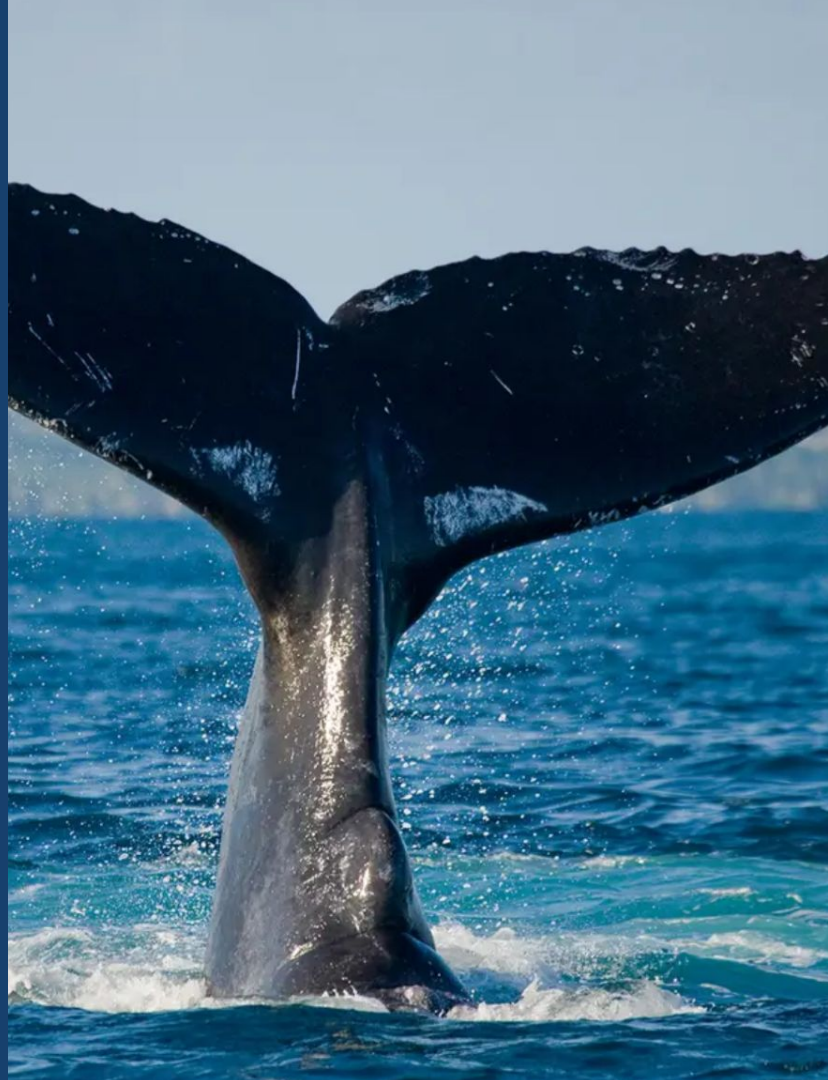
- Évolution du chant des Baleines à bosse des Caraïbes -

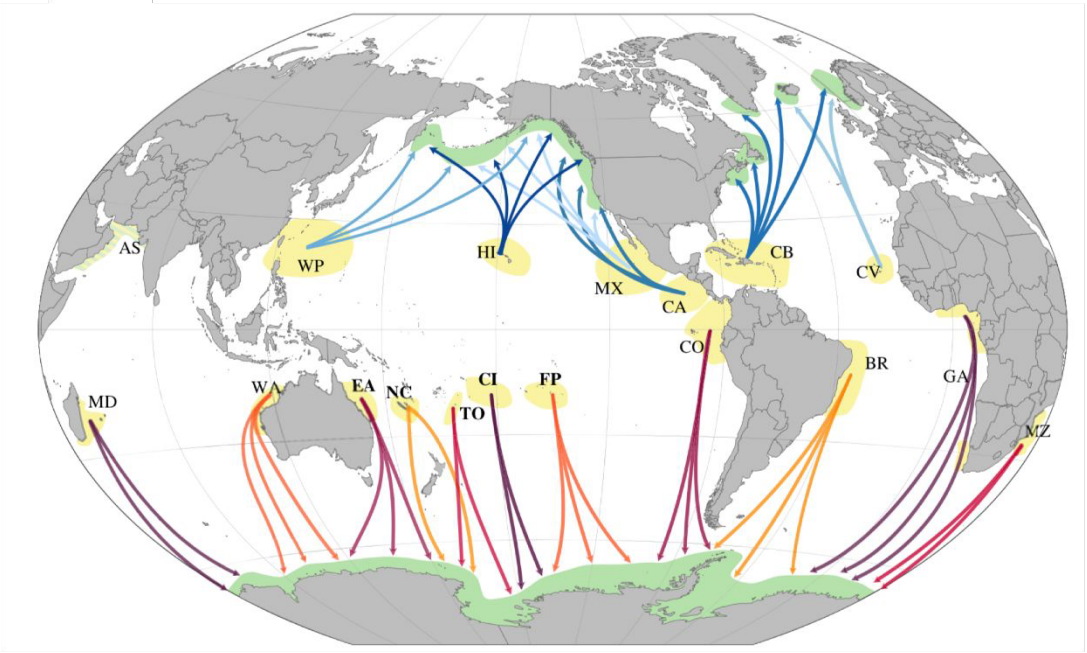
Stéphane Chavin, Jérome Couvat*, Hervé Glotin

Université de Toulon, CIAN, LIS

*Sanctuaire AGOA

CENTRE int. d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN ACOUSTIQUE NATURELLE





- *Mysticetes = Baleines à fanons*
- *pour la population de l'hémisphère nord :* **Aire de reproduction =** *tropiques en hiver et* **d'alimentation** = *Arctique*

Figure 1. *Migration des baleines à bosses*

Source : Zandberg, L., Lachlan, R. F., Lamoni, L., & Garland, E. C. (2021). Global cultural evolutionary model of humpback whale song. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 376(1836), 20200242.

- 1ère description des chants par Roger Payne et Scott McVay, **1971**

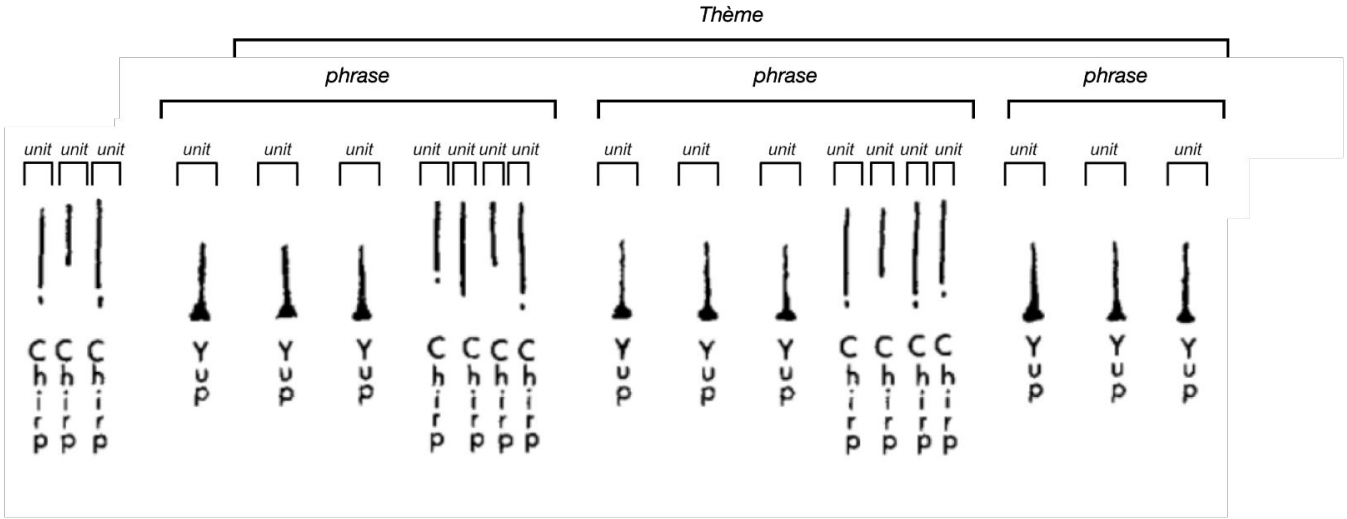


Figure 2. *Structure d'une chanson*

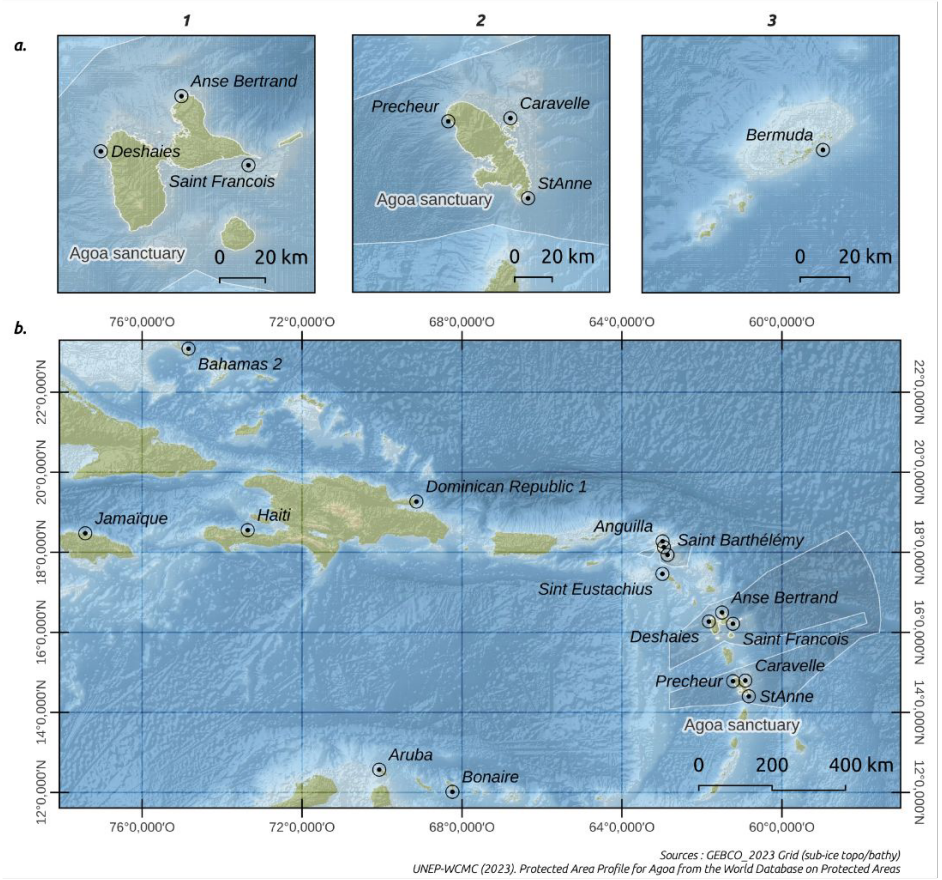
H. E. Winn 1978, The Song of the Humpback Whale *Megaptera novaeangliae* in the West Indies, *Marine Biology,* volume 47, pages 97–114



ROMAIN COUTURIER

- **Est-il possible d'analyser les chants de baleine à bosse de manière automatique ?**
- **Historique** *: classification manuelle*
- **60 units** *différentes*

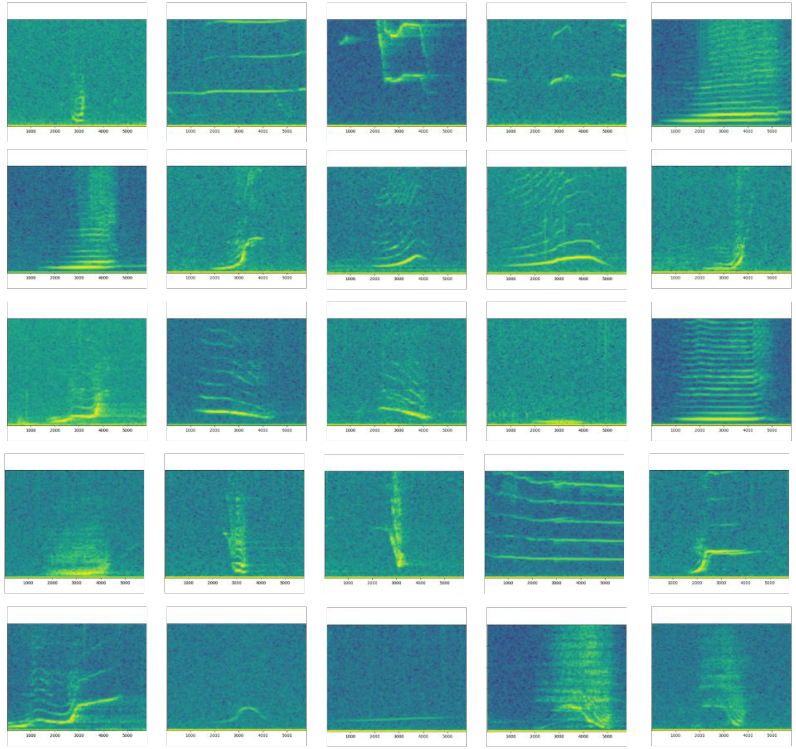
Pines, Howard (2018). "Mapping the phonetic structure of humpback whale song units: extraction, classification, and Shannon-Zipf confirmation of sixty sub-units". In: Proceedings of Meetings on Acoustics 35.1, p. 010003. doi: 10.1121/2.0000957.



CARI'MAM *(Caribbean Marine Mammals preservation network) :*

- *Gestion aire marine protégée du Sanctuaire AGOA*
- **> 18 stations**
- Hydrophones 40 jours à ~ 20 m = **acoustique passive**
- **1 min** toutes les **6 min**
- > 1,300 jours en cumulé = ~ **6,000 h d'enregistrement**

Figure 3. *Carte des Caraïbes et emplacements des différentes stations*

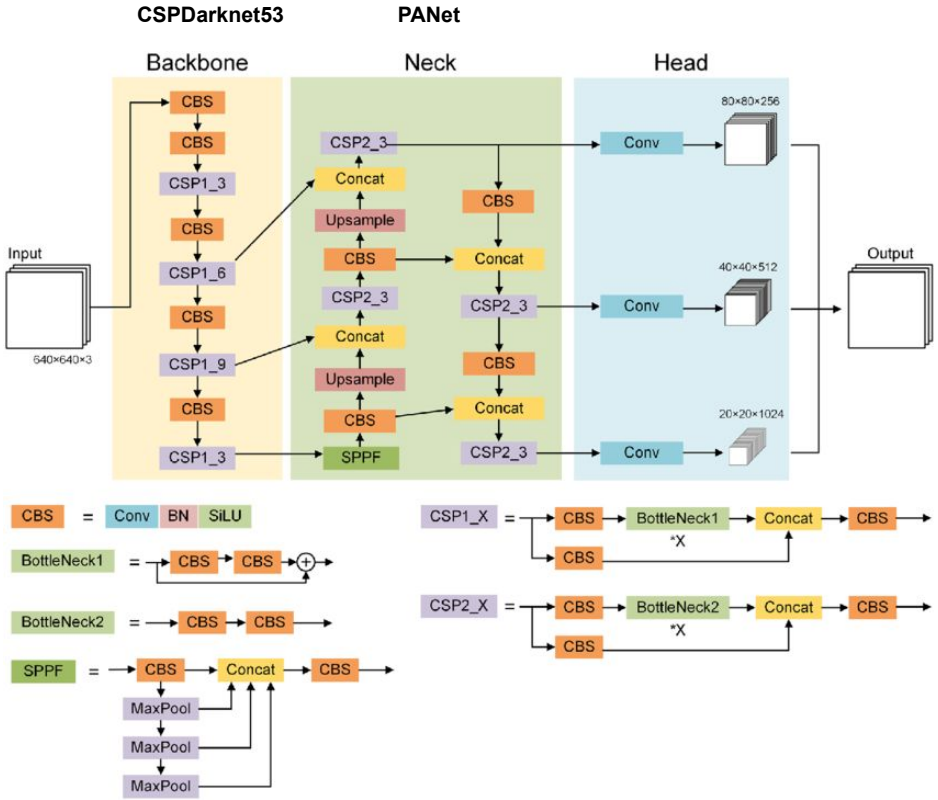


Comment reconnaitre une vocalise d'une autre ?

Spectrogramme : Représentation visuelle du son par transformation du signal

- *Durée*
- **Fréquence (aiguë, grave)**
- Modulations …

Figure 4. *Exemples de vocalises appartenant au répertoire vocal des baleines à bosse des Caraïbes*



Jiang, Tengjiao & Frøseth, Gunnstein & Rønnquist, Anders. (2023). A robust bridge rivet identification method using deep learning and computer vision. Engineering Structures. 283. 115809. 10.1016/j.engstruct.2023.115809.

Backbone *: Extraction de features (contours, textures, formes…)*

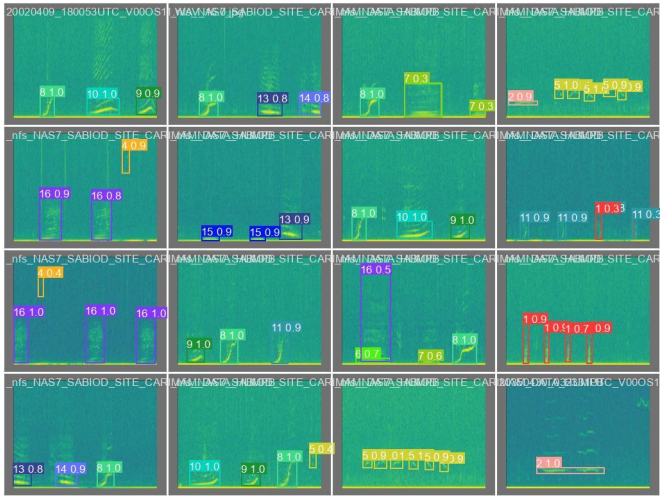
Neck *: Traitement des features extraites*

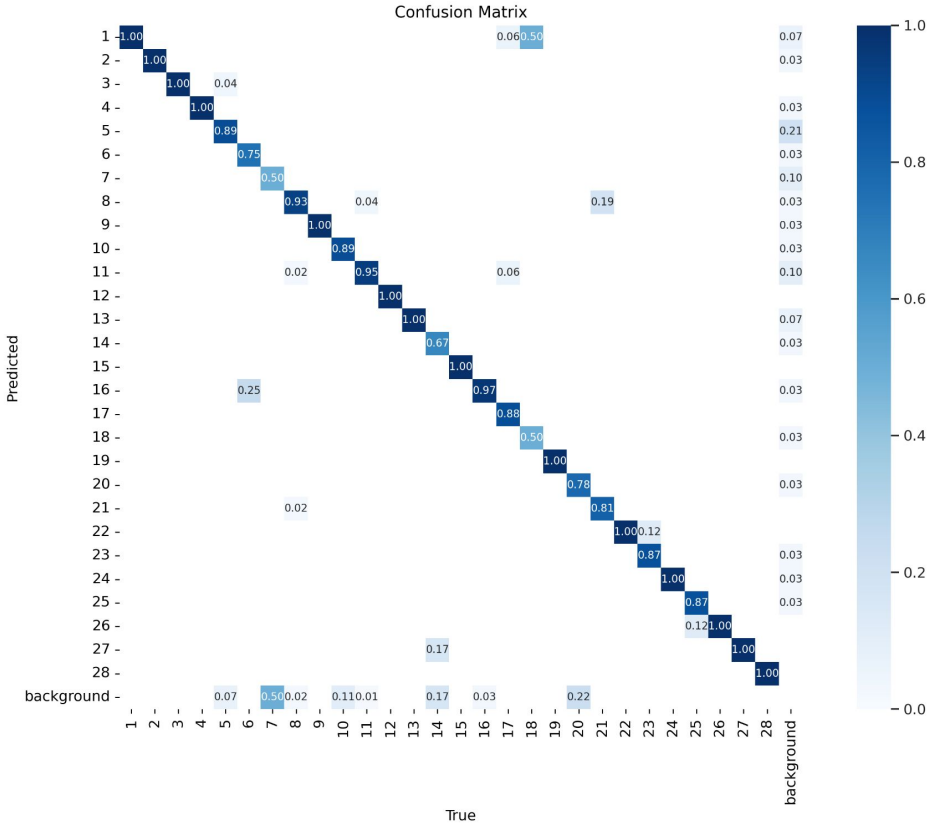
Head *: Prédit la position des boîte de détection*

bonne classification pour la plupart des types de vocalises

peu de confusion du modèle

mAP@50 : 0.874





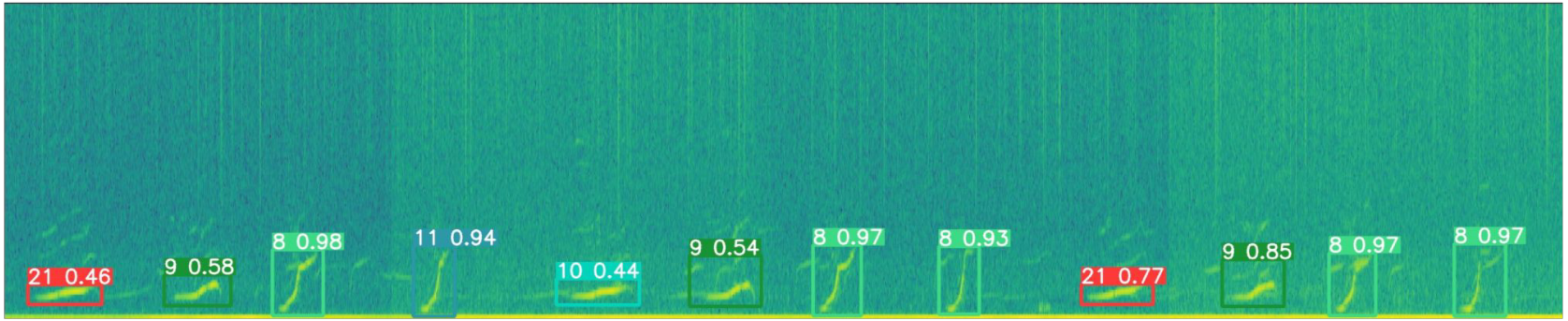
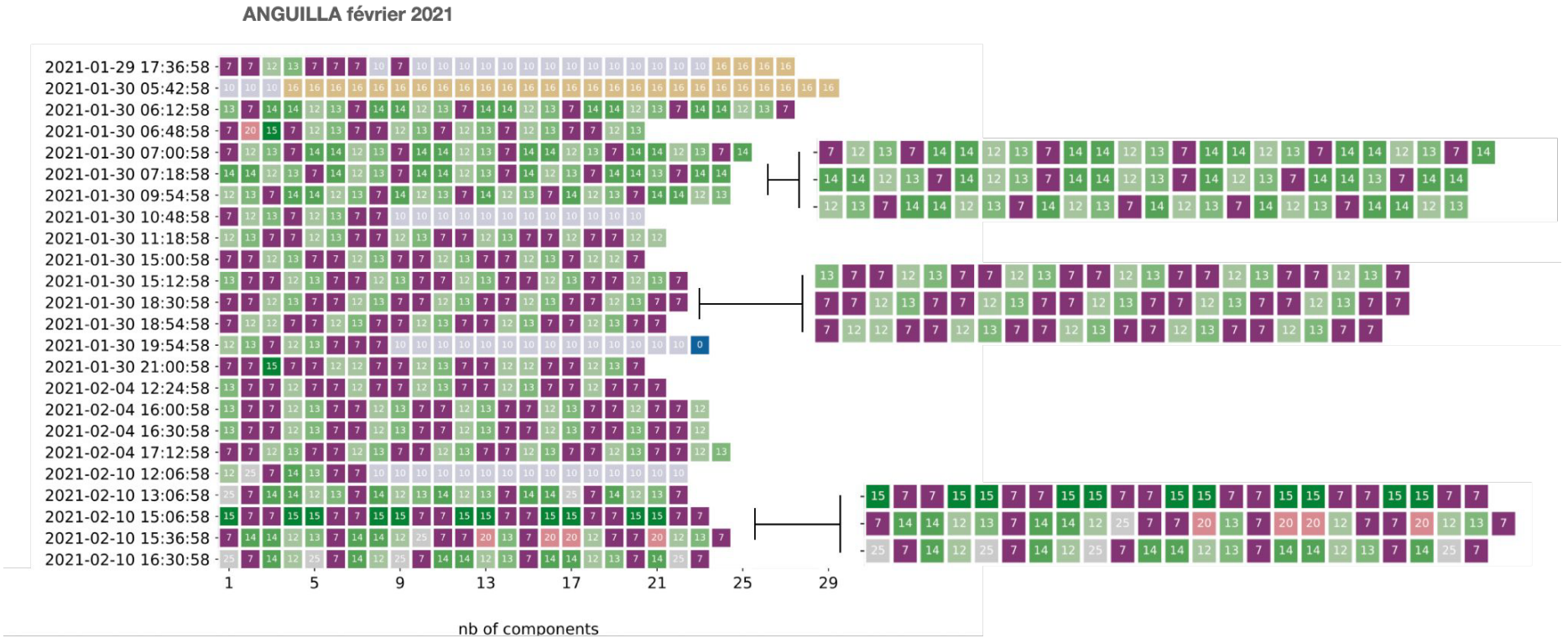
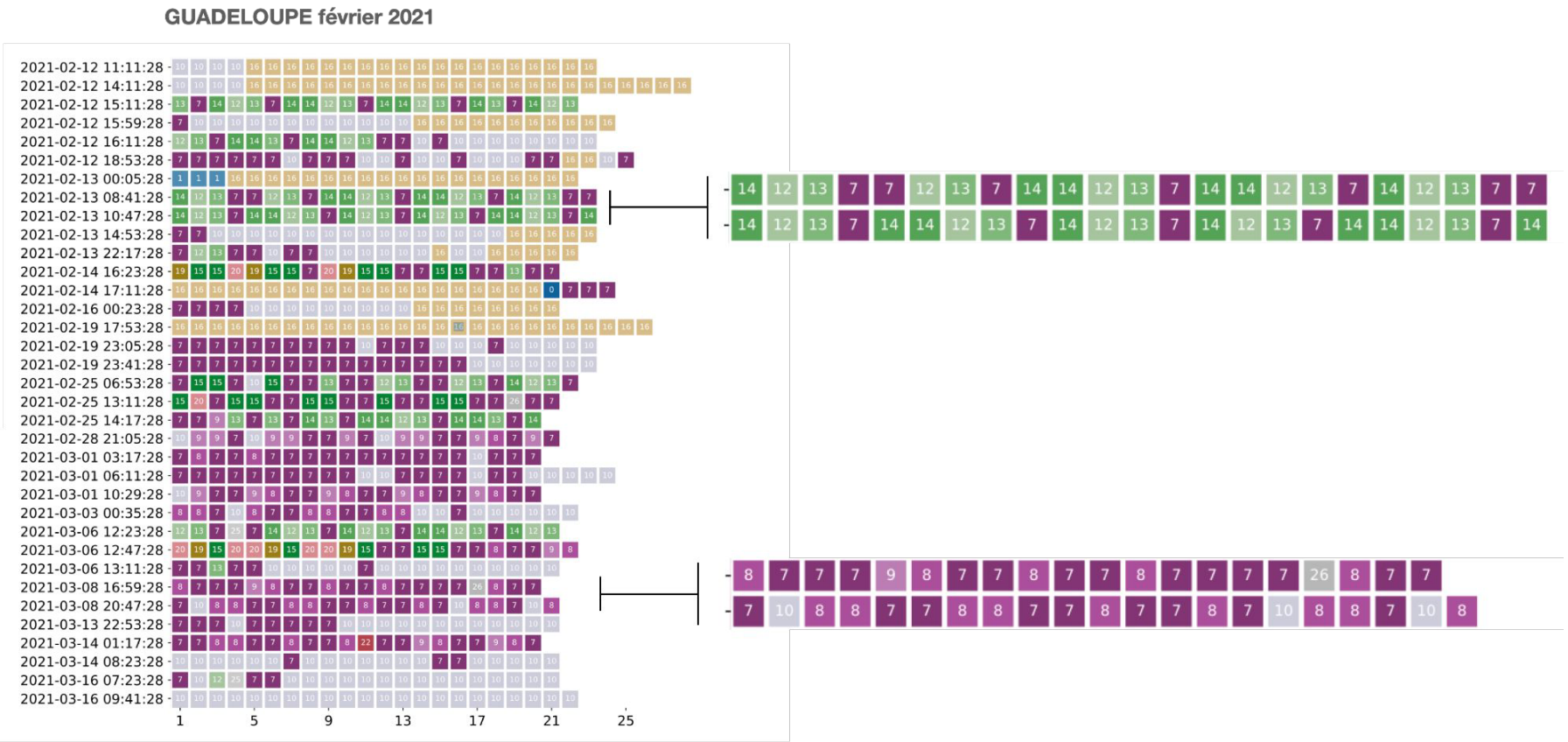


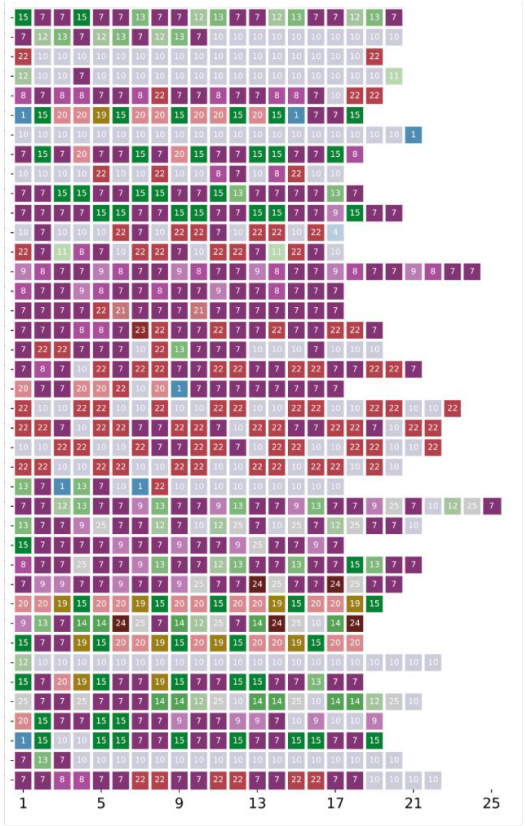
Figure 5. *Exemple de détections réalisées par le réseau de neurones*

- **2 221 181 vocalises détectés** et associés à une classe avec une confiance de modèle supérieure à 0.4
- 6 types détectés plus de 100 000 fois (0, 1, 2, 4, 7, 10) tandis que le reste est moins souvent détecté

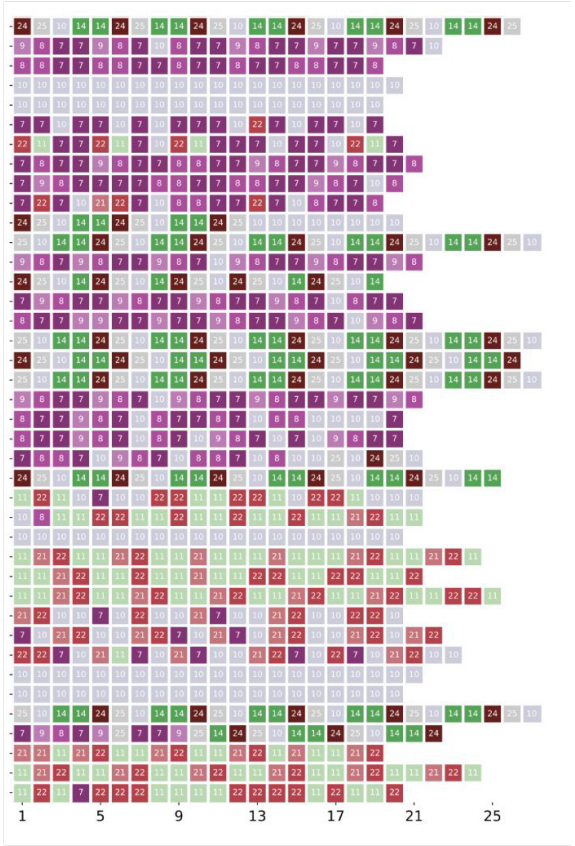

ANGUILLA février 2021
2021-01-29 17:36:58
2021-01-30 05:42:58
2021-01-30 06:12:58
2021-01-30 06:48:58
2021-01-30 07:00:58
2021-01-30 07:18:58
2021-01-30 09:54:58
2021-01-30 10:48:58
2021-01-30 11:18:58
2021-01-30 15:00:58
2021-01-30 15:12:58
2021-01-30 18:30:58
2021-01-30 18:54:58
2021-01-30 19:54:58
2021-01-30 21:00:58
2021-02-04 12:24:58
2021-02-04 16:00:58
2021-02-04 16:30:58
2021-02-04 17:12:58
2021-02-10 12:06:58
2021-02-10 13:06:58
2021-02-10 15:06:58
2021-02-10 15:36:58
2021-02-10 16:30:58
1
5
9
13
17
21
25
29
nb of components


GUADELOUPE février 2021
2021-02-12 11:11:28
2021-02-12 14:11:28
2021-02-12 15:11:28
2021-02-12 15:59:28
2021-02-12 16:11:28
2021-02-12 18:53:28
2021-02-13 00:05:28
2021-02-13 08:41:28
2021-02-13 10:47:28
2021-02-13 14:53:28
2021-02-13 22:17:28
2021-02-14 16:23:28
2021-02-14 17:11:28
2021-02-16 00:23:28
2021-02-19 17:53:28
2021-02-19 23:05:28
2021-02-19 23:41:28
2021-02-25 06:53:28
2021-02-25 13:11:28
2021-02-25 14:17:28
2021-02-28 21:05:28
2021-03-01 03:17:28
2021-03-01 06:11:28
2021-03-01 10:29:28
2021-03-03 00:35:28
2021-03-06 12:23:28
2021-03-06 12:47:28
2021-03-06 13:11:28
2021-03-08 16:59:28
2021-03-08 20:47:28
2021-03-13 22:53:28
2021-03-14 01:17:28
2021-03-14 08:23:28
2021-03-16 07:23:28
2021-03-16 09:41:28
1
5
9
13
17
21
25

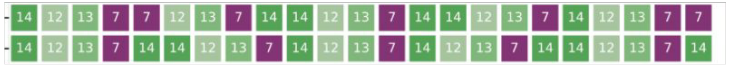
BERMUDES février 2021



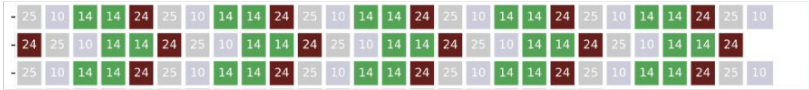
BERMUDES février 2022



GUADELOUPE février 2021



BERMUDES février 2022





CRAIG PARRY

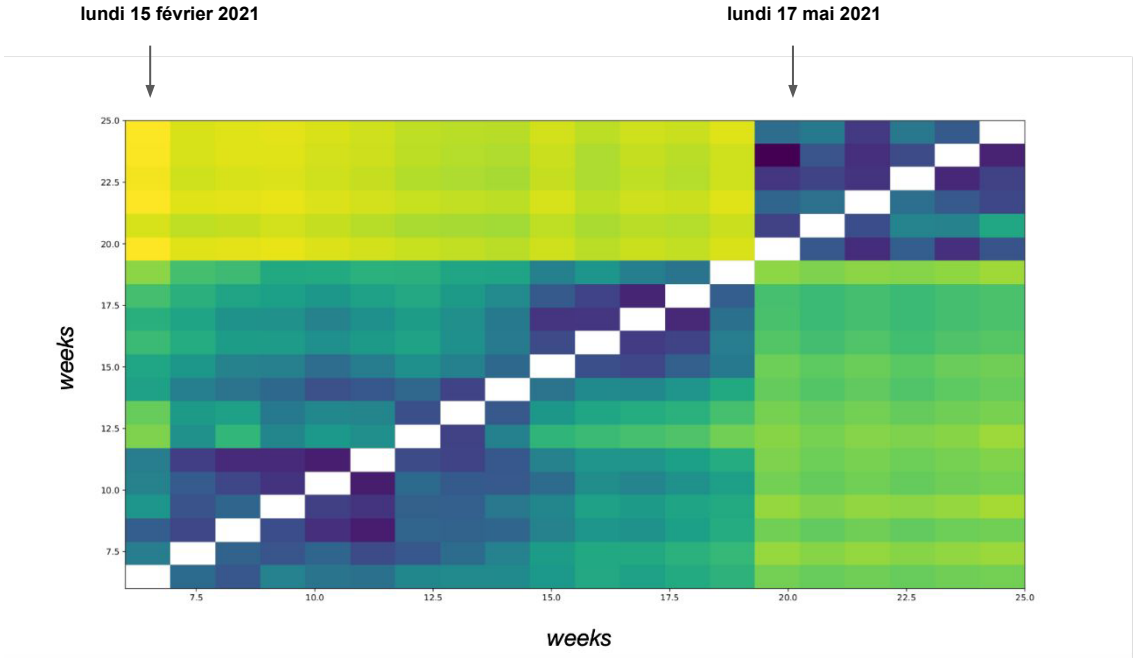


Figure 6. *Divergence de Kullback-Leibler (LK) sur le répertoire des 3 stations de Guadeloupe en 2021*

- *Évolution graduelle du répertoire*
- *Corrélation positive entre le **temps** et la **divergence** des vocalises du répertoire*

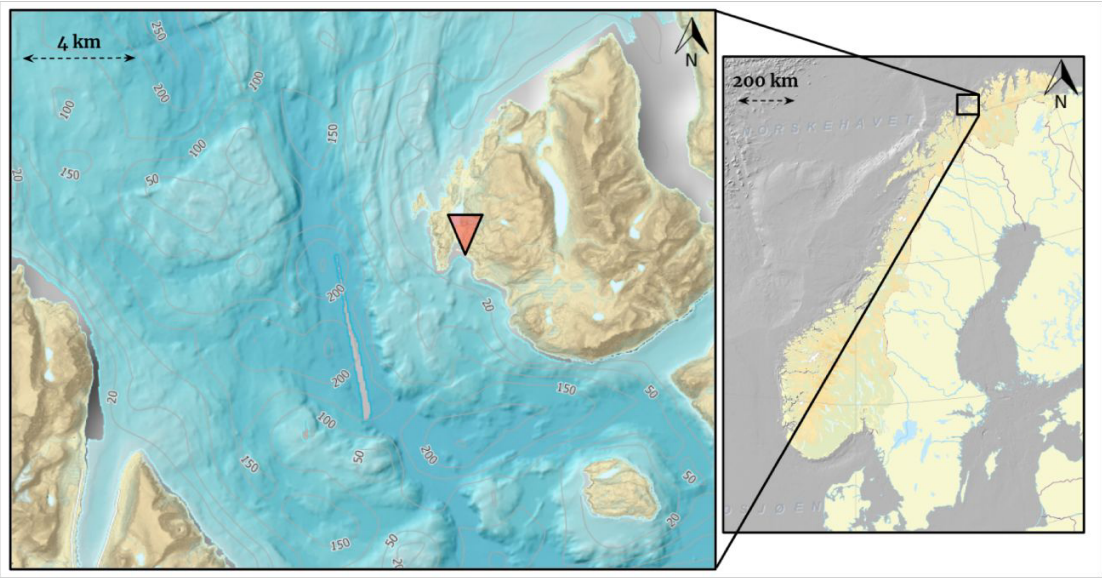
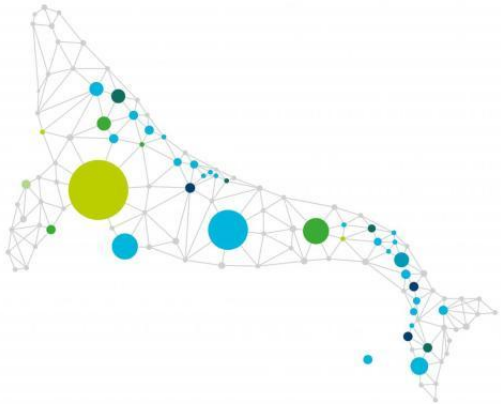


Figure 7. *Carte de la zone d'enregistrement en Norvège : Fjord de Seglevik*

Poupard M. et al. 2024

- *Projet ADAPREDAT*
- Présence des baleines à bosses avant leur longue migrations
- **80 jours d'enregistrements** : ~ 154,000 vocalises détectés



- *Reconstruire les chants*
- *Comprendre l'évolution des chants*
- **Mieux connaitre les populations**
- Suivre les migrations par acoustique passive