

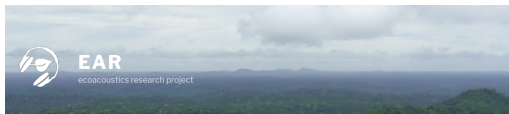
SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ PAR L'ACOUSTIQUE

Jérôme SUEUR



Muséum national d'Histoire naturelle | CNRS
EAR – EcoAcoustics Research Project
ear.cnrs.fr

08 · 02 · 2023



[home](#) [news](#) [concepts](#) [tools](#) [current projects](#) [past projects](#) [publications](#) [teaching](#) [people](#) [↓](#)

[links](#) [videos](#) [contact](#)



décrire, suivre et comprendre la structure et la dynamique de la biodiversité à différentes échelles
(écosystèmes, paysage, communautés, populations)

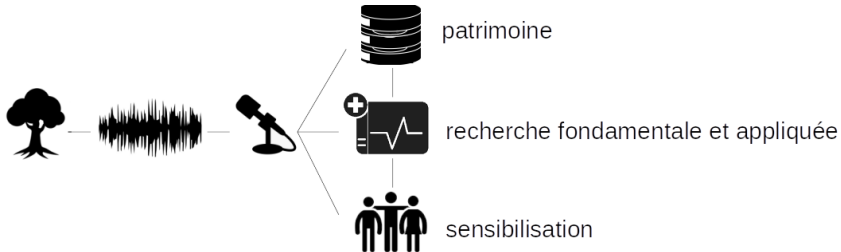


L'écoacoustique

– définition

décrire, suivre et comprendre la structure et la dynamique de la biodiversité à différentes échelles
(écosystèmes, paysage, communautés, populations)

- sauvegarde d'un patrimoine d'histoire naturelle
- recherche fondamentale et appliquée reposant sur un protocole d'échantillonnage massif et non invasif
- sensibilisation des experts, des gestionnaires et du grand public



L'écoacoustique

– acquisition des données



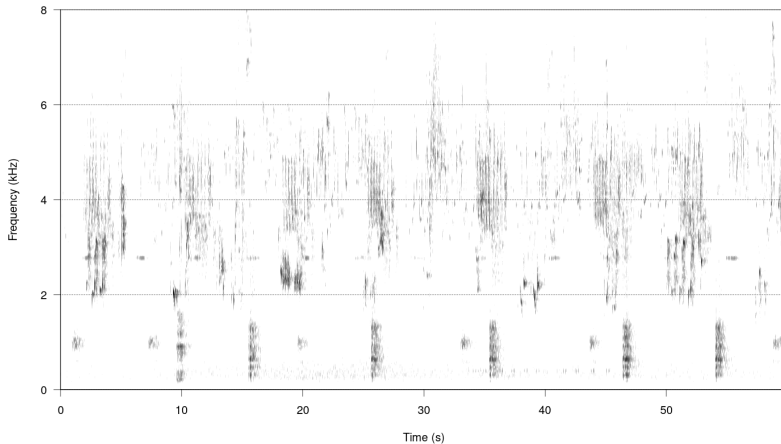
J Sueur, M Depraetere, Lauric Thiault



L'écoacoustique

– acquisition des données

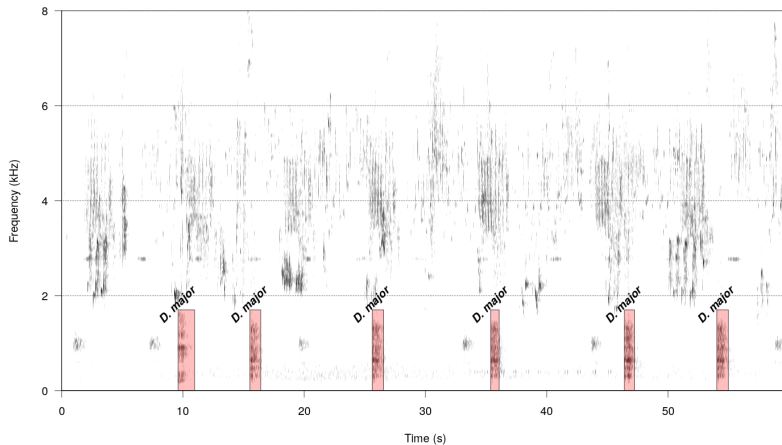




Petchora, Russie, enregistrement par Simon Targowla



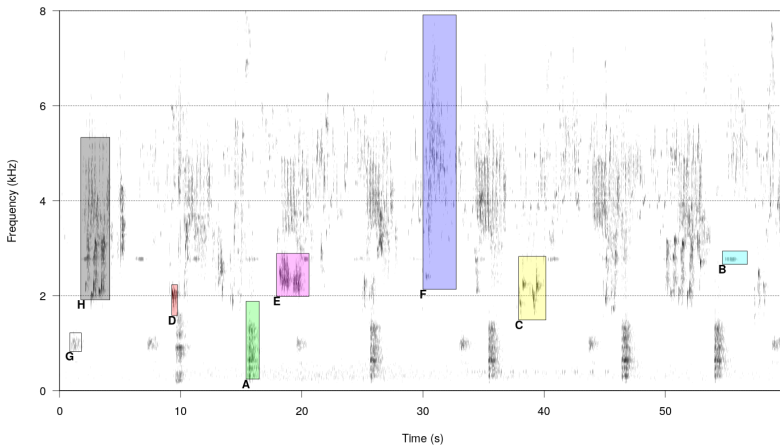
POPULATION $\rightsquigarrow$ méthodes supervisées (pattern recognition, IA)



Petchora, Russie, enregistrement par Simon Targowla



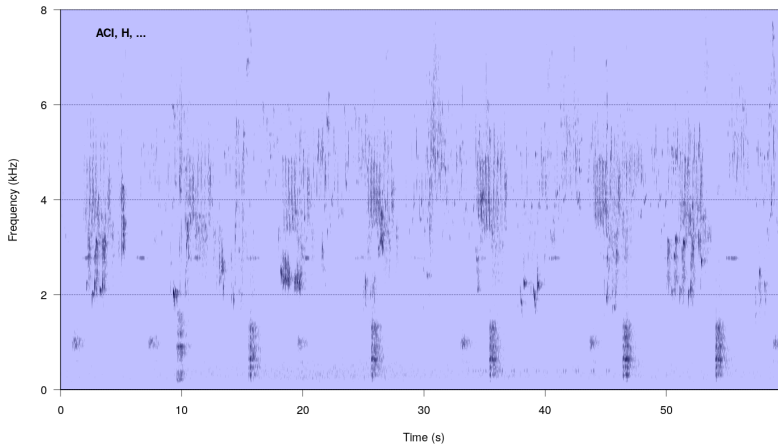
COMMUNAUTE $\rightsquigarrow$ méthodes non supervisées (clustering)



Petchora, Russie, enregistrement par Simon Targowla



PAYSAGE $\rightsquigarrow$ indices (paramétrisation globale)

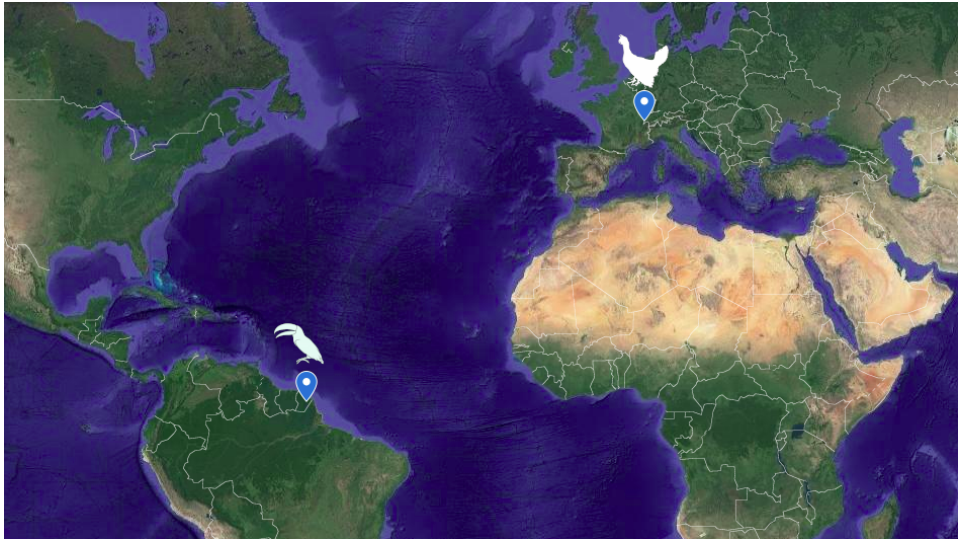


Petchora, Russie, enregistrement par Simon Targowla



Sites

– long-term



Sites

– long-terme



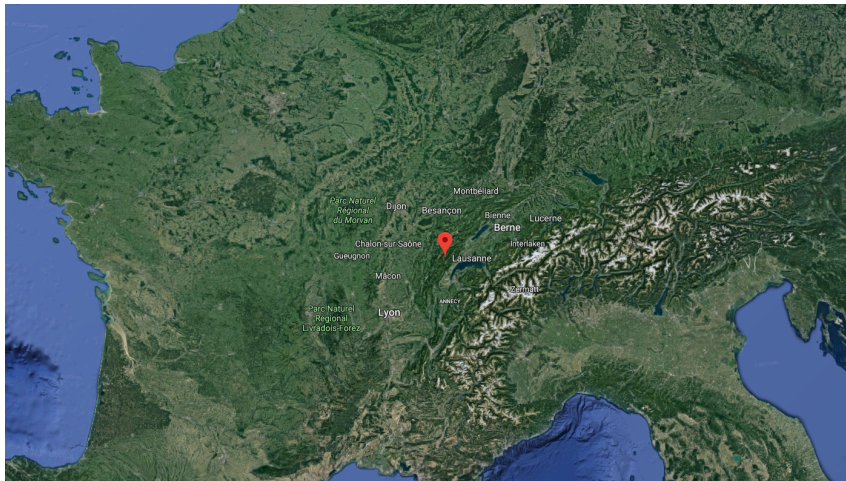
≈ 4°C
depuis juillet 2018
Jura



≈ 25°C
depuis février 2019
Guyane

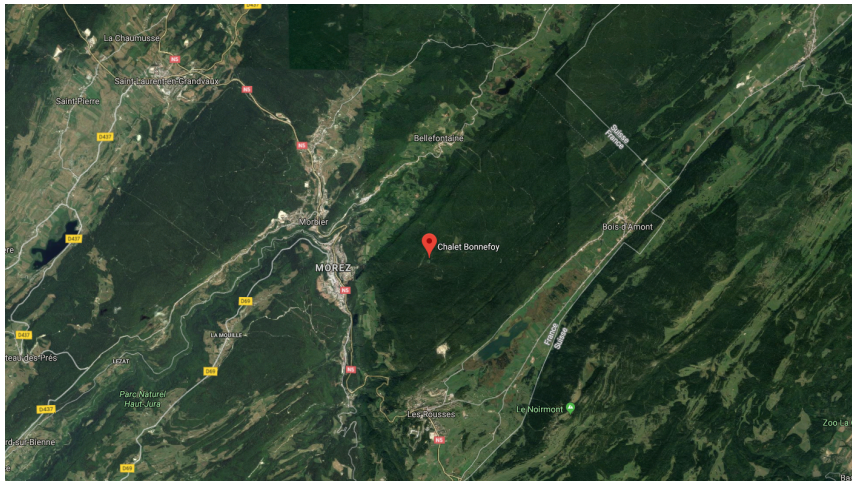
15 ans





Jura





Parc Naturel Régional du Haut-Jura, 3 300 ha

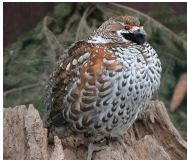




épicéa (*Picea abies*) + hêtre (*Fagus sylvatica*)



gélinotte
des bois



grand tétras



pic
tridactyle



loup
gris



lynx
d'Europe



cerf
élaphe



W Berns, F Veronesi, Nudelbraut, ensemble pour les animaux, B Landgraf, Maxppp

44 passeraux, 5 mammifères, ? insectes, 0 amphibien



climat

- ▶ ↗ température
- ▶ ↗ pluie
- ▶ ↘ neige

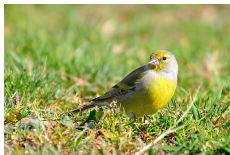


climat

- ▶ ↗ température
- ▶ ↗ pluie
- ▶ ↘ neige

acoustique

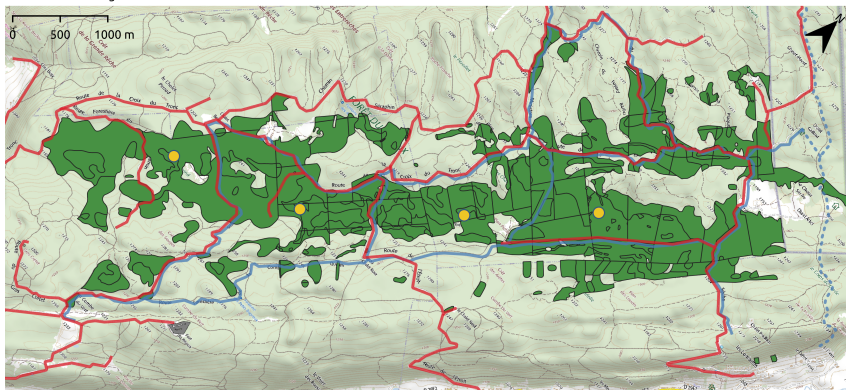
- ▶ ↗ géophonie
- ▶ ↘ espèces spécialistes de montagne (p.ex. venturon montagnard, grand tétras)
- ▶ ↗ espèces généralistes de vallée (p.ex. pigeon ramier, merle noir)
- ▶ ↔ changement de saisonnalité (p.ex. chœur des oiseaux printanier précoce et long)

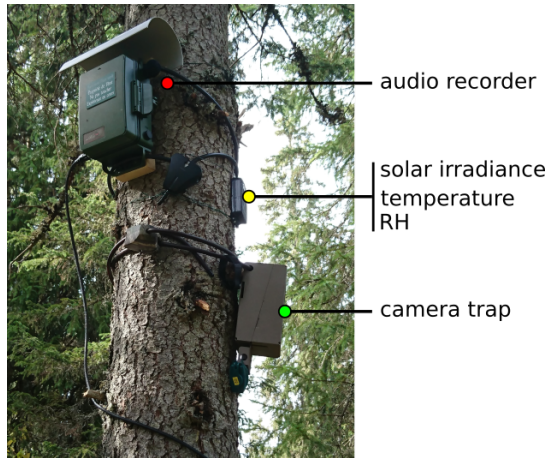




Legends

- Forest roads
- Ski trails
- Snowshoeing trails
- Recorder position
- Pure spruce forest





(1' toutes les 15' = 140 160 fichiers stéréo / an = 2336 h / an) + (°C, lux, RH) + (suivi végétation)





Forêt du Risoux, Jura, 13 Juin 2019, 07h15



Forêt du Risoux, Jura, 13 Juin 2019, 07h15

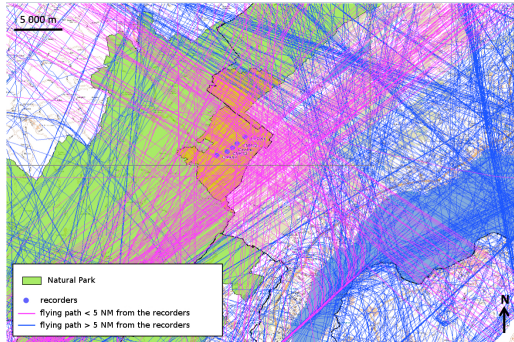


Forêt du Risoux, Jura, 10 Août 2018, 09h30

Forêt froide : Jura



– paysage sonore | le problème



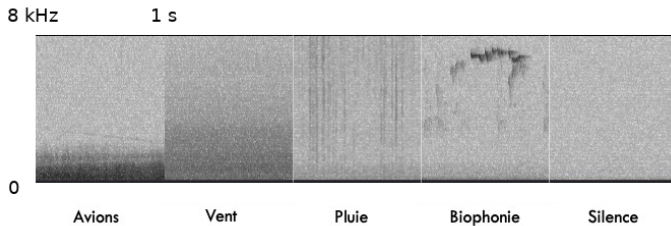
DGAC

118 261 avions en 2018



Frédéric Sèbe





MFCC



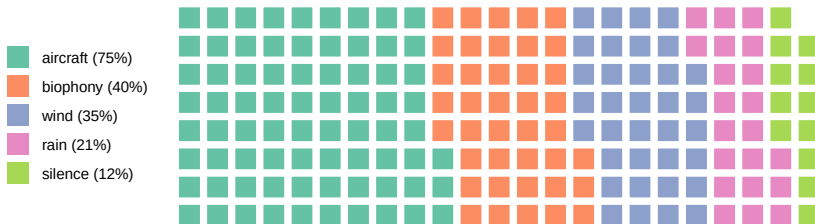
réseau de neurones (perceptron)



[0, 1]

(avion, vent, pluie, biophonie, silence)



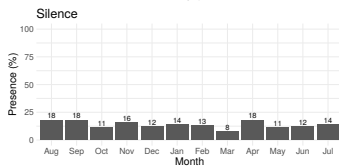
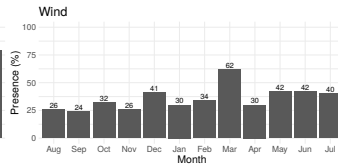
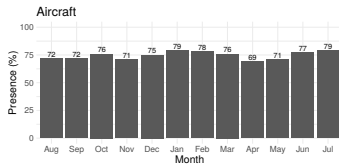


Grinfeder et al. (2022)



Forêt froide : Jura

– paysage sonore | résultats

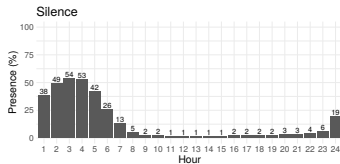
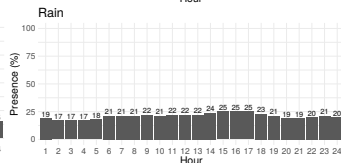
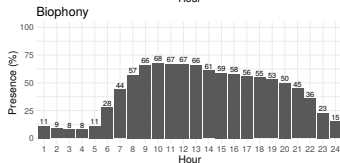
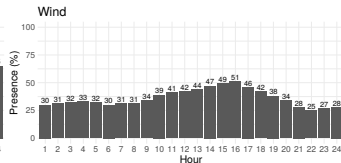
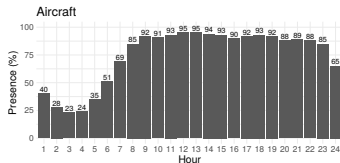


Grinfeder et al. (2022)



Forêt froide : Jura

– paysage sonore | résultats



Grinfeder et al. (2022)





- ▶ classer et suivre automatiquement les composants d'un paysage sonore naturel





- ▶ classer et suivre automatiquement les composants d'un paysage sonore naturel
- ▶ mettre en évidence d'une dominance de l'anthropophonie (avions)





- ▶ classer et suivre automatiquement les composants d'un paysage sonore naturel
- ▶ mettre en évidence d'une dominance de l'anthropophonie (avions)
- ▶ révéler un hiatus entre les mesures de protection locales et l'importance de la pollution sonore





- ▶ classer et suivre automatiquement les composants d'un paysage sonore naturel
- ▶ mettre en évidence d'une dominance de l'anthropophonie (avions)
- ▶ révéler un hiatus entre les mesures de protection locales et l'importance de la pollution sonore

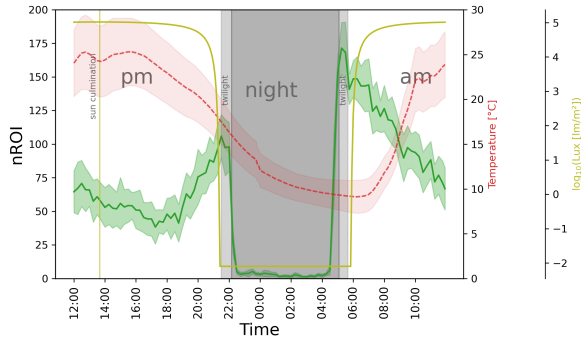
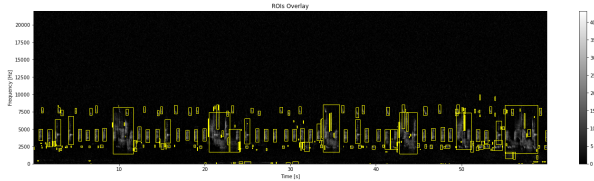




- ▶ classer et suivre automatiquement les composants d'un paysage sonore naturel
- ▶ mettre en évidence d'une dominance de l'anthropophonie (avions)
- ▶ révéler un hiatus entre les mesures de protection locales et l'importance de la pollution sonore

un paysage visuel préservé dans un paysage sonore détérioré





- rythme jour/nuit, saisonnalité, phénologie inter-annuelle
- impacts du bruit du trafic aérien





Grand Tétrás (*Tetrao urogallus*)



pict. Nudelbraut | wikipedia
rec. Sylvain Haupt

- ▶ saisonnalité de l'activité vocale
- ▶ effets du trafic aérien
- ▶ effets des comptages

Frédéric Sèbe (Université de Saint-Etienne, France)





insectes en vol
⇓
bourdonnement
⇓
pollinisation

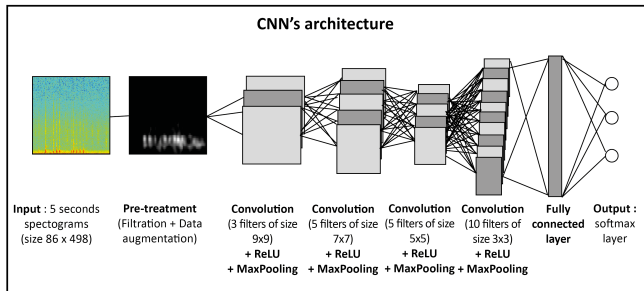


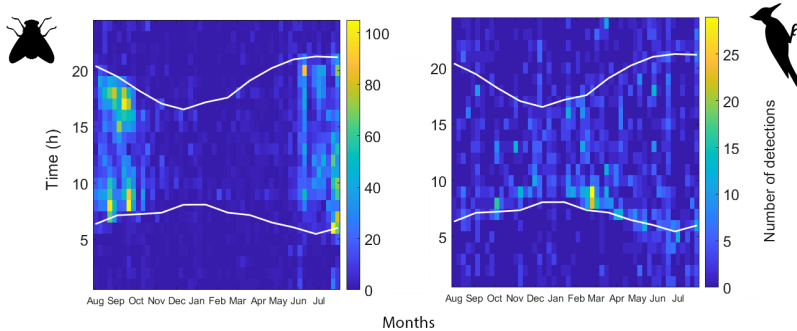
insectes en vol
⇓
bourdonnement
⇓
pollinisation



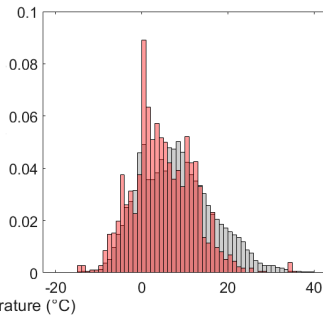
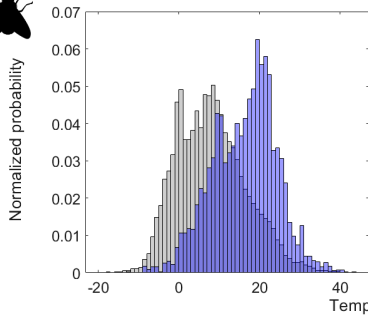
pics
⇓
tambourinements
⇓
état forestier

F Veronesi & wikipedia
rec. by Fernand Deroussen | naturophonia





Folliot et al. (2022)



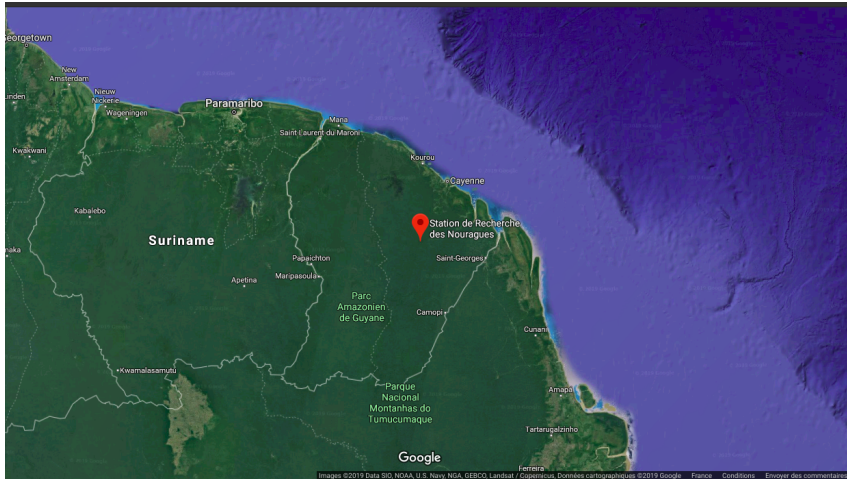
Folliot et al. (2022)

+1.5 °C

- ▶ classer et suivre automatiquement des fonctions écologiques

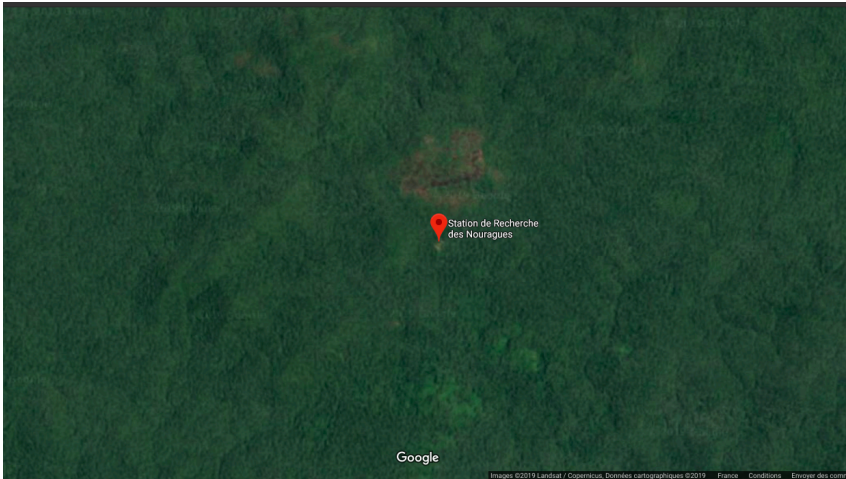
- ▶ classer et suivre automatiquement des fonctions écologiques
- ▶ estimer la valence thermique de fonctions écologiques

- ▶ classer et suivre automatiquement des fonctions écologiques
- ▶ estimer la valence thermique de fonctions écologiques
- ▶ anticiper des réponses possibles au changement climatique



Amérique du Sud, Guyane





Images ©2019 Landsat / Copernicus. Données cartographiques ©2019 France. Conditions. Envoyer des commentaires.

105 800 ha Réserve des Nouragues





Station de recherche du CNRS Field



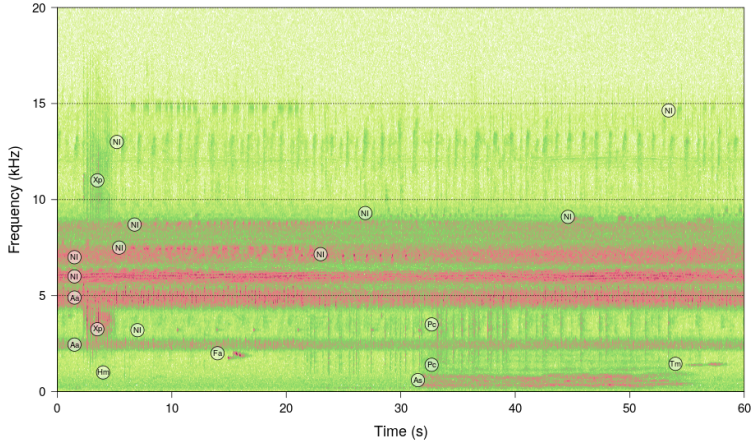


213 oiseaux + 26 amphibiens + 4 mammifères (excl. chauve-souris) + ? insectes cachés dans 172 arbres





Adenomera andreae (Aa), Alouatta seniculus (As), Formicarius analis (Fa), Hypsiboas multifasciata (Hm), Not identified (NI), Psophia crepitans (Pc), Tinamus major (Tm), Xiphorhynchus pardalotus (Xp)





climat

- ▶ ↘ pluie
- ▶ ↗ vent
- ▶ ⇄ saisons des pluies / saisons sèches

climat

- ▶ ↘ pluie
- ▶ ↗ vent
- ▶ ⇄ saisons des pluies / saisons sèches

acoustique

- ▶ ⇄ changements de saisonnalité des populations
- ▶ ↘ des populations de saisons des pluies
- ▶ réarrangement des communautés et des paysages sonores







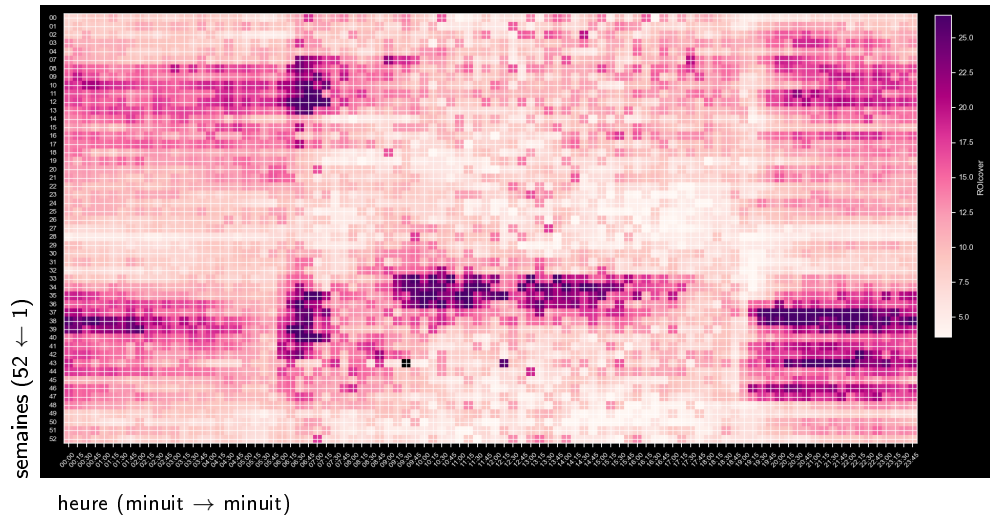


1 point à deux hauteurs (sous-bois – 2 m et canopée – 40 m)





canopée

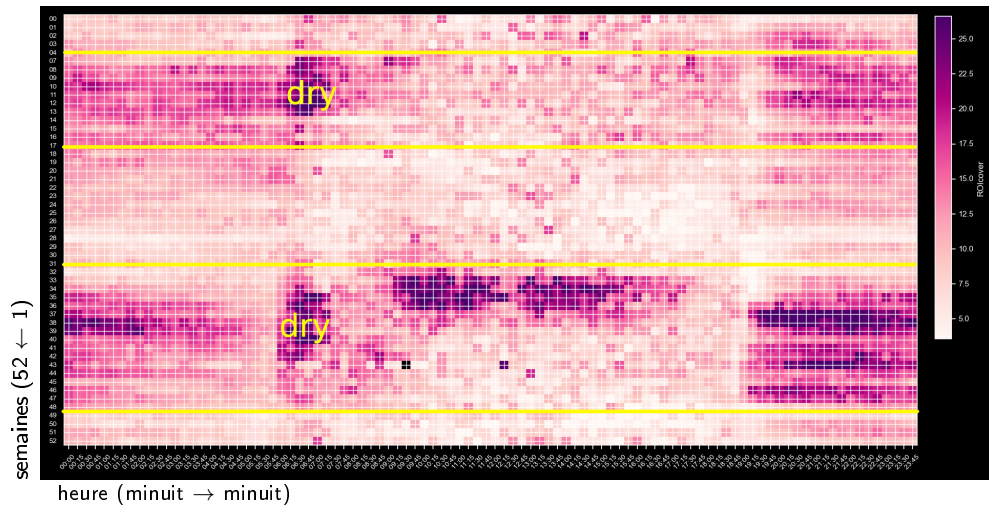


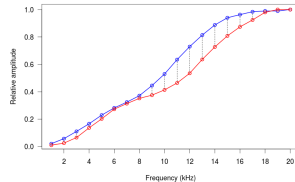
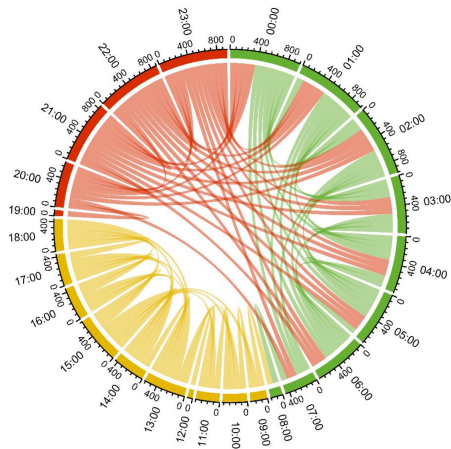
Sylvain Hauptert





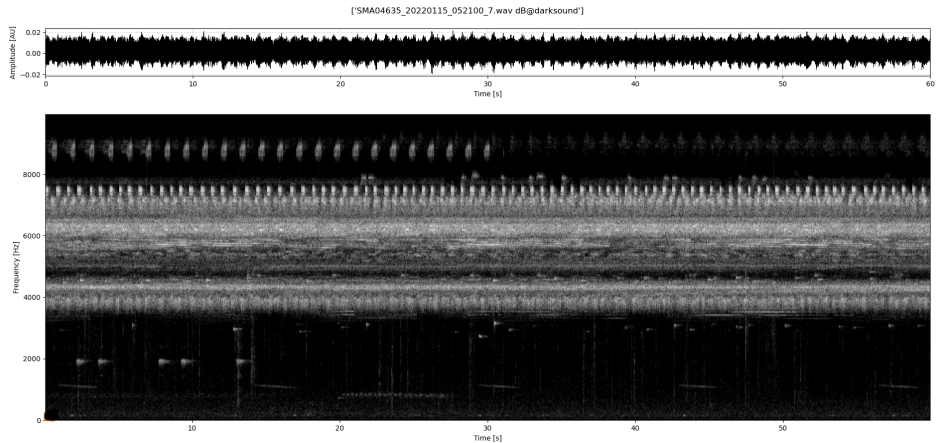
canopée

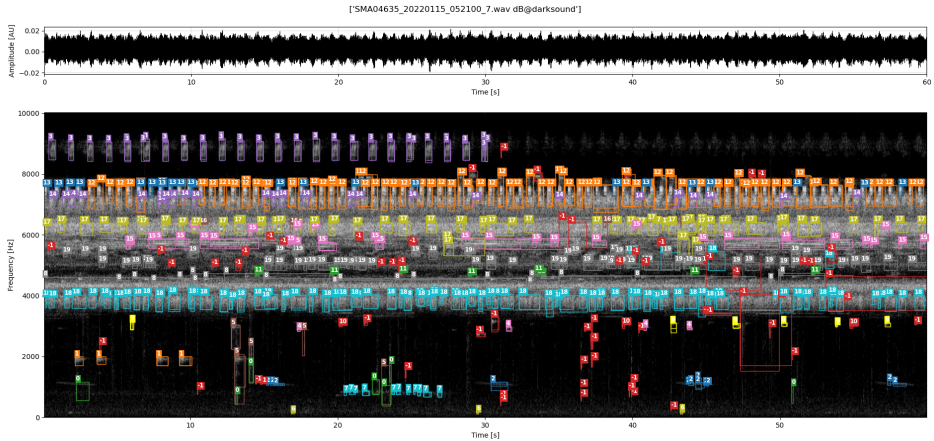




de Baudouin et al. (in prep.)

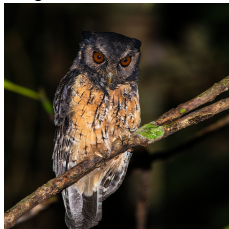








Megascops watsonii



Evaldo Cesari de Oliveira

Pulsatrix perspicillata



D.R.

Ciccaba virgata



Dominic Sherony

Tinamus major

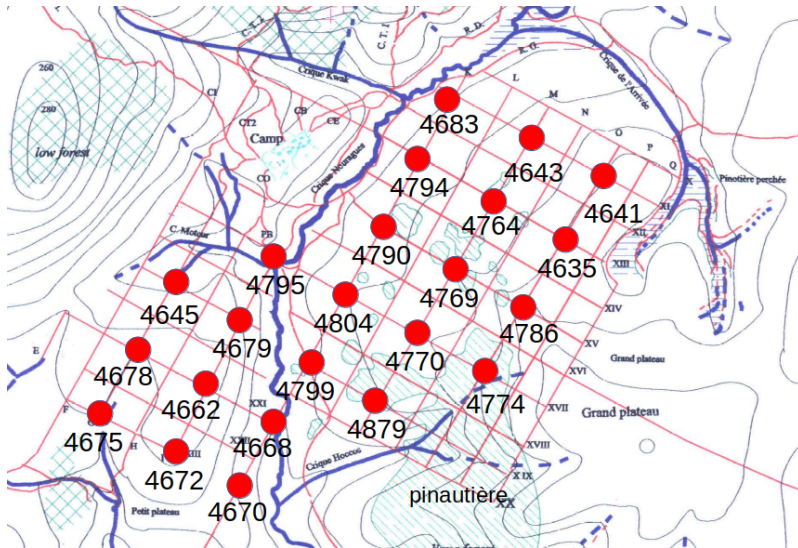


Paul van Giersbergen

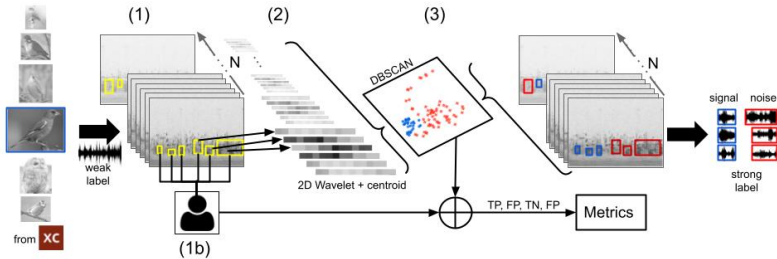
Espèces crépusculaires et nocturnes
collaboration principale avec Christophe Thébaud Université de Toulouse, France











Michaud et al. (2023)





- ▶ détection automatique des chants par IA
- ▶ événements rares dans un paysage sonore complexe
- ▶ intelligence artificielle à partir de peu de données d'entraînement
- ▶ analyse statistique de la répartition et le co-occurrence spatio-temporelle des espèces



Pour conclure

– un peu de maths pour la biodiversité sonore

- ▶ analyse du signal (Fourier, MFCC, ondelettes)



Pour conclure

– un peu de maths pour la biodiversité sonore

- ▶ analyse du signal (Fourier, MFCC, ondelettes)
- ▶ indices acoustiques (paramétrisation, dissimilarité)



Pour conclure

– un peu de maths pour la biodiversité sonore

- ▶ analyse du signal (Fourier, MFCC, ondelettes)
- ▶ indices acoustiques (paramétrisation, dissimilarité)
- ▶ IA (traitement de l'image, réseaux de neurones)



Pour conclure

– un peu de maths pour la biodiversité sonore

- ▶ analyse du signal (Fourier, MFCC, ondelettes)
- ▶ indices acoustiques (paramétrisation, dissimilarité)
- ▶ IA (traitement de l'image, réseaux de neurones)
- ▶ statistiques (réduction de dimension, ordination)



Pour conclure

– un peu de maths pour la biodiversité sonore

- ▶ analyse du signal (Fourier, MFCC, ondelettes)
- ▶ indices acoustiques (paramétrisation, dissimilarité)
- ▶ IA (traitement de l'image, réseaux de neurones)
- ▶ statistiques (réduction de dimension, ordination)
- ▶ probabilités (modèles d'occupation)



merci beaucoup !



Jura : Julien Barlet, Alexandre Folliot, Elie
Grinfeder, Sylvain Hauptert, Marie-Pierre Reynet,
Frédéric Sèbe

Guyane : Christophe Thébaud, Elodie Courtois,
Pierre-Michel Forget, Philippe Gaucher, Sylvain
Hauptert, Nina Marchand

Paris : Adèle de Baudouin, Félix Michaud, Sarah
Obaid, Joachim Poutaraud

Labex CEBA, Labex BCDIV, Labex DRIIHM, PNR
Haut-Jura, Station de recherche du CNRS des
Nouragues

ear.cnrs.fr