

Reconnaissance automatique du passage de TGV.

Retour sur la campagne expérimentale du projet Rail4Earth.



V. Le Bescond, N. Fortin, P. Aumond, O. Chiello (UMRAE)

M. Roux (SNCF/UMRAE)

R. Boittin, F. Moniez, G. Foulon, P. Gaillard, D. Nauleau, G. Litou (Cerema)

5 juin 2024

Introduction

Contexte général

De nouveaux indicateurs

Indicateurs actuels : niveaux de pression équivalents moyennés sur plusieurs heures (e.g., L_{DEN}).

Ne permettent pas de considérer certains aspects du bruit.

Les réglementations visent à évoluer afin d'inclure des indicateurs événementiels (1).

Évaluer leur pertinence

But : augmenter notre connaissance de la gêne des riverains,

La relier à des caractéristiques acoustiques.

Évaluer la justesse des indicateurs introduits et en proposer de nouveaux.

(1) Loi d'Orientation des Mobilités (LOM), 2019

Introduction

Thèse

Projet

Rechercher les caractéristiques acoustiques responsables de la gêne.
Une première expérimentation *in situ* se déroulera durant l'été 2024.
Utilisation d'une nouvelle méthode dans l'évaluation *in situ* de la gêne due au bruit ferroviaire.
Stage de M2 : développer une expérience pilote et évaluer la faisabilité de cette méthode.

L'Experience Sampling Method (ESM) pour évaluer la gêne à court-terme

Permet d'évaluer la gêne à court-terme perçue suite à un passage de train.
Courts questionnaires en réponse à des notifications.
Réponses associées à des mesures précises réalisées simultanément (2, 3, 4, 5).
Permet de relier le jugement aux caractéristiques acoustiques gênantes.

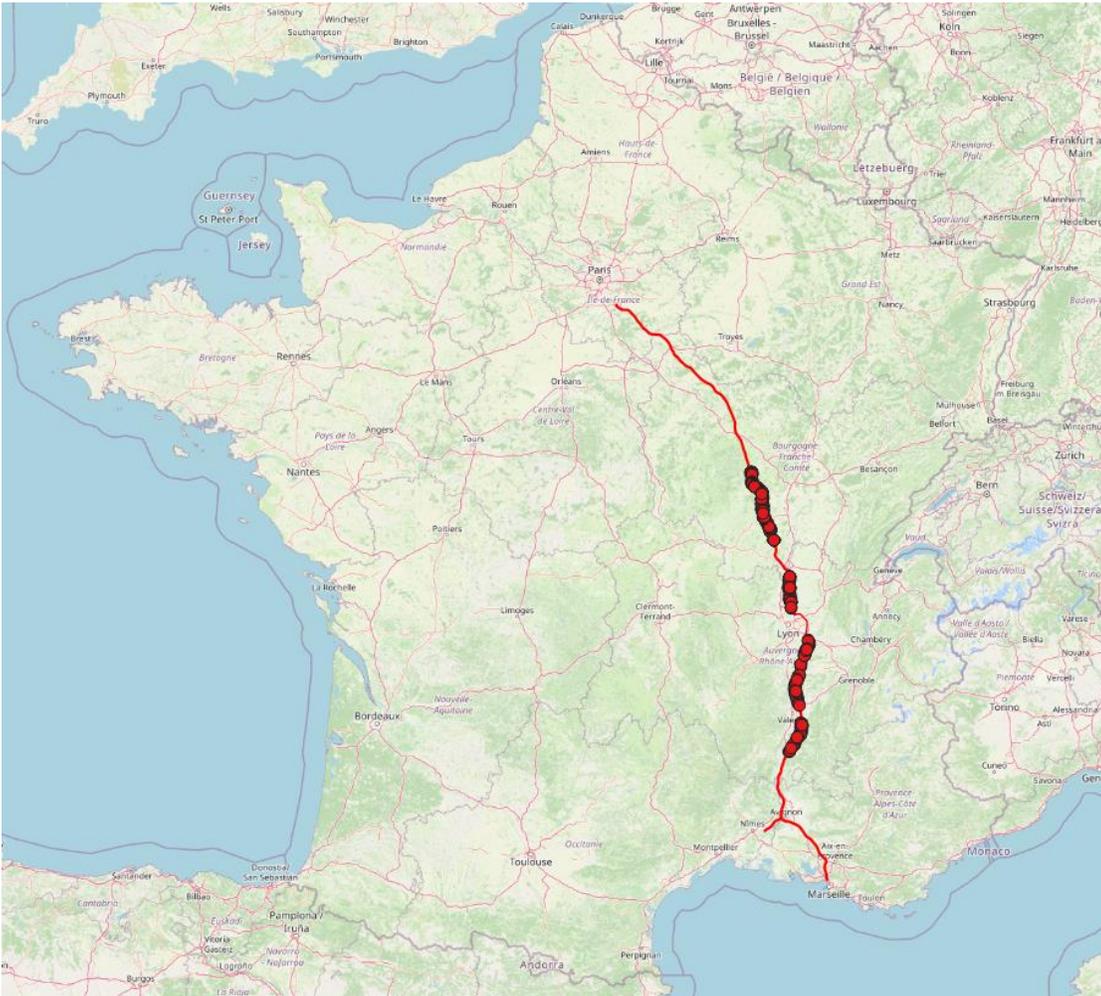
Objectifs

Déterminer les facteurs acoustiques responsables du niveau de gêne.
Établir un modèle acoustique ayant un meilleur pouvoir prédictif de la gêne à court-terme que les indicateurs actuels.
Évaluer l'impact d'un tel modèle sur un jugement de gêne à plus long terme.

(2) Bartels et al., 2015
(3) Page et al., 2018
(4) Quehl et al., 2017
(5) Stearns et al., 1983

Introduction

Expérimentation *in situ*



Lignes

Cette expérimentation se déroulera auprès de riverains des LGV Sud-Est, Rhône-Alpes et Méditerranée. Ces lignes ont été choisies car elles contiennent un nombre suffisant de logements exposés au bruit ferroviaire mais n'étant pas exposés à d'autres sources de bruit de transport.

Logements

703 logements à moins d'1km de la voie ont été présélectionnés.

Participants

Nous souhaitons recruter 80 participants le long de ces lignes.

Variabilité

- Nombre de passages, en se plaçant de part et d'autre de Lyon, terminus de plusieurs TGV.
- Vitesse, en se plaçant proche ou non d'une gare TGV où les trains s'arrêtent.

Introduction

Les objectifs pour l'UGE

Dispositifs

Développer des capteurs de bruit.

Être capable de relier un passage au jugement de gêne correspondant.

Avoir 50 dispositifs :

- Permet de faire passer assez de participants simultanément,
- Ainsi être homogène sur la saison à laquelle chaque participant évalue sa gêne.

Reconnaître automatiquement la source de bruit.

Présentation du matériel

Boîtier de réponse

- Un Pixljs
- Un buzzer



Présentation du matériel

Capteur de bruit



Raspberry Pi (version 3 B+)

un micro-ordinateur sur lequel tourne une distribution Linux.

PiJuice HAT

une batterie de secours, directement relié au Raspberry Pi

SixFab 4G/LTE HAT

une carte 4G et GPS, également directement reliée au Raspberry Pi

Behringer UMC202HD

une carte son 2 entrées microphones XLR, branchée en USB au Raspberry Pi

Behringer ECM8000

microphone omnidirectionnel de mesures, branché en XLR à la carte son

~ 500 € / capteur + télécommande (récupération)

Présentation du matériel

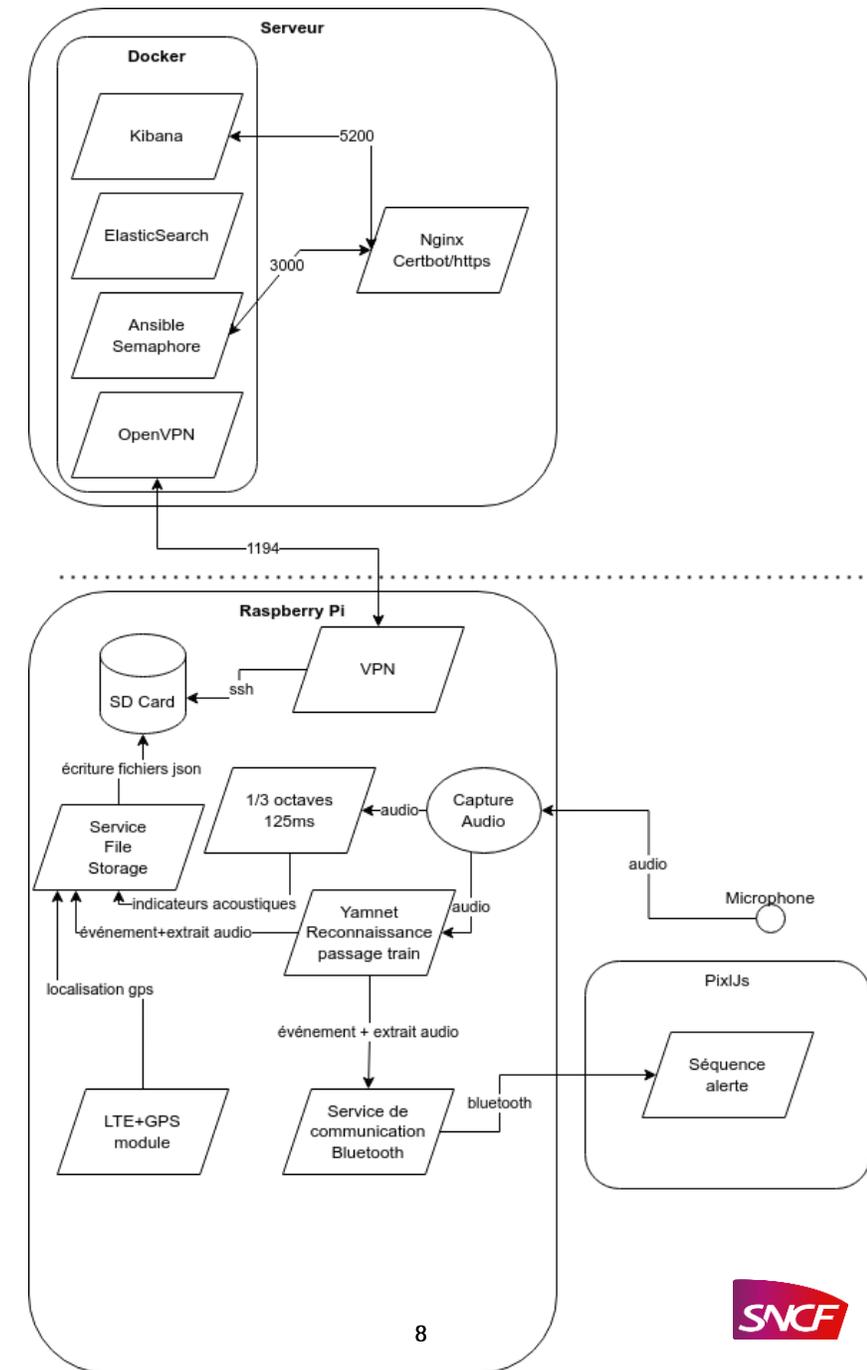
Capteur de bruit

Soft

- Audio du passage détecté + 1/3 d'octave en continu
- Calcul des indicateurs L_{Zeq} , L_{Aeq} , L_{Ceq} avec l'analyse spectrale iec_61672_1_2013
- 4G : connexion permanente au serveur

Hard

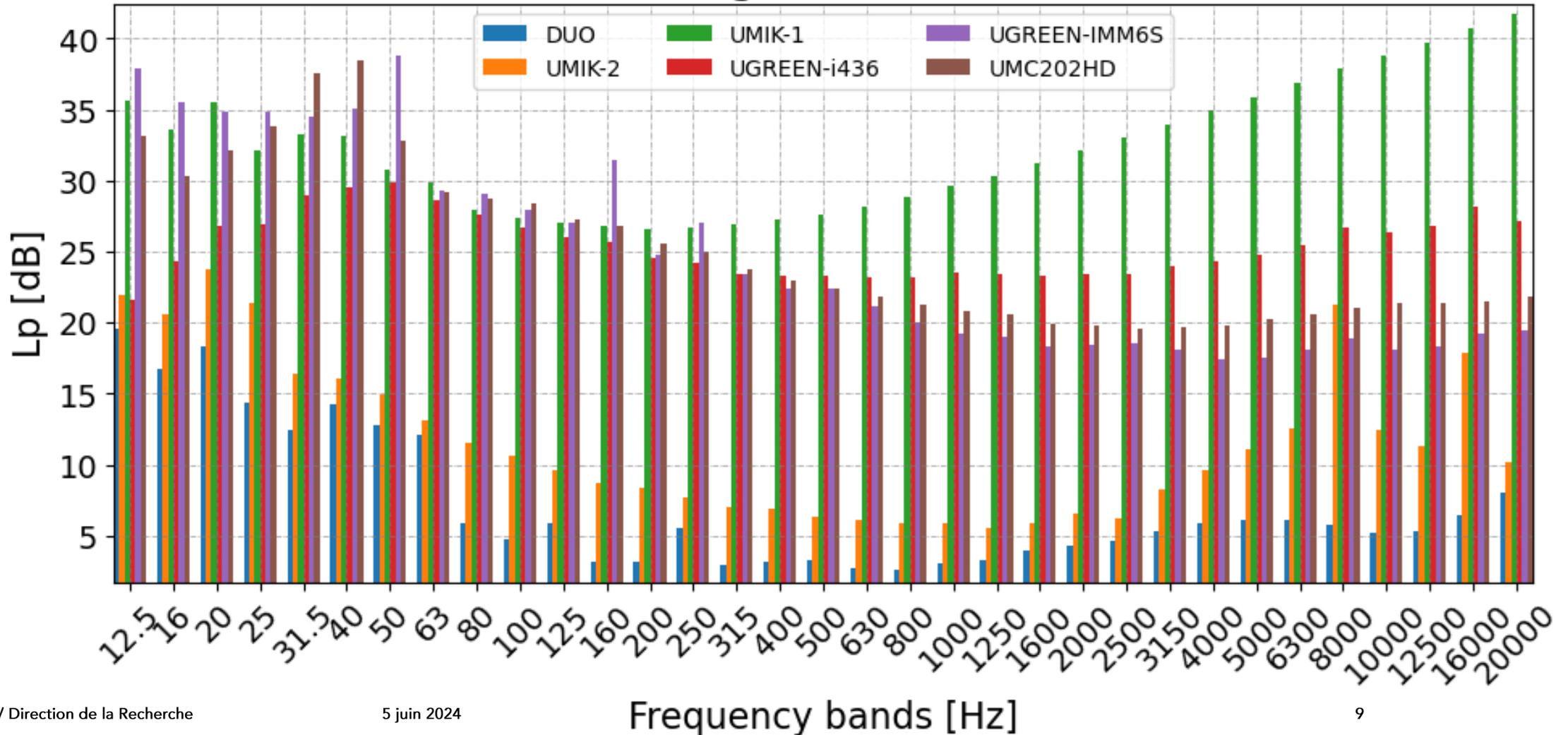
- Choix : assemblage du matériel
- Contrainte : passage de fenêtre
- 40 mètres de câble grâce à alimentation phantom
- Pas d'alimentation extérieure
- 4G : connexion permanente au serveur



Présentation du matériel

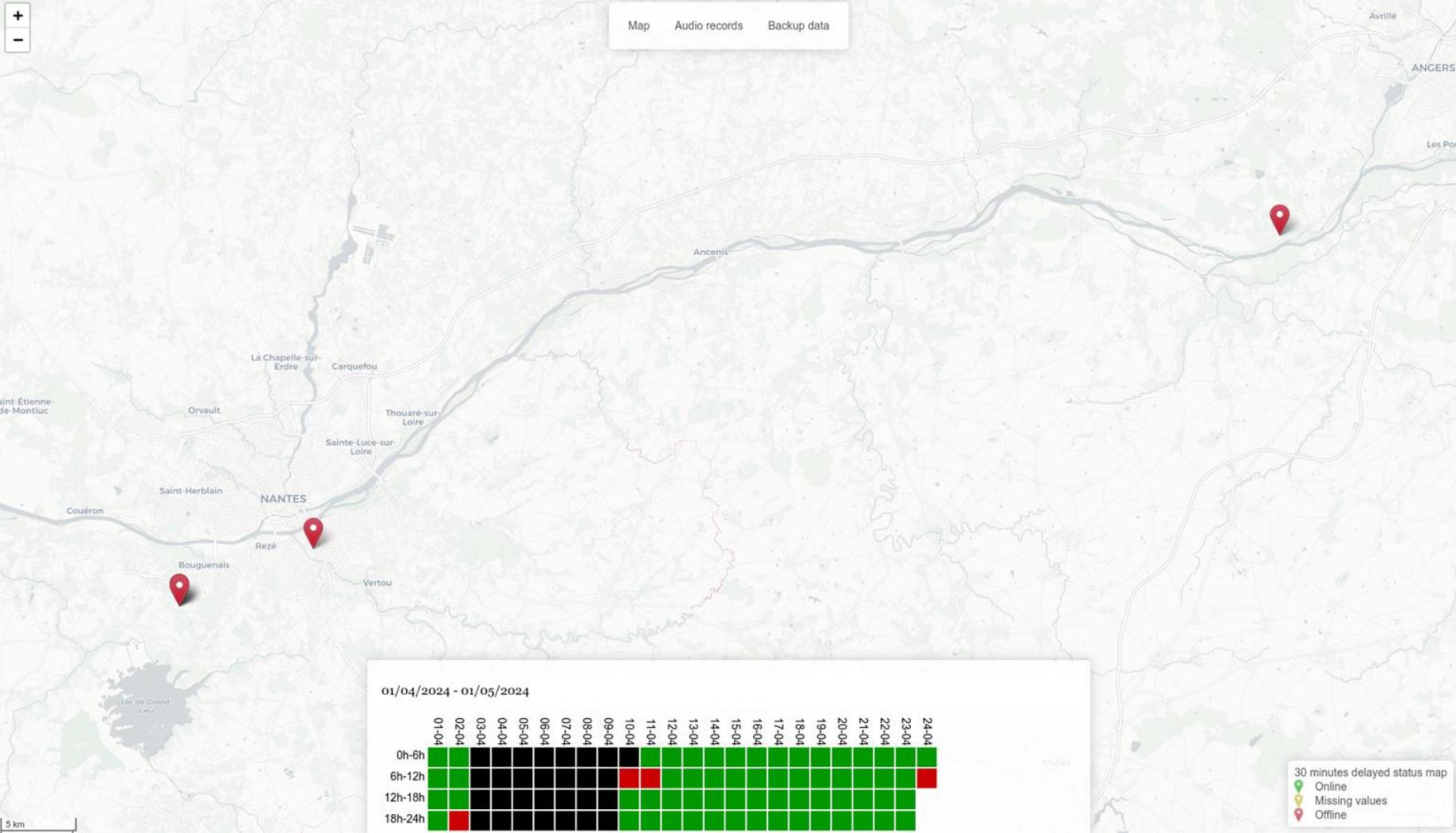
Capteur de bruit

Background Noise



Présentation du matériel

Capteur de bruit



Campagne expérimentale

Méthodologie

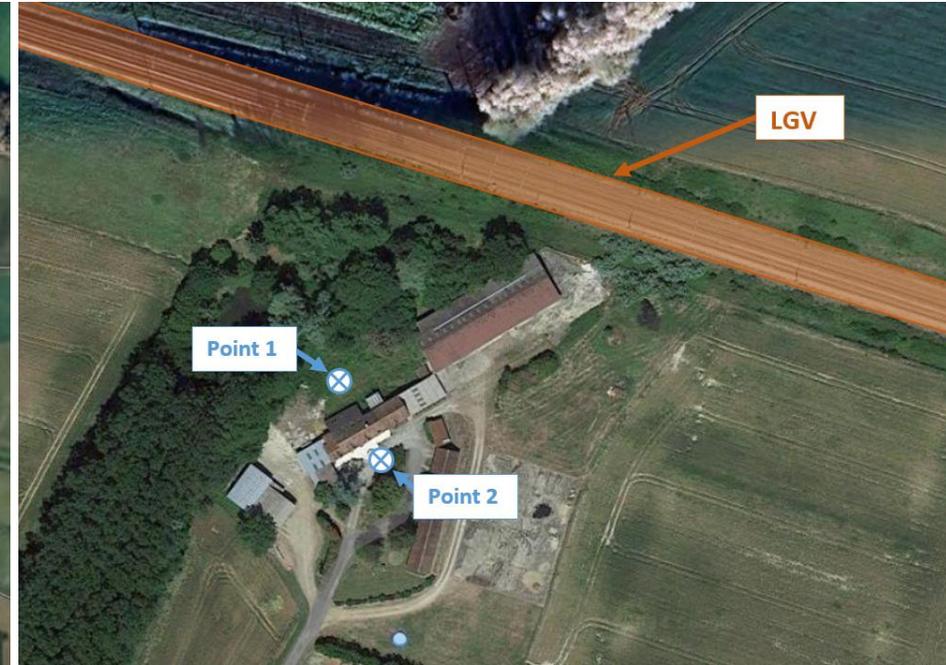
Janvier 2024

2 points permanents (96 heures)

9 points mobiles (~1 heure)

Audio 24h/24, 7j/7

Fatiha, Gérald, Maël, Pascal, Valentin, Régis



Campagne expérimentale

Méthodologie

Janvier 2024

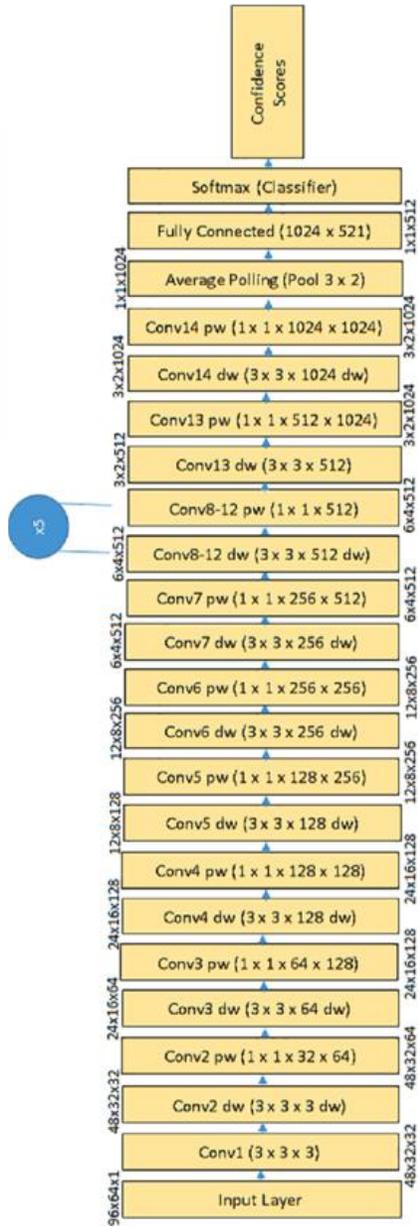
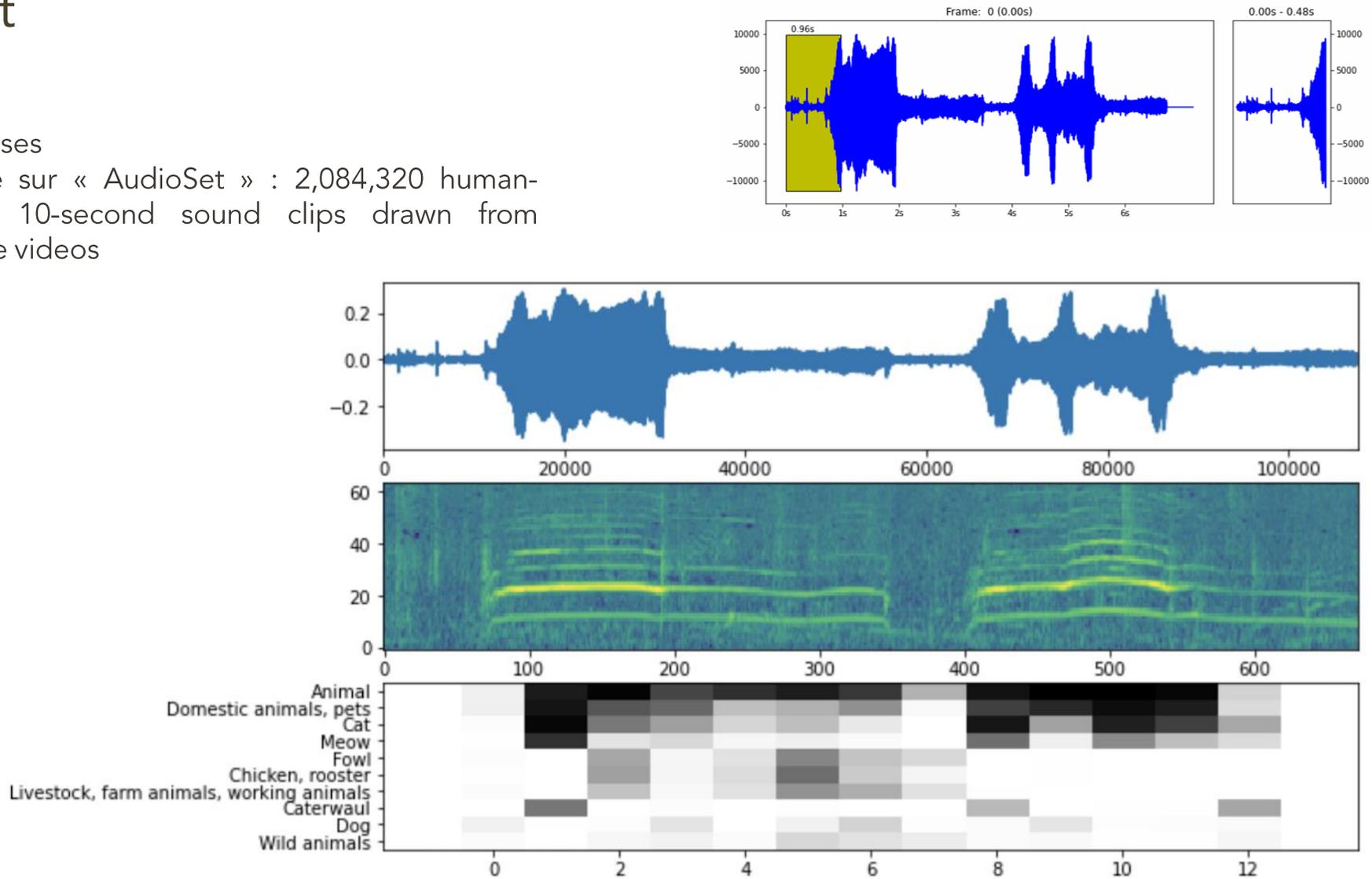
Codage manuel de l'ensemble des passages TGV sur tous les points
Comparatif entre détection sur spectrogramme (L_{Aeq})
Usage de Yamnet



Campagne expérimentale

Yamnet

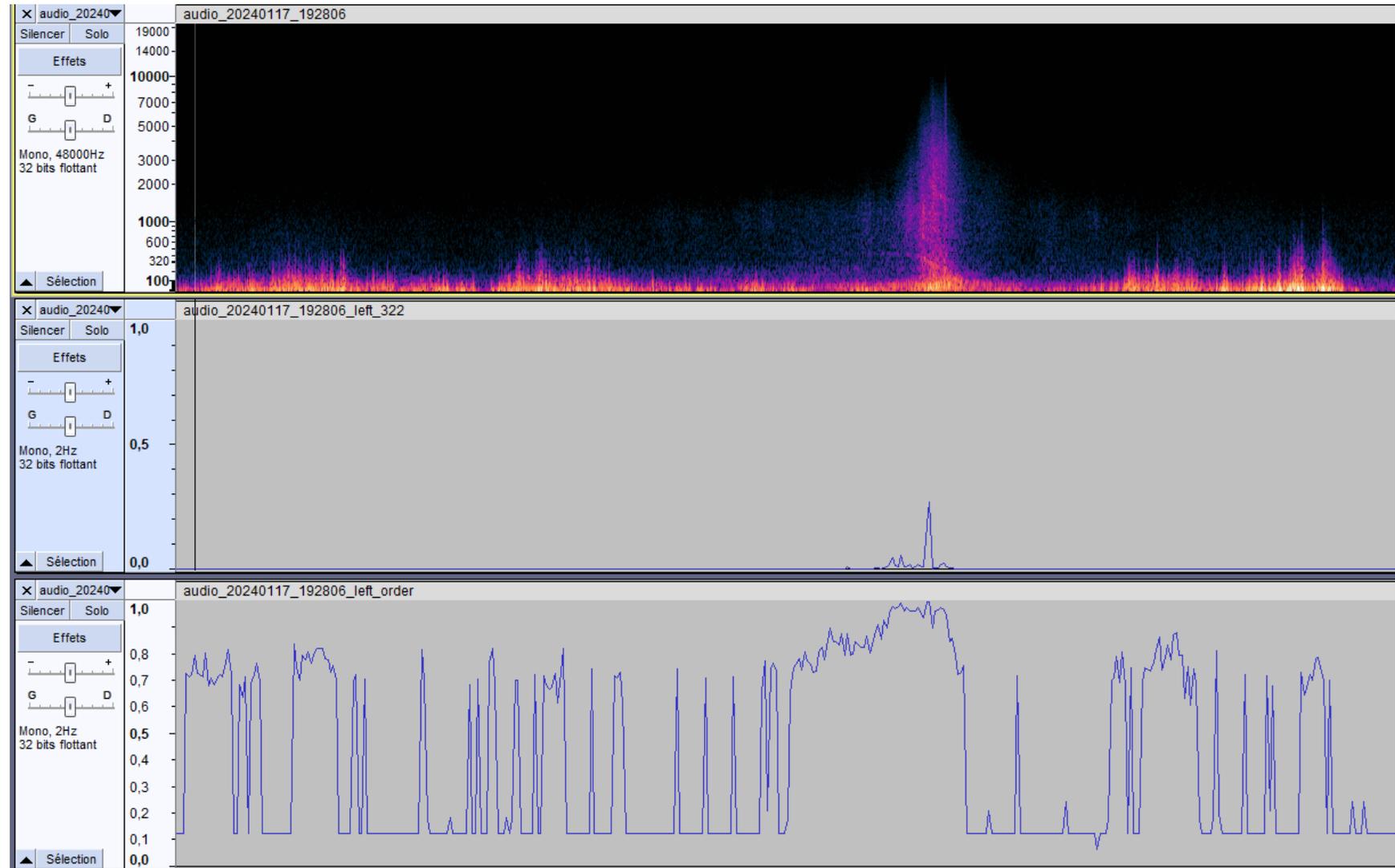
- 521 classes
- Entraîné sur « AudioSet » : 2,084,320 human-labeled 10-second sound clips drawn from YouTube videos



Campagne expérimentale

Yamnet

- Ordre
- Niveau de confiance
- Gain



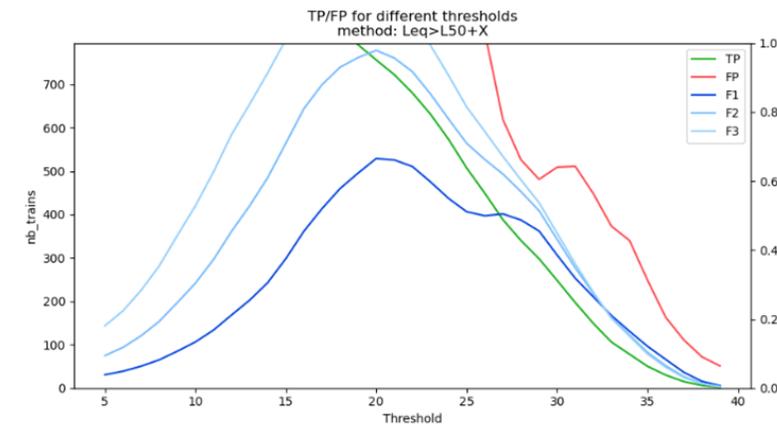
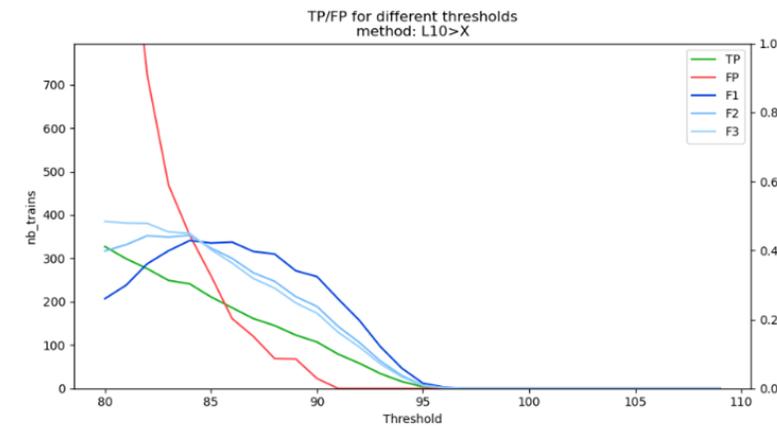
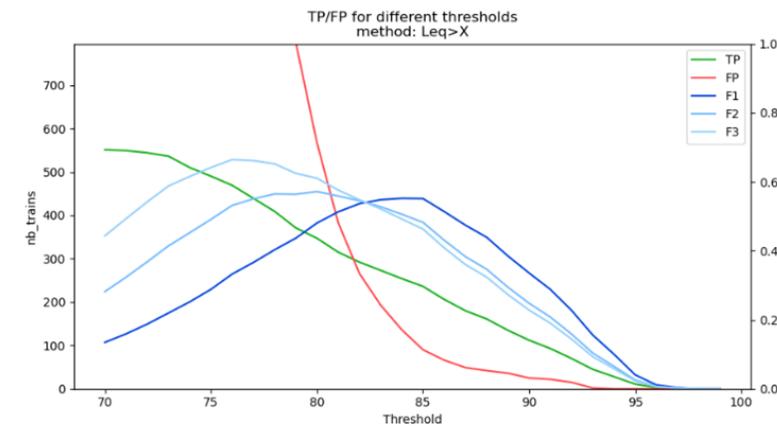
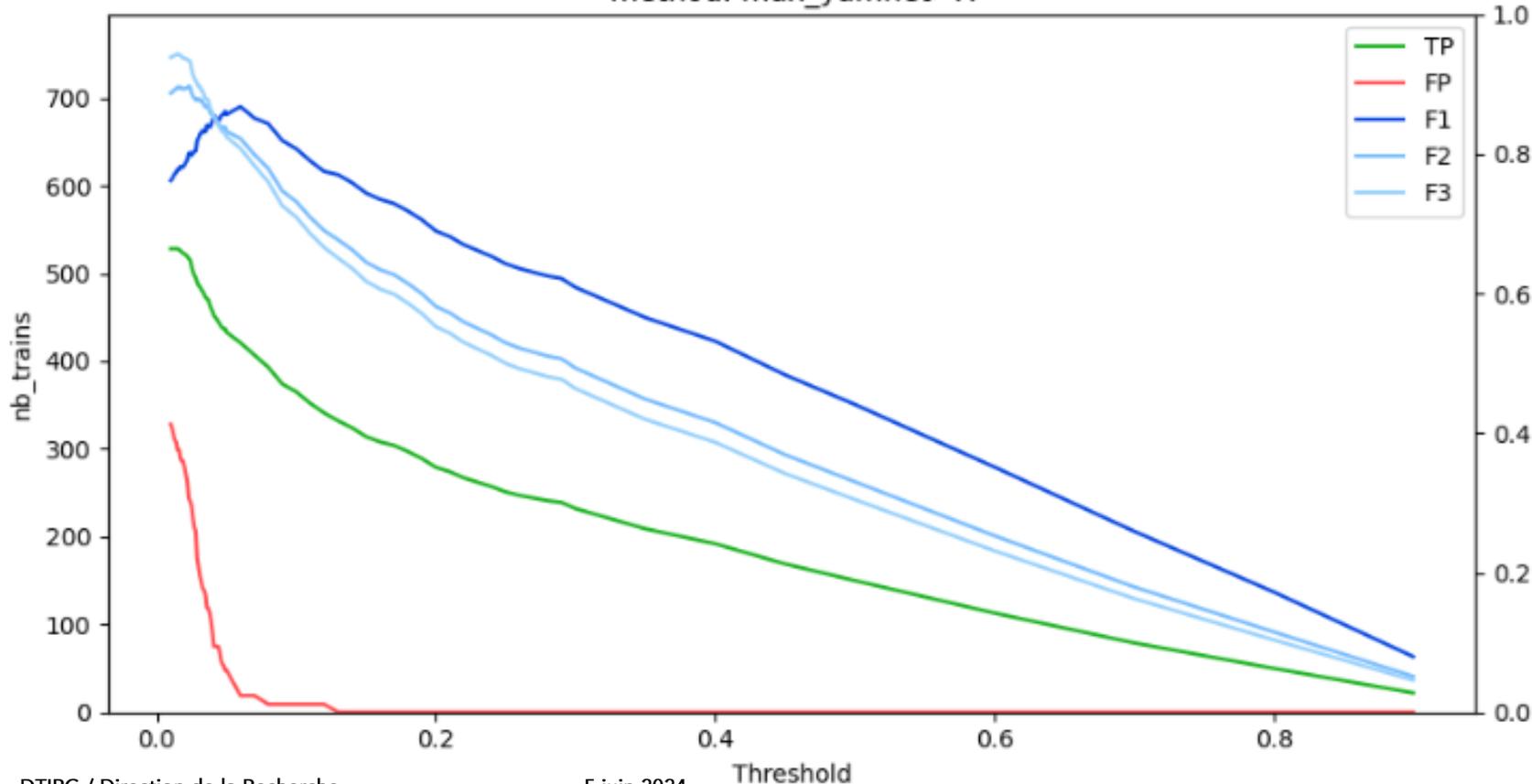
Campagne expérimentale

Résultats

Yamnet > Seuils acoustiques

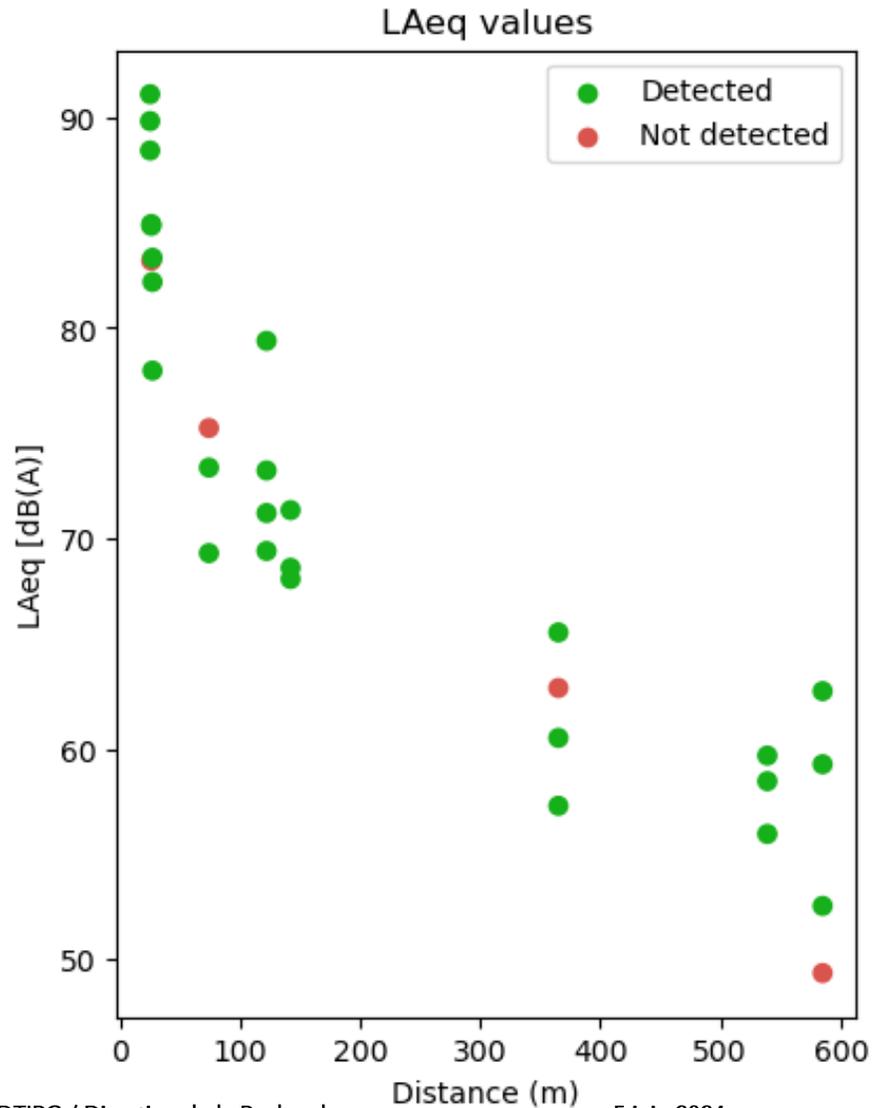


TP/FP for different thresholds
method: max_yamnet>X



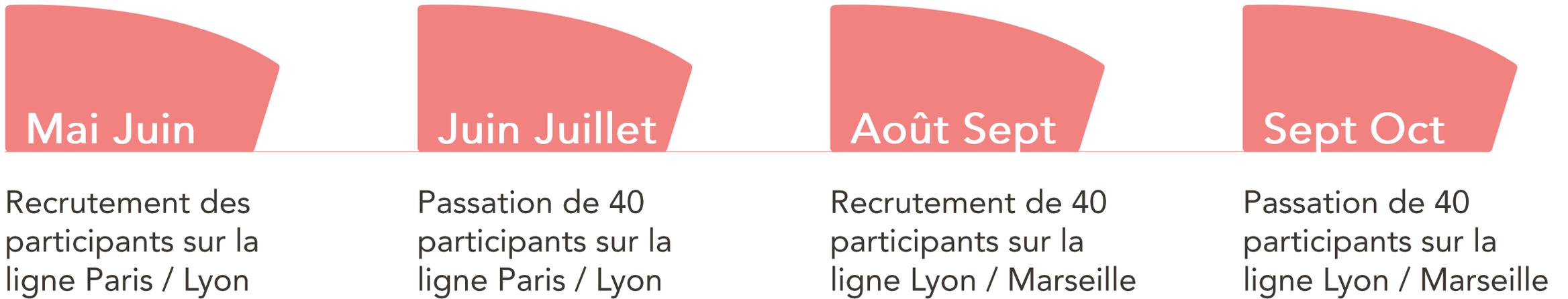
Campagne expérimentale

Résultats



Conclusion

Planning



Conclusion

Systeme semble fonctionner

Paramétrage Yamnet complexe (mais plus que les indicateurs ?)

Usage de la reconnaissance de source pour un projet de recherche en perception de l'environnement sonore +++

**Belle collaboration SNCF / CEREMA / UGE !
On croise les doigts !**

Merci

pierre.aumond@univ-eiffel.fr
mael.roux@sncf.fr

- (1) Ministère de la transition écologique, *Loi d'Orientation des Mobilités (LOM)*. France, 2019.
- (2) S. Bartels, F. Márki, and U. Müller, "The influence of acoustical and non-acoustical factors on short-term annoyance due to aircraft noise in the field - The COSMA study," *Science of the Total Environment*, vol. 538, pp. 834–843, 2015.
- (3) J. A. Page *et al.*, "Quiet Supersonic Flights 2018 (QSF18) test: Galveston, Texas risk reduction for future community testing with a low-boom flight demonstration vehicle," 2020.
- (4) J. Quehl, U. Müller, and F. Mendolia, "Short-term annoyance from nocturnal aircraft noise exposure: results of the NORAH and STRAIN sleep studies," *Int Arch Occup Environ Health*, vol. 90, no. 8, pp. 765–778, 2017.
- (5) J. Stearns, R. Brown, and P. Neiswander, "A pilot study of human response to general aviation aircraft noise," 1983.