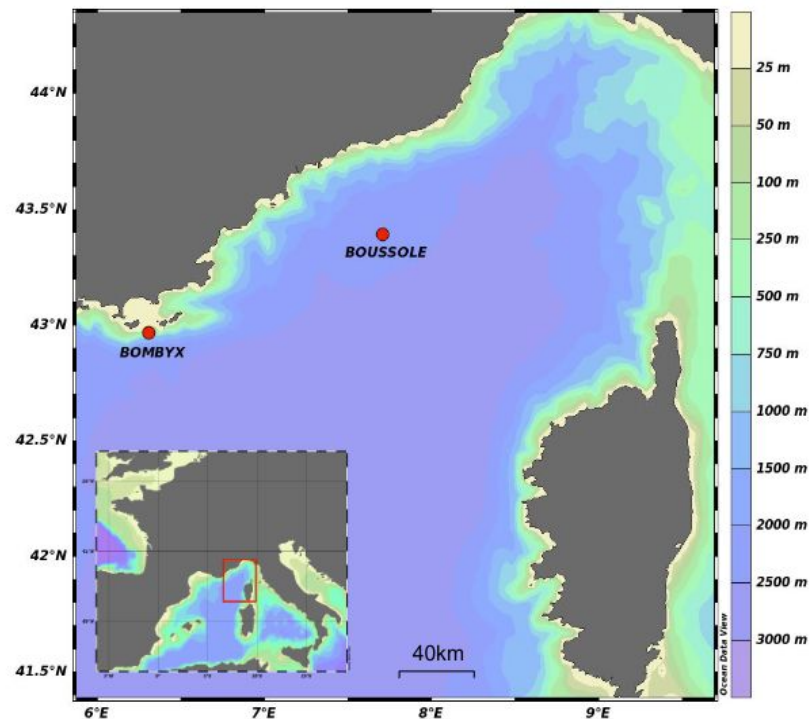


Figure 3. Map showing the two recording stations used in the analysis. This map was made using Ocean Data View²⁹.

Temporal evolution of the Mediterranean fin whale songs on BOMBYX1

Compilation of CNN detections into songs
Discrimination of pulse types (GMM on centroid freq)

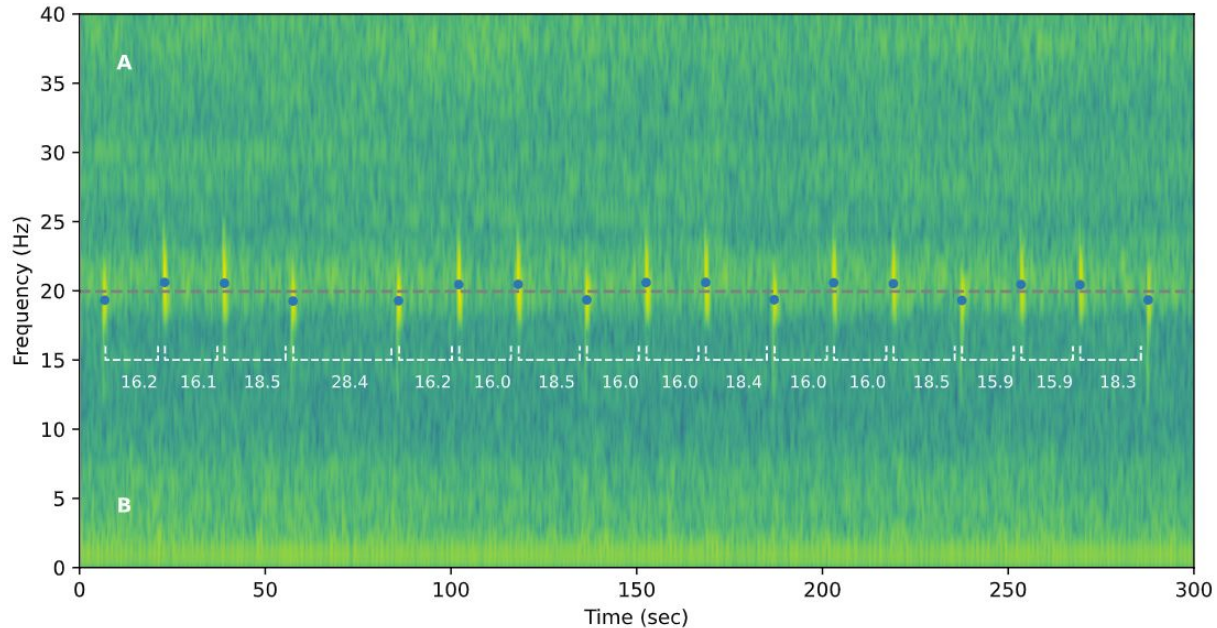
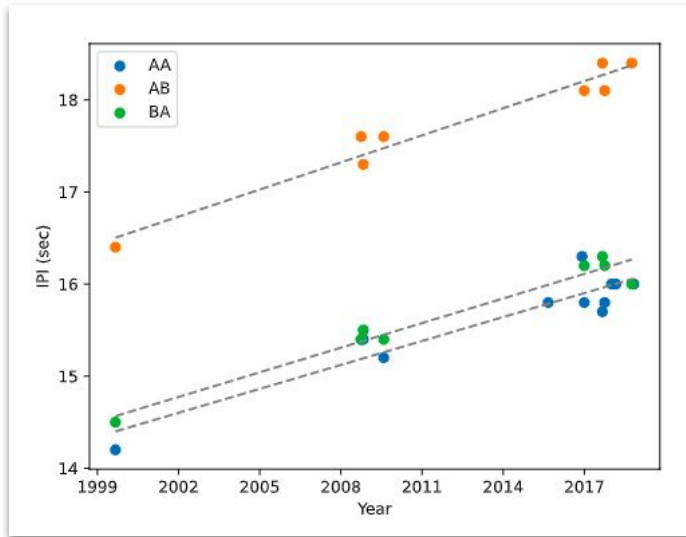


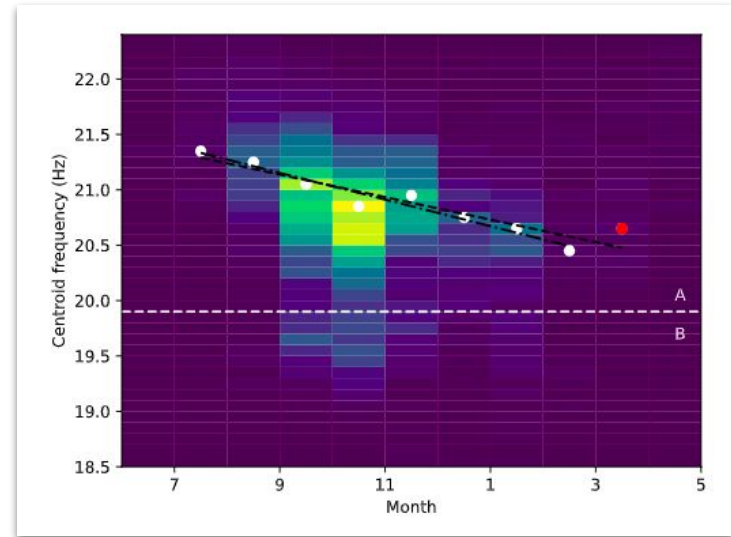
Figure 1. Spectrogram of a fin whale pulse sequence recorded by the Bombyx buoy in October 2018. Spectrogram parameters are described in section 2.7. Dots show the centroid frequencies of the detected pulses, with white dashed lines showing the IPIs. The grey dashed line denotes the discrimination threshold between type A and B pulses, at 19.9Hz.

Temporal evolution of Mediterranean fin whale pulses

Result of Fin whale on **Bombyx1** from 2015 to 2018, IPI and frequency analyses



Yearly increase of the stereotypical IPIs by 0.1sec/year



Seasonal decrease of the centroid frequency by 0.1Hz/month

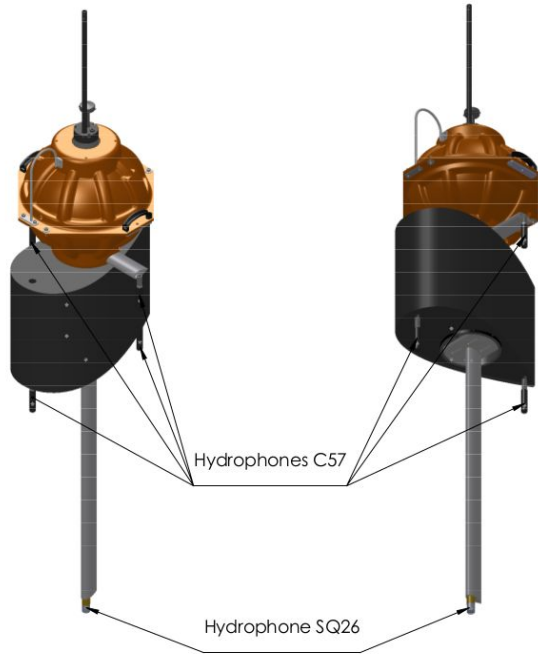
Putting all together =

BOMBYX 2

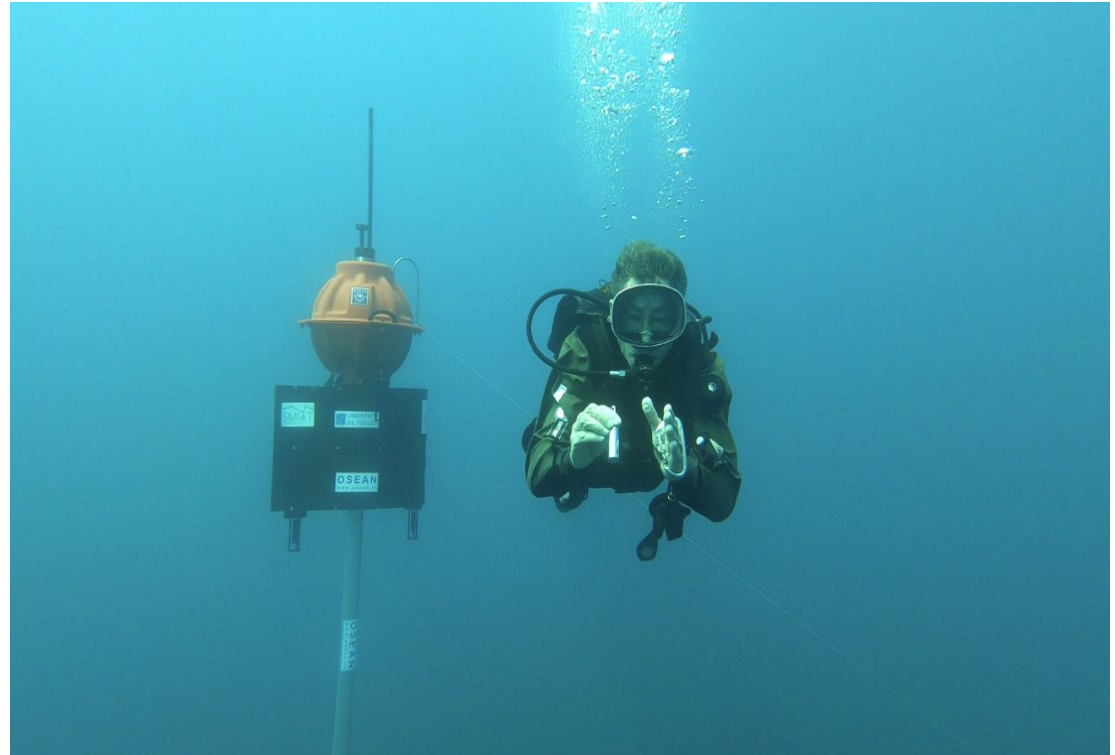
low power AI real-time alert
for Pm and Bp protection

BOMBYX2

4G or IRIDIUM transmission



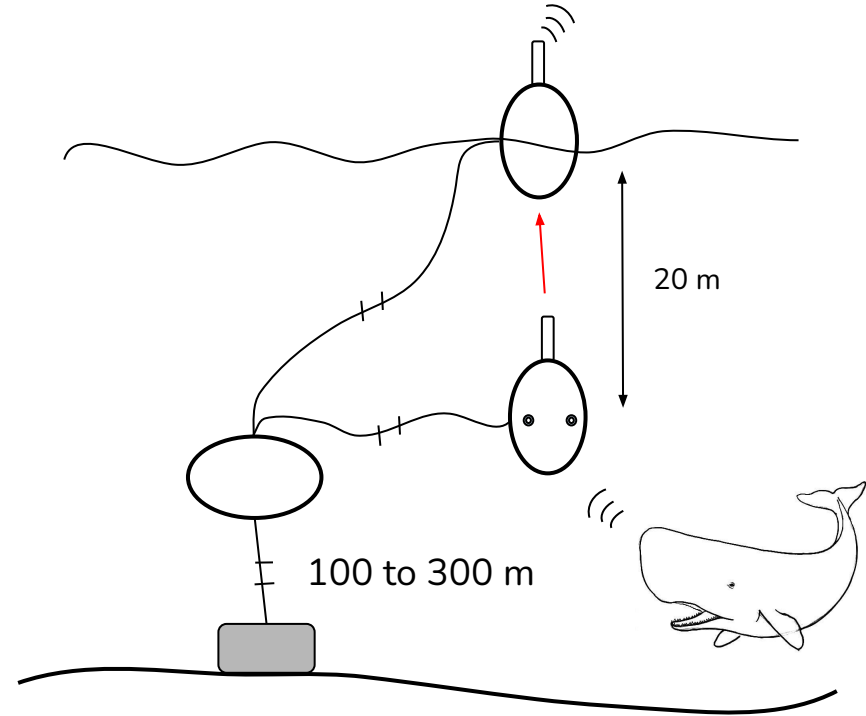
5 hydrophones intelligent listening



Application to Online AI Bombyx 2

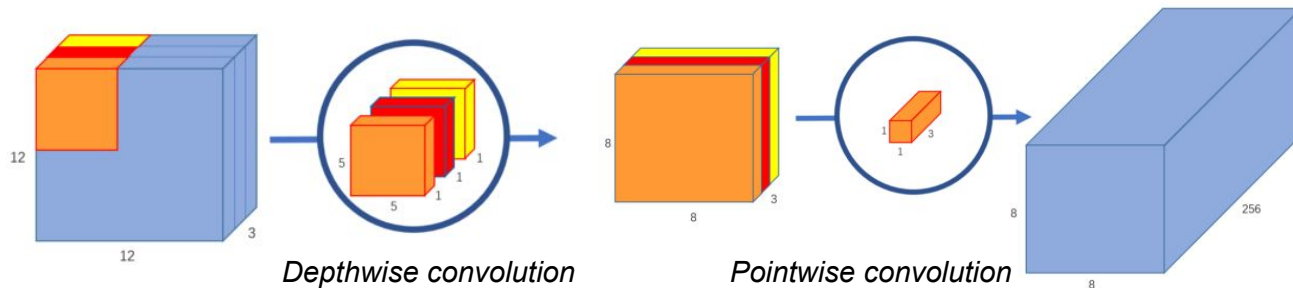
4G emission to LIS,
PELAGOS, PREMAR,
REPCET

- To be placed in 2022
 - South of Port-Cros Island and Cape Corsica
- Floatability variation system
 - 20m deep recording and surface 4G communications
- Alert system for sperm whale and fin whale presence
 - Mitigate ship strikes risk
- 5 hydrophones
 - Azimuth and distance estimation
- Battery powered (approx. 6 month)
- PIC32-Mz microprocessor



Embedded AI

Depthwise separable convolution, decimated CNN



$$\text{Conv : } 5 \times 5 \times 3 \times 256$$

$$\text{DW Conv : } 5 \times 5 \times 3 + 3 \times 256$$

	# parameters	# mutliplications
Traditional	272×10^3	309×10^6
Depthwise	11×10^3	13×10^6

- Conv 64 - 512
- Conv 512 - 512
- Conv 512 - 1

Embedded AI Into Low power micro-processor (PIC)

Analyse pour 5 secondes de signal

	Fin Whale	Sperm Whale
Sampling rate	200 Hz	50 kHz
Spectrogram size	128 x 46	64 x 974
Spectrogram computation time	0.2 sec	4.5 sec
Forward pass time	0.5 sec	2.1 sec



PIC 32MZ by Microchip

Bombyx 2

Low complexity CNNs

	params type	# params	poids params	# mutliplikations
Depthwise	float32	11K	54Ko	13 M
Quantized	int8	272K	1.1Mo	309 M

- Sampling frequency = 50kHz
- STFT (winsize=512, hopsize=256)
- Mel (64 features from 2 to 25kHz)
- Log
- Conv 64 - 64
- Conv 64 - 64
- Conv 64 - 1
- MaxPool

Conv = batch norm, depthwise conv, dropout, Relu
Valid AUC = 93 %

Sperm whale binary classifier

- Sampling frequency = 200Hz
- STFT (winsize=256, hopsize=16)
- Mel (128 features from 0 to 100Hz)
- Log
- Conv 128 - 512
- Conv 512 - 512
- Conv 512 - 1
- MaxPool

Conv = batch norm, depthwise conv, dropout, Relu
Valid AUC = 90 %

Fin whale binary classifier

Embedded AI Bombyx2 - Analog wake-up

- Background noise estimation
- >8kHz Energy thresholding
- State Machine consistency validation
- 75% AUC on Bombyx 1
- Ultra low power **12.5 μ A**

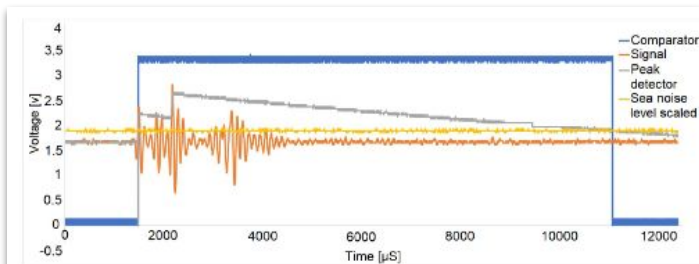


Fig. 7. Clicks of cetacean (Pm) with ULP processing, acquired on real signals (High-pass filtered input signal (orange), V_{Ref} (yellow), click envelope (grey), output of the comparator (blue)).

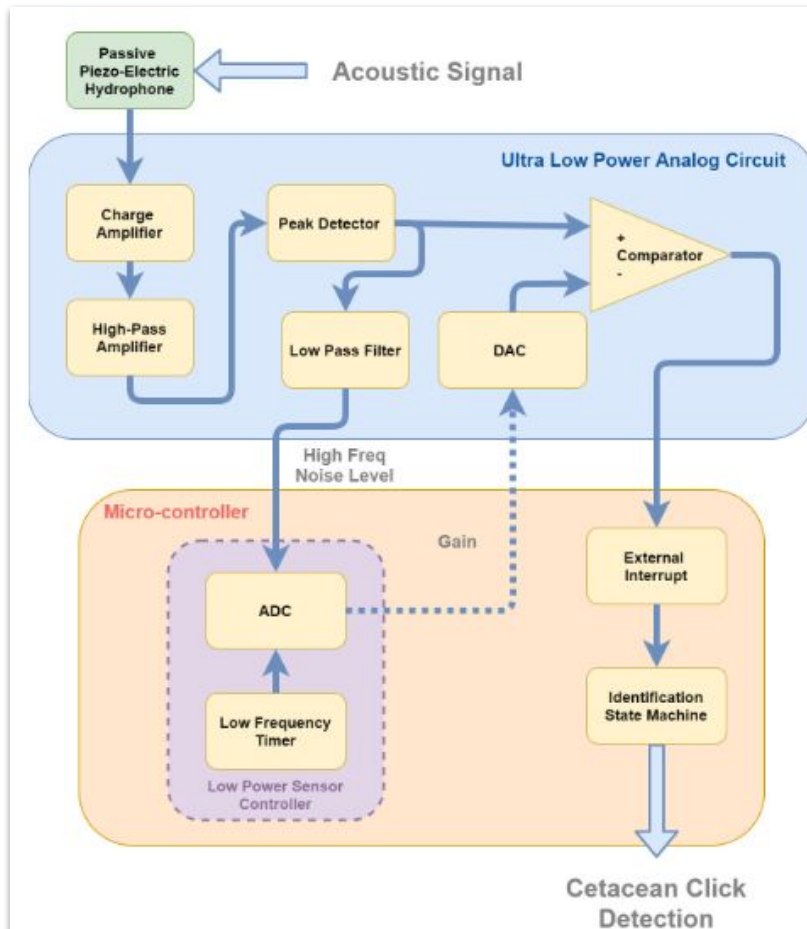


Fig. 4. Block diagram of the detector of a train of pulses of a Sperm Whale.

Validation o Bombyx 2

Accomplished :

- Hyper-parameter search / optimization for the **low power analog detector**
- Training of low complexity (11k params) **CNN for sperm whale detection** (0.92 valid AUC), using data from Bombyx 1
- **Gathering of a multi-source dataset** of fin whale calls Iteratively
- Training of low complexity **CNN for fin whale detection**
- Implementation of the forward pass in C embedded in the buoy

VIDEOS available at <http://sabiody-lis-lab.fr/pub/BOMBYX2/videos/>

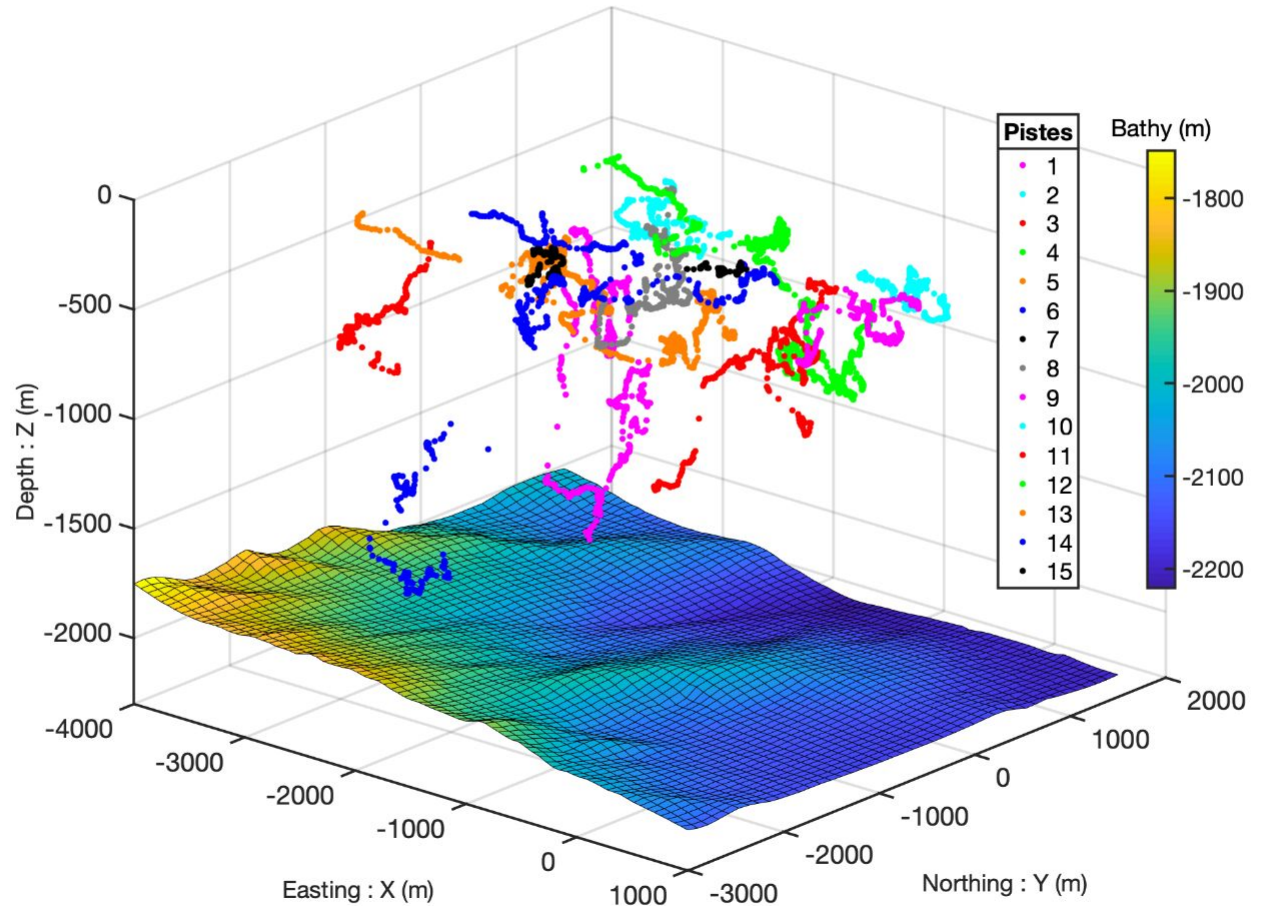
images at <http://sabiody-lis-lab.fr/pub/BOMBYX2/>

Movie at <http://sabiody-lis-lab.fr/media/13h15.le.samedi.Fr2.20210619.mp4>

BOMBYX2 allows 3D tracking at large scale

Figure : using the same antenna, fixed on Sphyrna result of a collaborative hunting of 6 Sperm Whales South of Monaco, 3 km away during 5 hours

[Glotin et al 2021, Sphyrna report, Monaco Explorations, FPA2, CNRS]



The two first BOMBYX2 will be placed in
Parc National Port-Cros
&
MONACO, according to coming final autorisations.

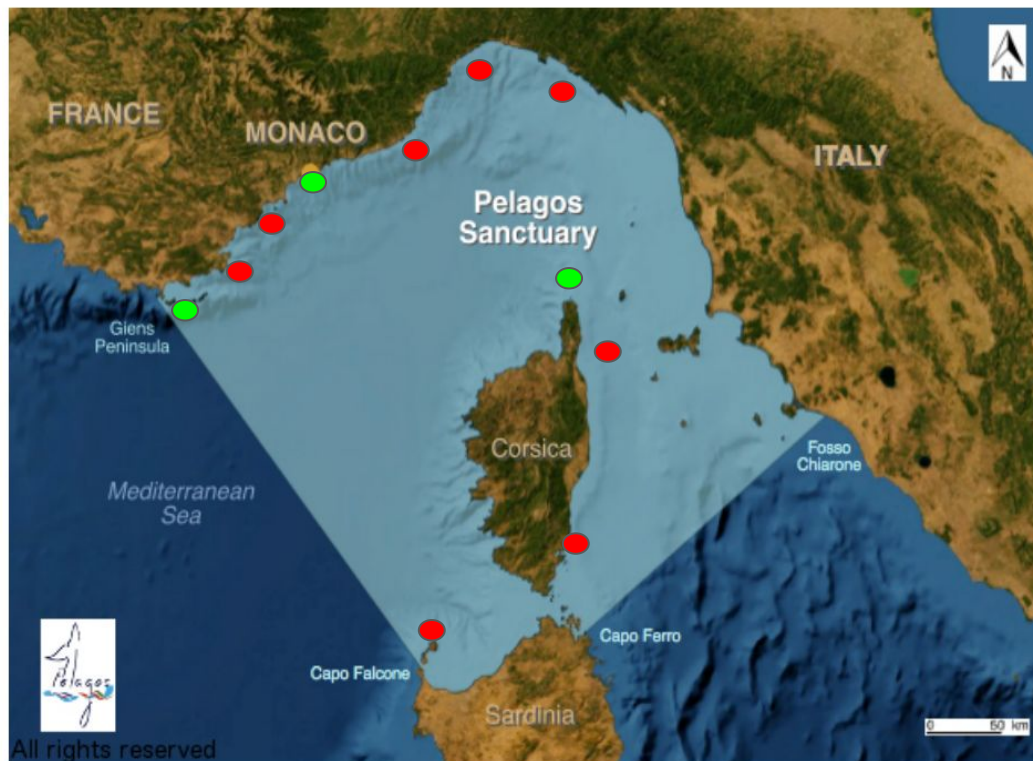
We set these positions because of the strong collaborations with respectives organisms and big collision risks and after the experience we have from BOMBYX1 in order to assure success of 2 the first placements

name	position	depth of dead weight	date of placement
Bx2.1 Porquerolles	42°57'49"N 6° 15'20"E	-90m	mars:avril 2022
BX2.2 MONACO	43°43'22"N 7° 26'52"E	-104m	mars/avril 2022

Later possible positions are given in the 4 next slides and will depend of the budget and autorisations

Proposed Bombyx deployment in Pelagos in end 2024

- GIAS FEDER + UTLN
in deployment 2022
- Other deploy.
2023-2024
(4 IT + 3 FR)



Perspectives : Bombyx deployment in Pelagos (2022-24) and PSSA ?

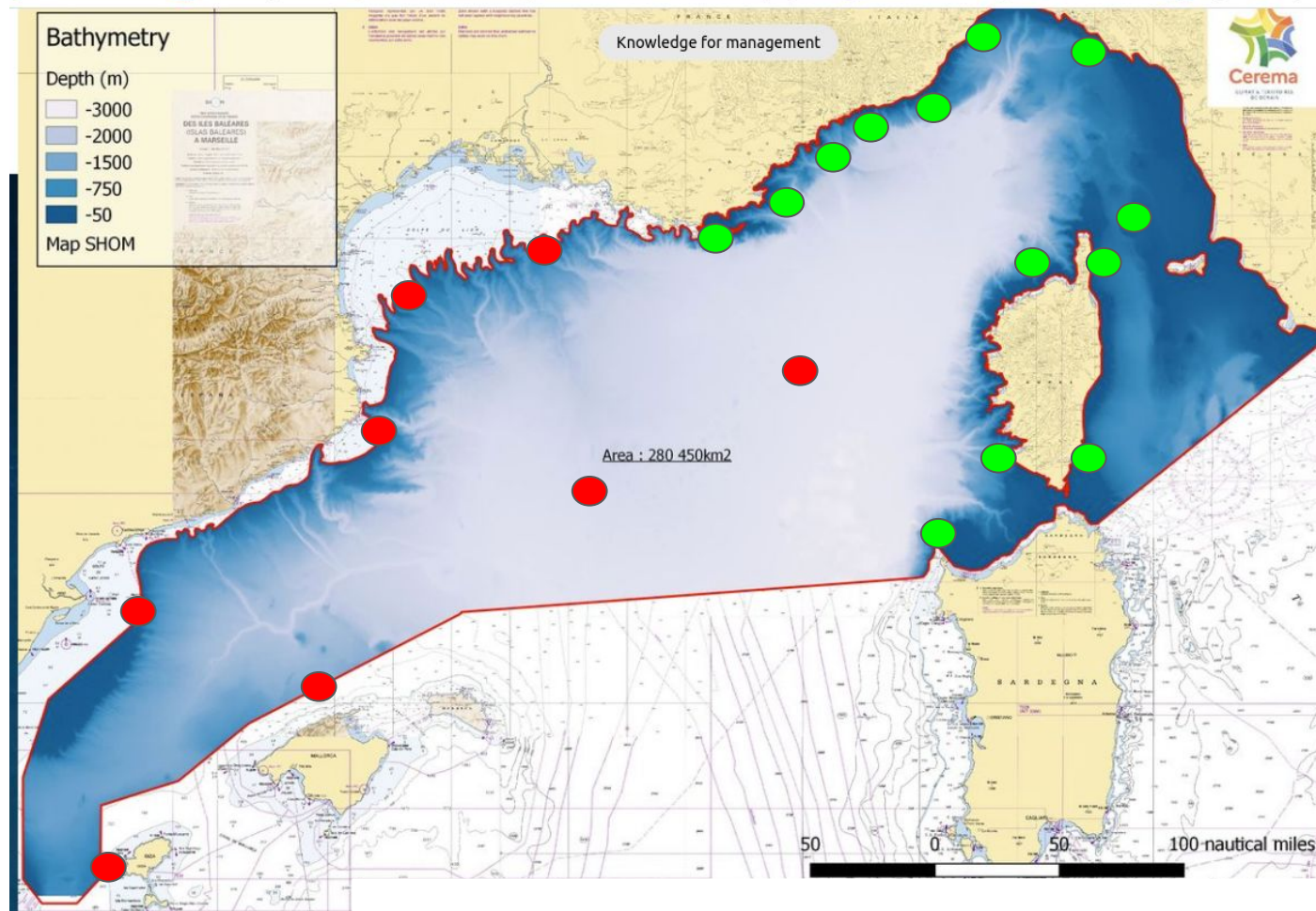
5 years RT listening in
PSSA ZMPV

budget ~ 600 K€

Open to collaborations

Contact :

glotin@univ-tln.fr
PI Chair Artificial
Intelligence for SubSea
Listening



Estimation of the budget / projects

cost : 10 BOMBYX sonobuoys including 6 years of run is ~= 650 K€

2 are already paid via GIAS FEDER MARITIMO (UTLN, LAMLA IT) 2017-2022, coPi Glotin

2 are already paid via PACA APOG ETHAC 2022-2024

1 is requested in LIFE BIODIVERSA (in review) (UTLN and Norway)

2 requested by CPER UTLN, some others into PIA4 UTLN (in review)

We ask a budget to place 10 others in 2023-2025 = 650 K€ to complete

Technical description

La Bouée écoute avant de remonter et attend que la zone soit suffisamment silencieuse pour éviter une rencontre avec bateau en surface.

La bouée ne reste que 4 minutes en surface, le temps de transmettre son comptage de détection de cachalot et de rorqual.

La carte son aura un passe haut vers 6 Hz ou un peu plus, sous la bande du rorqual.

Les enregistrements stockés dans la bouée ne seront manipulés en brut que par 2 personnes validées par le FONCTIONNAIRE DEFENSE du LIS et membres dont le PI du projet ADSIL cofinancé par AID DGA (H Glotin).

Ils seront filtrés d'événements éventuellement non opportun (effacement des segment à jamais).

Les stockages des données

sont dans serveur sécurisé du LIS.

name	position	corps mort	date of placement
Bx2.1 Porquerolles	42°57'49"N 6°15'20"E	-90m	mars:avril 2022
BX2.2 MONACO	43°43'22"N 7°26'52"E	-104m	mars/avril 2022

Masse : 75kg
Flottabilité : 450kg

Ligne principale
Longueur : suivant la profondeur du corps mort
Diamètre : 6mm
Type : DYNEESTAR

Laisse
Longueur : 50 mètres
Diamètre : 3mm
Type : DYNEESTAR

Corps Mort
Masse : 800kg
Dimensions : 1000x1000x680mm (Lxlxh)
Matière : Acier S235

Description de la Bouée



Figure 2 : description de la bouée et photo lors du test en printemps 2021

- Dimension totale de chaque antenne sur Bombyx : 4 hydrophones sur sommets d'un tétraèdre pratiquement régulier d'environ 0.5 m de diamètre, plus un 5ième hydrophones excentré de 1.2 m (voir plan Fig 2.). Les hydrophones sont donc distants d'environ 0.4 m pour les plus proches et 1.3 m pour les plus éloignés.

Les caractéristiques de l'enregistreur

- Fréquence d'échantillonnage à l'acquisition : 64 kHz
- Formation de voie OUI
- Gain d'antenne : environ 3 dB, dépendra des méthodes.
- Bande passante compte tenu des filtres numériques utilisés 10 Hz à 32 kHz

Les traitements des données enregistrées :

- Traitement audio OUI

- Type de traitement de signal qui sera utilisé : FFT, STFT, spectrogramme, autocorrélation et recherche Intervalle interpulse caractéristique de certaines espèces, deep learning pour reconnaissance forme d'onde et décision d'envoi d'alerte de présence au serveur UTLN AID ADSIL sur UTLN.

La description du système d'enregistrement et de stockage des données :

- Les données sont-elles traitées en temps différé ? Oui, en plus du temps réel pour simple détection espèces et détection présence de bateaux. En effet, la bouée écoute avant de décider de remonter en surface. Si le niveau de bruit dans les octaves des bateaux est fort et est croissant, alors la bouée reporte sa décision de remonter de 30 minutes, et refera ce cycle de confirmation, ce afin de ne pas remonter en présence de bateau.
- Les données sont-elles blanchies des références temporelles ? Non
- L'acquisition des données se fait par l'intermédiaire d'un réseau connecté à l'internet ? NON, pas les données : seuls des messages en texte résumant les détections calculées par la carte son de la bouée sont envoyés en 4G. Les WAV brutes ne sont pas transmises par 4G, ou alors que quelques ms par jour pour une validation de l'algorithme.
- L'enregistrement peut-il être stoppé à tout instant sur demande des autorités militaires ? Oui si ordre envoyé 12h avant : les bouées remontent au moins toutes les 12h, et reçoivent alors message depuis notre serveur pour un ordre, qui peut être une mise en veille totale sur N jours (pas d'enregistrement et mise sous -30m).

Le système d'enregistrement est composé d'un hydrophone SQ26

(<https://www.cetaceanresearch.com/hydrophones/sq26-01-hydrophone/index.html>) et de

quatre hydrophones C57

(<https://www.cetaceanresearch.com/hydrophones/c57-hydrophone/index.html>)

Hydrophone SQ26

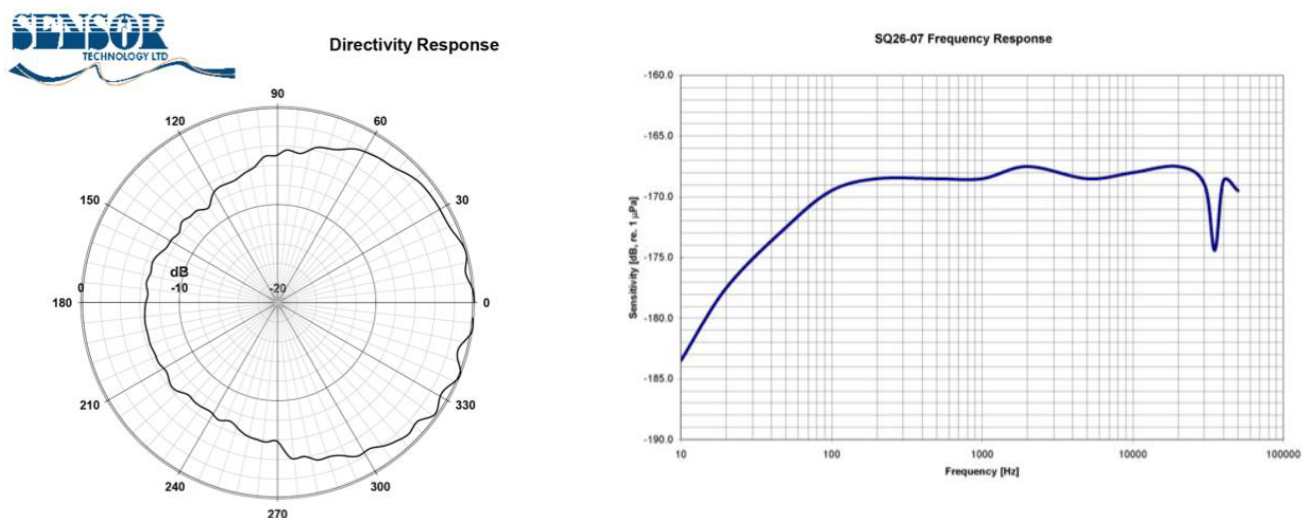


Figure 3 : Réponse de l'hydrophone SQ26

SPL Equiv. Self Noise at 1kHz [dB, re 1µPa/√Hz]

44 dB

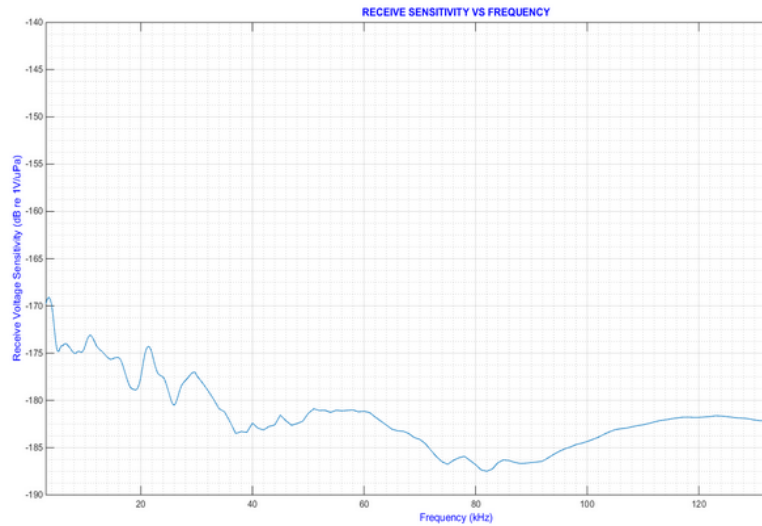
Hydrophones C57

SPL equiv Self Noise at 1 kHz = 46 (Sea State Zero)

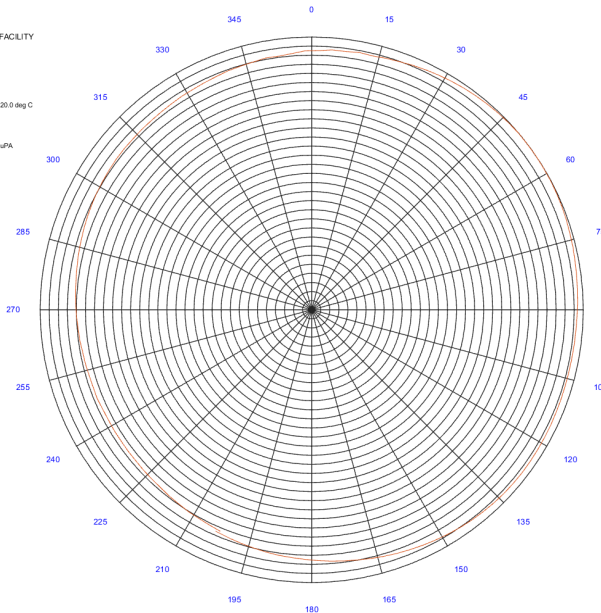
C57 hydrophone specifications	
	C57 / C57X
Linear Frequency Range (± 3 dB) [kHz]	0.015 to 45
Usable Frequency Range (+3/-12dB) [kHz]	0.008 to 100
Transducer Sensitivity* [dB, re 1V/ μ Pa]	-187
Preamplifier Gain [dB]	20 / 33
Effective Sensitivity* [dB, re 1V/ μ Pa]	-167 / -154
L Equiv. Self Noise at 1kHz [dB, re 1 μ Pa/Hz]	46 (Sea State Zero)
Power Requirement [Vdc]	5 to 32
IS Overload Acoustic Pressure [dB, re 1 μ Pa]	171 to 188 / 158 to 175
Maximum Operating Depth [m]	370
Operating Temperature Range [°C]	-40 to 60
Output Impedance [Ω]	10
Dimensions [mm]	116L x 25dia.
Integral Connector ***	Subconn MCBH3MSS

UNIVERSITY OF WASHINGTON - APPLIED PHYSICS LABORATORY
 RV HENDERSON ACOUSTIC TEST FACILITY
 DATE: 5/14/2018
 TIME: 13:48:57
 Cetacean Research
 NOIT
 C57-1K-3-39kHz SN806
 TRANSMIT WINDOW START POSITION: 0.82 mS
 TRANSMIT WINDOW SIZE: 0.71 mS
 RECEIVE WINDOW START POSITION: 2.96 mS
 RECEIVE WINDOW START POSITION: 0.71 mS

DATA FILE NAME: C:\Projects\Cetacean Research\2018-05-14 C57-1K3 C57-1K-806\C57-1K3
 REFERENCE TRANSDUCER: F37 Transducer
 REFERENCE TRANSDUCER S/N: A51
 REFERENCE TRANSDUCER CAL TEMPERATURE: 20.0 deg C
 ARBITRARY WAVEFORM VOLTAGE: 1.00 Vrms
 RECEIVER GAIN: 0.0dB
 RANGE: 3.17 meters
 DEPTH: 2.13 meters
 WATER TEMPERATURE: 17.8 deg C
 AVERAGE PING COUNT: 3



UNIVERSITY OF WASHINGTON
 APPLIED PHYSICS LABORATORY
 RV HENDERSON ACOUSTIC TEST FACILITY
 DATE: 5/14/2018
 TIME: 11:16:33
 REF TRANSDUCER = F37 Transducer
 REF TRANSDUCER S/N = A51
 REF TRANSDUCER CAL TEMPERATURE = 20.0 deg C
 WAVEFORM DRIVE VOLTAGE = 1.00 Vrms
 FREQUENCY = 10.0 kHz
 PROJ SOURCE LEVEL AT 0 = 160.0 dB re 1 μ Pa
 RECEIVER LEVEL AT 0 = 150.0 dB re 1 μ Pa
 RANGE = 3.2 meters
 DEPTH = 2.1 meters
 PING AVG COUNT = 3
 WATER TEMPERATURE = 17.8 deg C
 ANGLE STEP = 3.0 deg
 SCALE = 0 to -30 dB



RECEIVE BEAM PATTERN
 Cetacean Research
 C57 10kHz Beam Pattern SN805
 DATA FILE NAME: 10kHz Beam.PAT

Figure 4 : description du C5



INSTITUT MEDITERRANEEN D'OCEANOLOGIE (M.I.O.)
AMU UMI 10, CNRS UMR7294, IRD UMR235

AIX MARSEILLE UNIVERSITÉ
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT
UNIVERSITÉ DE TOULON
OBSERVATOIRE DES SCIENCES DE L'UNIVERS (OSU) – INSTITUT PYTHEAS

Monsieur le Président,

Le projet du Centre d'excellence en Intelligence Artificielle et Cybernétique pour Observer et explorer les Océans / Intelligence Artificielle, Mathématique & Cybernétique pour Observer & explorer les Océans (CIACOO/IAMCOO) qui m'a été présenté par le Professeur Glotin en Avril 2021 a pour objets d'améliorer nos connaissances sur la mégafaune méditerranéenne (Cachalots, Globicéphales, Rorquals, Dauphins Tursiops, Dauphins de Risso...) qui se concentre à proximité des falaises et canyons sous-marins qui bordent Toulon et s'étendent jusqu'à Monaco, en concentrant les compétences locales en IA et IoT (entre autres) de chercheurs, marins, groupes étatiques ou non, entrepreneurs, autour d'un centre de recherche clairement identifié. Un tel centre, visible par la région, transverse à leurs structures d'appartenance, permettra ainsi d'accroître leur dynamique et d'assurer un rayonnement fort de leurs résultats. Le bénéfice attendu est clairement une réelle amélioration de la connaissance écologique de cette mégafaune encore peu/mal étudiée de la façade française de la Méditerranée nord-occidentale, et donc doit permettre d'en améliorer la conservation.

L'étendue spatiale et sa continuité de Toulon à Monaco en font un dispositif unique et remarquable, et les objectifs décrits par ce projet sont donc en parfaite adéquation avec les objectifs scientifiques encouragés par le Conseil Scientifique du Parc national de Port-Cros.

La Seyne, le 07/06/2021

Isabelle Taupier-Letage
Chargée de recherche au CNRS
Responsable du Groupe Mer du Conseil Scientifique du PNPC
Vice-Présidente du Conseil Scientifique du PNPC



Objet

Projet CIACOO/IAMCOO

Monsieur le président
Université de Toulon
Avenue de l'Université
83130 LA GARDE

Suivi par

Alain BARCELO
Tél. 04 94 12 89 17
alain.barcelo@portcros-parcnational.fr
Réf. AB/MA/3421

Date

Hyères, le 8 juin 2021

Monsieur le président,

Le projet à l'origine de CIACOO/IAMCOO (Centre d'excellence en Intelligence Artificielle et Cybernétique pour Observer et explorer les Océans / Intelligence Artificielle, Mathématique & Cybernétique pour Observer & explorer les Océans) a été présenté par le Professeur Glotin à Isabelle Taupier-Letage, Présidente du Groupe Mer du Conseil scientifique du Parc national de Port-Cros, ainsi qu'à Alain Barcelo, le Chef du Service connaissance pour la gestion de la biodiversité, en avril 2021.

Selon les retours qu'ils m'ont produits, il s'agit d'un projet qui se démarque des autres programmes d'observation de la biodiversité marine (Villefranche, MIO/AMU, LOCEAN, etc.). Il vise en effet à répondre à des questions que les gestionnaires d'AMP se posent sur les cétacés, et repose sur plus de 10 ans d'expertises de collaboration avec le Parc national de Port-Cros et Pelagos, Exploration de Monaco et la Fondation Prince Albert II de Monaco, et la Marine nationale.

Le Parc national de Port-Cros soutient très fortement le montage de cet institut rassemblant les expertises acquises et ses équipes sur la bioacoustique sous-marine, l'intelligence artificielle et le « big data » pour prolonger et renforcer notre collaboration. D'autant plus que des partenariats locaux et internationaux se construisent autour de ces recherches, et que l'intérêt et la réputation des Masters d'UTL (Mundus MIR, informatique DID, mathématiques, signal ROC, BIOMAR, etc.) et des filières dédiées Sysmer de Seatech sont des attracteurs forts d'étudiants sur l'UTLN. Le CIACOO/IAMCOO, centre d'excellence, sera donc aussi un attracteur pour l'UTLN, et sera assuré d'un vivier de recrutement à haut potentiel.

Les retours du Conseil scientifique étant favorables à ces objectifs scientifiques, le Parc national de Port-Cros, confiant dans l'expertise (nationale et internationale) du Pr Glotin, souhaiterait officialiser son rattachement par convention à ce projet CIACOO/IAMCOO pour adresser nos préoccupations sur l'état des populations de cétacés en Méditerranée, ainsi que nos questionnements scientifiques.

CIACOO/IAMCOO nous apparaît comme un projet phare doublé d'une nécessité, car c'est l'unique projet de cette nature et de cette ampleur : en plus de répondre à la demande sociétale (biodiversité, management, etc.), il permettra d'adresser quasiment l'échelle de la

zone Pelagos. Et même si pour l'instant les opérations sont « limitées » à la zone Toulon-Nice-Corse, le rayonnement est assuré d'être international.

Le directeur,



Marc DUNCOMBE



Copie : Pr Glotin



www.longitude181.org

Valence, le 2 sept 2021

Soutien au programme d'écoute passive Bombyx2 pour l'étude des cétacés et la prévention des collisions

Les grands cétacés, sentinelles privilégiées de l'état de santé de l'écosystème pélagique, sont difficiles à dénombrer et à étudier, nonobstant leur présence régulière en surface pour respirer. Ils sont furtifs, ils se déplacent vite, et utilisent l'ensemble de la masse d'eau qui est inaccessible à l'observateur. De plus, leur dispersion sur l'ensemble du littoral et leurs déplacements incessants augmentent les risques de collision. Or si cachalots, rorquals et globicéphales ne sont plus chassés, ils restent menacés par les activités anthropiques, en particulier par les collisions avec les grands navires (première cause de mortalité en Méditerranée).

Une vision unique globale dans l'espace et le temps, enfin indépendante de la météo

La méthode de capture/recapture par observation visuelle, qui permet une grossière estimation d'abondance, se heurte au manque de moyens à la mer pour dénombrer les cétacés à un instant donné. Plus handicapant encore, les observations sont à la merci de la météo, condamnant les scientifiques à étudier les cétacés là où il fait beau, pendant la période estivale, en excluant la période hivernale !

Le réseau de bouées immergées Bombyx2 permettra de réaliser, enfin et pour la première fois, un vrai point zéro de l'état des populations de grands cétacés grâce à l'enregistrement passif de leurs émissions sonores 24h/24h, 365 jours par an, quelle que soit la météo. Ainsi, les observatoires Bombyx2 qui jalonnent le littoral, de Marseille à l'Italie et en Corse, vont révolutionner l'étude des cétacés en nous donnant des yeux par tous temps et en toutes saisons.

Mieux, le suivi en 3D de chaque individu ouvre la porte à l'étude éthologique fine des comportements de chasse des cétacés, inenvisageable jusqu'alors. Cette révolution technologique intéresse au plus haut point les cétologues car elle permet, pour la première fois au monde, de comprendre la relation cétacés/proies/écosystèmes et donc de jouir pleinement de leur rôle de sentinelle de l'état de santé de l'écosystème pélagique.

Un suivi des perturbations anthropophoniques

Autre volet important, l'acquisition tout au long de l'année des bruits générés par les activités humaines dont on pourra mieux évaluer l'importance. Couplée avec les enregistrements sonores des cétacés, elle permettra de mieux prendre la mesure de la perturbation liée aux bruits anthropiques.

L'association Longitude 181 agit pour préserver les océans et réconcilier l'homme avec la vie sauvage

Siège social : 12, rue La Fontaine - 26000 Valence

Un réseau d'alerte collision actif 24h/24h

En opérant tout au long de la journée (et non uniquement de jour comme le système Repcet), le réseau Bombyx2 est à même d'apporter une aide considérable à la prévention des collisions. En signalant en temps-réel la présence des cétacés aux navires, il diminuera fortement la mortalité au sein des populations de cétacés, en rémission, mais toujours très fragiles.

Longitude 181 et ses scientifiques apportent tout leur soutien à ce projet qui permettra de mieux préserver nos *meilleurs alliés* dans la protection du milieu Méditerranéen.



François Sarano
Docteur en Océanologie
Co-fondateur de Longitude 181
Directeur du programme cachalots



Véronique Sarano
Docteur en Océanologie
Co-fondatrice de Longitude 181
Coordinatrice du programme cachalots

Dernières publications :

F. Sarano, J. Girardet, V. Sarano, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A. M. Garcia-Cegarra, B. Madon, F. Delfour, H. Glotin, O. Adam and J-L. Jung, 2021 : 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 Society Open Science* 8: 201794. <https://doi.org/10.1098/rsos.201794>

J. Girardet, F. Sarano, G. Richard, P Tixier, C.Guinet, A. Alexander V. Sarano, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, A. M. Garcia-Cegarra, O. Adam, B. Madon, & J-L. Jung, 2021: Long distance runners in the marine realm: New insights into genetic diversity, kin relationships and social fidelity of Indian Ocean male sperm whales. *BioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2021.04.23.440733>

V. Sarano, F.Sarano, J. Girardet, A. Preud'homme, H. Vitry, R. Heuzey, M. Sarano, F.Delfour, H. Glotin, O. Adam, B. Madon, JL Jung: Underwater photo-identification of marine megafauna: an identity card catalogue of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) off Mauritius Island. *BioRxiv* <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.03.08.433909v1>

F. Sarano, V. Sarano, O. Adam, J. Girardet, H. Vitry, A. Preud'homme, R. Heuzey, H. Glotin, J-L Jung and F. Delfour: A focal animal 6-points Likert scale to rate intra-unit interactions in sperm whales off Mauritius Island. World Marine Mammal Conference, Barcelona, Book of Abstracts p.112, Dec 2019.

L'association Longitude 181 agit pour préserver les océans et réconcilier l'homme avec la vie sauvage

Siège social : 12, rue La Fontaine - 26000 Valence