



# BioPhonia

L'acoustique au service de la biodiversité



Léo Papet, Catherine Seytre

03/12/2025, Lille

## L'écoacoustique au service des trames blanches

Prendre en compte les pollutions sensorielles dans l'aménagement, intérêt des trames noires, des trames blanches et des trames olfactives



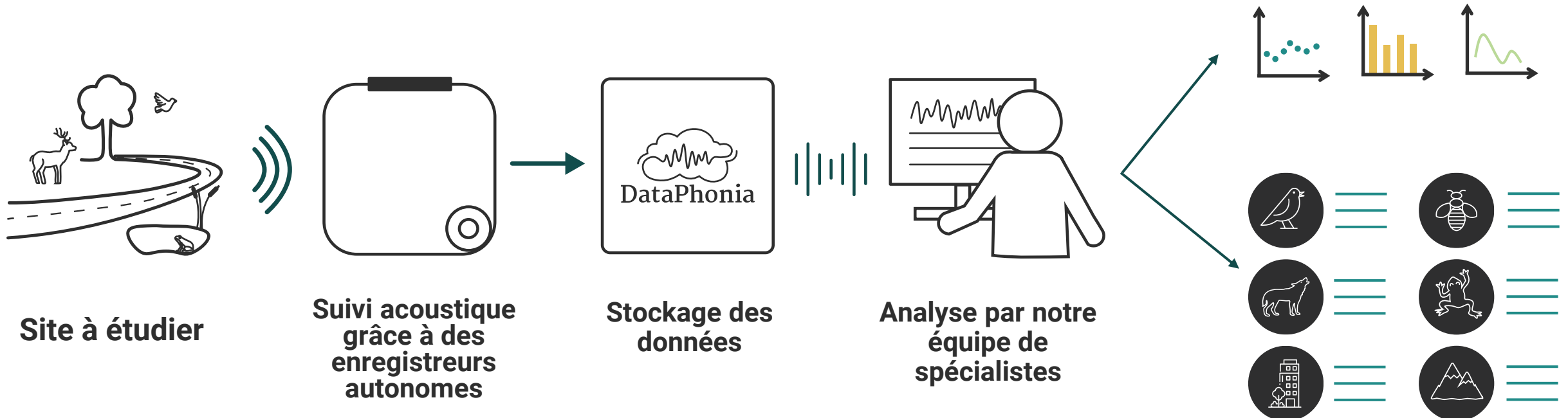
# Notre approche : l'acoustique passive

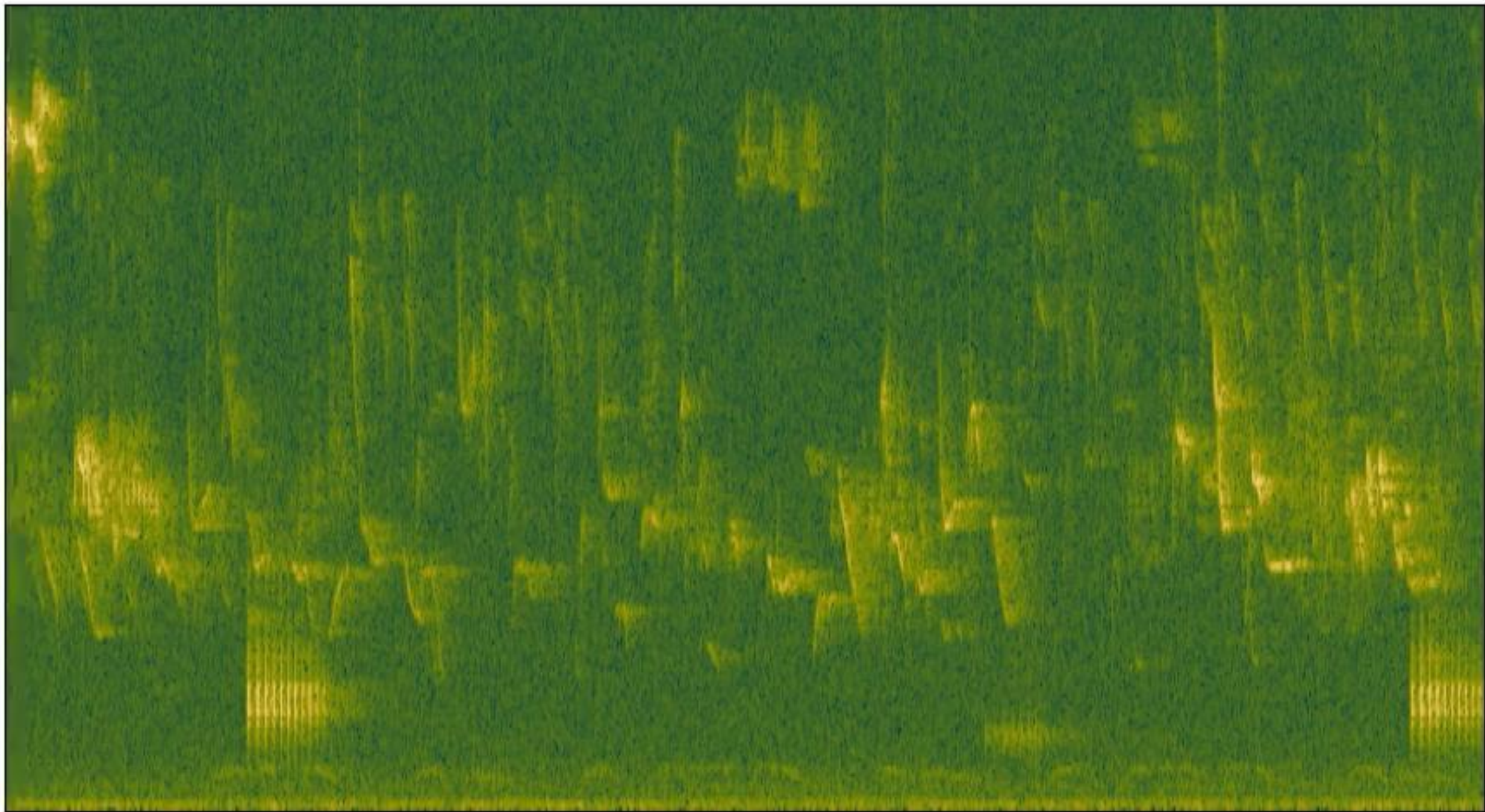
Une méthode performante pour acquérir des données sur la biodiversité



Le suivi par **acoustique passive** est basé sur l'étude de l'environnement sonore.

Cette méthodologie est issue de deux disciplines scientifiques : **la bioacoustique et l'écoacoustique**.





L'ensemble des sons que l'on peut percevoir dans un environnement donné

**Biophonie**

+

**Géophonie**

+

**Anthropophonie  
Technophonie**



Tous les sons produits par les êtres vivants



Les sons produits par les éléments non vivants



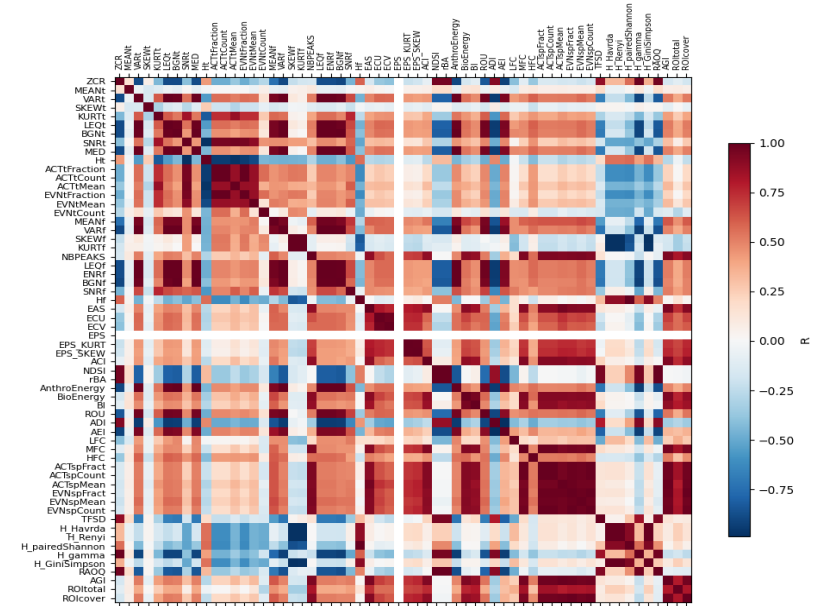
Les sons produits par l'humain et les activités humaines

# Paysages sonores

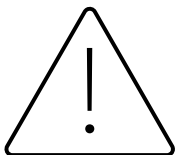
## Analyses écoacoustiques



- ▶ Analyses à l'échelle du paysage sonore : on ne cherche pas à identifier les sources acoustiques mais à **décrire l'environnement sonore**.
- ▶ **Indices écoacoustiques** : conçus pour évaluer la diversité acoustique d'un milieu
- ▶ Pertinent pour **suivre l'évolution** des paysages sonores dans le temps, mieux **comprendre les dynamiques des paysages sonores**.



*Dans la littérature scientifique il existe plus de 80 indices écoacoustiques différents !*



L'interprétation des indices exige une expertise approfondie en acoustique et en écologie

# Indices écoacoustiques



## AEI

### Acoustic Evenness Index

Mesure l'équitabilité de répartition d'énergie entre bandes de fréquences (entre 0 et 10kHz)

*Villanueva-Rivera et al., 2011*

## ACI

### Acoustic Complexity Index

Fluctuations d'amplitude sur le spectre de fréquence total

*Pieretti et al., 2011*

## ADI

### Acoustic Diversity Index

Indice de Shannon sur la distribution d'énergie entre bandes fréquences (entre 0 et 10kHz)

*Villanueva-Rivera et al., 2011*

## BI

### Bioacoustic Index

Fonction de l'amplitude et du nombre de bandes de fréquences occupées entre 2 et 15 kHz

*Boelman et al., 2007*

## H

### Entropie acoustique

Produit de l'entropie temporelle (**Ht**) et de l'entropie fréquentielle (**Hf**)

*Sueur et al., 2008*

## MED

### Médiane de l'enveloppe

Indice corrélé au niveau sonore

## nROI index

### ROI = Regions Of Interest

Nombre total de ROI

*Ulloa et al., 2021*

## aROI index

### ROI = Regions Of Interest

Pourcentage du spectrogramme recouvert par des ROI

*Ulloa et al., 2021*

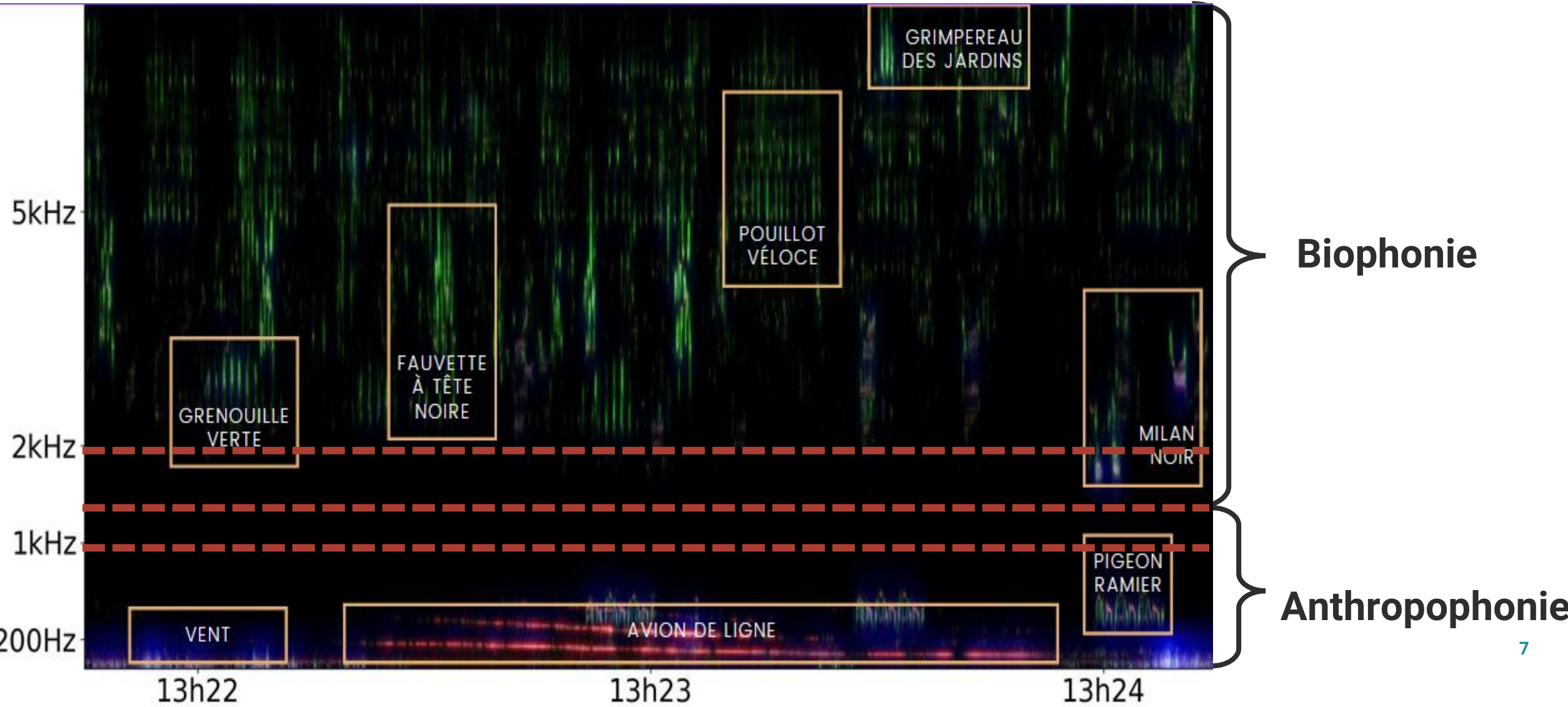
## NDSI

### Normalized Difference Soundscape Index

Rapport d'énergie normalisé entre les bandes de fréquences « biophonie » et « anthropophonie »

*Kasten et al., 2012*

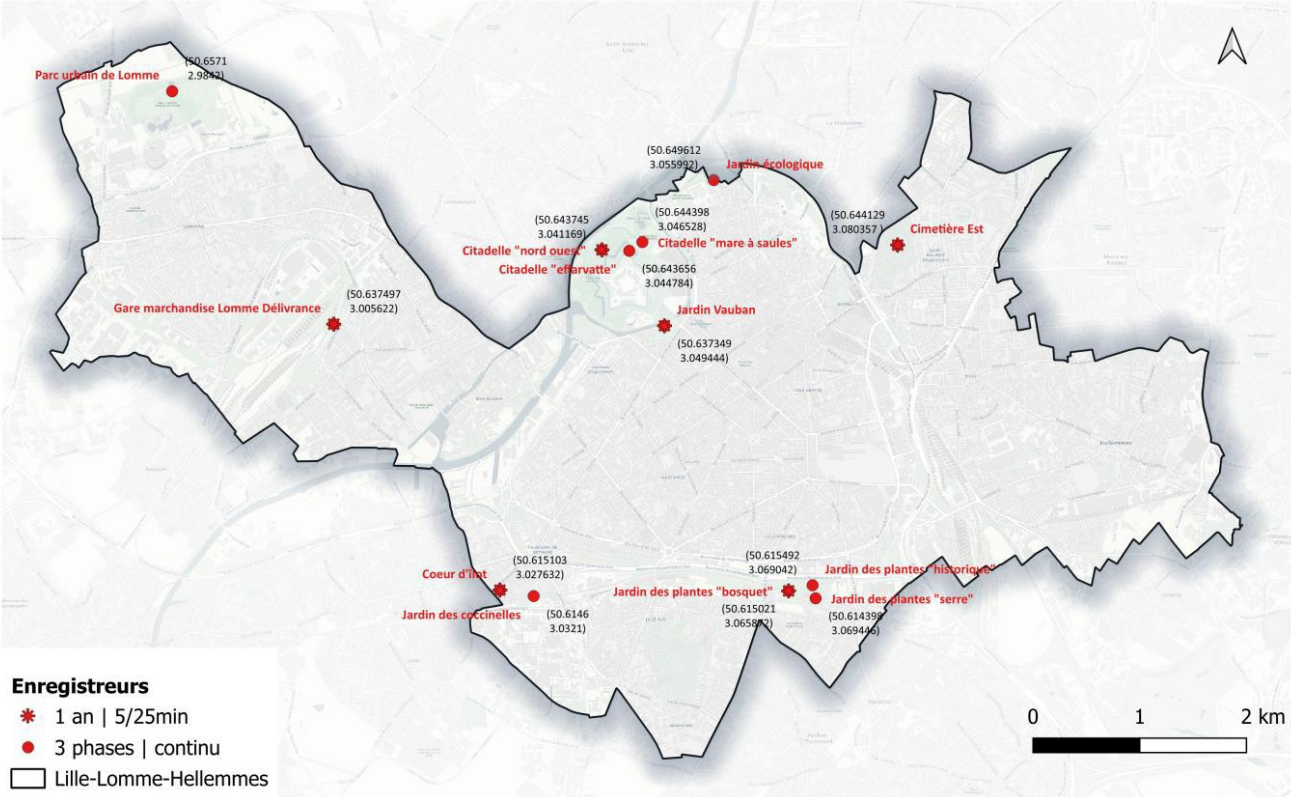
# Indices écoacoustiques : Exemple du NDSI



# Trame blanche urbaine de Lille



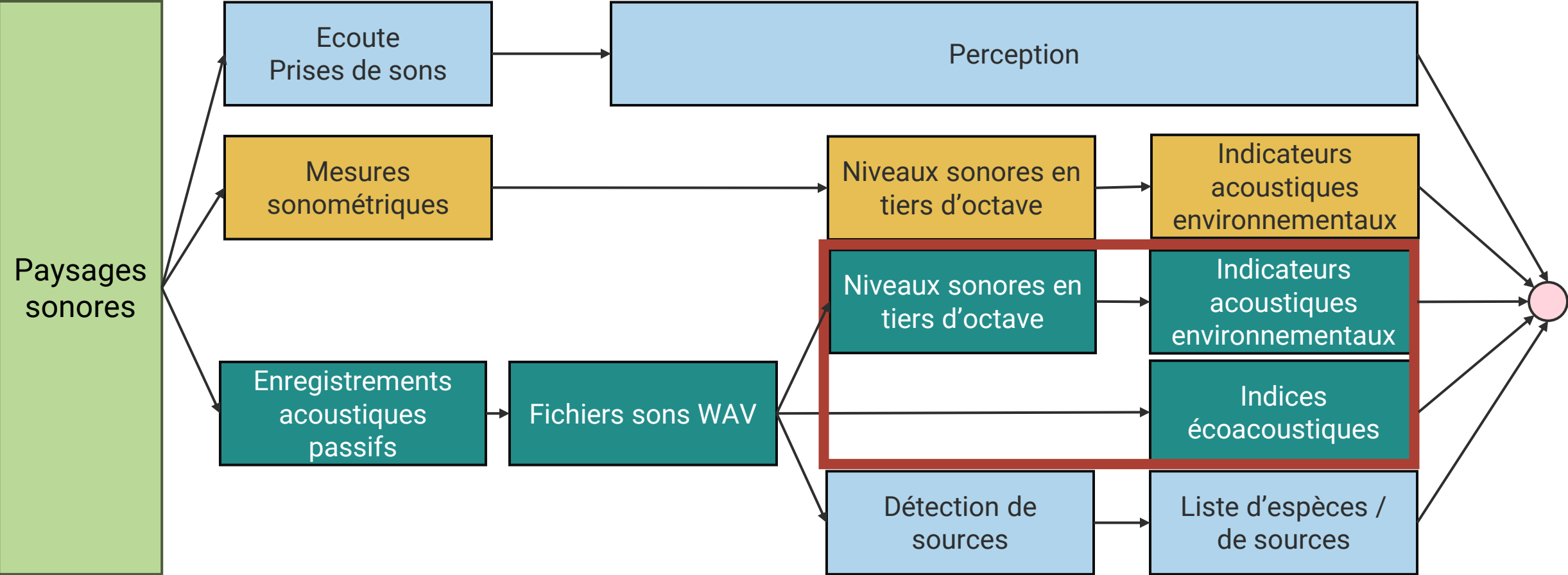
Localisation des enregistreurs - Etude Trame blanche Lille



Source : E.C.M.I.C. Réalisation : CEREMA 01/2015



# Analyse des paysages sonores



# Trame blanche de Lille

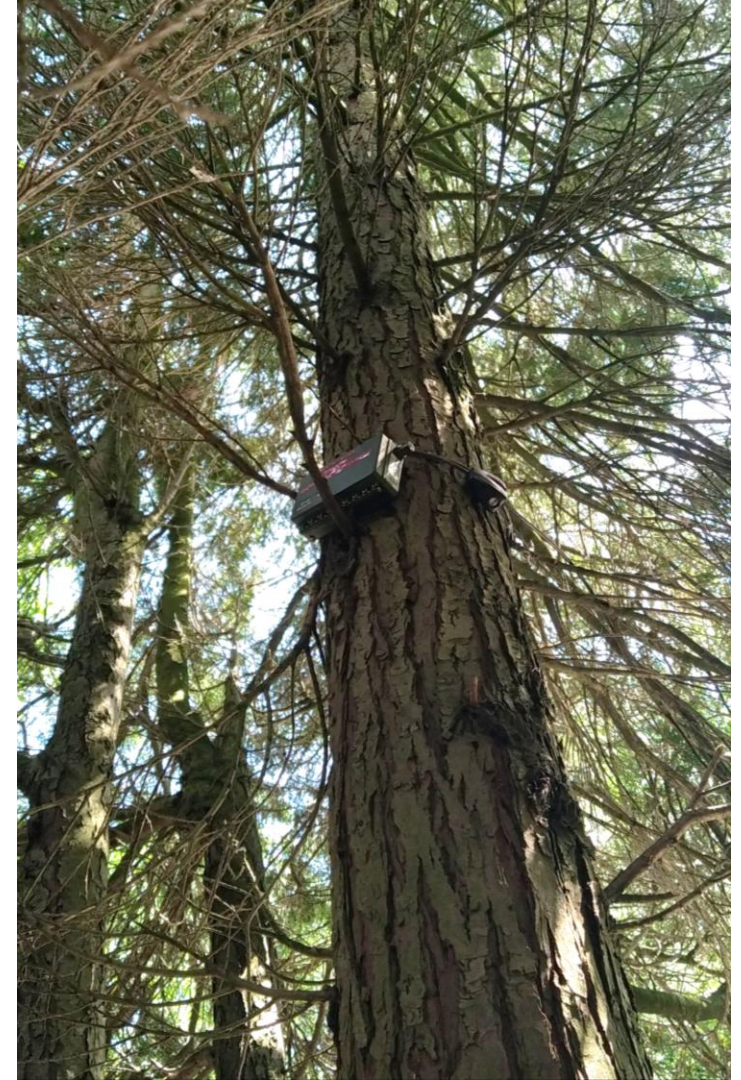
## *Protocoles d'enregistrement*

---



2 protocoles complémentaires d'enregistrement ont été utilisés sur 1 année :

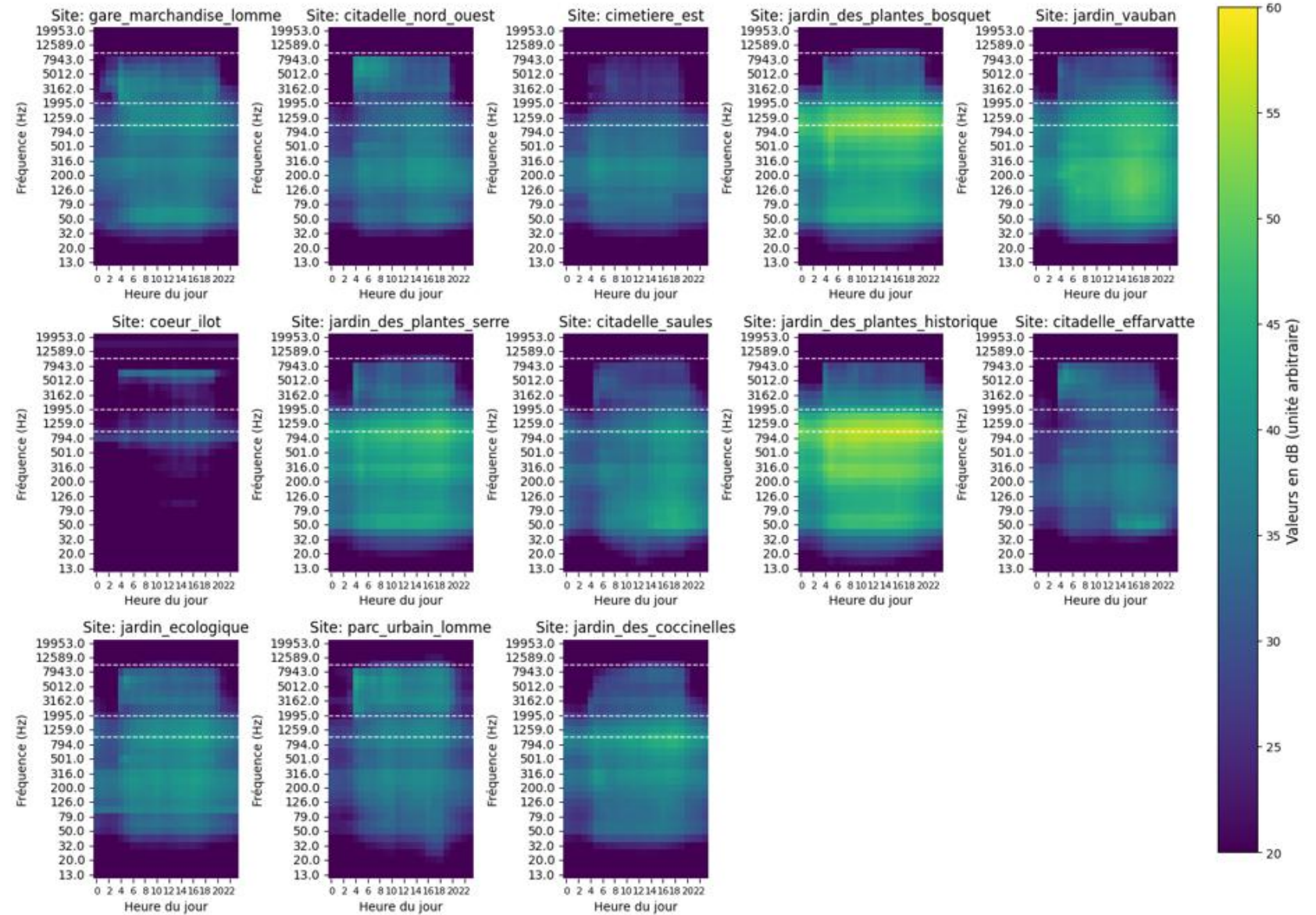
- ▶ Des enregistrements continus :
  - ▶ mai 2024, octobre 2024, février 2025 et mai 2025,
  - ▶ 13 sites avec enregistreurs Song Meter mini,
  - ▶ 10 jours au minimum.
- ▶ Des enregistrements discontinus sur 1 an :
  - ▶ A partir de septembre 2024,
  - ▶ Song Meter mini : Enregistrement 1 an 5min ON et 25min OFF,
  - ▶ 6 sites.



# Descripteurs acoustiques



- Niveaux sonores en 1/3 d'octave en dB (unité arbitraire)



# Descripteurs acoustiques



- Niveaux sonores en 1/3 d'octave en dB (unité arbitraire)



- Pondération A

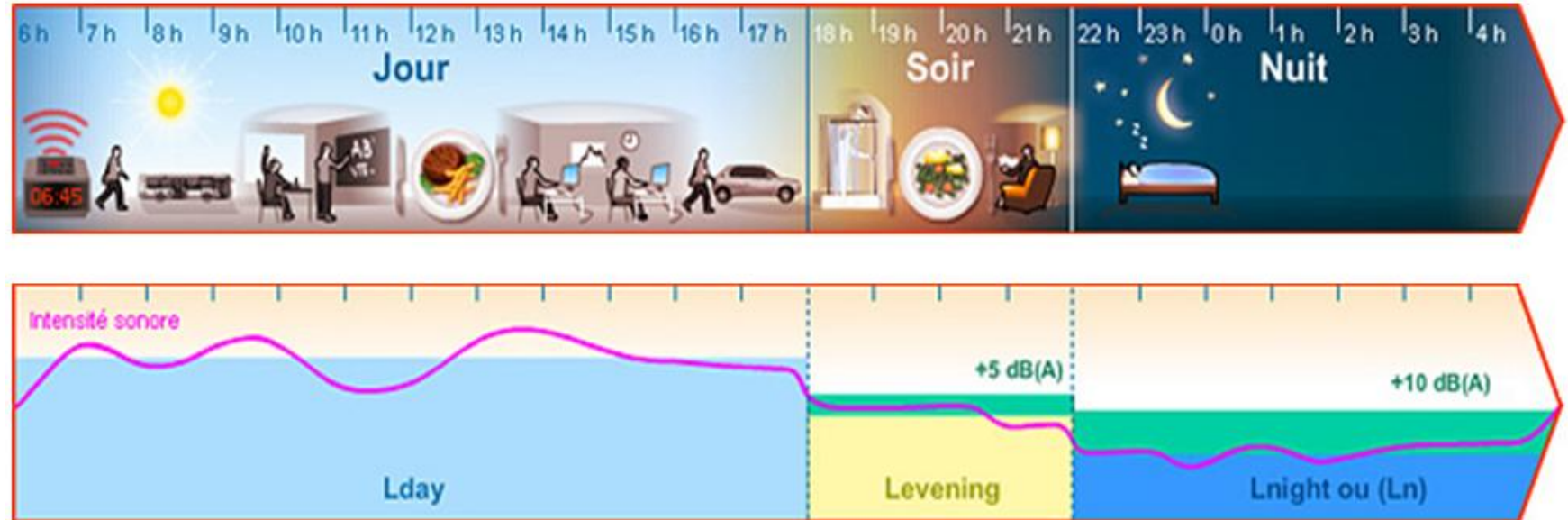


- $LAeq_{1min} = 10 * \log \left( \sum_i 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$

(i étant la valeur du 1/3 d'octave)



- $LAeq_{6h-18h}$
  - $LAeq_{18h-22h}$
  - $LAeq_{22h-6h}$
- }  $L_{den}$

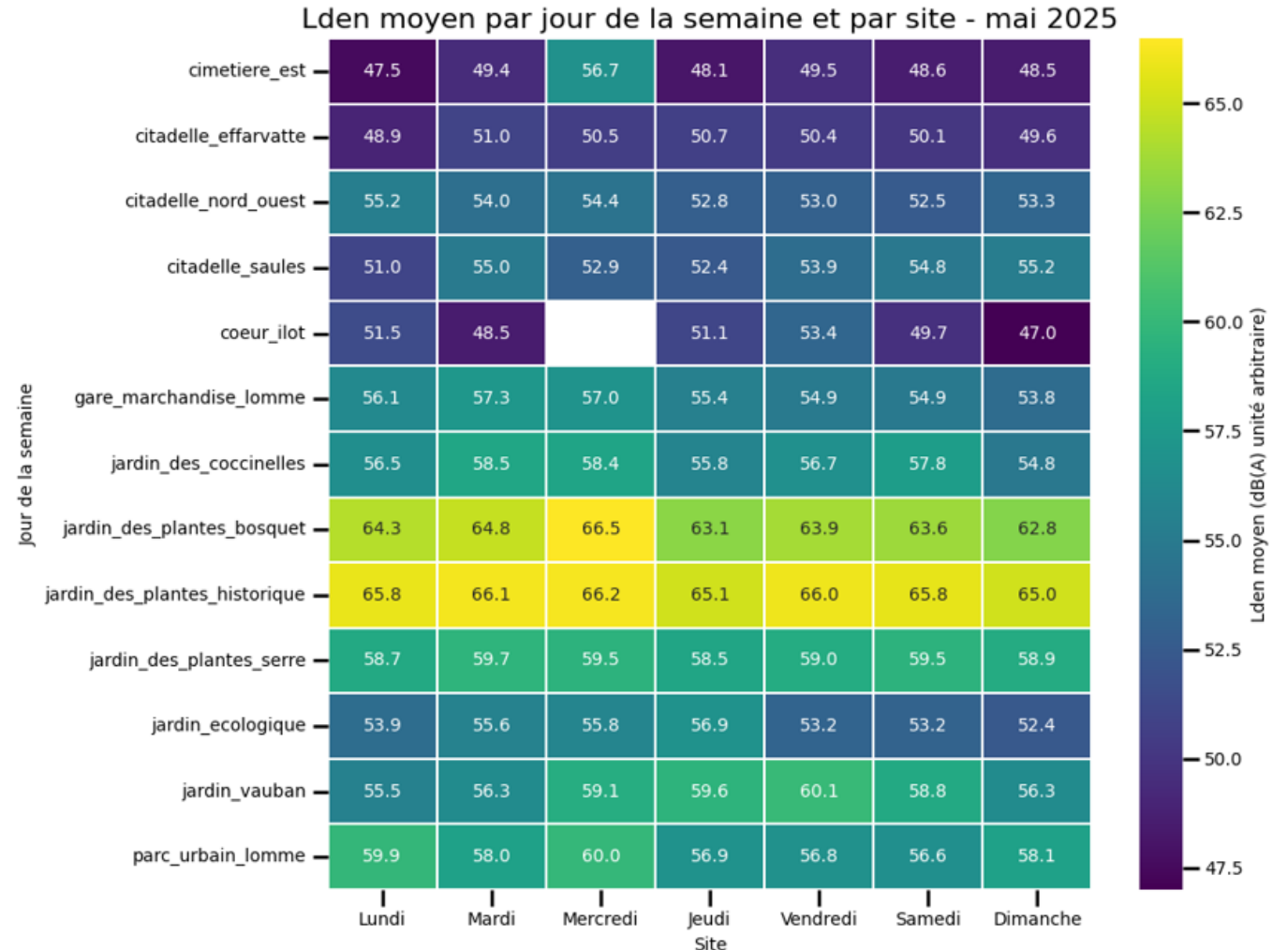


$$L_{den} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{LAeq(6h-18h)}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq(18h-22h)+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{LAeq(22h-6h)+10}{10}} \right) \right)$$

# Descripteurs acoustiques

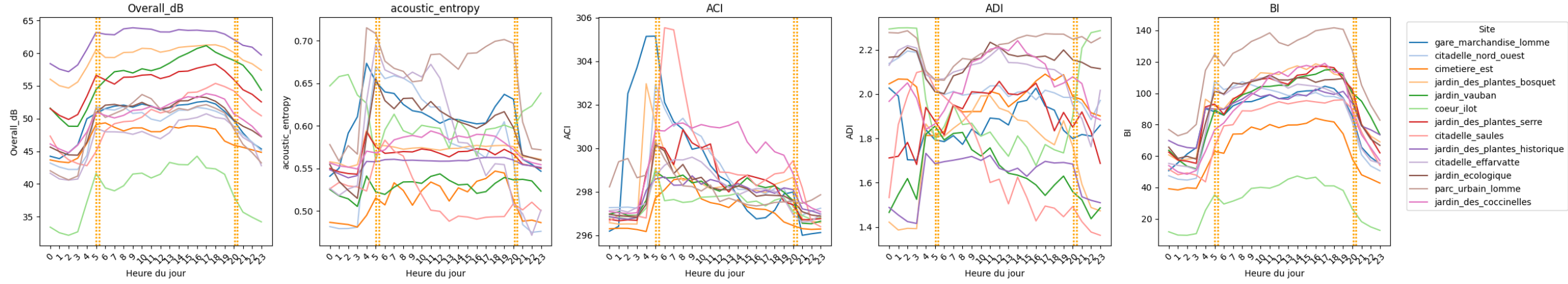


- ▶ Calcul de l'indicateur acoustique **Lden** à partir des enregistrements audios.
- ▶ Un travail de comparaison avec les valeurs obtenues aux mêmes dates et sur les mêmes sites par les sonomètres est en cours



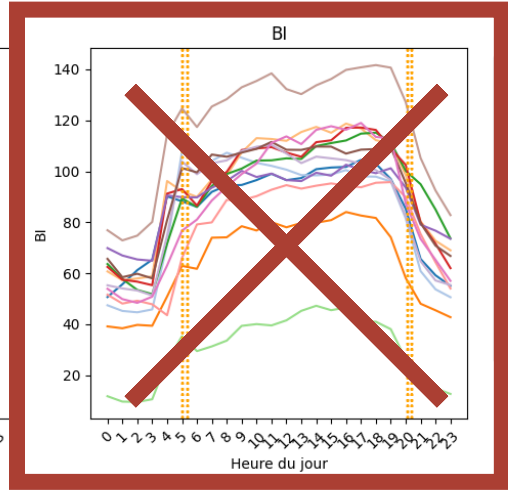
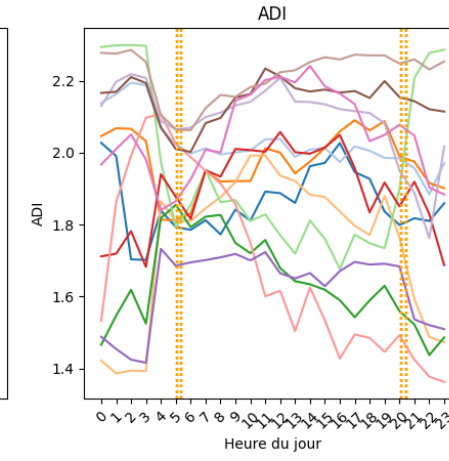
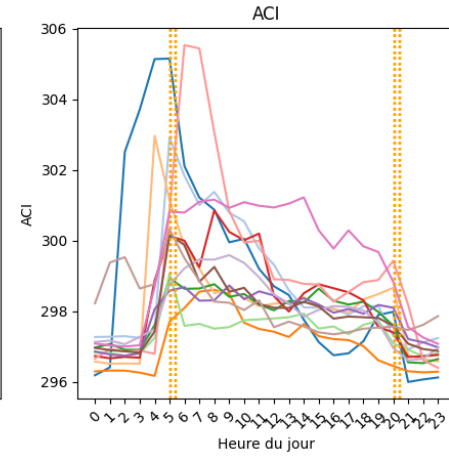
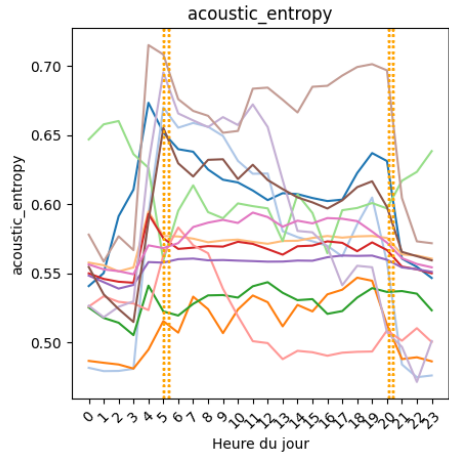
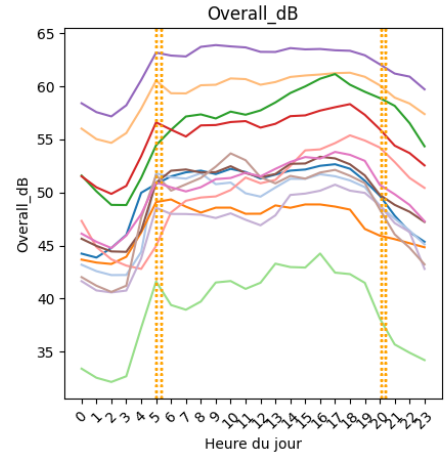
# Trame blanche de Lille

## *Principaux résultats*



# Trame blanche de Lille

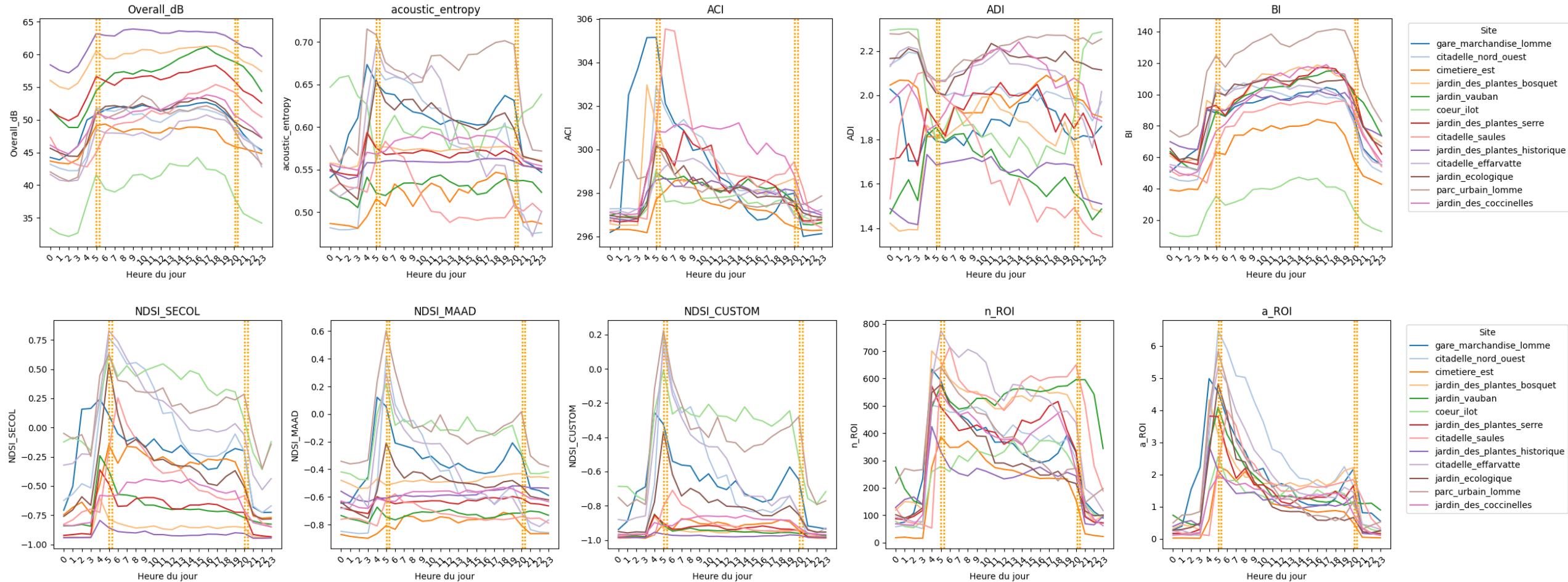
## *Principaux résultats*



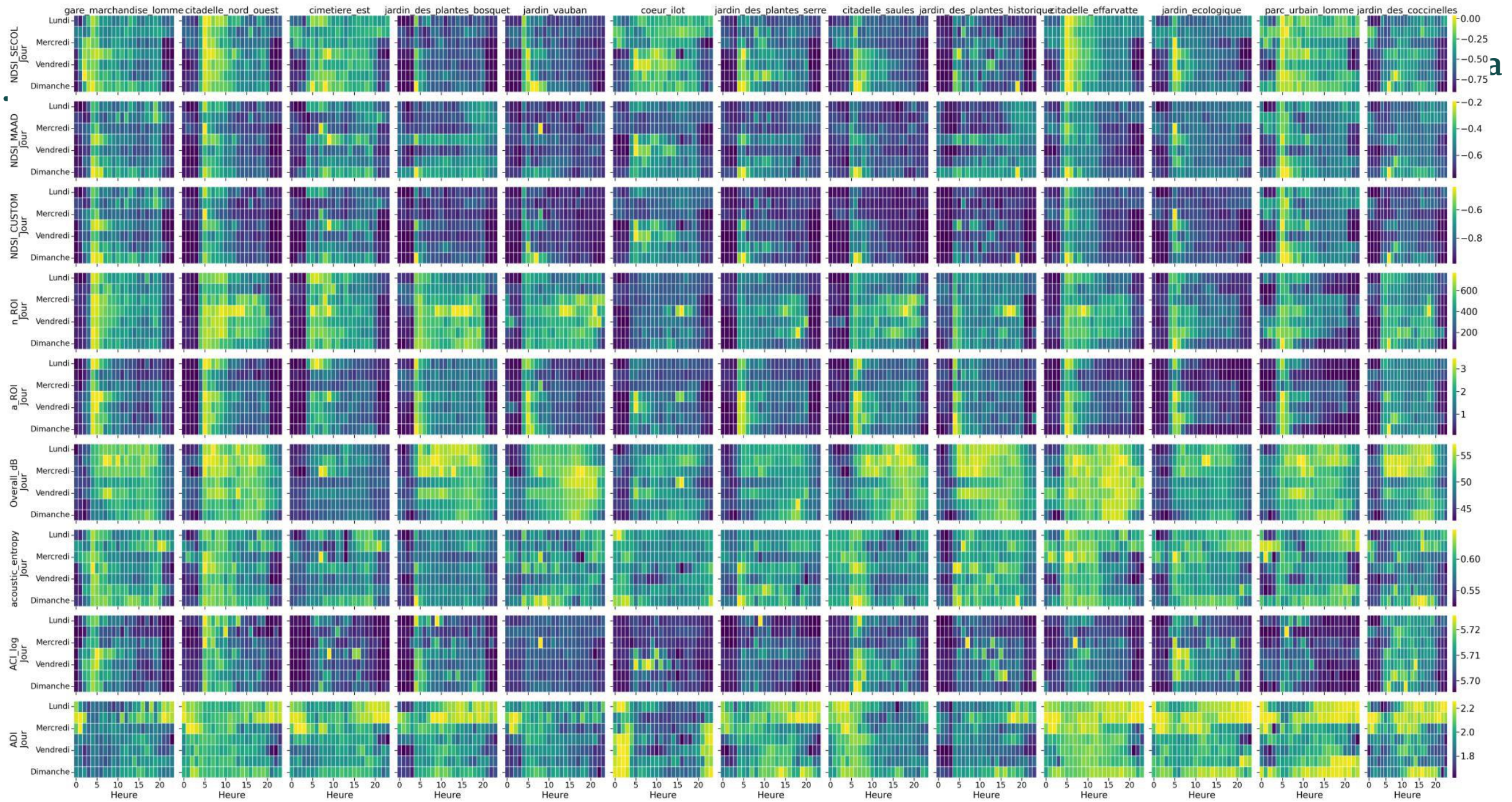
- Site
- gare\_marchandise\_lomme
  - citadelle\_nord\_ouest
  - cimetiere\_est
  - jardin\_des\_plantes\_bosquet
  - jardin\_vauban
  - coeur\_ilot
  - jardin\_des\_plantes\_serre
  - citadelle\_saules
  - jardin\_des\_plantes\_historique
  - citadelle\_effarvatte
  - jardin\_ecologique
  - parc\_urbain\_lomme
  - jardin\_des\_coccinelles

# Trame blanche de Lille

## Principaux résultats



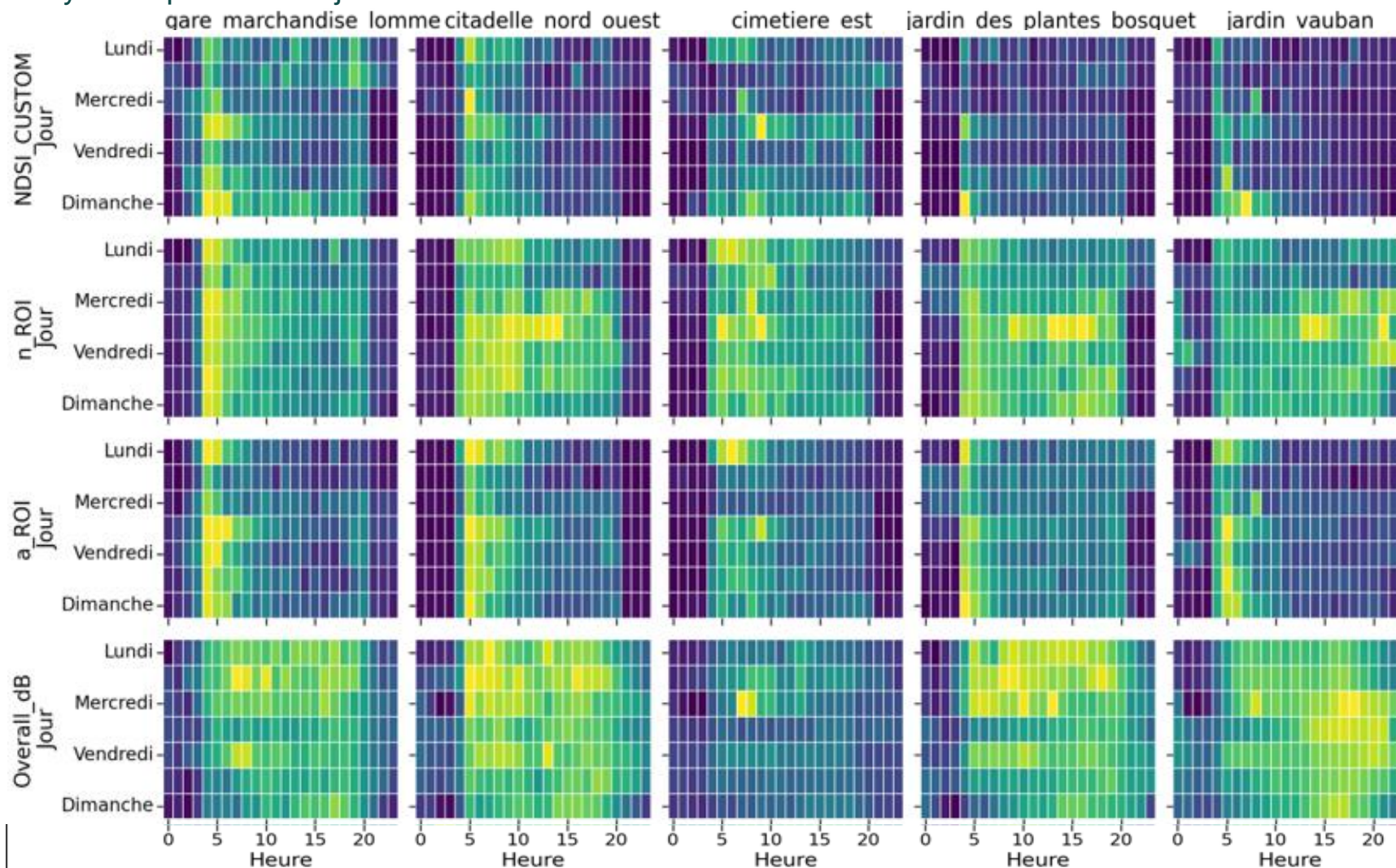
Heatmaps des moyennes horaires Mai 2025



# Indices écoacoustiques



- Exploration des moyennes par heure et jour



- ▶ Nous proposons dans ce projet un jeu de descripteurs acoustiques pertinents pour la trame blanche urbaine.
- ▶ L'étude écoacoustique permet de mieux comprendre les enjeux sonores sur les différents sites de l'étude, en intégrant une dimension temporelle.
- ▶ L'approche écoacoustique complète les autres approches acoustiques : environnementales, perceptives, de détections de sources acoustiques et bioacoustiques (inventaires d'espèces).
- ▶ *Travail en cours* : prise en compte de ces indices pour créer des indicateurs pertinents.

Merci à toute l'équipe du projet,  
Merci de votre attention



**BioPhonia**

L'acoustique au service de la biodiversité



[contact@biophonia.fr](mailto:contact@biophonia.fr)

[www.biophonia.fr](http://www.biophonia.fr)



# Contrastive Ecoacoustic Index (CEI)



- Adaptation du CEI, outil développé par Y. Teytaut (MNHN)
  - Objectif : pour un enregistrement donné fournir des proportions d'activité sonore liée aux 4 composantes :
    - Biophonie,
    - Géophonie,
    - Anthropophonie
    - Technophonie
  - Basé sur l'algorithme msCLAP qui met en relation des informations sonores et textuelles
- Création d'une liste de classes adaptée au contexte urbain pour décrire les 4 composantes
  - Crée une matrice d'activation
  - Calcul le CEI selon l'activation de relative des classes sur un fichier audio

