

# D'un système anti-collision en Méditerranée au suivi anthropophonique en Arctique

Glotin H.<sup>(1)</sup>, Best P. <sup>(1)</sup>, Mahe P. <sup>(1)</sup>, Poupard M.<sup>(1)</sup>, Ferrari M.<sup>(1)</sup>, Priou P.<sup>(6)</sup>, Sarano F.<sup>(5)</sup>, Sarano V.<sup>(5)</sup>,  
Gies V.<sup>(2)</sup>, Giraudet P.<sup>(1)</sup>, Prévot N.<sup>(3)</sup>, Prévot J.M.<sup>(1)</sup>, Tanneau R.<sup>(7)</sup>, Guiderdoni J.<sup>(7)</sup>, Chami M.<sup>(4)</sup>

(1) LIS, CNRS, INPS, CIAN, Univ. Toulon, Aix Marseille Univ. (2) IM2NP, CNRS Univ Toulon (3) MIO, CNRS Univ Toulon, (4) LATMOS, CNRS Sorbonne Université, (5) Longitude 181, Valence, (6) Akvaplan-niva, Tromso, Norvège, (7) Valhallab Orca Expédition, Seglvik, Norvège



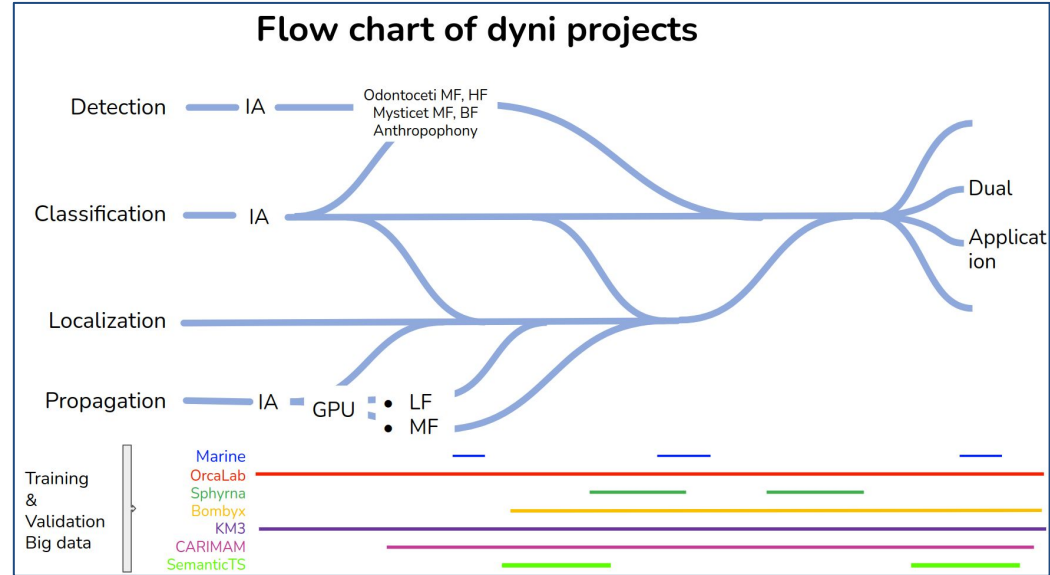
# Contexte : la Chaire nationale IA Bioacoustique

## 3 Tâches liées:

**T1: propagation et apprentissage / accélération modèle physique par DNN;**

**T2 Classification et localisation jointe par fusion de traits hétérogènes;**

**T3 Optimisation d'efforts distribués sur une flottille de drones acoustiques.**



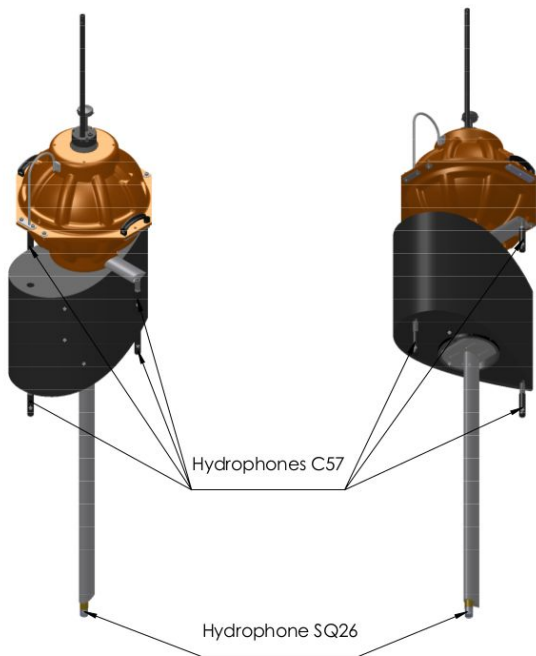
## Volet académique

- Enseignement en Master Reinforcement learning (M2), Deep learning (M2), Science des Données (M2)
- Bioacoustique des cétacés (M1), Suivi de population par acoustique (M2), Introduction à l'informatique (L3)
- Thèses, 4 Postdocs

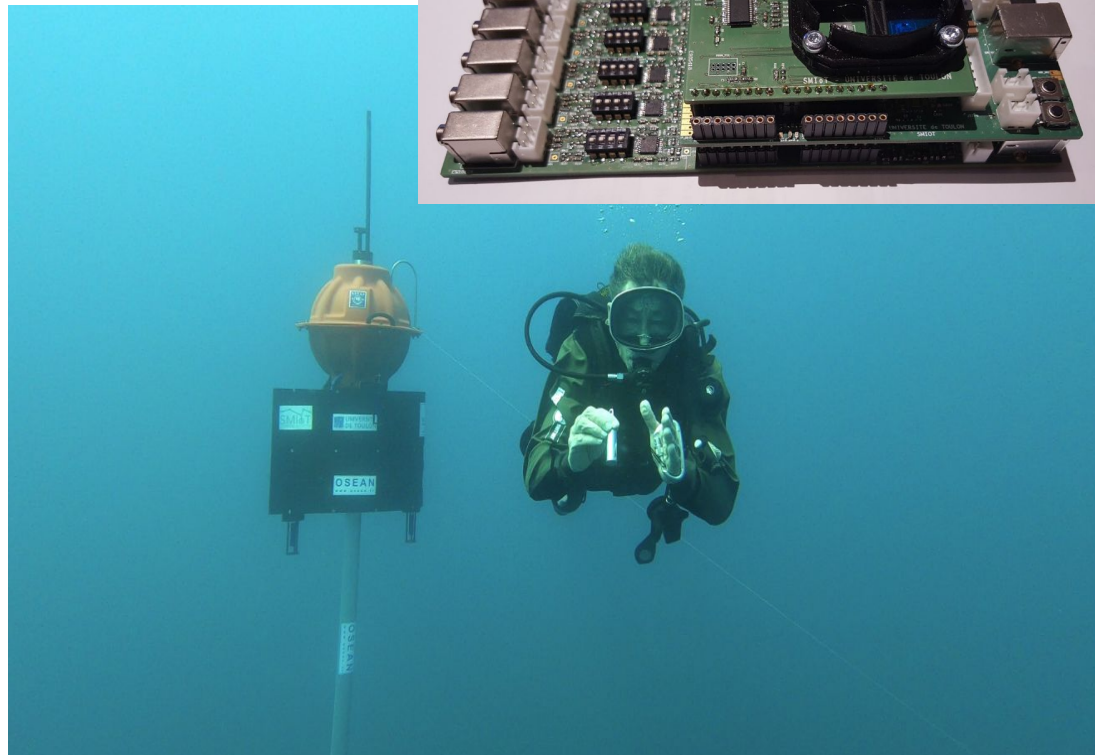
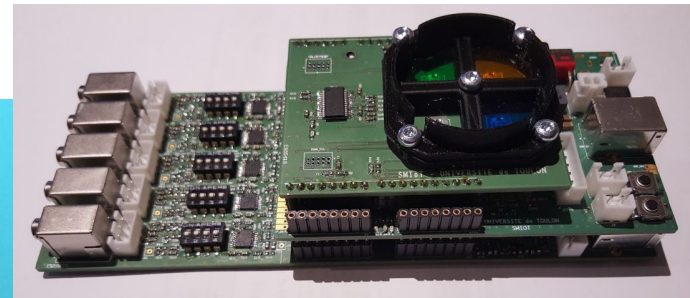
...

# Putting all together into BOMBYX 2 : low power AI real-time alert

4G or IRIDIUM transmission



5 hydrophones intelligent listening



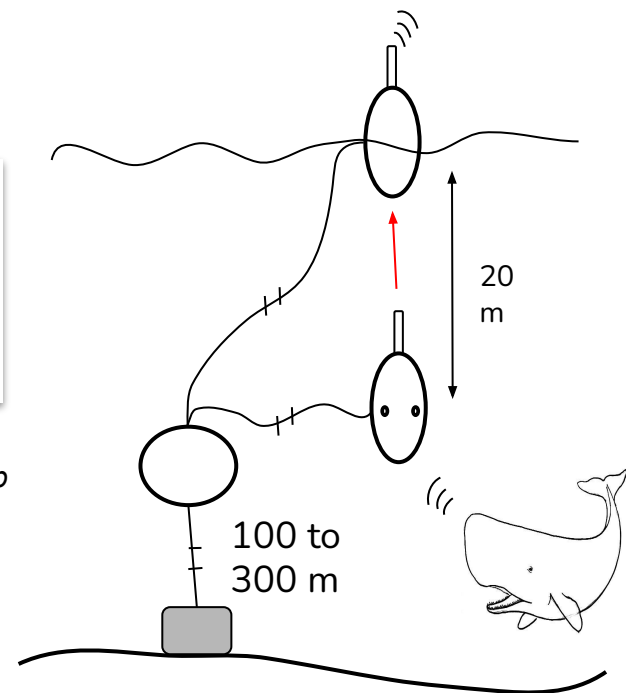
# IA embarquée et alertes temps-réel de détection

*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*



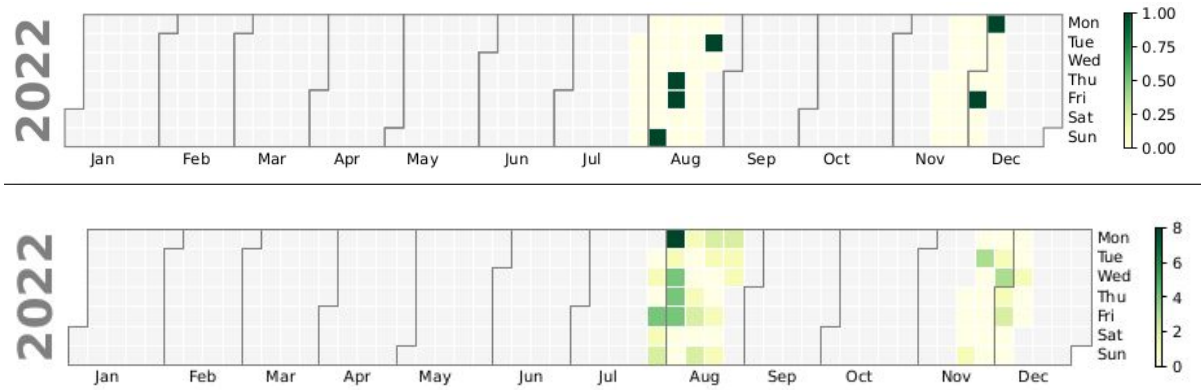
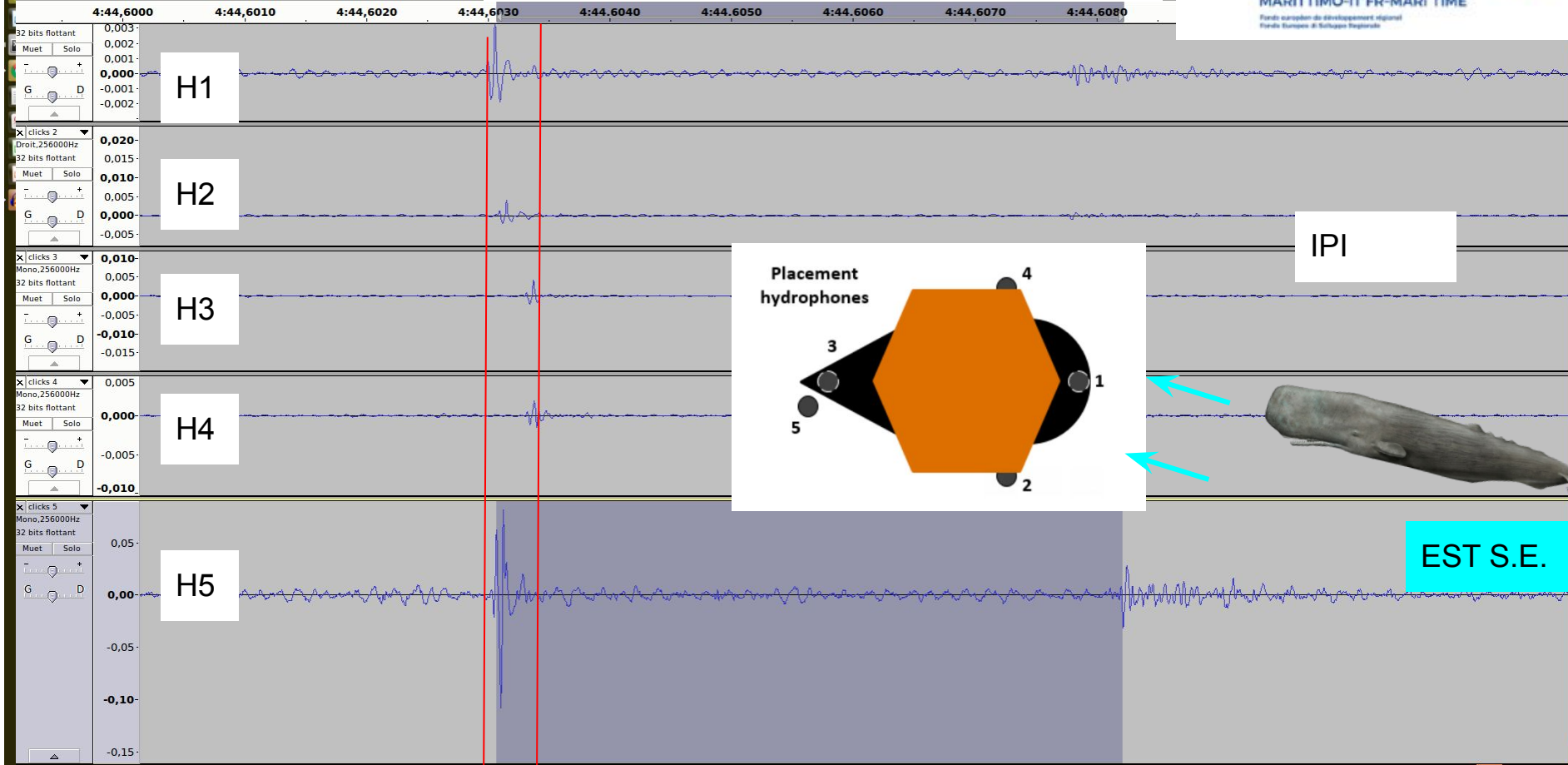


Figure: (haut) calendrier des detections de cachalot par BOMBYX2.1 et BOMBYX2.2 été 2022 et automne 2022. (bas) calendrier des detections de rorqual par BOMBYX2.1 et BOMBYX2.2 été 2022 et automne 2022.

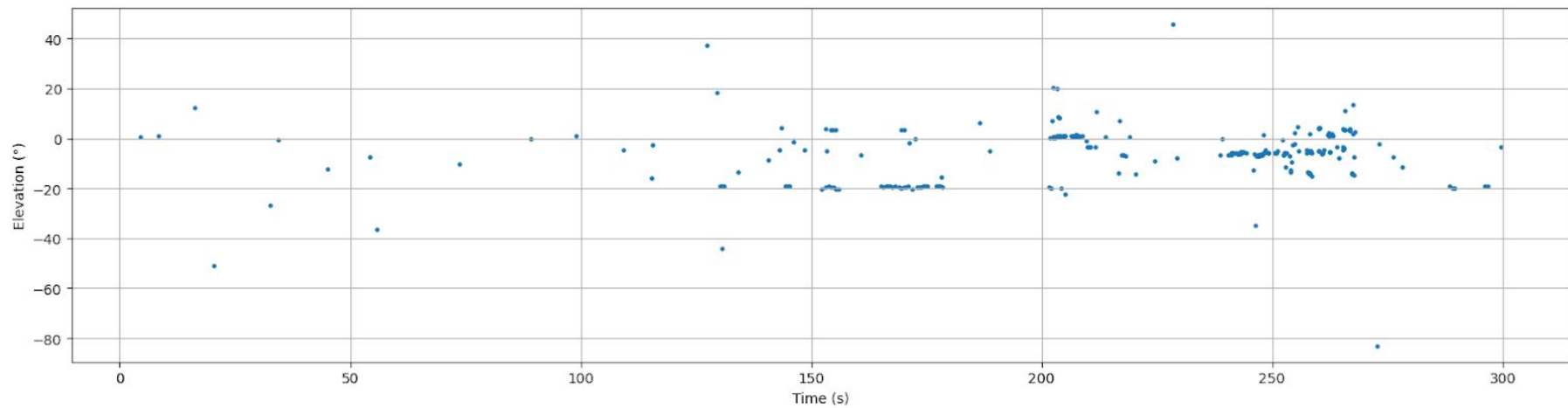
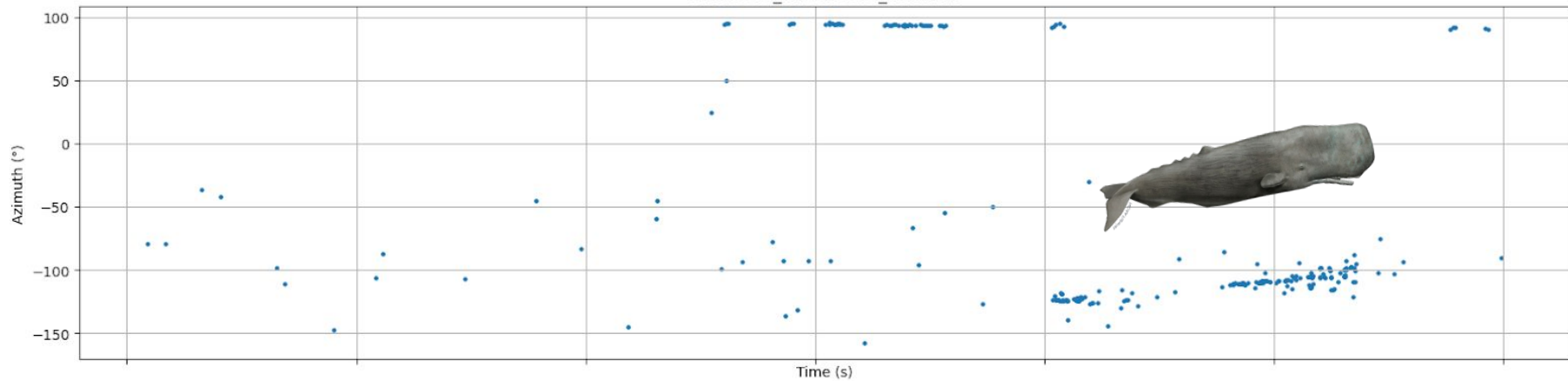
# exemple de MESURE TDoA de CACHALOT



Projet à : 25600C  
Aligner à : Éteint  
Début de la sélection : 00 h 04 m 44.603 s  
Fin : 00 h 00 m 00.005 s  
Durée : 00 h 00 m 00.000 s  
Position audio :

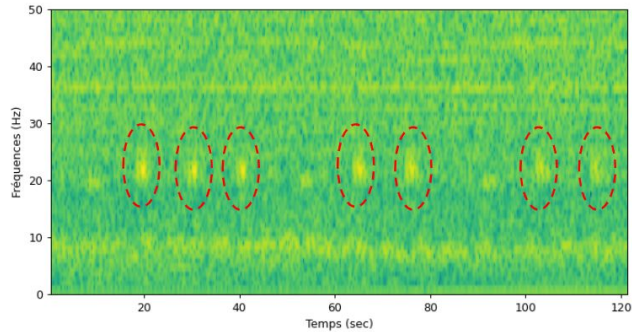
Arrêté. Cliquer-glisser pour déplacer à gauche les limites de la sélection.

20220803\_120928UTC\_V12.wav



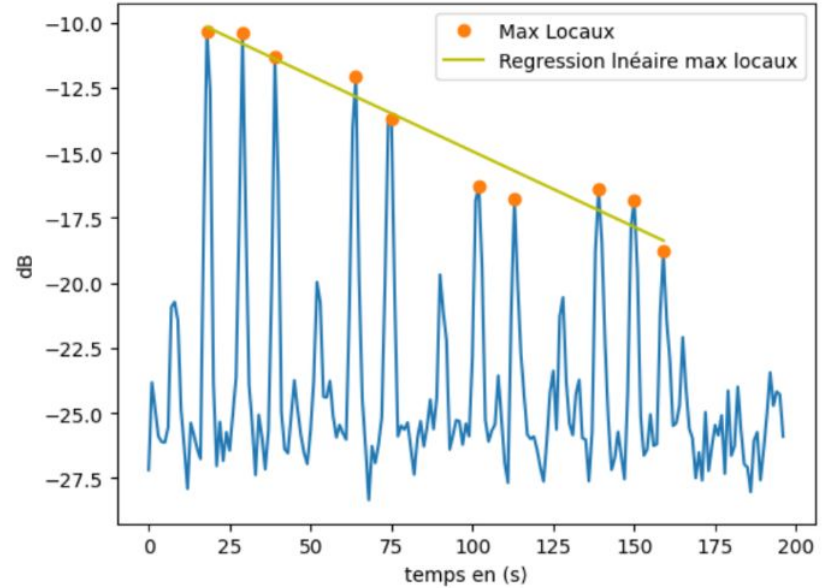
# Détection automatique embarquée de Rorqual sur Bombyx2

Exemple de vrais positifs sur BOMBYX2 :



Total: 8 alertes rorquales  
en 26 jours  
(moyenne ~ 1 alerte tous  
les 3 jours)

	date	proba
■	2022-07-29 04:09:19	1
■	2022-08-06 21:09:36	1
■	2022-08-06 22:09:37	1
■	2022-08-07 06:09:37	1
■	2022-08-12 13:09:44	1
■	2022-08-13 22:09:47	1
■	2022-08-20 21:09:48	1
■	2022-08-23 05:09:46	1



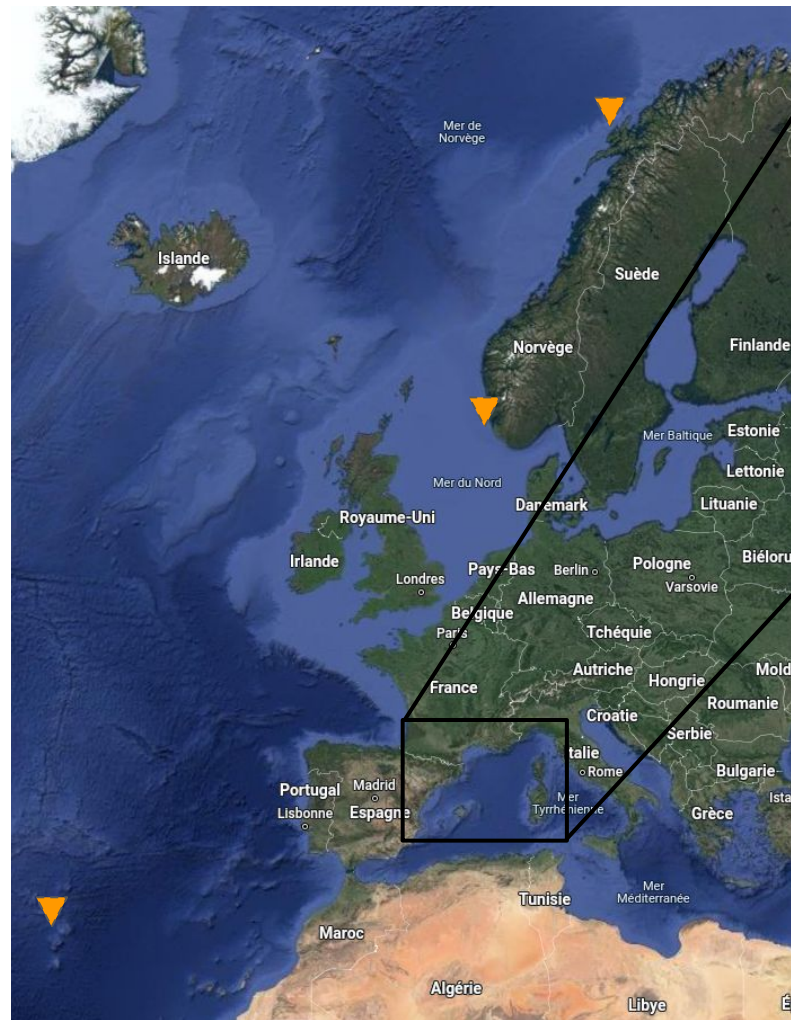


MITI Adaptation du Vivant et BIODIVERSA EUROPAM 2021-2026

## ADAPREDAT / FJORD 3D

- Déplacement des proies (harengs) dans les fjords arctiques, chasses des orques, et interaction avec les baleines à bosse :
- ⇒ Adaptation des stratégies biosonar et de communication ?
  - ⇒ Evolution des écosystèmes fjords arctiques ?
  - => Veille et effet de l'anthropophonie, comparaison de Méditerranée à l'Arctique

















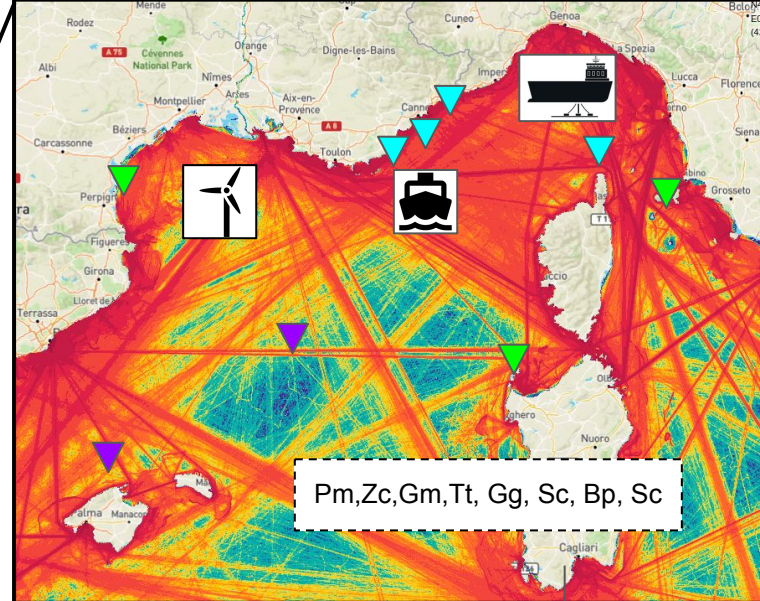
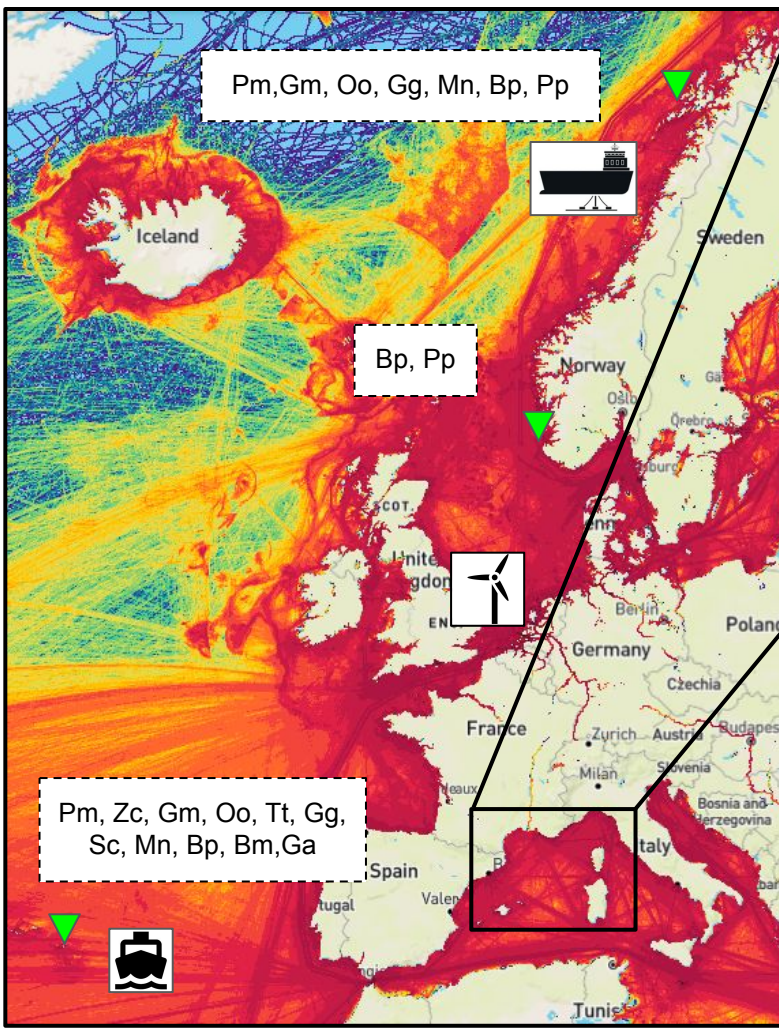
▼ *BOMBYX 2022 - Already deployed (2 sonobuoys)*







▼ *BOMBYX 2023 - Planned Deployment (2 sonobuoys)*







▼ *EUROPAM - Projected deployment (6 sonobuoys)*







▼ *PSSA project 2024 Projected deployment (3 sonobuoys)*

Sperm Whale		Common bottlenose Dolphin	
Cuvier's Beaked Whale		Striped dolphin	
Pilot Whale		Harbour Porpoise	
Orca		Humpback Whale	
Risso's Dolphin		Fin Whale	
Short-Finned Pilot Whale		Blue Whale	



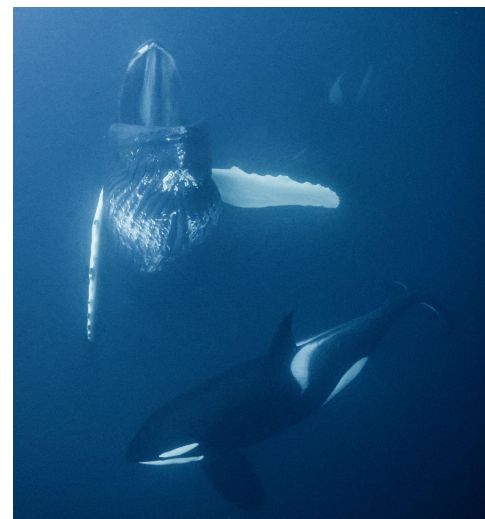
-  Seismic survey
-  Eolian park
-  Whales Watching
-  BOMBYX 2022
-  Proposed Placement of the 6 EUROPAM Bombyx sonobuoys
-  BOMBYX deployment in PSSA project (2024)

- Pm: Sperm Whales 
- Zc: Cuvier's beaked whale 
- Gm: Pilot whales 
- Oo: Orca 
- Tt: Common bottlenose dolphin 
- Gg: Risso's dolphin 

- Sc: Striped dolphin 
- Mn: Humpback whales 
- Bp: Fin whales 
- Bm: Blue whales 
- Pp: Harbour porpoise 
- Ga: Short-Finned Pilot W 

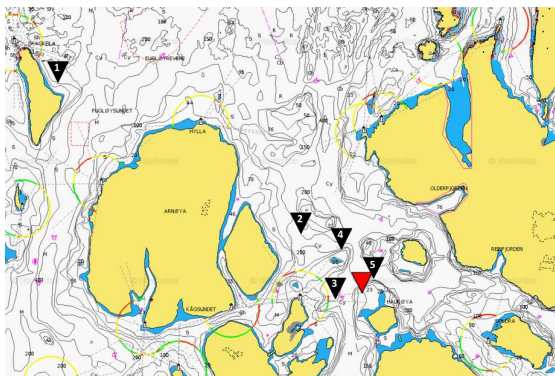
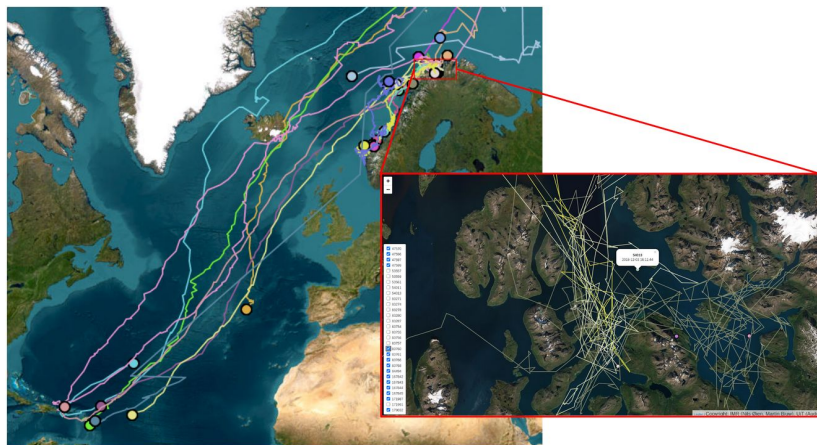
## Contexte

Interactions / adaptations  
harengs,  
orques,  
et baleine à bosse



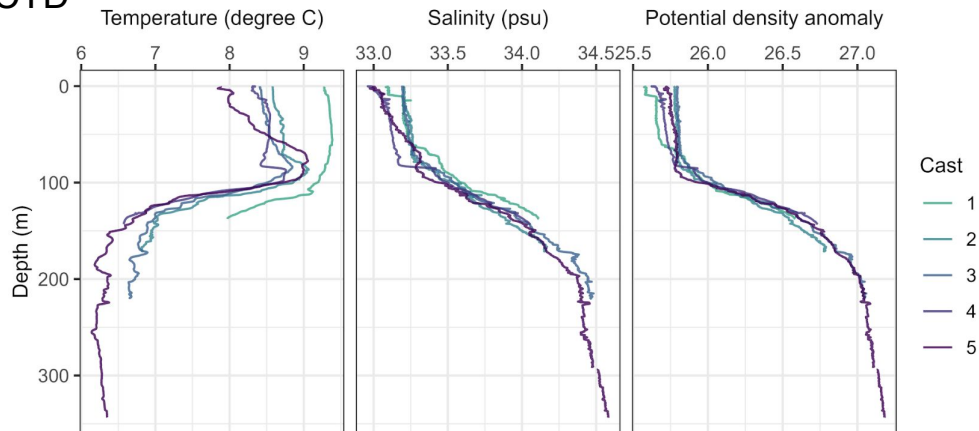
# ADAPREDAT - ARCTIC 3D

## Partie "physique"

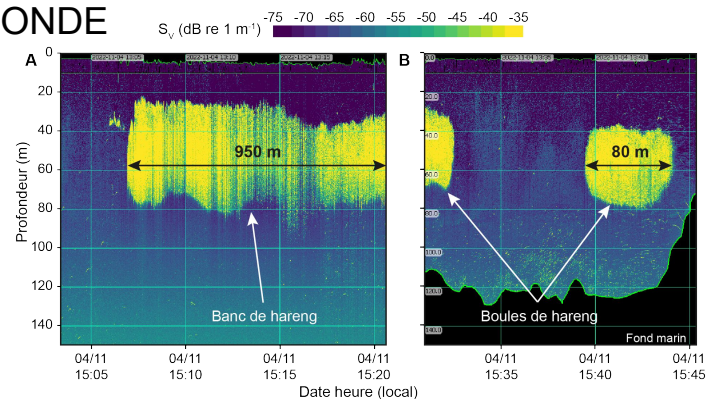


Mesure dans  
et hors du fjord

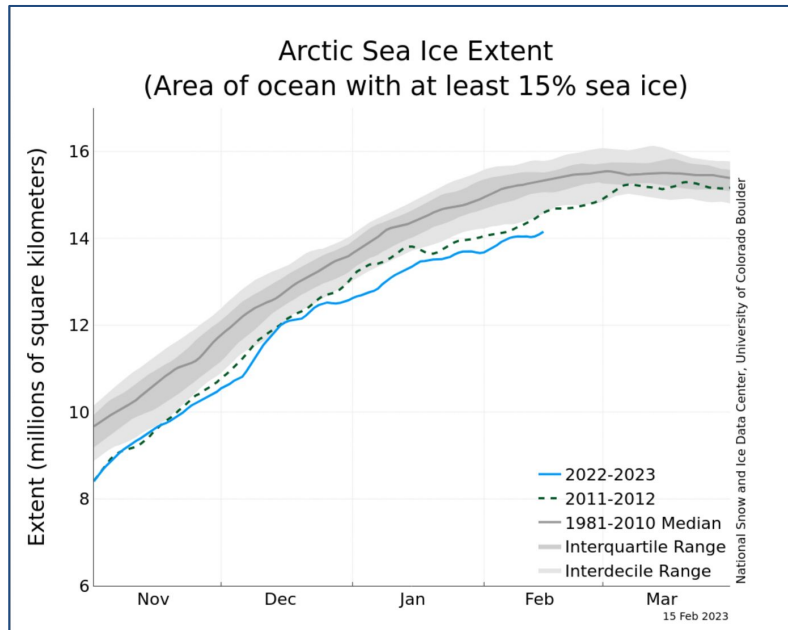
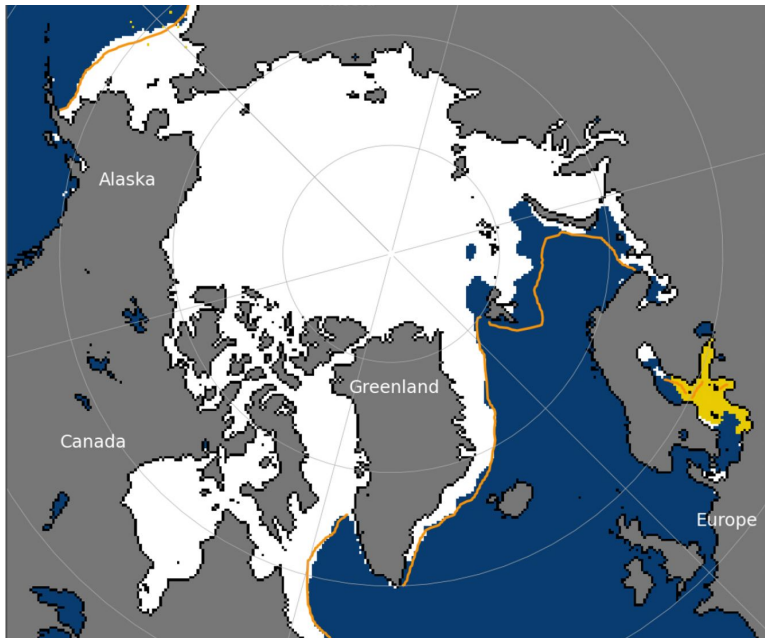
### CTD



### ECHOSONDE



BIODIVERSA + FEDER + REGION SUD + TPM = 9 BOMBYX buoys in 2024  
to prevent Whale-Ship collision, monitor anthropophony and changes



**Objectif** : évaluer l'impact du changement global (*ici pression anthropique via la présence de perturbateurs endocriniens*) sur l'état de santé des populations de harengs en mer de Norvège

**Molécules étudiées** : glyphosate (principe actif d'un pesticide, Roundup) et 17-alpha-éthinyloestradiol (pilule contraceptive féminine)

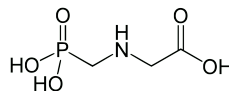
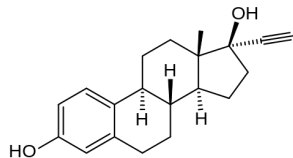


Figure 1 : *Clupea harengus*, ♂ (©NPrévo)

### Méthodes :

- analyse de la variation de l'expression de gènes clés impliqués dans la régulation du système endocrinien
- analyse de la longueur des télomères
- dosage chimique de l'eau de mer

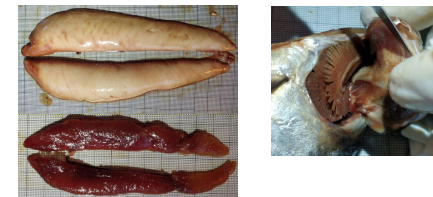


Figure 2 : Gonades mâles (haut) et femelles (bas), et branchies chez le hareng (©NPrévo)

### Difficultés rencontrées :

- prélèvements des harengs
- Conservation échantillons "eau de mer"

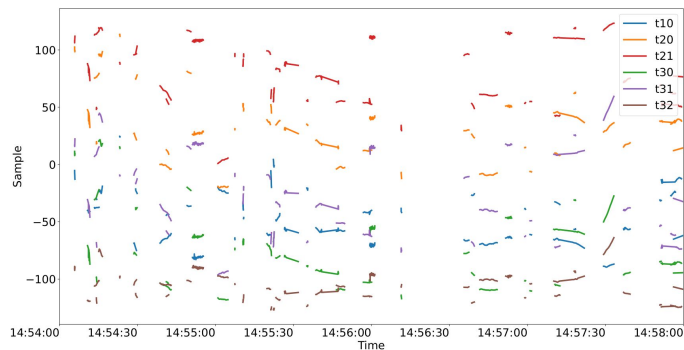
sample	sex	Total length (cm)	Total weight (g)	Gonad length (cm)	Gonad weight (g)	GSI	age assessment (year)
1	♀	27	250	13	17	6.8	3-4
2	♂	29.6	243	16.5	40	16.5	6
3	♂	29	310	22.1	49	15.8	5-6
4	♂	28	275	16.8	44	16.0	4-5

Tableau 1. Caractéristiques des harengs prélevés lors de la mission de novembre 2022

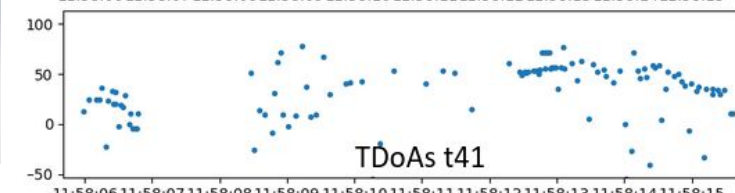
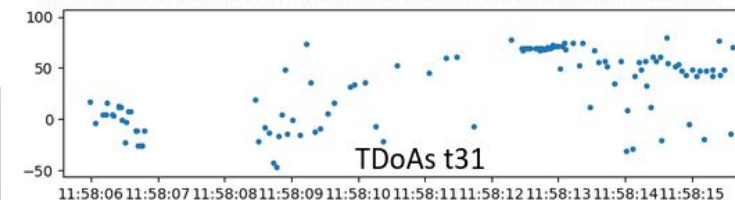
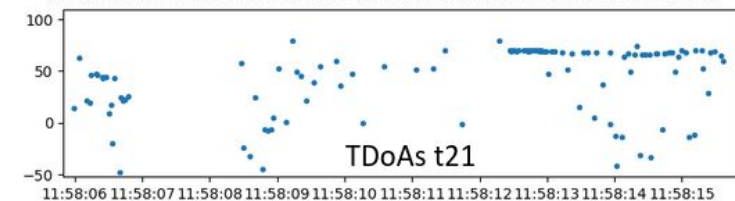
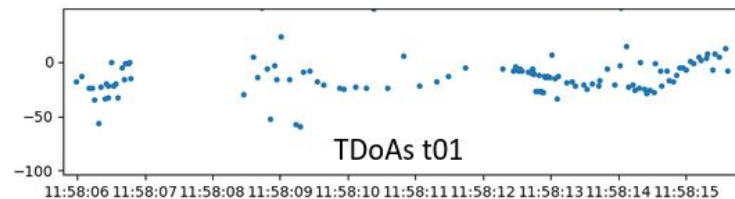
# ADAPREDAT - ARCTIC 3D

## Partie acoustique

- Calcul des différences de temps d'arrivée (TDoA) des signaux
- Séparation des sources
- Suivi des sources
- Localisation des chasseurs



Echantillons

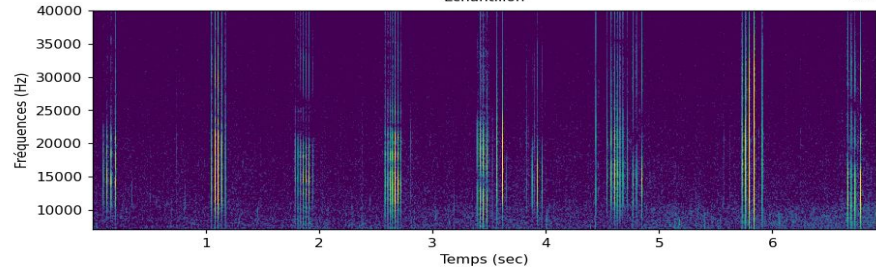
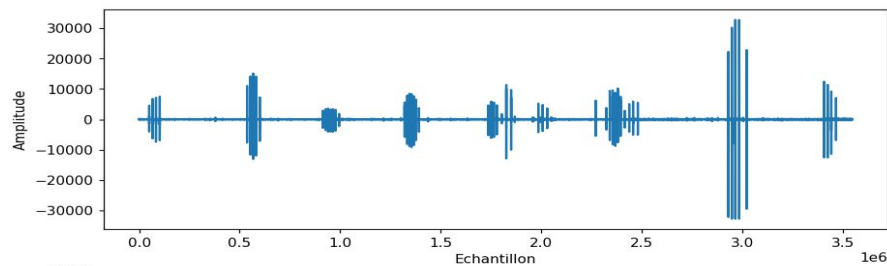
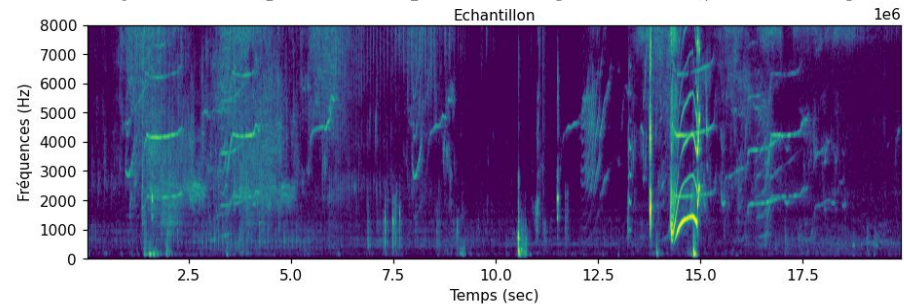
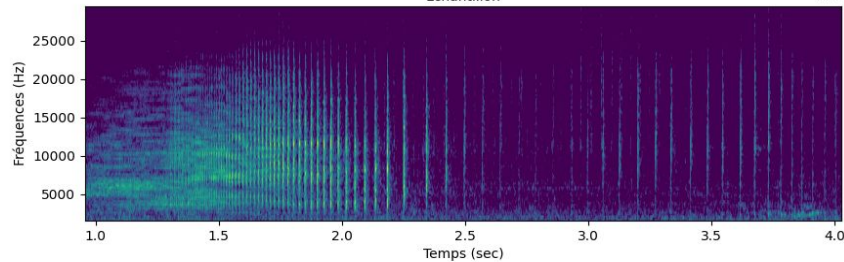
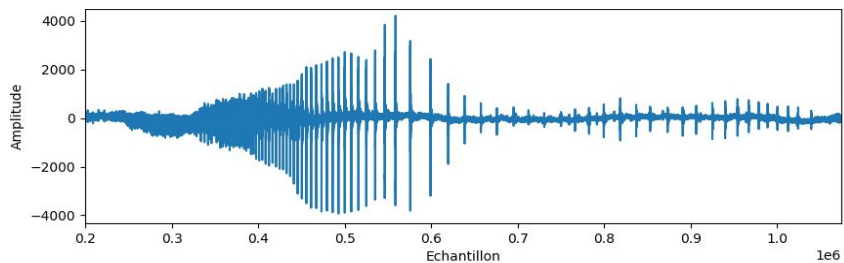




# ADAPREDAT - ARCTIC 3D

## Partie acoustique

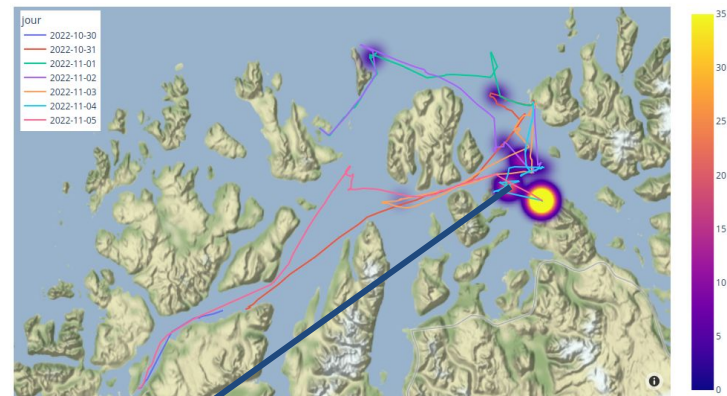
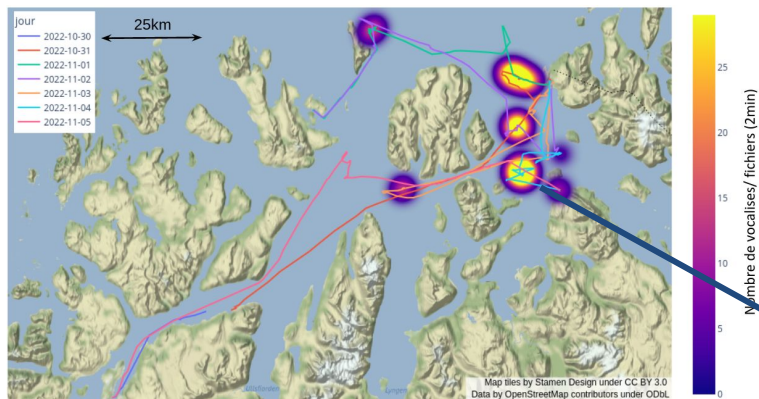
Enregistrements de vocalises d'orques et baleines à bosse + différents types de clics d'orques



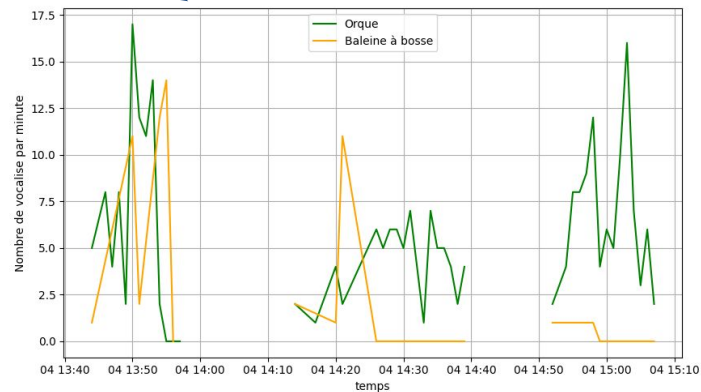
# ADAPREDAT - ARCTIC 3D

## Partie acoustique

- Présence acoustiques des orques (gauche) et baleines à bosse (droite)

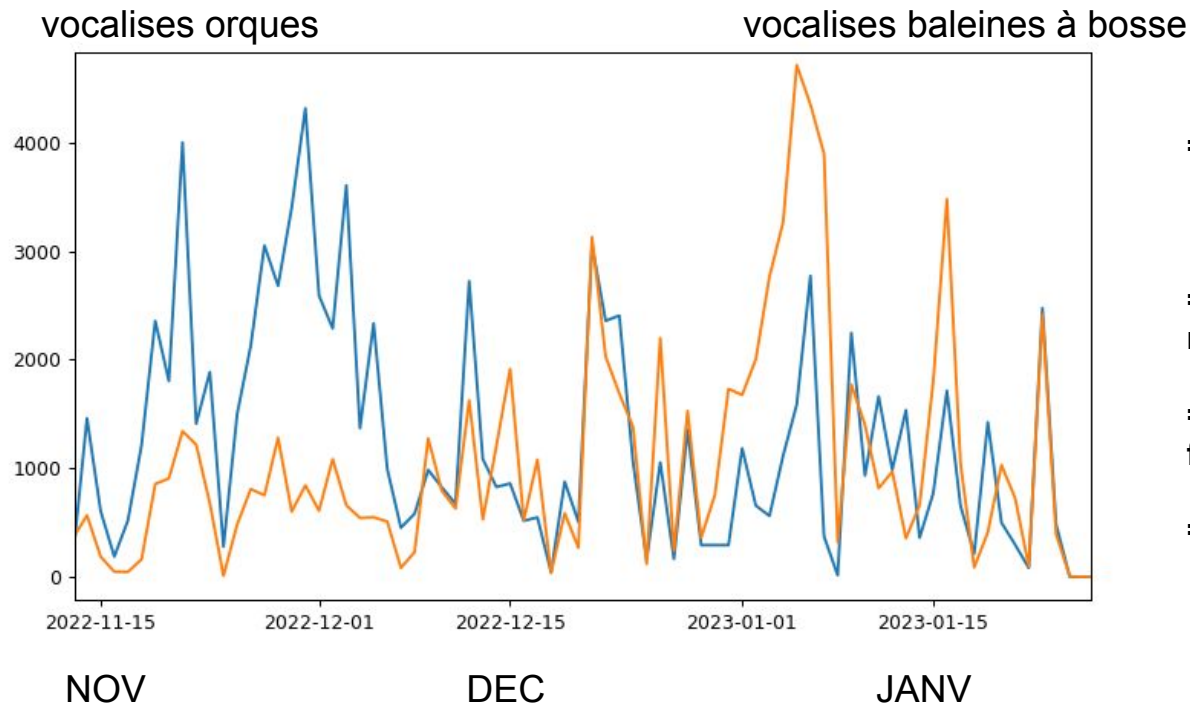


- Evolution des call rate lors des deux espèces lors de leurs interactions durant un feeding



## Perspectives :

Mesures sur de novembre 2022 à mars 2023 en continu dans le fjord en stéréo



=> pêche  
anthropophonie

=> interactions  
multiespèces

=> adaptation des  
formes d'onde ?

=> suite en nov 2023...