



CHORUS





# Les apports de l'acoustique dans la connaissance du vivant

## Journée Technique « Lagunes Méditerranéennes »

---

Cédric Gervaise, Julie Lossent, Marine Magnin, CHORUS  
Pierre Boissery, Anais Giraud, Agence de l'Eau RMC

CHORUS



# Un projet de recherche 2019-2020

- Questions

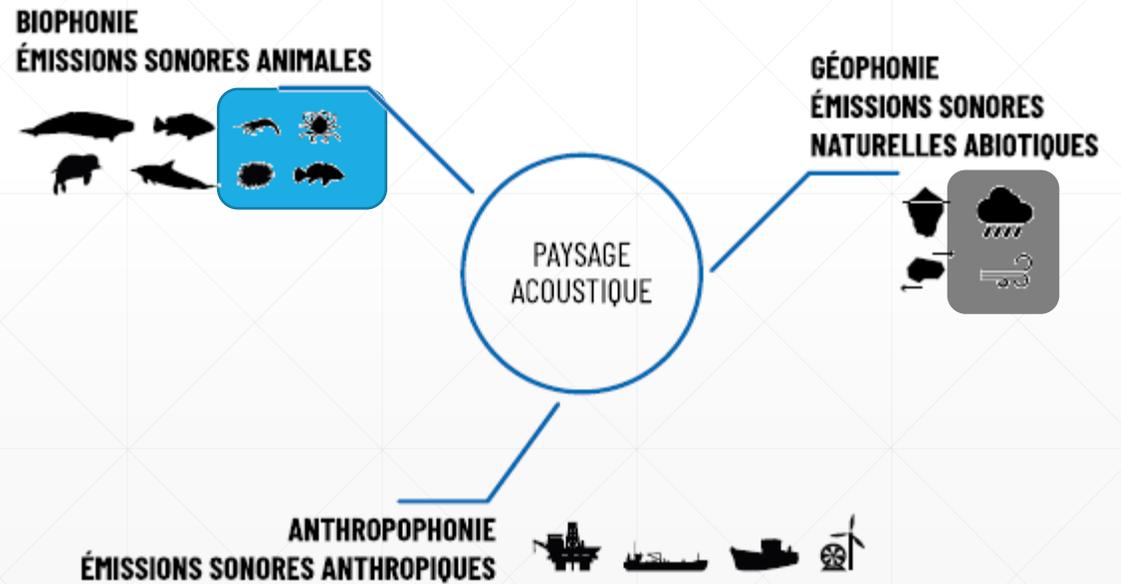
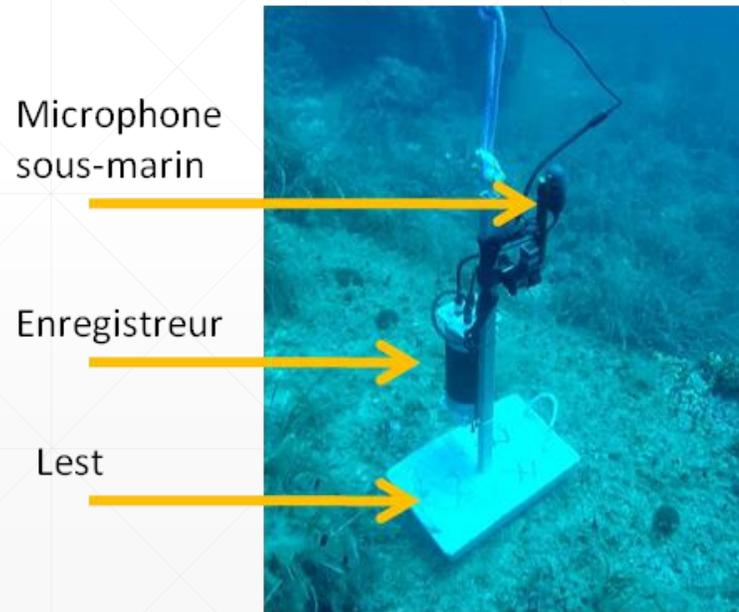
- Courts termes : La faune aquatique des lagunes émet-elle des sons ?
- Courts termes : Que nous disent ces sons sur l'état de la lagune ?

- Mise en perspective :

- Le monitoring par acoustique passive peut-il être à terme un des moyens de surveillance opérationnelle du vivant pour les lagunes méditerranéennes ?

# Contexte scientifique et technique international

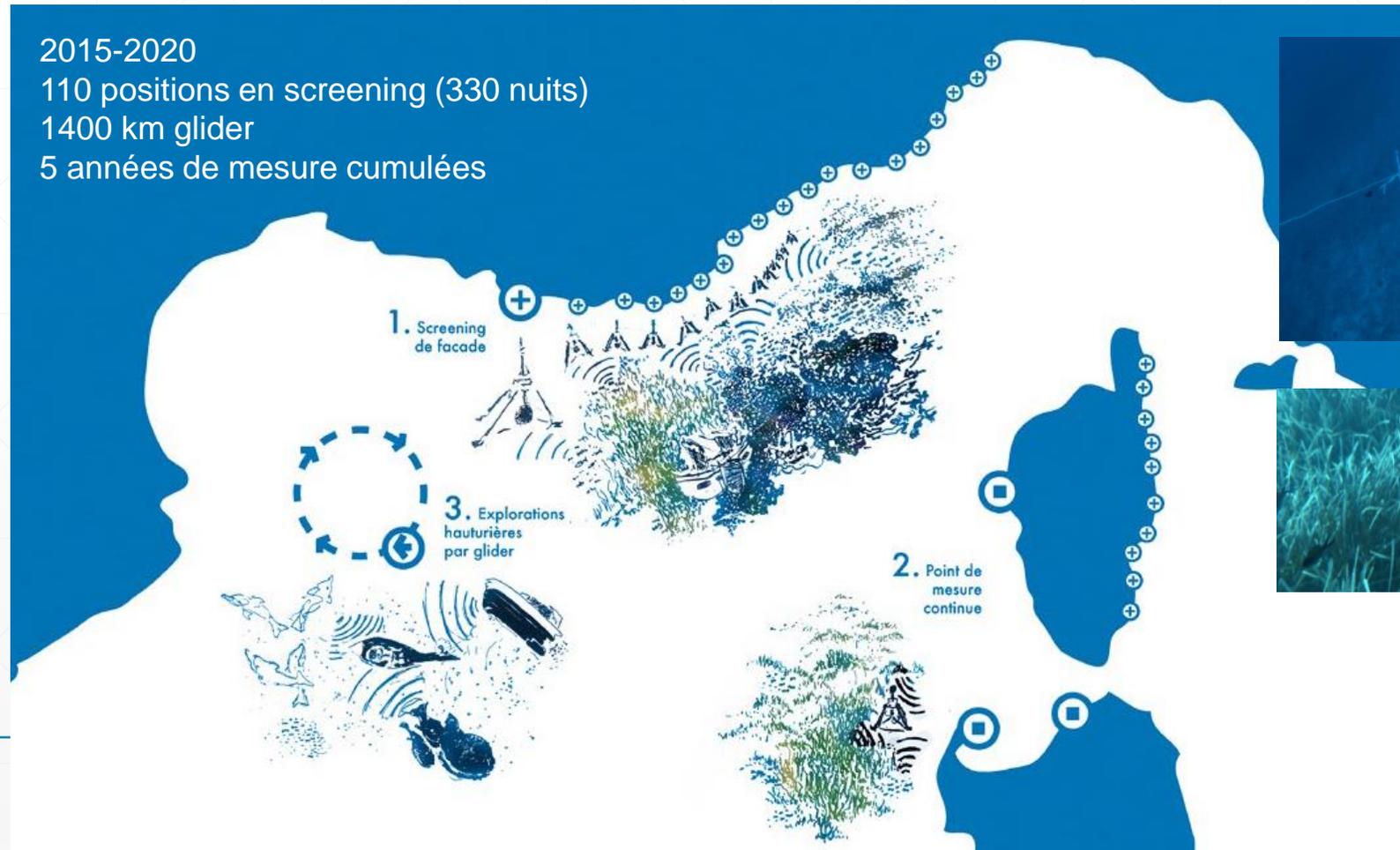
- L'essor du PAM (Passive Acoustic Monitoring) et de l'écologie acoustique des écosystèmes marins à l'échelle internationale depuis une décennie

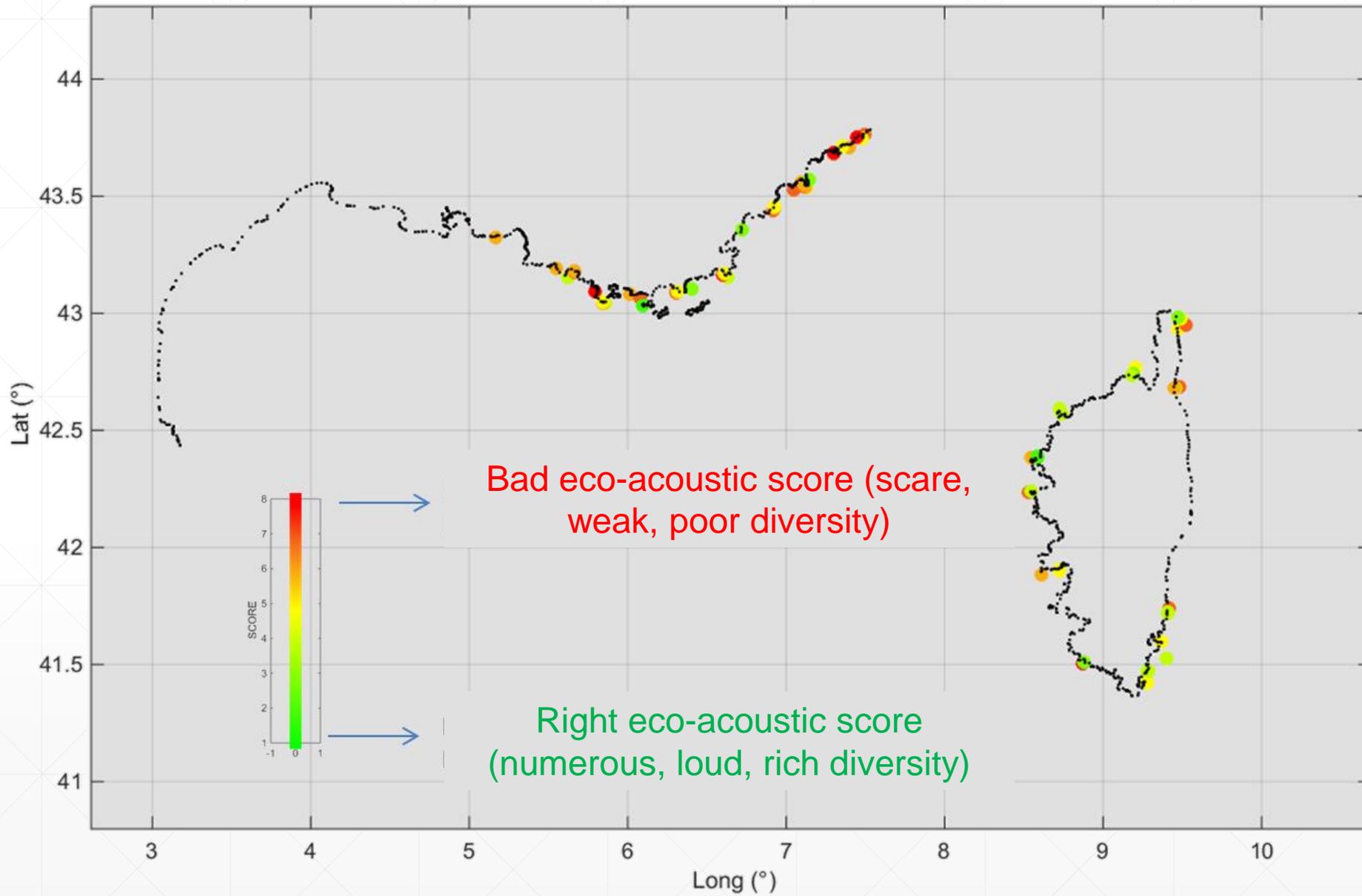


# Contexte scientifique et technique régional

- Les acquis du réseau CALME (Caractérisation Acoustique du Littoral Méditerranéen et de ses Ecosystèmes)

2015-2020  
110 positions en screening (330 nuits)  
1400 km glider  
5 années de mesure cumulées

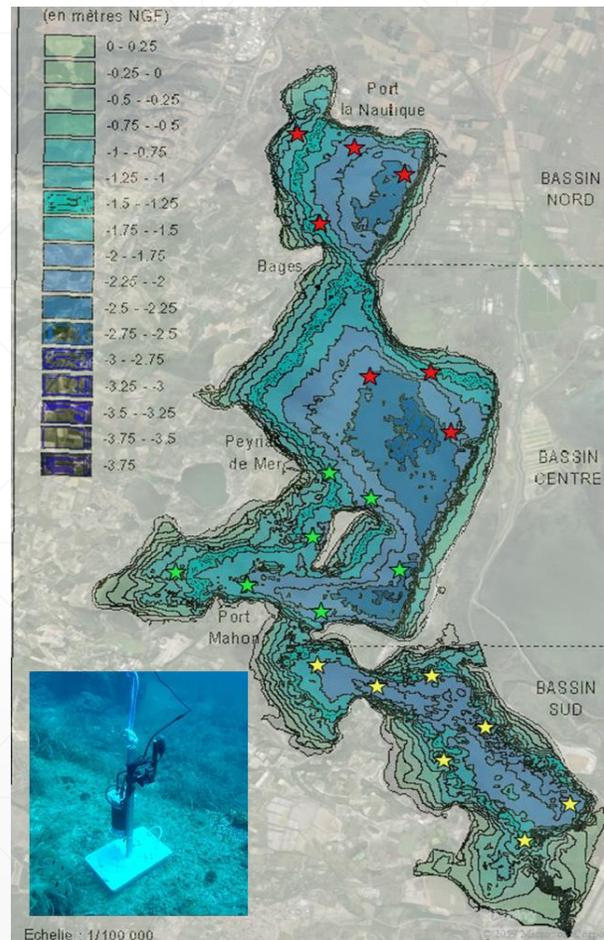




# Un plan d'échantillonnage de la lagune de Bages-Sigean conçu avec l'AE RMC et le parc régional de la Narbonnaise



Parc naturel régional de la  
Narbonnaise en Méditerranée  
LE PAYS CATHARE



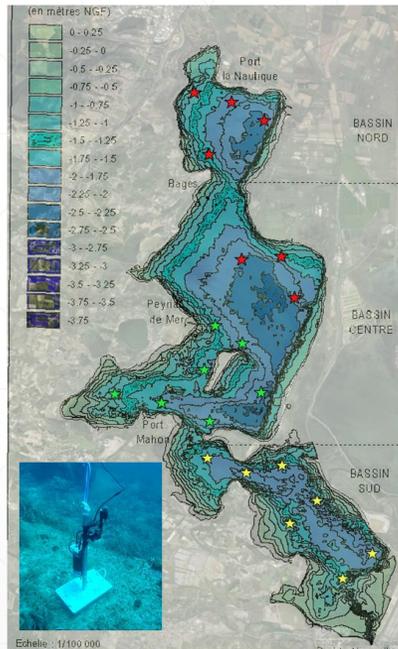
## Etude des liens avec l'environnement

- Diversité d'habitats et de couvertures d'herbiers
- Diversité de bathymétries [0 m – 4m]
- Diversité de distances au grau
- Diversité de distances aux STEPs
- Diversité de distances aux apports d'eau douce
- Diversité de salinité
- Variabilité saisonnière

[21 nuits de mesure x Avril & Octobre 2019]

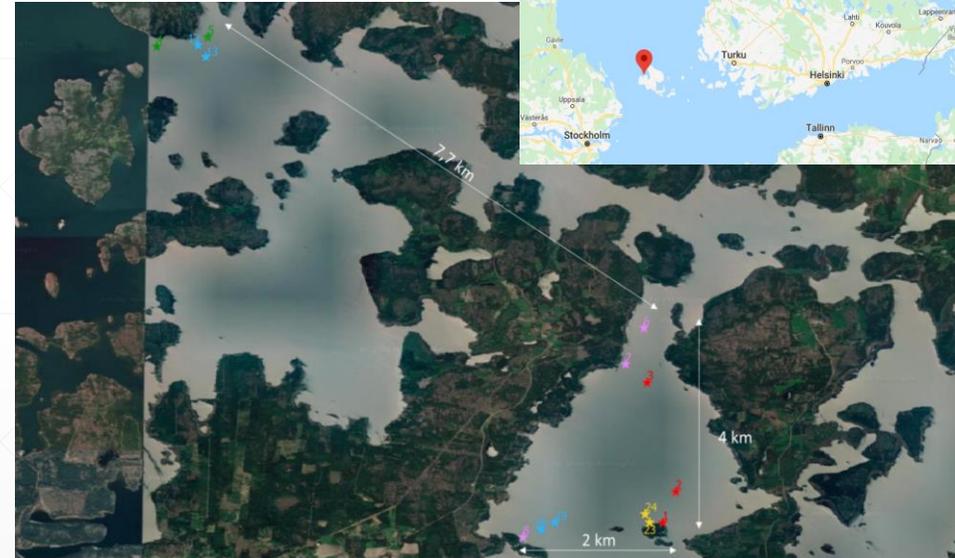
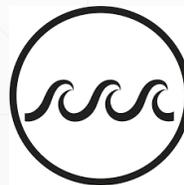


# Un plan d'échantillonnage de la lagune de Bages-Sigean porté dans un contexte international (// avec la baltique)



[21 nuits de mesure x Avril & Octobre 2019]

Anna Törnroos



[14 nuits en Juillet 2019]

- Diversité de bathymétries [0 m – 15 m]
- Diversité de concentration en O<sub>2</sub> [ 3 mg/l – 8 mg/l]

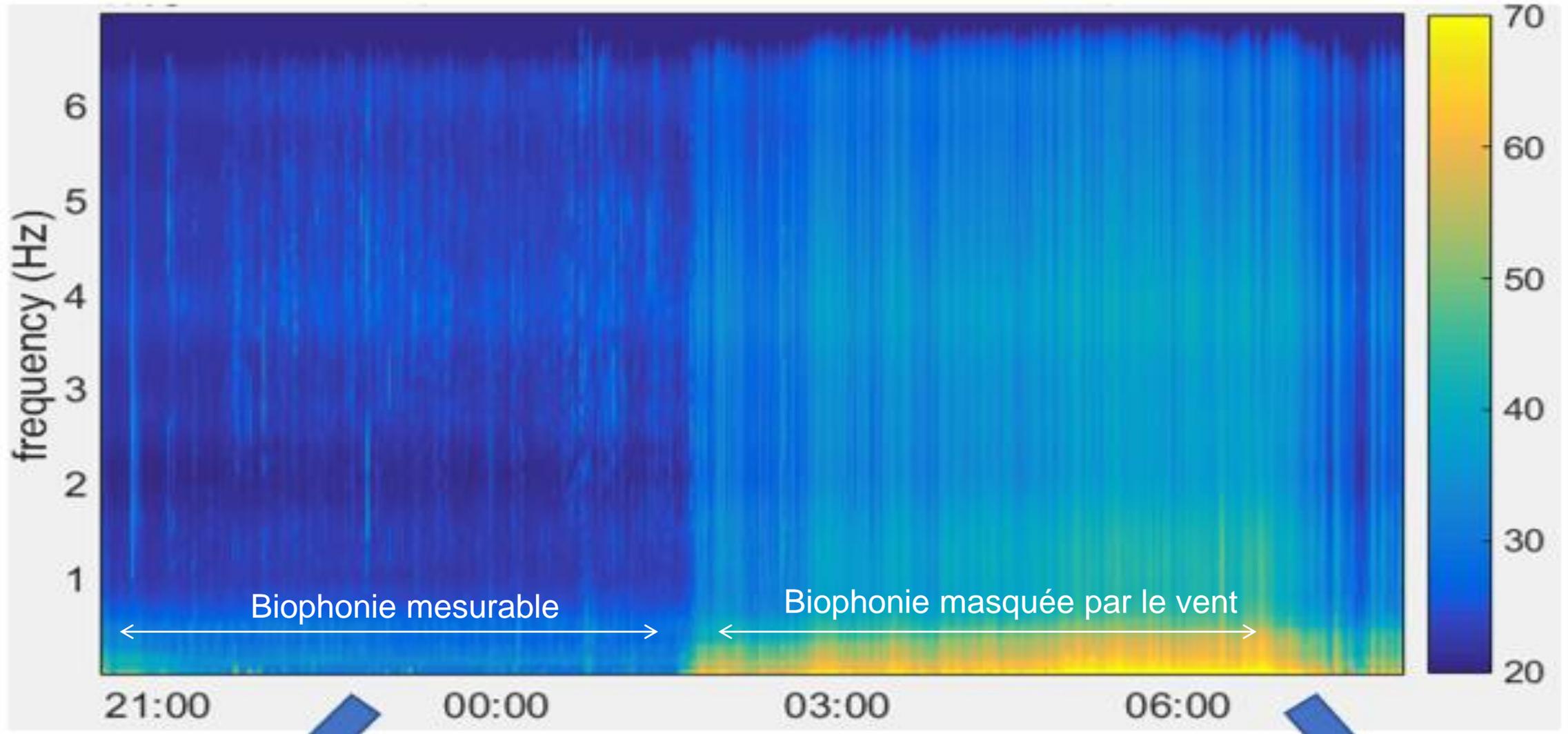


# En milieu de très faible profondeur le bruit du vent et des vagues se dispute la préséance avec la biophonie

- la biophonie reste audible une portion significative des nuits de mesure

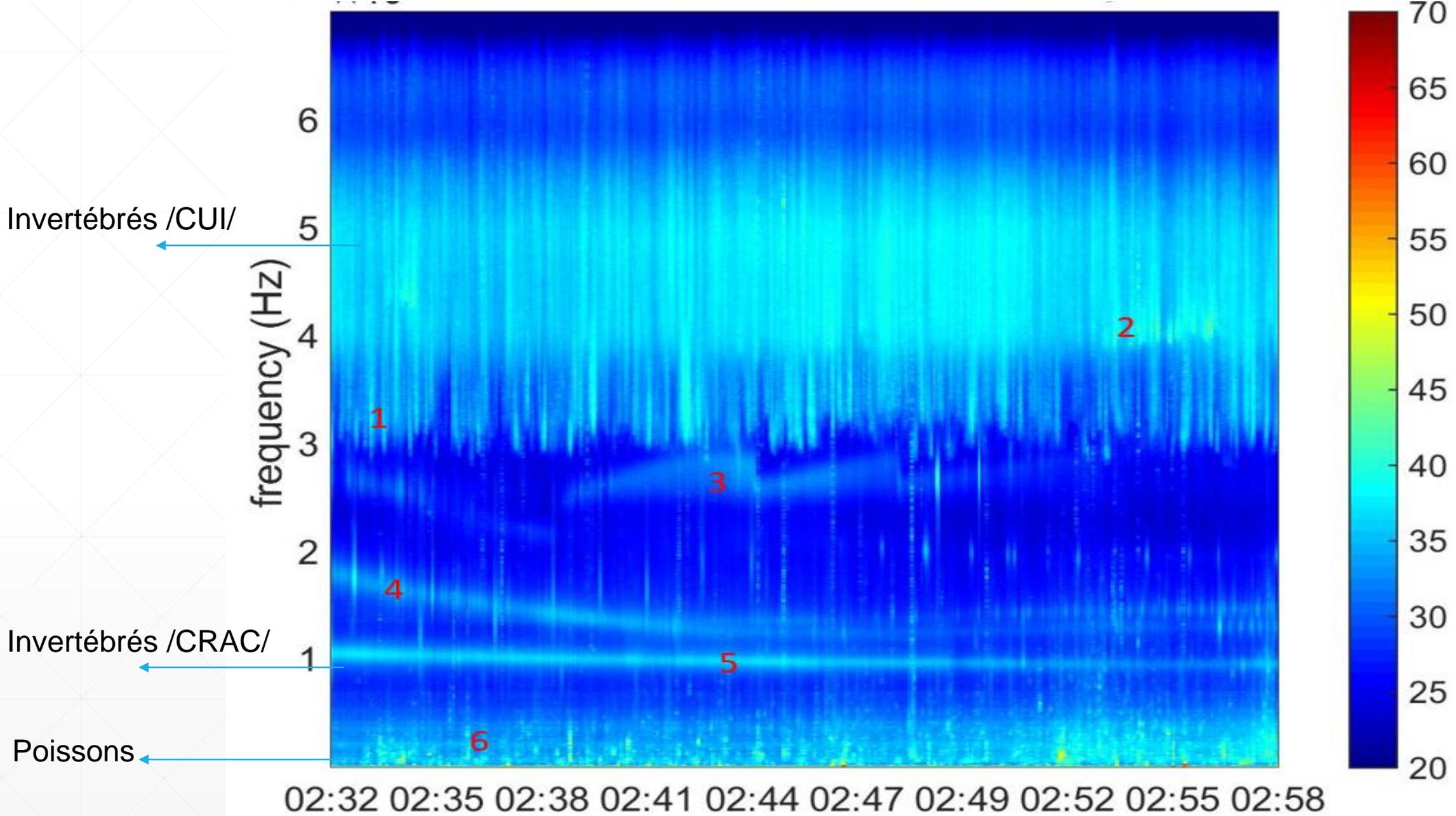
| Site, période et production sonore                    | Nombre de ½ heures au total | Nombre de ½ heures exploitables | Pourcentage de données exploitables |
|---|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| BAGES - Avril – Fréquences audibles [1 kHz, 10 kHz]   | 483                         | 71                              | 15%                                 |
| BAGES – Octobre - Fréquences audibles [1 kHz, 10 kHz] | 414                         | 48                              | 12%                                 |
| BAGES - Avril – [ultra-son]                           | 483                         | 203                             | 42%                                 |
| BAGES – Octobre – [ultra-son]                         | 414                         | 254                             | 61%                                 |
| Finlande - Août - Fréquences audibles [1 kHz, 10 kHz] | 336                         | 85                              | 25%                                 |
| Finlande - Août – [ultra-son]                         | 336                         | 160                             | 48%                                 |

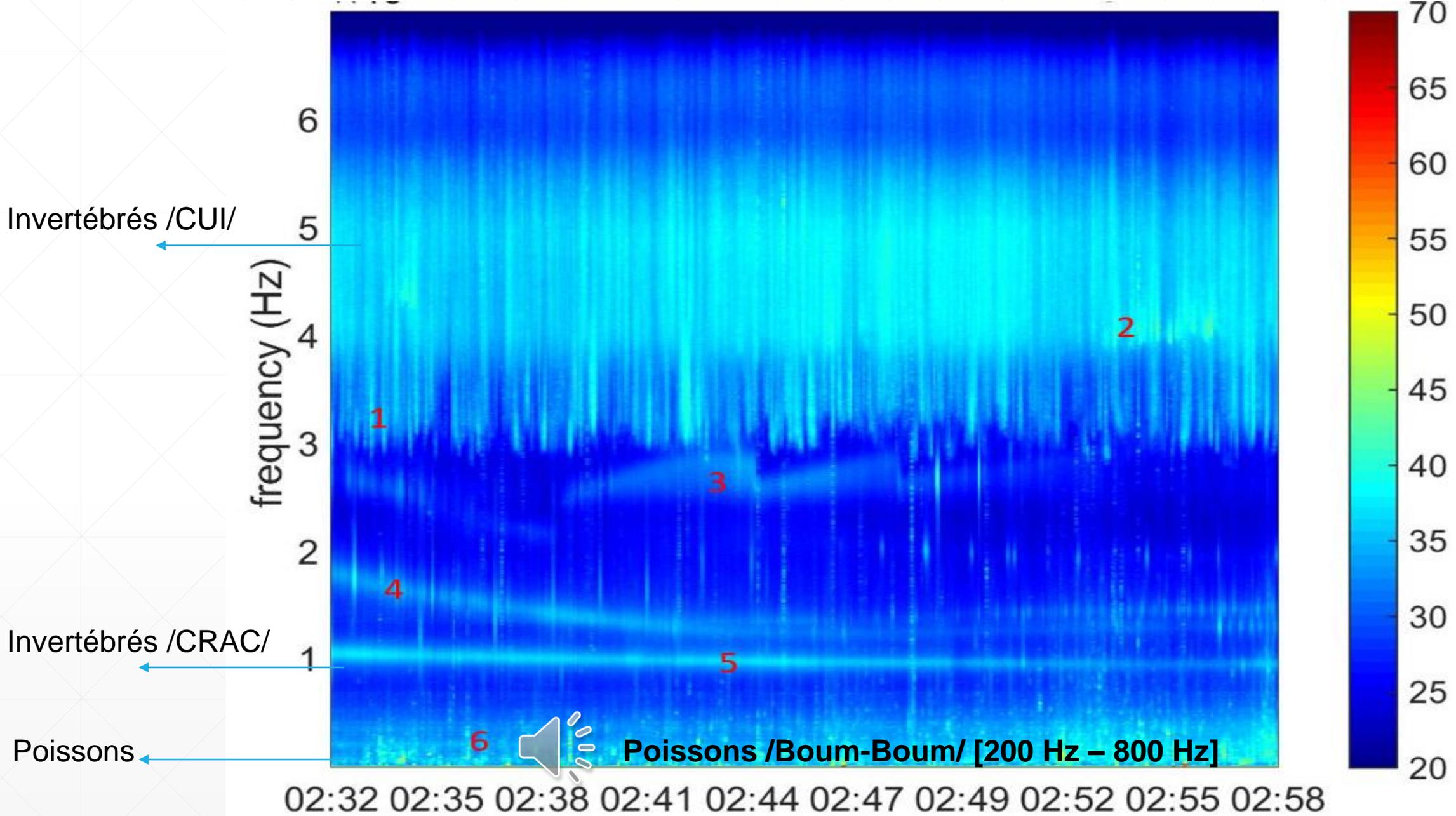
X 10 000 Hz

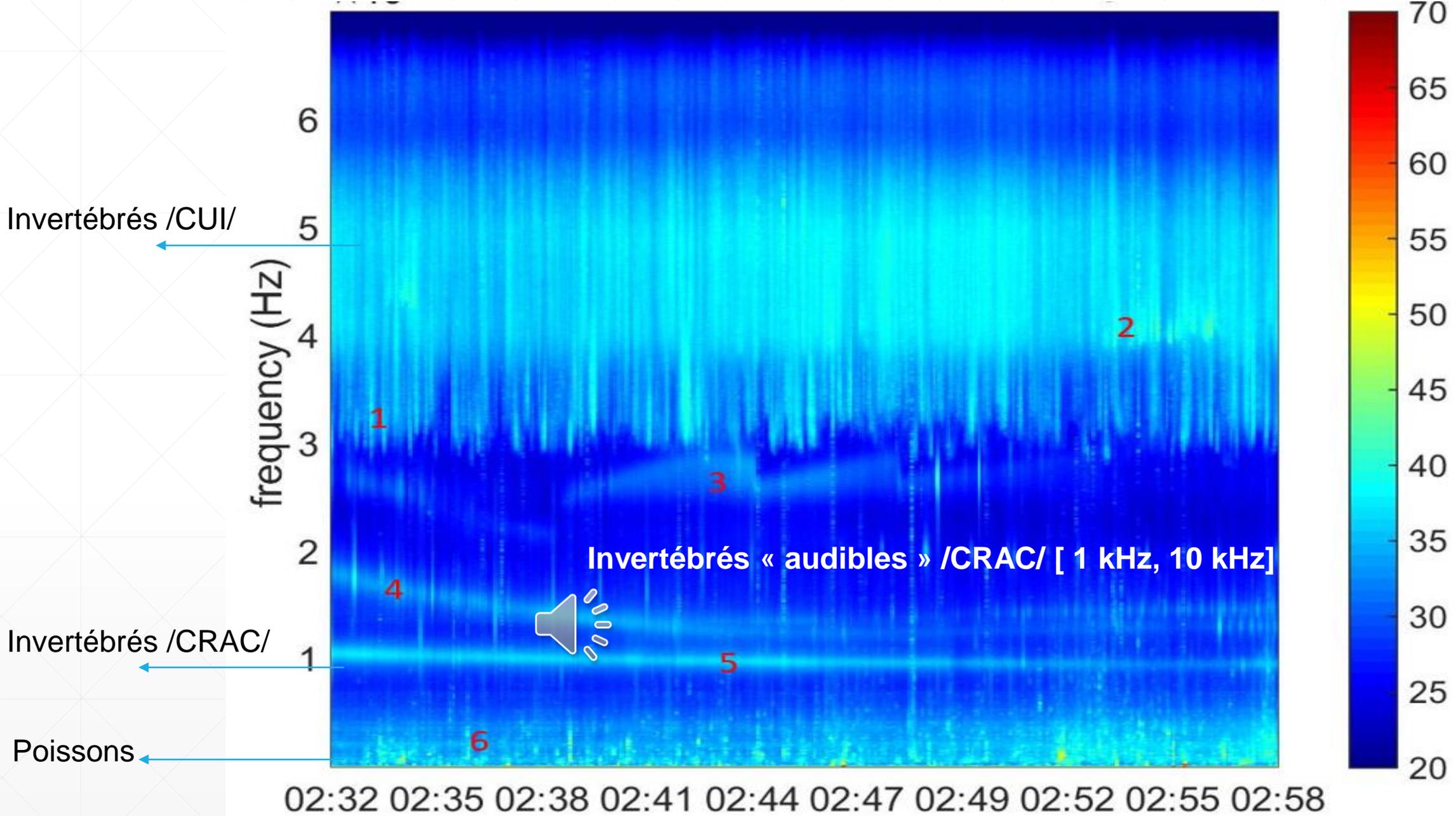


# Lorsque la biophonie n'est pas masquée par le vent

- La biophonie comprend 3 composantes
  - Les sons émis par les poissons (similaires à ceux connus en mer)
  - Les sons émis par des invertébrés aquatiques (similaires à ceux connus en mer)
  - Des sons émis par d'autres invertébrés aquatiques
    - ➔ jamais entendus en mer et jamais décrits par la communauté scientifique
    - ➔ présents à Bages-Sigean et en Finlande







Invertébrés « ultra-soniques » /CUI/ (vitesse ralentie par 10, les ultra-sons deviennent des sons) [ 30 kHz, 70 kHz]

Invertébrés /CUI/

frequency (Hz)

6  
5  
4  
3  
2  
1



Baltique



Bages

1

3

2

4

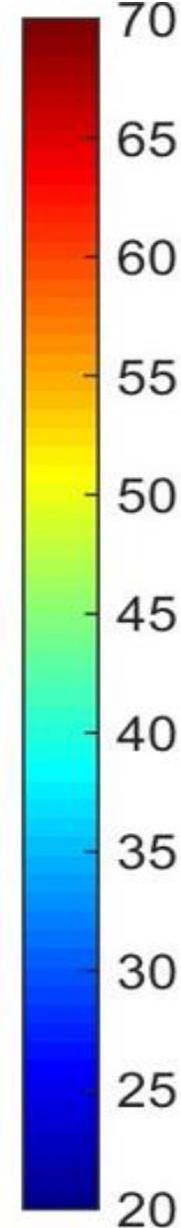
5

6

Invertébrés /CRAC/

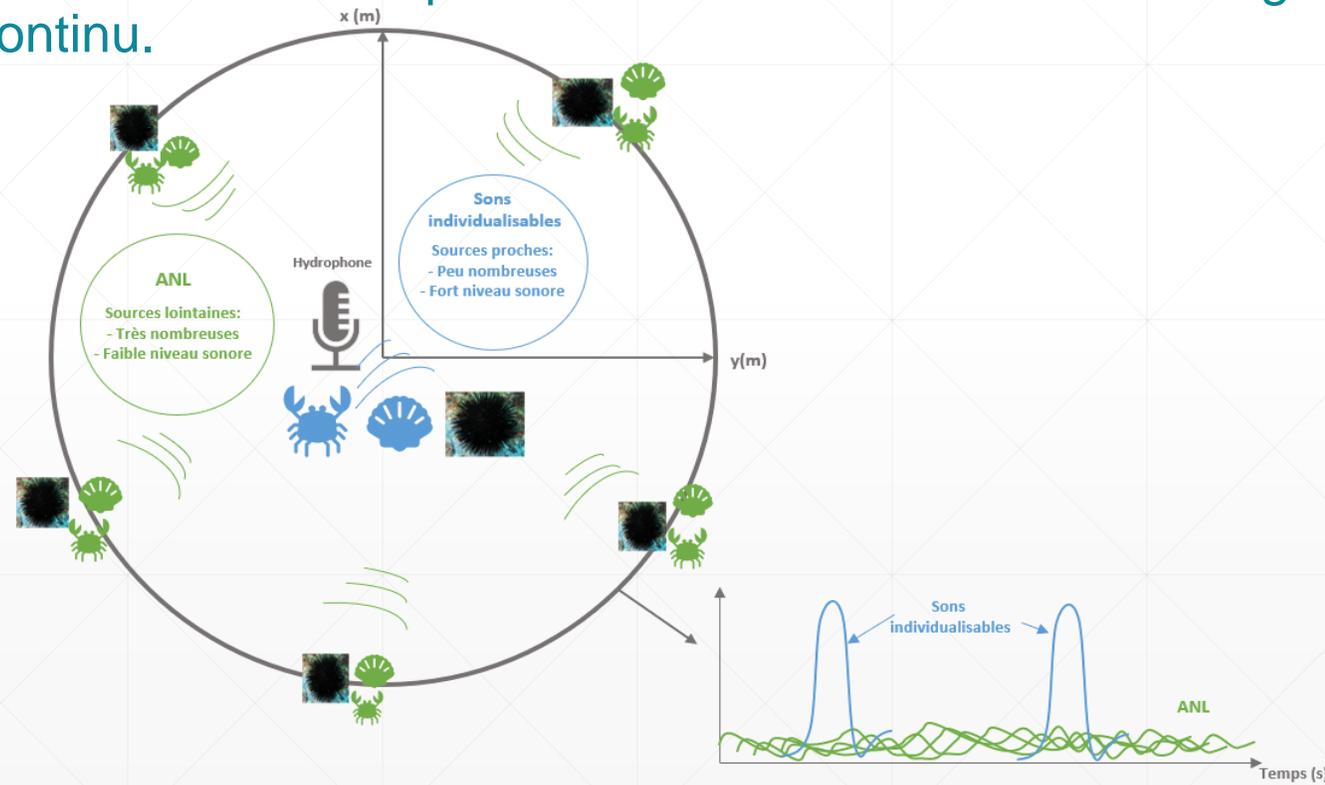
Poissons

02:32 02:35 02:38 02:41 02:44 02:47 02:49 02:52 02:55 02:58



# Comment quantifier une biophonie ?

- Descripteur 1 : Nombre de sons « individualisables » par unité de temps
- Descripteur 2 : Niveau sonore (ANL Ambient Noise Level dB re. 1 $\mu$ Pa) du bruit de fond (chorus) de tous les sons émis par les animaux 'lointains' se mélangeant en 1 seul brouhaha continu.

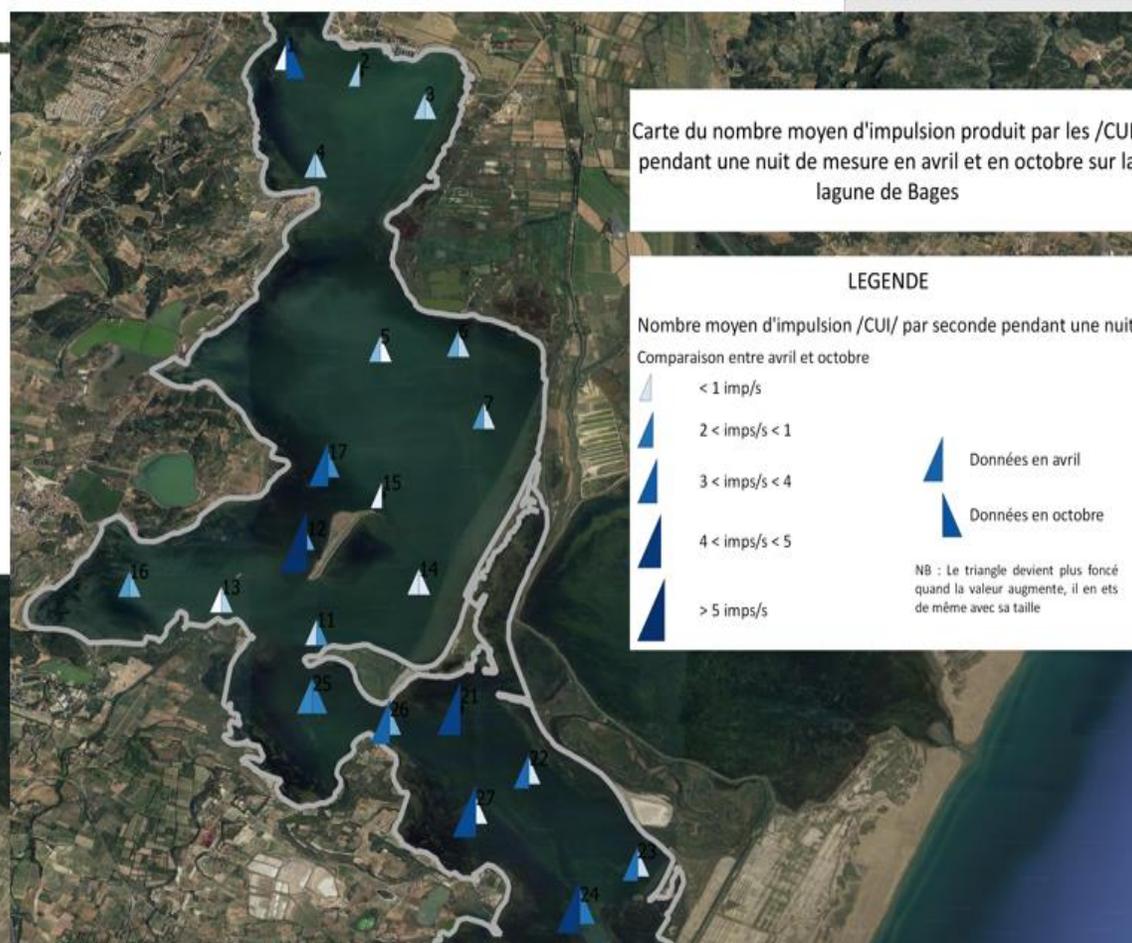
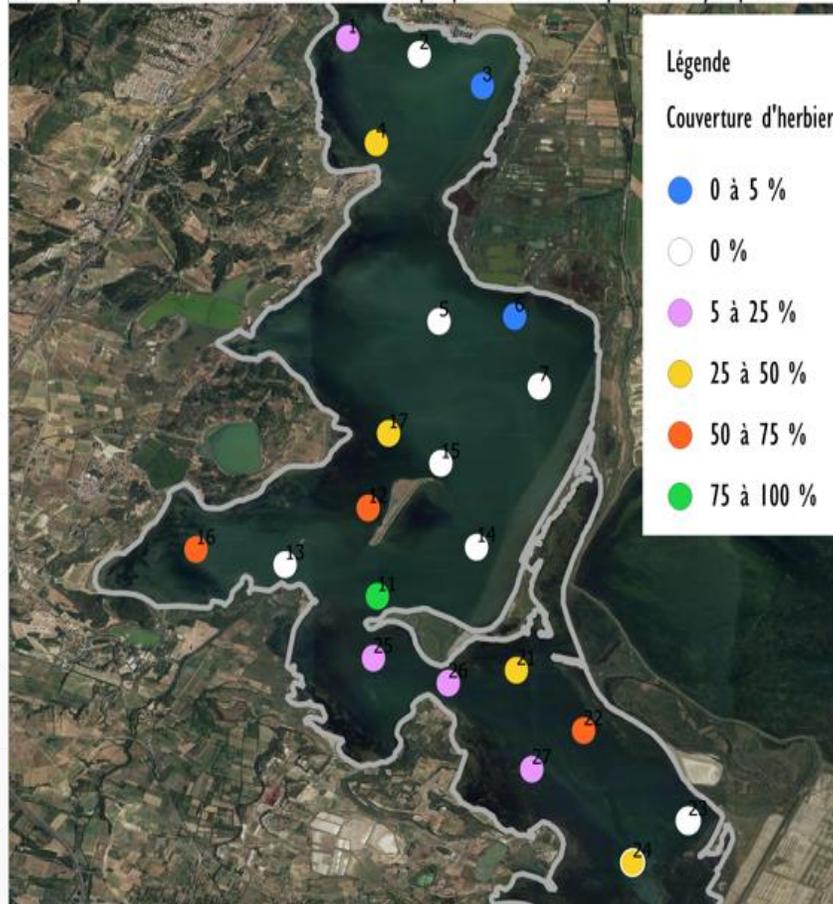


# Lorsqu'elle n'est pas masquée, la production sonore animal est nombreuse

- Poisson (Bages): 119+-89 sons/ nuit [41,289],
- Invertébrés /crac/ :
  - Bages : 63 612 +/-17 604 sons par heure [576, 115 560]
  - Baltique : 79 668 +/-62 676 sons par heure [30 240, 196 920]
- Invertébrés /cui/ :
  - Bages : 3 780+/-5 112 sons par heure [180, 20 880]
  - Baltique : 8 280 +/-14 292 sons par heure [576,14 292]

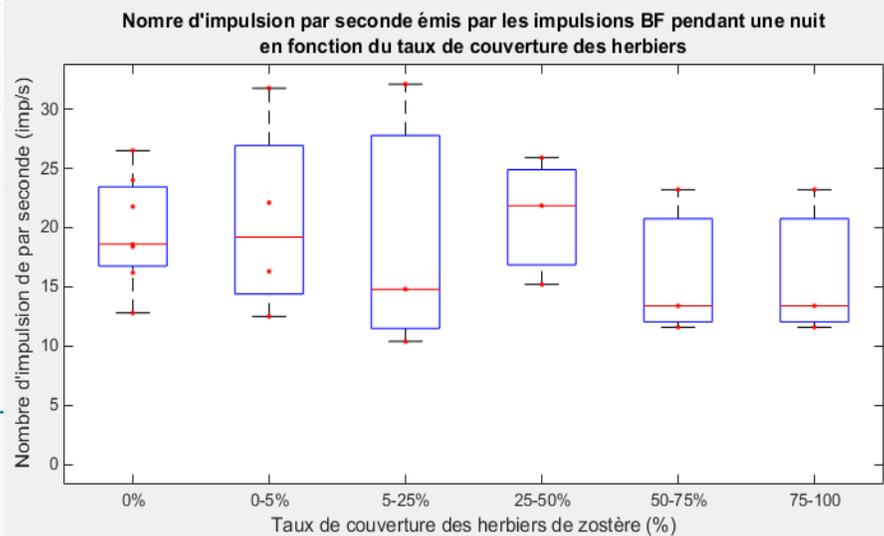
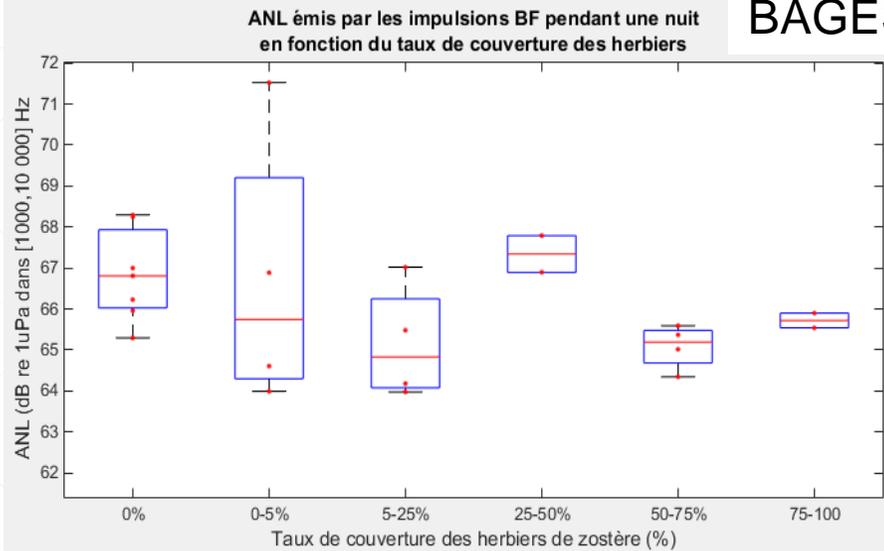
# Les descripteurs acoustiques sont évalués et cartographiés

Carte représentant la couverture d'herbier à chaque points où ont été posés des hydrophones

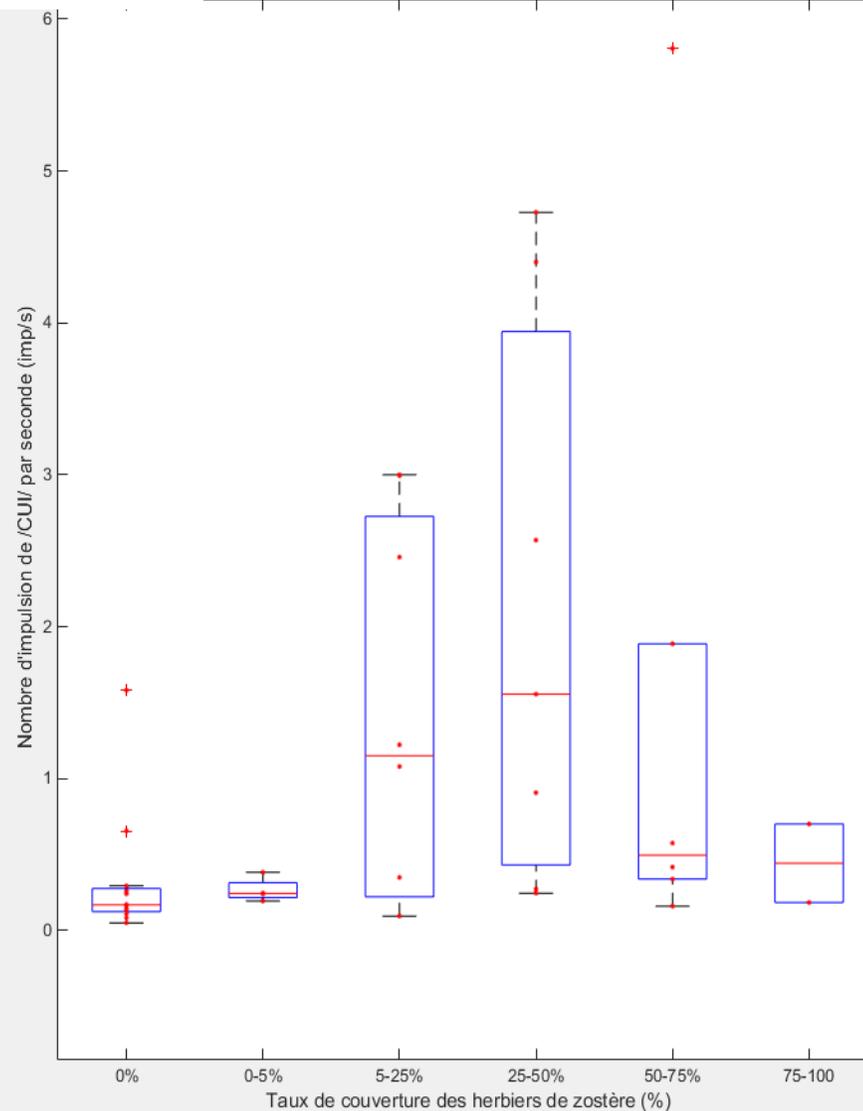


# La dépendance avec les paramètres d'environnement est étudiée par diagramme moustache, test ANOVA, MANOVA

## BAGES INVERTEBRES

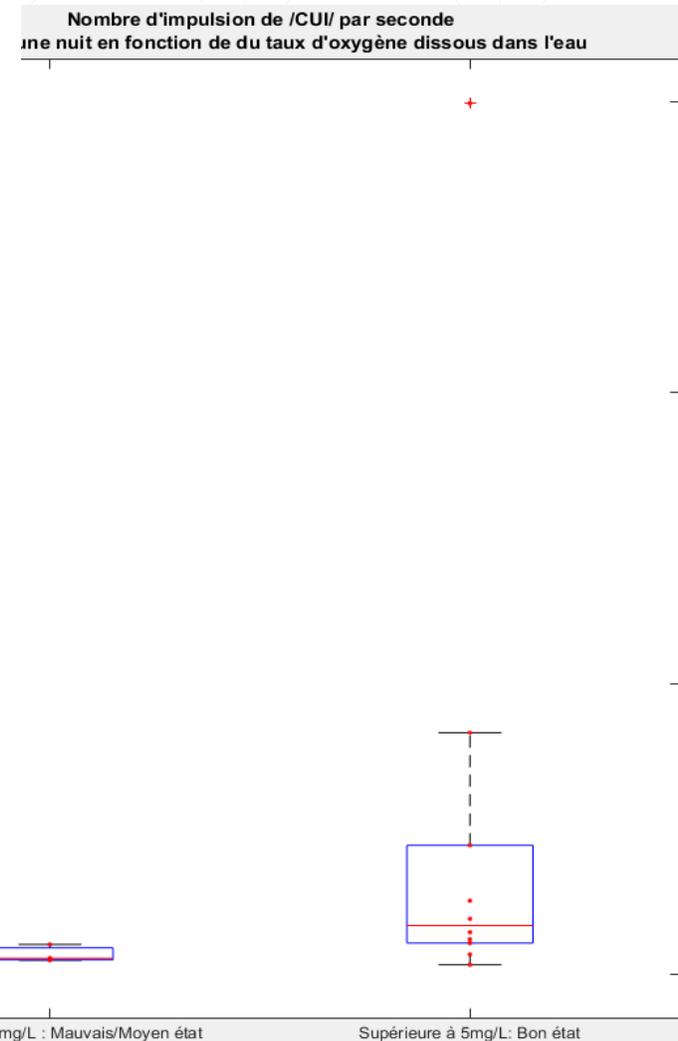
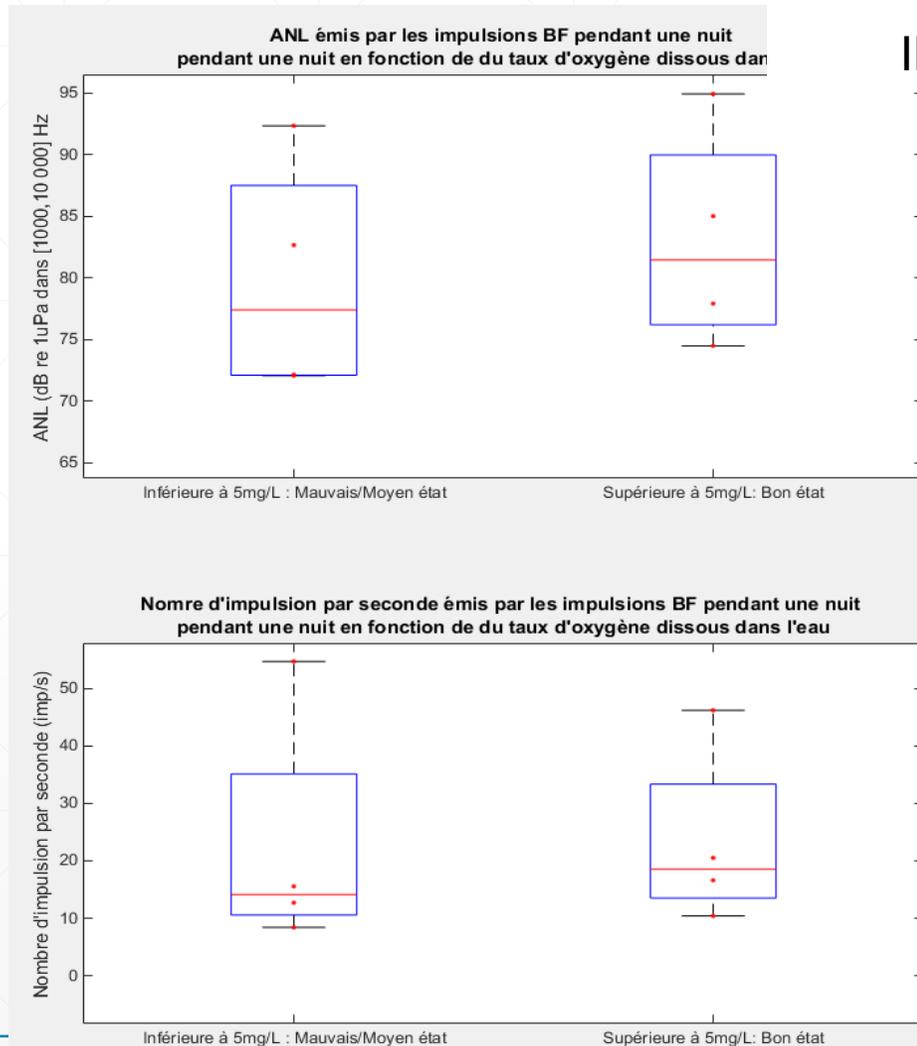


**Nombre d'impulsion de /CUI/ par seconde en fonction du taux de couverture des herbiers**



# La dépendance avec les paramètres d'environnement est étudiée par diagramme moustache, test ANOVA, MANOVA

## BALTIQUE INVERTEBRES



| Production sonore de la lagune de Bages-Sigean | Saison/Salinité       | Proximité de la STEP  | Bassin                | Couverture d'herbier                  | Bathymétrie                           |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Impulsion BF<br>Nombre impulsion/s             | Non<br>p-value = 0.68 | Non<br>p-value = 0.30 | Non<br>p-value = 0.48 | Non<br>p-value = 0.70                 | Non<br>p-value = 0.74                 |
| Impulsion BF<br>ANL (dB re 1µPa/Hz)            | Non<br>p-value = 0.74 | Non<br>p-value = 0.43 | Non<br>p-value = 0.72 | Non<br>p-value = 0.38                 | Oui (intermédiaire)<br>p-value = 0.07 |
| /CUI/<br>Nombre impulsion de /CUI/ par seconde | Oui<br>p-value = 0.04 | Non<br>p-value = 0.27 | Non<br>p-value = 0.13 | Oui (intermédiaire)<br>p-value = 0.07 | Oui<br>p-value = 0.01                 |

| Production sonore des îles Åland en Finlande.    | Distance à la côte                    | Bathymétrie           | Quantité d'O2          |
|--|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Impulsion basse fréquence<br>Nombre impulsion/s  | Oui (intermédiaire)<br>p-value = 0.09 | Non<br>p-value = 0.21 | Non<br>p-value = 0.93  |
| Impulsion basse fréquence<br>ANL (dB re 1µPa/Hz) | Non<br>p-value = 0.51                 | Non<br>p-value = 0.64 | Non<br>p-value = 0.63  |
| /CUI/<br>Nombre impulsion de /CUI/ par seconde   | Indéterminée                          | Non<br>p-value = 0.11 | Oui*<br>p-value = 0.04 |

# Conclusions du projet de recherche 2019-2020

- Malgré la faible profondeur des lagunes la biophonie est accessible « sans masquage » pendant ~ 30% du temps
- La faune aquatique des lagunes émet-elle des sons ?
  - Poissons 119+-89 par nuit, invertébrés 'crac' 71 000+/-40 000 par heure, invertébrés /cui/ 6 000 +- 10 000 sons par heures
  - C'est la première fois (à notre connaissance) que la production sonore /cui/ est mesurée et décrite
- Les /cui/
  - sont présents pour une bathymétrie < 10 m, leur effectif dépend de la saison, salinité, couverture d'herbiers, concentration en oxygène
  - Présentent une variabilité intra-lagune, indicateur à l'échelle « sub-lagunaire »
- Les /cracs/
  - Sont présents partout, sont très stables sur la lagune de Bages, sont variables en Baltique sans que les paramètres environnementaux aient été trouvés
  - Indicateur global à l'échelle de la lagune
- Les sons de poisson (Bages)
  - Dépendent de l'habitat : Bages = la couverture de l'herbier; Finlande = Distance à la côte
  - Ne dépendent pas de la distance au Grau

# Proposition de perspectives

- Les premiers résultats démontrent l'intérêt à continuer à mettre au point les techniques d'acoustique passive pour décrire le vivant dans les lagunes en
  - Identifiant les espèces émettrices des /cui/ (hypothèse : insectes aquatiques)
  - Consolidant les premiers constats en répliquant l'échantillonnage pour mieux évaluer les dépendances avec l'état de la lagune (intra, inter-lagunes) et ses paramètres environnementaux,
  - Echantillonnant plusieurs lagunes avec des états écologiques différents pour identifier les indicateurs adaptés et la grille d'évaluation.

# Merci pour votre attention

## Des questions ?



CHORUS

agence  
de l'eau  
RHÔNE MEDITERRANÉE  
CORSE  
établissement public de l'État