La bioacoustique pour comprendre les déplacements de plusieurs espèces

Centre International d'Intelligence Artificielle en Acoustique Naturelle
Laboratoire d'Informatique et des Systèmes, Université de Toulon

Stéphane Chavin, Paul Best, Yann Ourmières et Hervé Glotin

Doctoriades
04/04/2025

Introduction

Plan

1. ***Migration des oiseaux au Québec***

2. ***Dynamique des baleines à bosse des Caraïbes***

3. ***Corrélations environnementales :*** *Les cachalots de Méditerranée*


© CHAVIN Stéphane

Introduction

La Bioacoustique

XC975502 - Mésange charbonnière - *Parus major*

Jarek Matusiak, XC975502.
Accessible sur www.xeno-canto.org/975502.

La bioacoustique est un domaine scientifique interdisciplinaire combinant la **biologie** et **l'acoustique** *(Wikipédia)*.



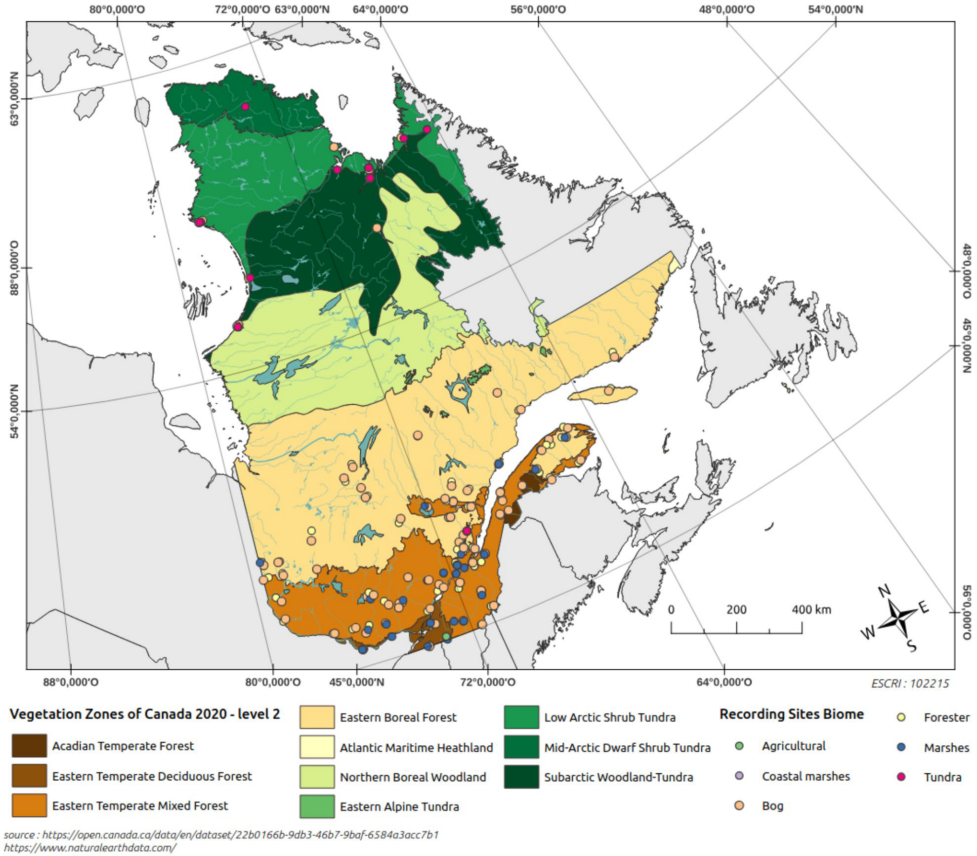
© Teddy Rousse

Introduction

Passive Acoustic Monitoring (PAM)

Acoustique passive :

+ *de temps d'écoute*
+ *de zones en même temps / variabilité des habitats*
+ *enregistrement dans des zones difficiles d'accès et/ou impossible d'y rester plusieurs jours*



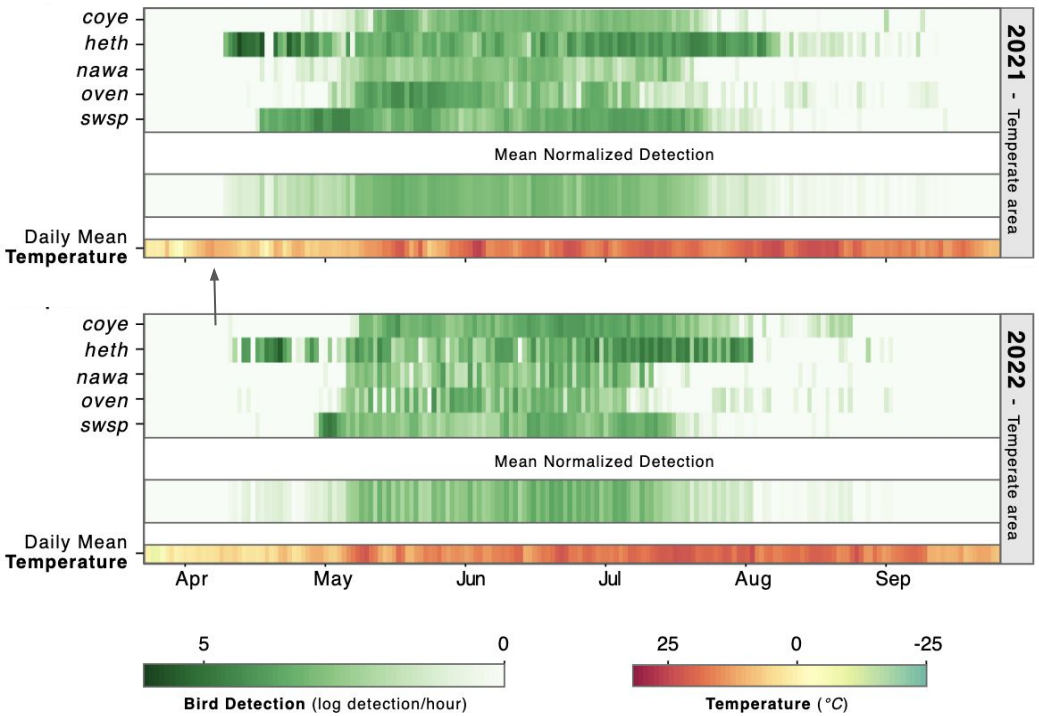
source : https://open.canada.ca/data/en/dataset/22b0166b-9db3-46b7-9baf-6584a3acc7b1
https://www.naturalearthdata.com/

Introduction

Passive Acoustic Monitoring (PAM)

Comprendre les migrations :

- *préférences des espèces;*
- *adaptation à des modifications du climat…*



Introduction

Mesurer les paramètres environnementaux

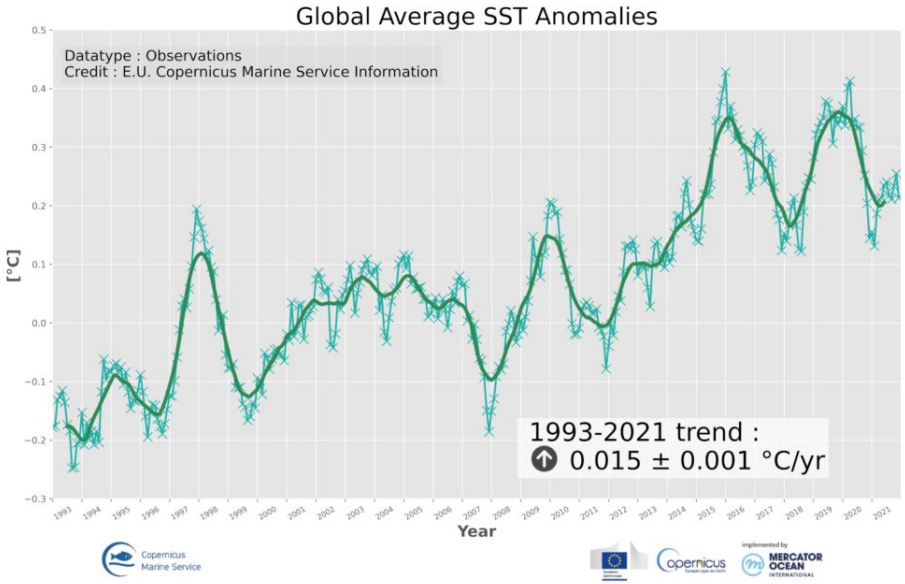
Mesurer les anomalies et les variations annuelles :

Terrestre :

- *Température;*
- *pluviométrie;*
- *…*

Marin :

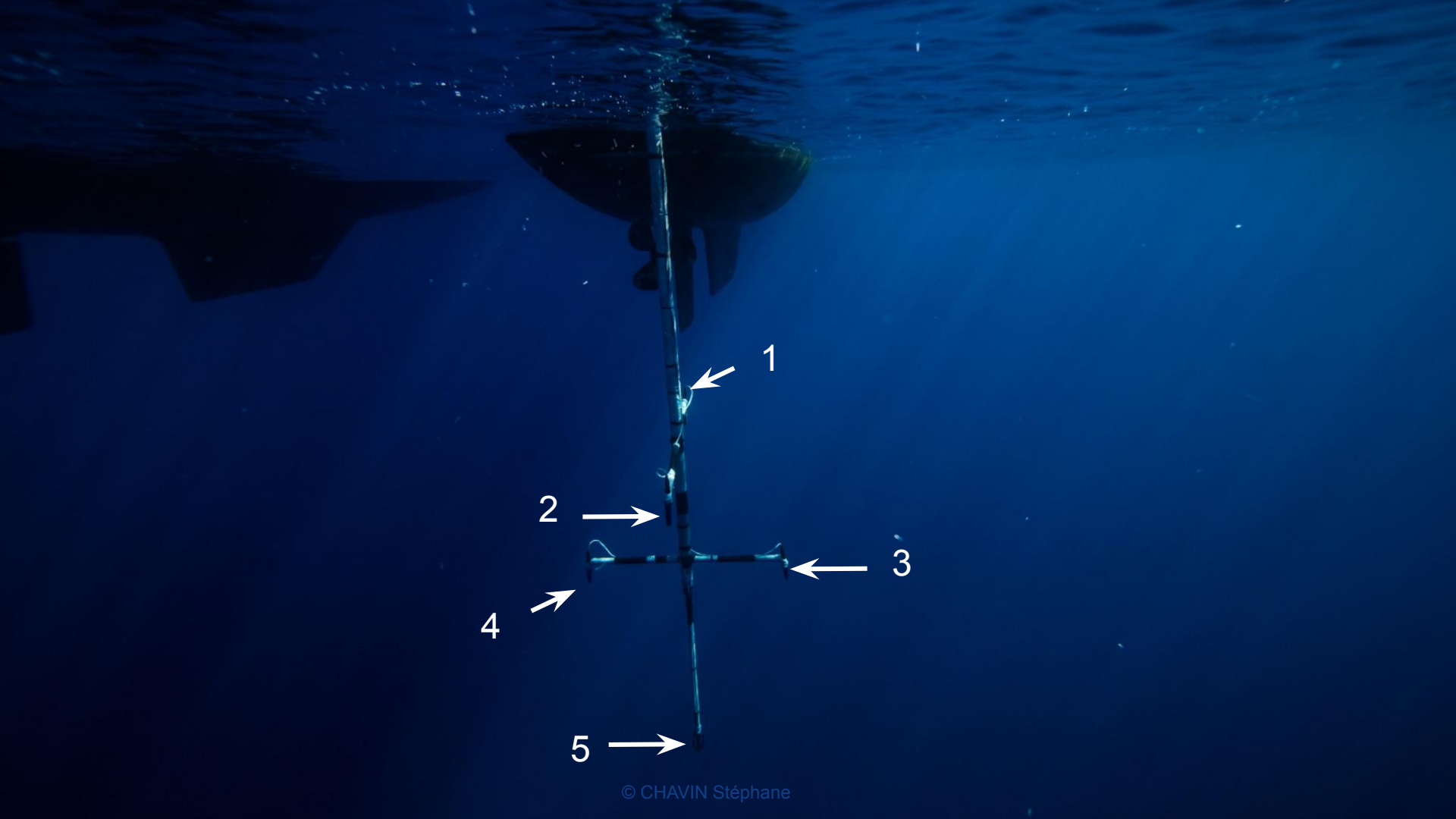
- *Température de surface / profondeurs ;*
- *profondeur de la couche de mélange;*
- *production primaire;*
- *…*



*Source : **Copernicus** Marine Service, Ocean Monitoring Indicator*



© CHAVIN Stéphane



© CHAVIN Stéphane

© CHAVIN Stéphane

Cas d'étude

Les baleines à bosse des Caraïbes

***La quantité de chant des baleines à bosse évolue en fonction de la disponibilité en proie** [1]*

↗ Température de l'eau ↘ diminution de la production primaire ↘ stock de nourriture

[1] **John P. Ryan (2025)** *Audible changes in marine trophic ecology: Baleen whale song tracks foraging conditions in the eastern North Pacific*

Cas d'étude

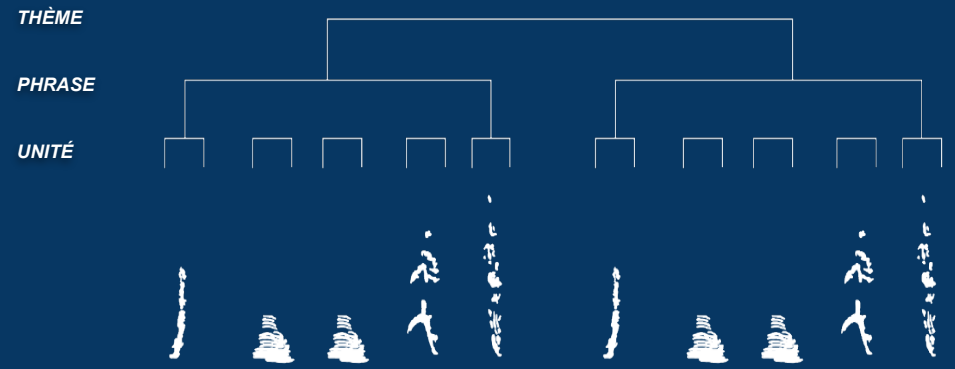
Les baleines à bosse des Caraïbes

Qu'est-ce qu'un chant des baleines à bosse ?

*- Unité de base = **vocalises / units** (0.5 s à 3 s)*

- Chants utilisés par les mâles pour la reproduction

(certaines vocalises sont utilisées pour la communication)



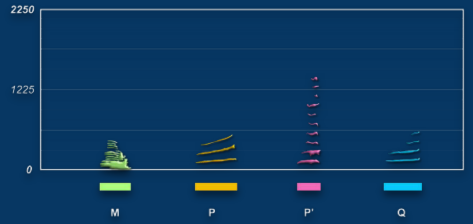
***Payne**, Roger and Scott McVay. "**Songs of Humpback Whales.**" Science 173 (1971): 585 - 597.*

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

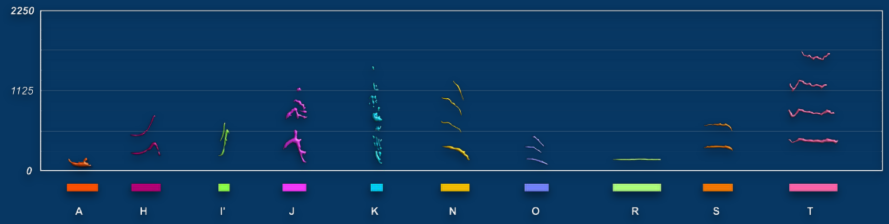
Cas d'étude

Les baleines à bosse des Caraïbes

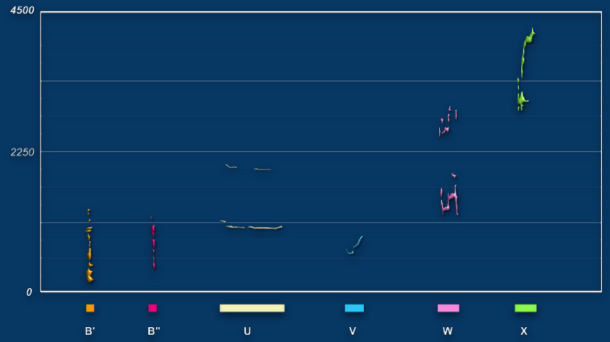
Low Frequency



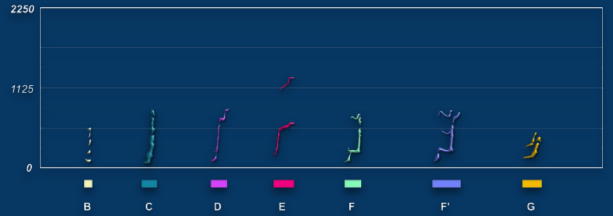
***Mid Frequency** - complex*



High Frequency



***Mid Frequency** - pulsed and modulated*

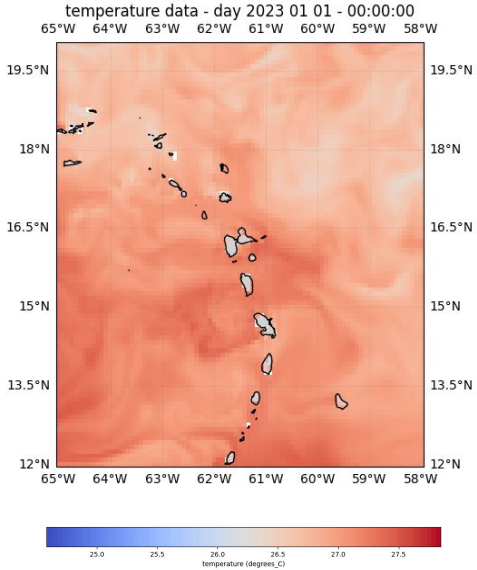


Répertoire vocal des baleines à bosse des Caraïbes

28 composants / 3 catégories : ***Hautes*** *fréquences,* ***Moyennes*** *fréquences,* ***Basses*** *fréquences*

Cas d'étude

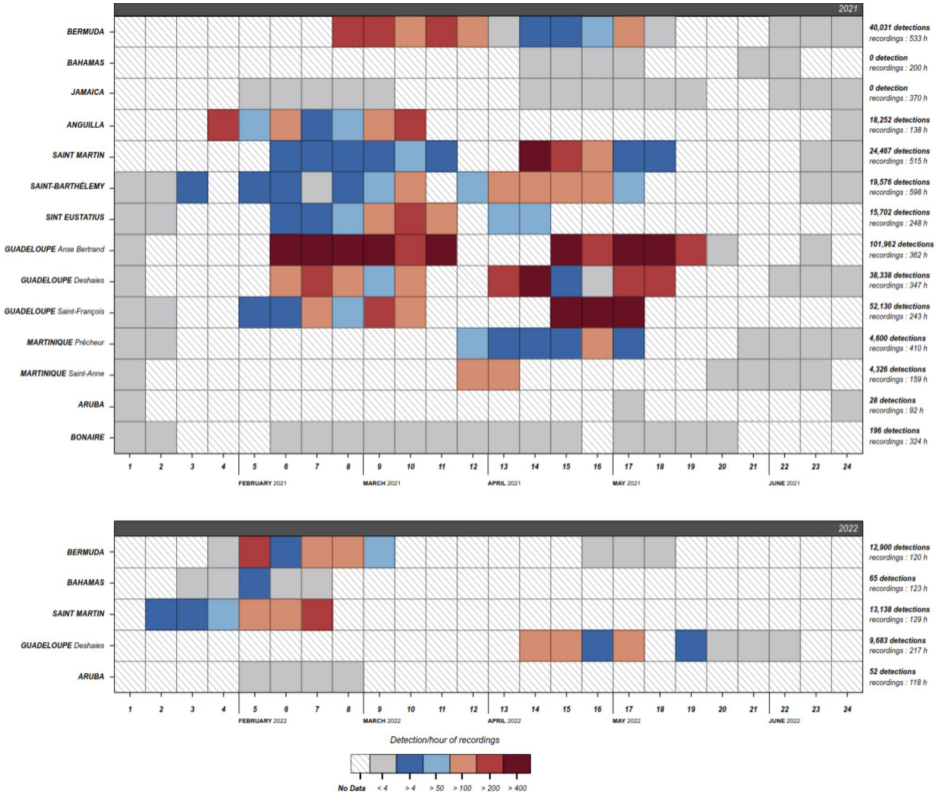
Les baleines à bosse des Caraïbes



- *Zone de présence / absence*
- *Pic de détection*
- *Zone de passage*

*Hypothèse d'une **température optimale** (25 < T°C < 27.5)*

Certains sites seraient trop chaud dans le futur [1]



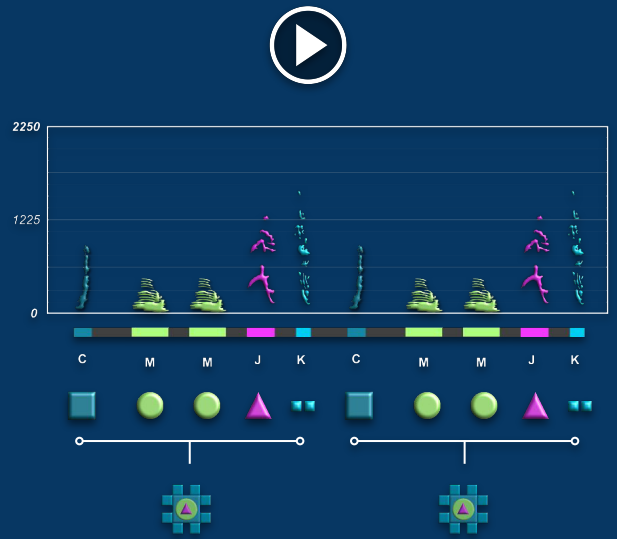
[1] **Solène Derville et al. (2019)** *Whales in warming water: Assessing breeding habitat diversity and adaptability in Oceania's changing climate*

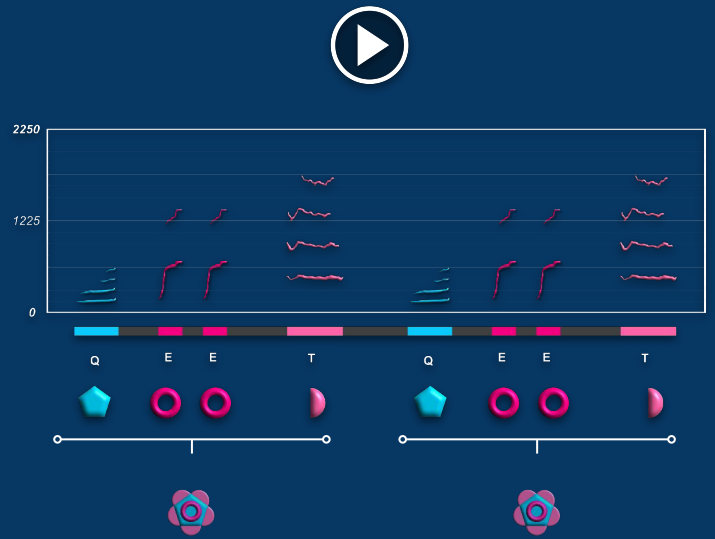
Cas d'étude

Les baleines à bosse des Caraïbes

Répertoire riche et compositions infinies.

↗ *Température de l'eau* ↘ ***pH*** ↘ ***propagation du son*** *[1]*

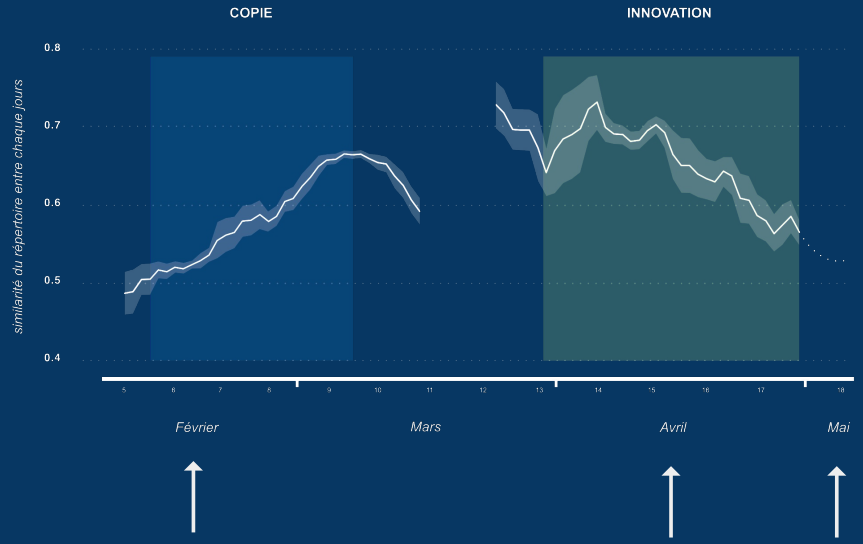




[1] **Tatiana Ilyina et al. (2009)** *Future ocean increasingly transparent to low-frequency sound owing to carbon dioxide emissions*

Cas d'étude

Les baleines à bosse des Caraïbes

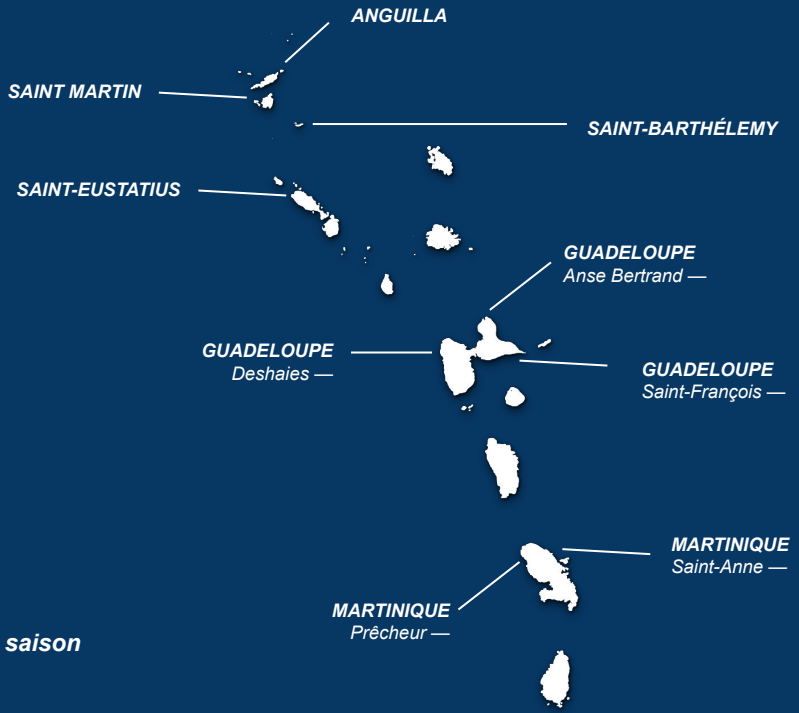


Début de la saison

Forte variabilité du répertoire

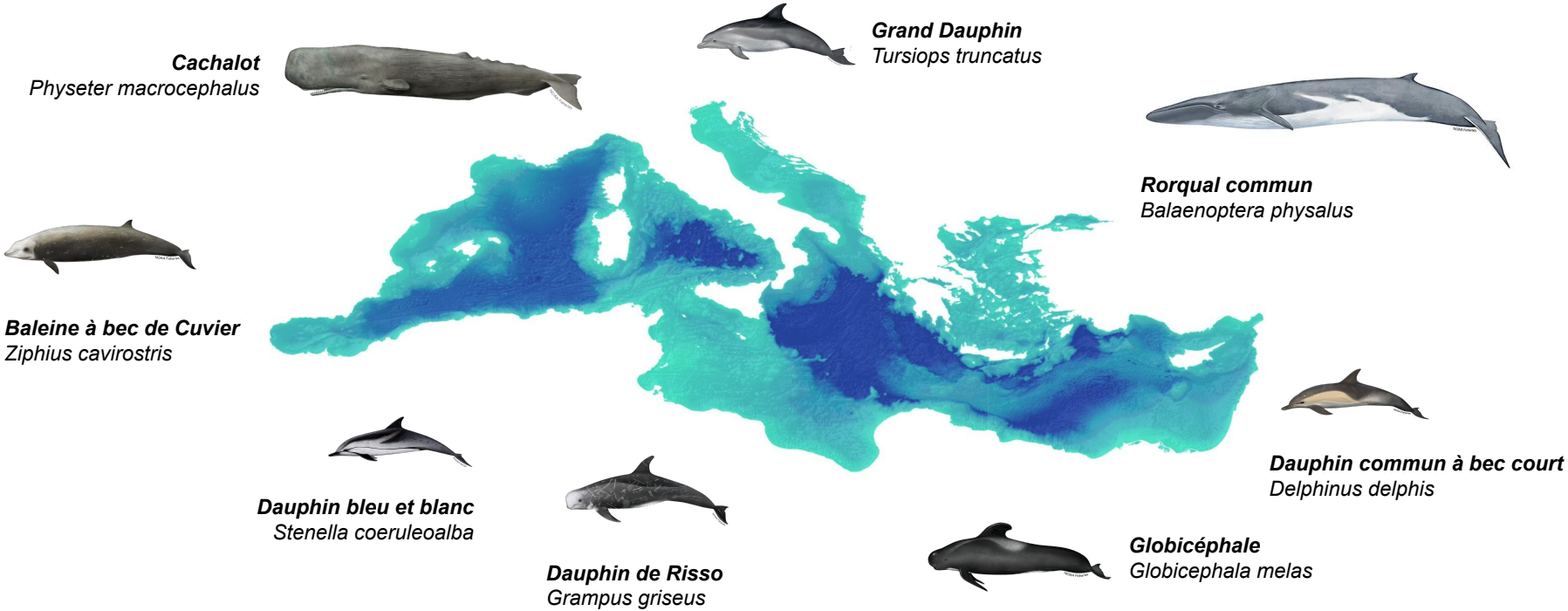
Pic de détection dans les Caraïbes

Fin de la saison



Cas d'étude

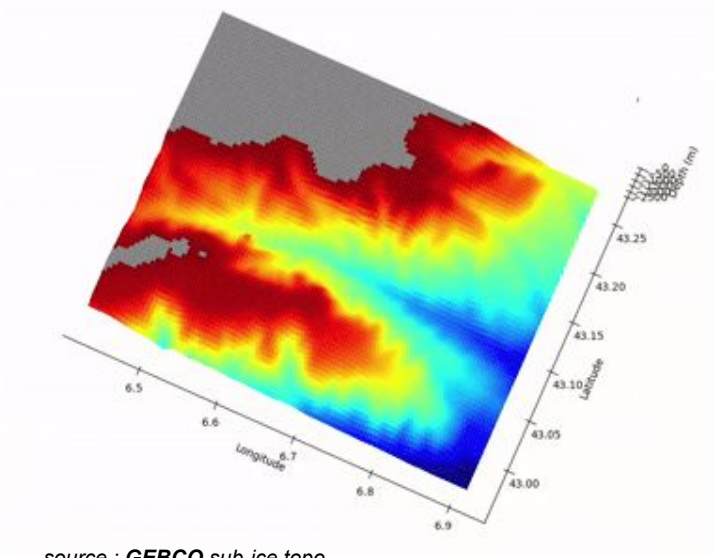
Les cachalots de Méditerranée



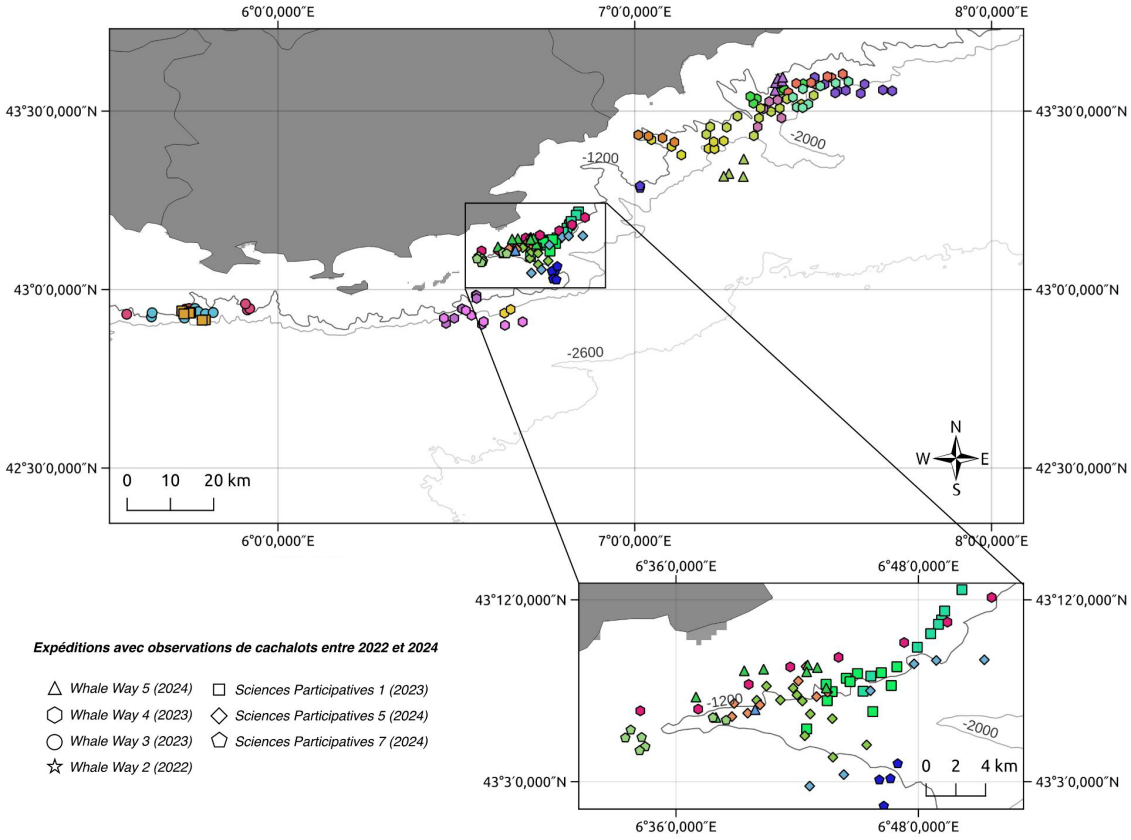
Cas d'étude

Les cachalots de Méditerranée

Canyon de Stoechades

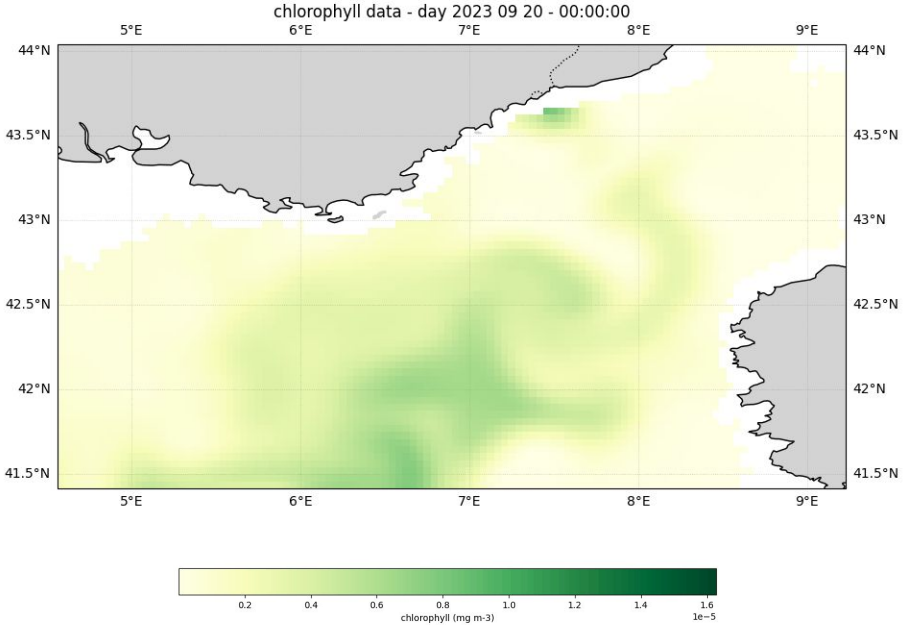


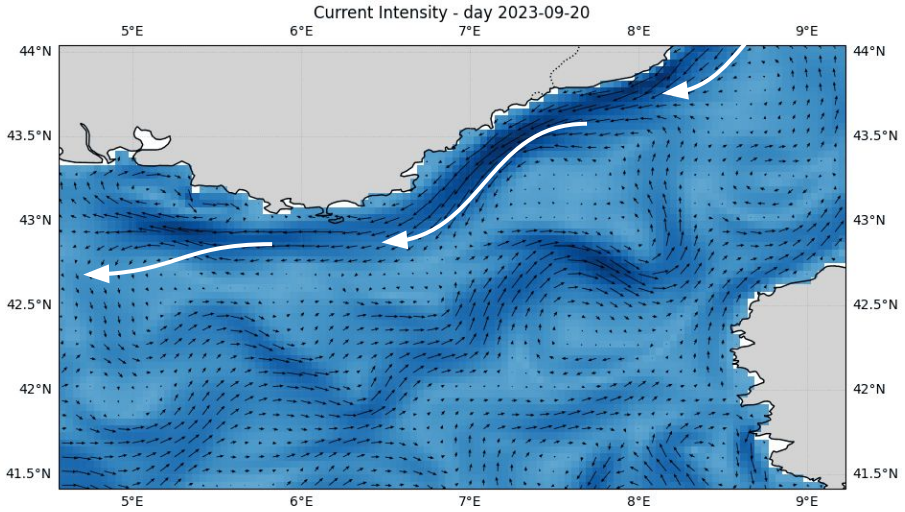
source : **GEBCO** sub-ice topo



Cas d'étude

Les cachalots de Méditerranée



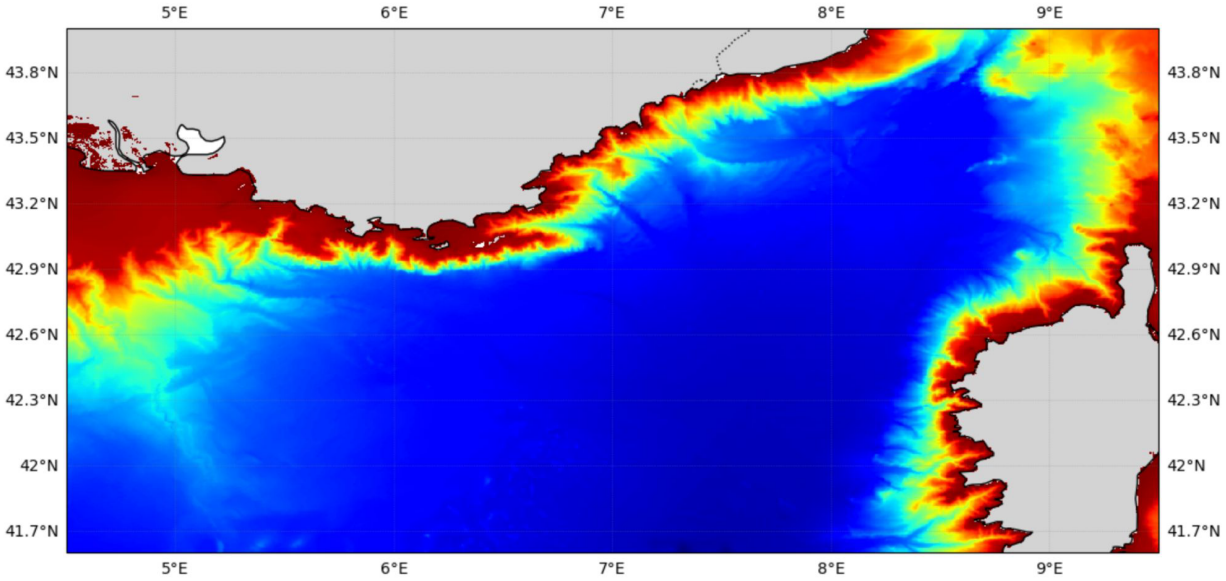


courant Liguro-Provençal

*source : **Copernicus** Marine Service*

Cas d'étude

Les cachalots de Méditerranée



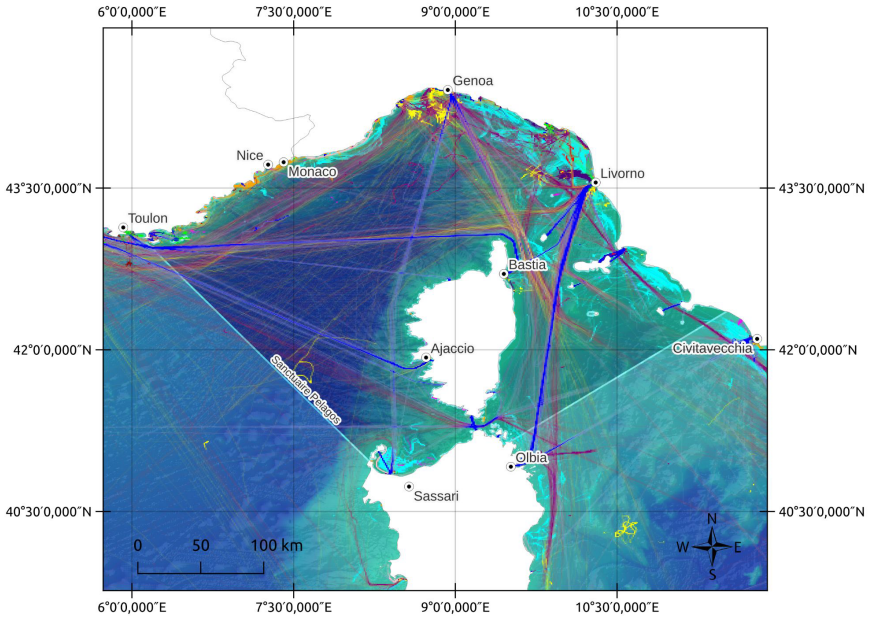
*source : **GEBCO** sub-ice topo*

Cas d'étude

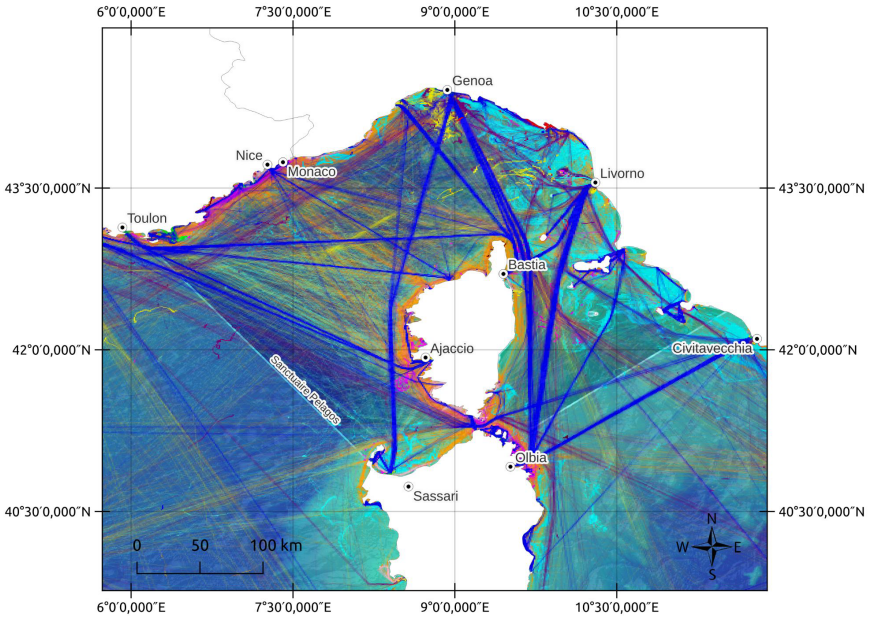
Les cachalots de Méditerranée

Réchauffement + environnement plein de dangers

Février 2023



Août 2023



*source : **European Marine Observation and Data Network** (EMODnet)*