

# Rapport scientifique Challenge Data 2023

**Pierre Mahé, Maxence Ferrari, Paul Best, Hervé Glotin**

Université de Toulon, CNRS LIS, DYNI, Toulon, France

[pierre.mahe@univ-tln.fr](mailto:pierre.mahe@univ-tln.fr), [maxence.ferrari@univ-tln.fr](mailto:maxence.ferrari@univ-tln.fr), [paul.best@univ-tln.fr](mailto:paul.best@univ-tln.fr),  
[herve.glotin@univ-tln.fr](mailto:herve.glotin@univ-tln.fr)



 UNIVERSITÉ DE  
TOULON

## 1. Contexte

L'acoustique passive permet d'enregistrer sur de longue période et sur de multiples sites simultanément. Cette grande quantité de données permet d'avoir une meilleure compréhension des espaces marins ainsi qu'un suivi des populations d'odontocètes tel que : les cachalots et les différentes espèces de dauphins. Mais cette grande quantité de données demande la mise en place d'algorithmes de deep learning pour exploiter cette mine d'information que sont les enregistrements.

Le site des Antilles de par sa position géographique et son climat est un hotspot de biodiversité. Avec plus de 20 espèces de cétacés présentes, ce qui en fait un site très important pour la recherche en bioacoustique et en protection des espaces marines.

Dans le cadre du projet européen CARI'MAM, 17 stations d'enregistrement ont été installées. Depuis 2017, chacune des 17 stations enregistrent l'activité sous-marine avec un hydrophone. Vous pouvez voir la localisation des stations d'enregistrement sur la Figure 1.

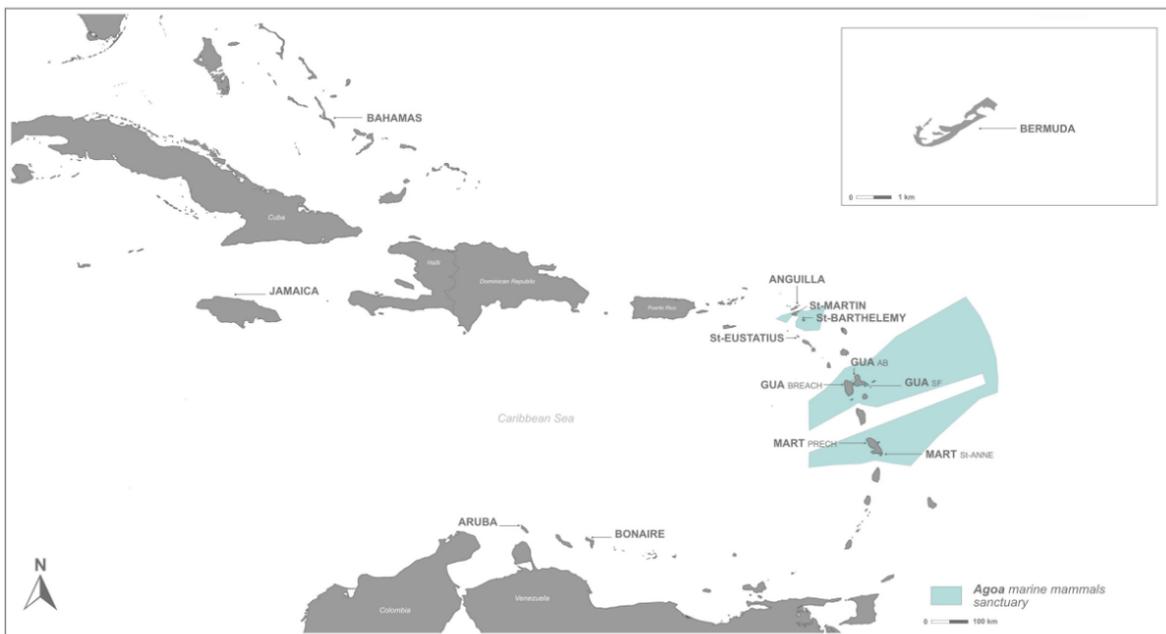


Figure 1 : Carte des stations d'enregistrement

Les cartes d'enregistrement ont été développées au sein de l'Université de Toulon. Par leurs qualités, elles permettent une captation du spectre sonore audible et ultrasonique jusqu'à une fréquence de 256 kHz. De plus, elles permettent d'avoir un SNR de très bonne qualité. Ce qui a fourni au projet des enregistrements d'une grande qualité. Une particularité du projet est le fait que les bouées d'enregistrement ont été posées proche du rivage (profondeur <100m). La figure 4, nous montre la photo de la carte développée par SMioT ainsi que la carte une fois installée sur une bouée d'un site d'enregistrement.

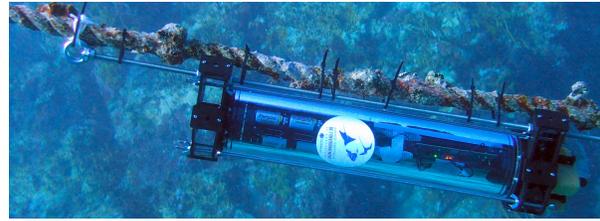
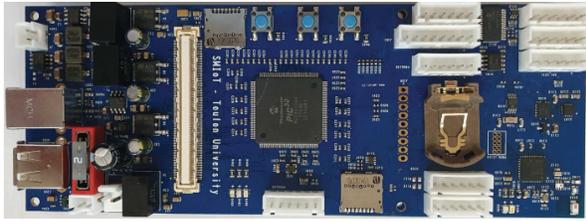


Figure 2 : Carte QHB développée par SMIoT à l'Université de Toulon (à gauche), montée sur une station d'écoute (à droite)

Les figure 3 et 4 représentent les périodes d'enregistrement, ainsi que la durée d'enregistrement en jours pour chaque station sur la période de janvier 2021 à septembre 2021.

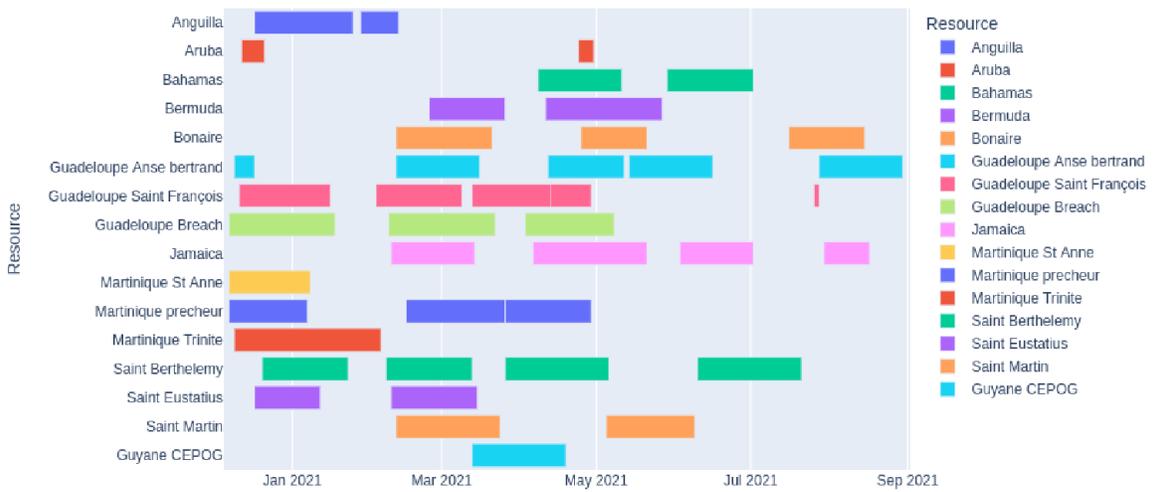


Figure 3 : Période d'enregistrements effectuée de janv. à oct. 2021.

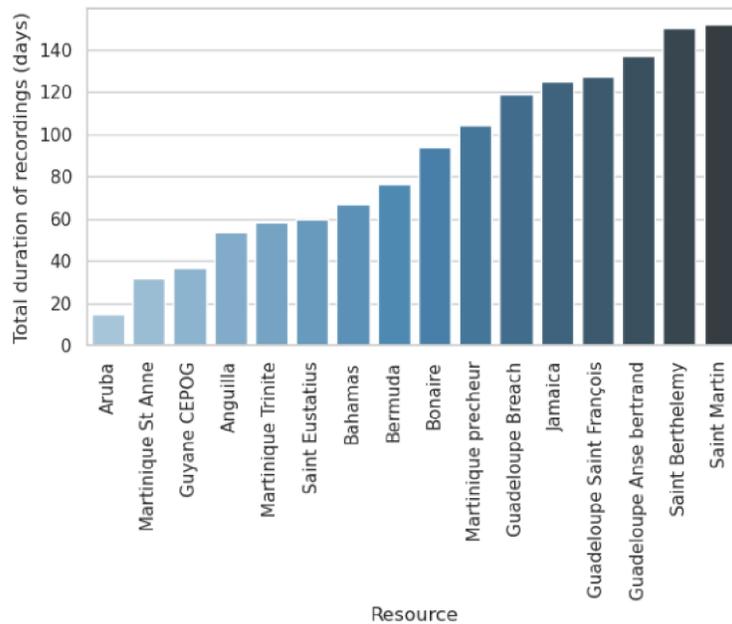


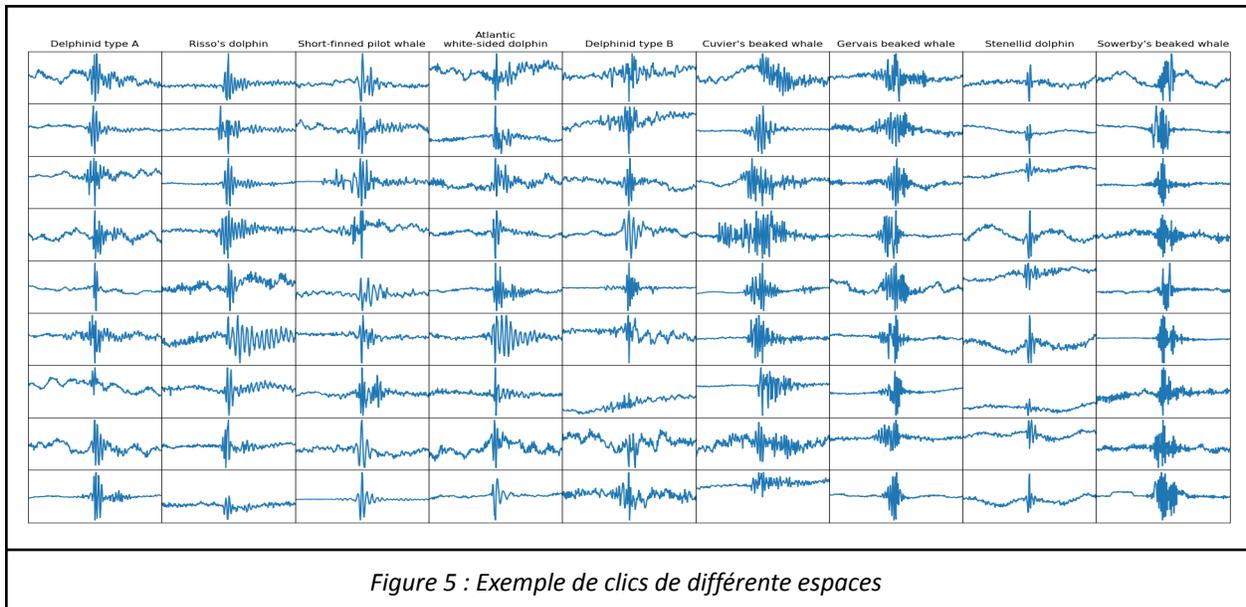
Figure 4 : Nombre de jours d'enregistrement par session de janv. à oct. 2021.

La pose des bouées en eaux peu profondes permet une facilité et un coût d'installation et de maintenance réduit. Cependant, le bruit de récifs, d'autres animaux marins (crevettes, poissons...) ainsi que le bruit anthropique, regroupé dans la suite du document comme bruits ambiants, produisent des signaux transitoires qui peuvent être confondus avec des biosonars. Actuellement, dans un environnement peu bruité, les algorithmes de détection automatique peuvent détecter les biosonars, cependant, dans un environnement bruité, la détection n'est pas encore suffisamment fiable, ce qui se traduit par un nombre important de faux positifs.

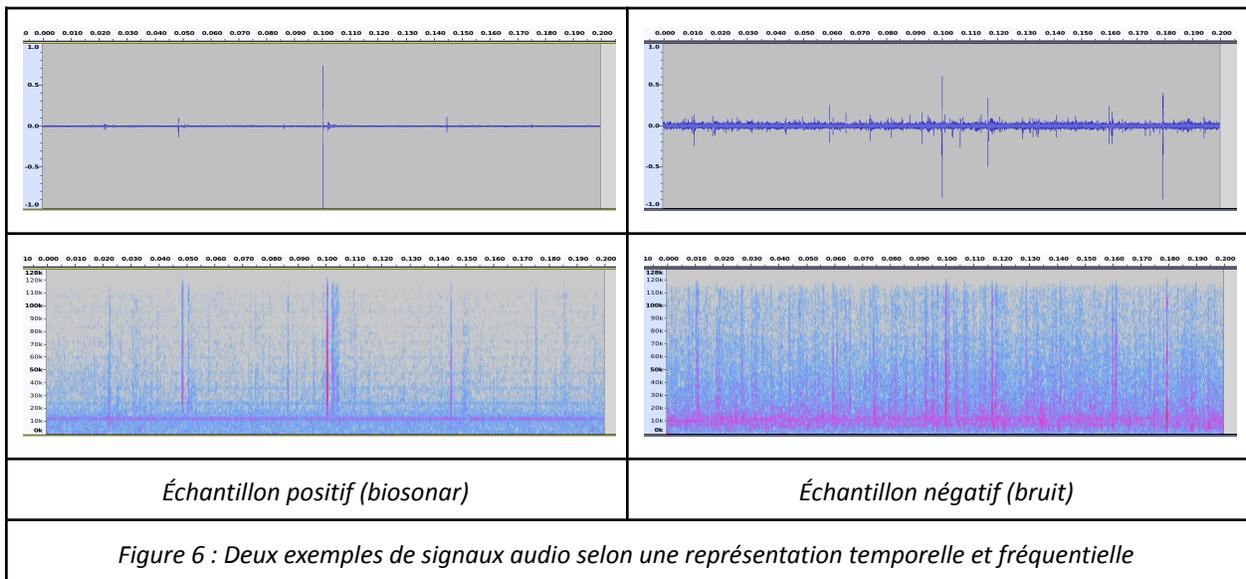
Nous avons utilisé un extrait de ces données pour former la base de données proposée pour le challenge Data, organisé par l'ENS, le Collège de France et l'institut Louis Bachelier. Le but de la tâche est de déterminer si les extraits audio contiennent des biosonars (clics d'ondotocètes) ou tout autre bruit transitoire (bruit de crevettes ou récif...).

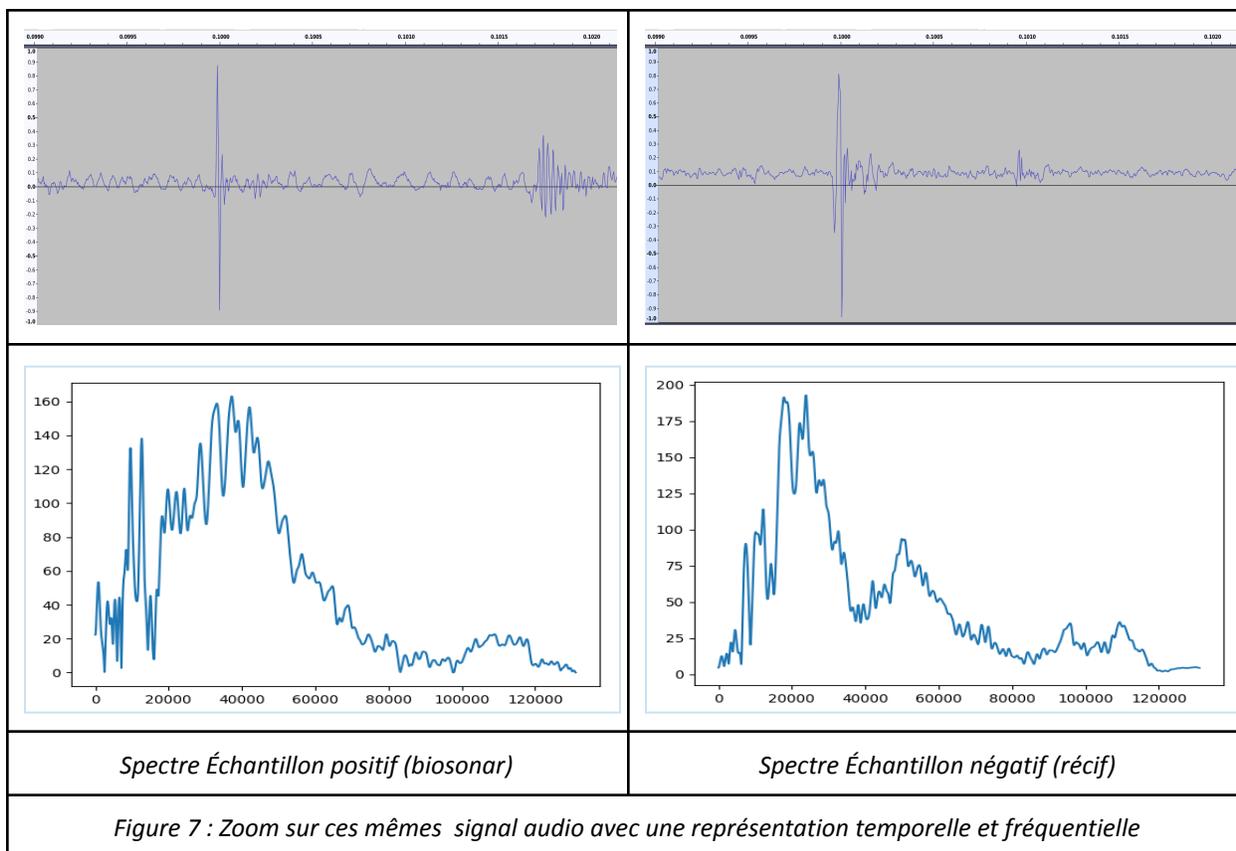
## 2. Description d'un biosonar

Le terme biosonars regroupe tous les clics d'ondotocètes, aussi bien de Cachalot, de Ziphus ainsi que l'ensemble des Delphininaes. Par leurs différences de taille et de morphologie, les clics de chaque espèce partagent une certaine similarité. La Figure 5 montre une palette des différents biosonars pour différentes espèces d'ondotocètes.



Pour tous les biosonars, certaines caractéristiques semblent se dégager, comme : une durée de l'ordre de 10 millisecondes, une spectre large bande. La fréquence centroïde quant à elle varie selon les espèces, ce qui semble en faire un bon indicateur pour de la classification de biosonars.





### 3. Description de la base de données

La base de données du challenge est composée de 8 sites d'enregistrement pour la base d'entraînement et de 2 sites pour la base d'évaluation. Les deux bases ne partagent pas de site en commun.

La base d'entraînement est composée de 23000 échantillons audio. Les fichiers ont une longueur de 200 millisecondes centrées sur le clic potentiel. Ils contiennent soit un ou plusieurs biosonar ou du bruit de fond avec des transitoires. La dynamique des fichiers est de 16 bits avec une fréquence d'échantillonnage de 256 000 Hz. La répartition entre positifs et négatifs des échantillons est de : 40% positifs (95,00) pour 60% négatifs (13,500). Les fichiers de la base d'entraînement sont dans le dossier X\_train.zip.

Format du fichier d'annotations Y\_train.csv :

```
[id, pos_label]
1250-JAM, 0
1251-JAM, 1
1252-BON, 1
...
```

Description des labels :

- pos\_label = 1 : "X contient un/des biosonar/s (delphinidé)"

- pos\_label = 0 : "X ne contient pas de biosonar (bruit)"

Description de l'id :

L'id correspond au nom du fichier audio, il est composé de 2 parties; le numéro de l'enregistrement et le site d'enregistrement. Le nom complet du fichier est défini selon le formalisme suivant :

[NOMBRE]-[SITE\_D\_ENREGISTREMENT].wav

Tableau de la correspondance entre le nom des stations d'enregistrements et les abréviations dans la base de données :

Nom de la station	Abréviation
Jamaïque	JAM
Bonaire	BON
Bahamas (période 1)	BAHAMAS
Guadeloupe	GUA
Aruba	ARUBA
Saint-Eustache	StEUS
Saint-Martin	StMARTIN
Bahamas (période 2)	BAHAMAS

Pendant la phase d'évaluation, la base de test est de 950 échantillons avec 47% d'échantillons positifs et 53% négatifs. Le nom de la session n'est pas connu. Il est remplacé par "TEST".

Format du fichier d'annotations Y\_test.csv :

[id]  
 24051-test.wav  
 25061-test.wav  
 ...

**4. Description de la baseline**

La baseline du challenge a été obtenue en appliquant un classifieur type random forest sur des caractéristiques extraites du signal.

L'extraction de caractéristique peut être reproduite en appliquant la procédure suivante sur un extrait audio :

- Chargement d'un signal audio de 200 ms
- Filtrage du signal par un filtre passe-bande entre 5 kHz à 100 kHz.
- Pour chaque trame de 2048 échantillons, le programme extrait les caractéristiques suivantes :
  - Puissance RMS
  - Centroïde spectrale (spectral centroid)
  - Largeur spectrale (spectral bandwidth)
  - Platitude spectrale (spectral flatness)
- Le programme calcule ensuite : la moyenne, l'écart-type, le min, le max pour l'ensemble des trames d'un extrait audio (200 ms).

Les coefficients du filtre passe-bande (d'ordre 6) ont été obtenus par la fonction `signal.butter` de `scipy`. Ils sont appliqués par la fonction `signal.sosfiltfilt` du même package. L'extraction des autres caractéristiques a été faite avec la bibliothèque `librosa.feature`.

Une fois ces 16 caractéristiques extraites de chaque fichier audio, elles ont été fournies en entrée d'un `XGBClassifier` de la bibliothèque `XGBoost`.

Le baseline du challenge a obtenu le score de AUC ROC de 0,75.

## 5. Bibliographie

[1] H. Glotin, M. Ferrari, P. Best, M. Poupard, N. Thellier, A. Monsimer, P. Giraudet; CARIMAM REPORT 1, BIOACOUSTIC DATA PROCESSING. Research Report DYNI LIS. 2021. hal-03629286, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03629286/document>

[2] S. Chavin, Master thesis; Automatic classification of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) vocalization in the Caribbean, 2022. [http://sabiiod.lis-lab.fr/pub/Chavin\\_S\\_MasterThesis2022.pdf](http://sabiiod.lis-lab.fr/pub/Chavin_S_MasterThesis2022.pdf)

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

[4] M. A. Ziegenhorn, K. E. Frasier, J. A. Hildebrand, E. M. Oleson, R. W. Baird, S. M. Wiggins, S. Baumann-Pickering (2022); Discriminating and classifying odontocete echolocation clicks in the Hawaiian Islands using machine learning methods. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266424>