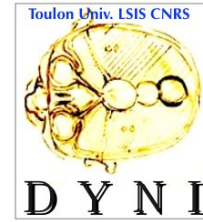




Port-Cros  
Parc National



# Contributions en analyse de masses de données bioacoustiques sous-marines (cachalot) et terrestres (oiseaux)

H. Glotin et al.

[herve.glotin@univ-tln.fr](mailto:herve.glotin@univ-tln.fr)

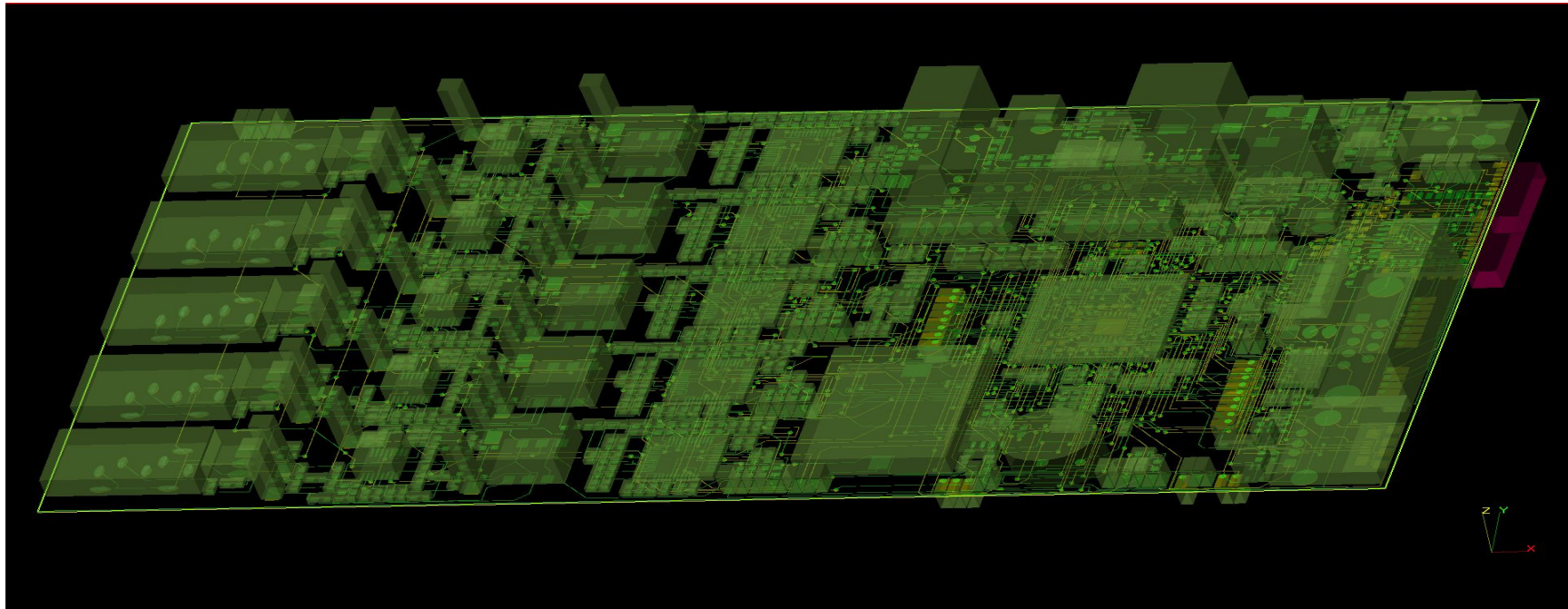
<http://sabiiod.org/eadm>

# NEW instruments allow massive recordings Innovation in Multichannel Ultrasonic DAQ :

**JASON HYPERSOUND DAQ**

**5 chan x 1 MHz SR x 16 bits**

**Low cost, Low power, High Velocity, Long autonomy**



# **PART I**

# **Traitement de Masse de Données**

# **Acoustiques**

# **pour le Suivi du *Cachalot***

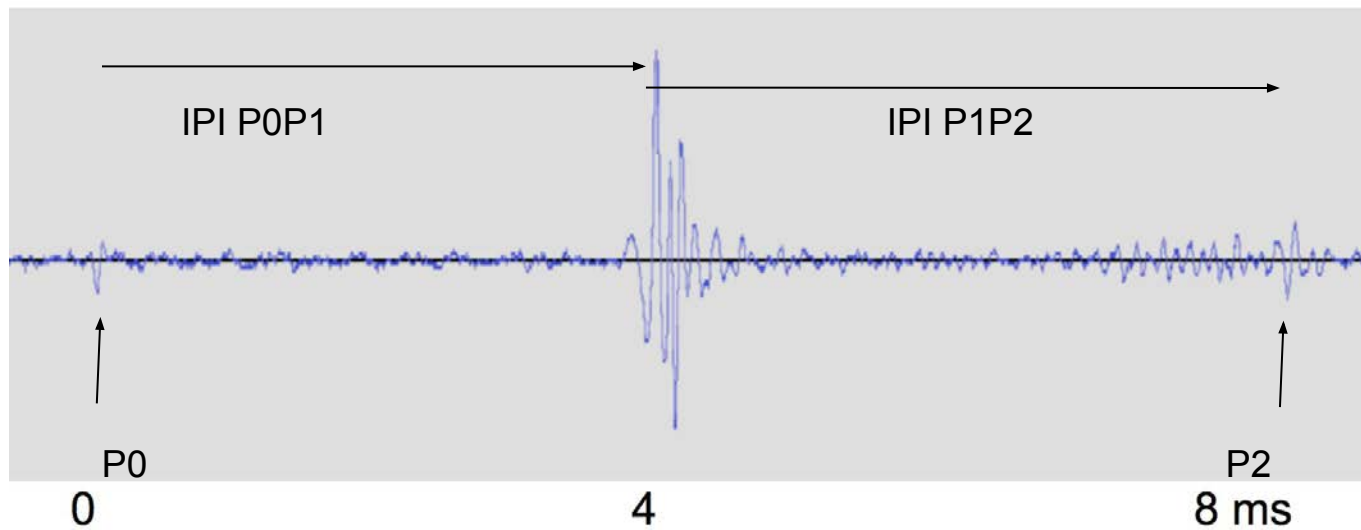
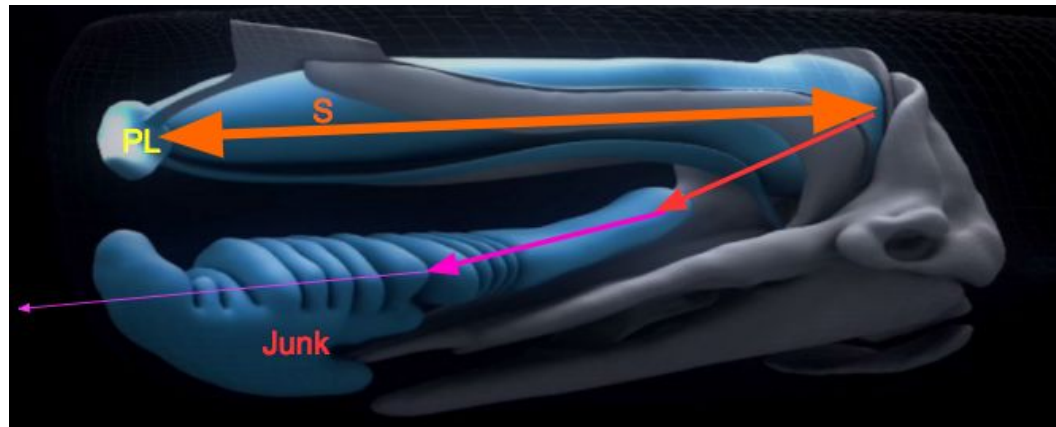
**Hackathon EADM MADICS nov. 2016**

Hervé Glotin, Julien Ricard, Pascale Giraudet

Équipe DYNI - CNRS LSIS - université de Toulon

[glotin@univ-tln.fr](mailto:glotin@univ-tln.fr) - Projet VAMOS - PELAGOS 2015-16

# Le CACHALOT : un sonar complexe



mesure  
acoustique  
d'Antares  
2015  
d'un clic  
de cachalot

P0

0

4

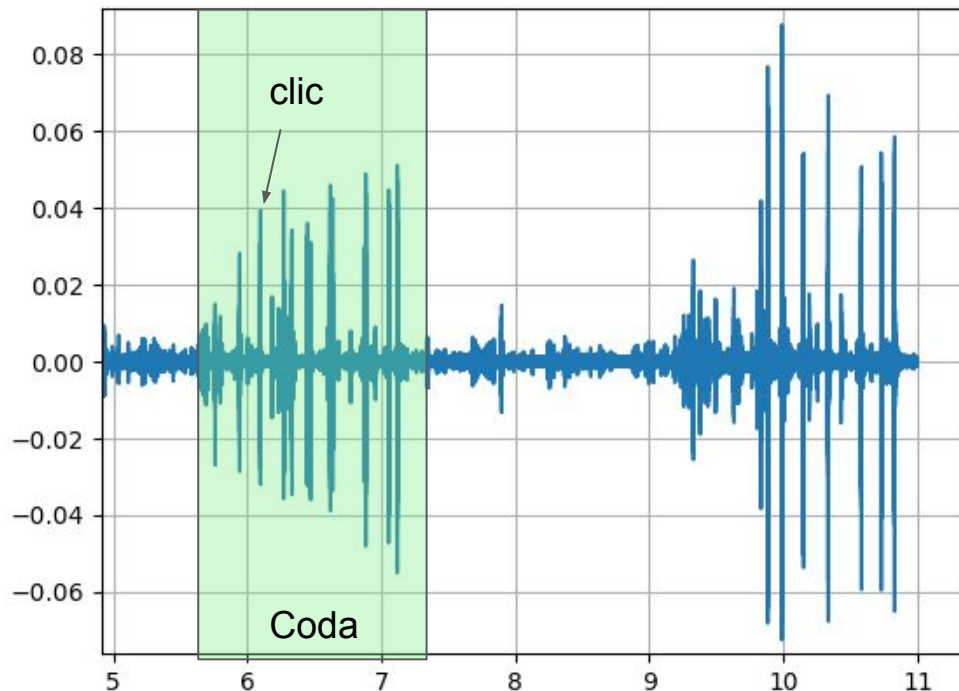
P2

8 ms

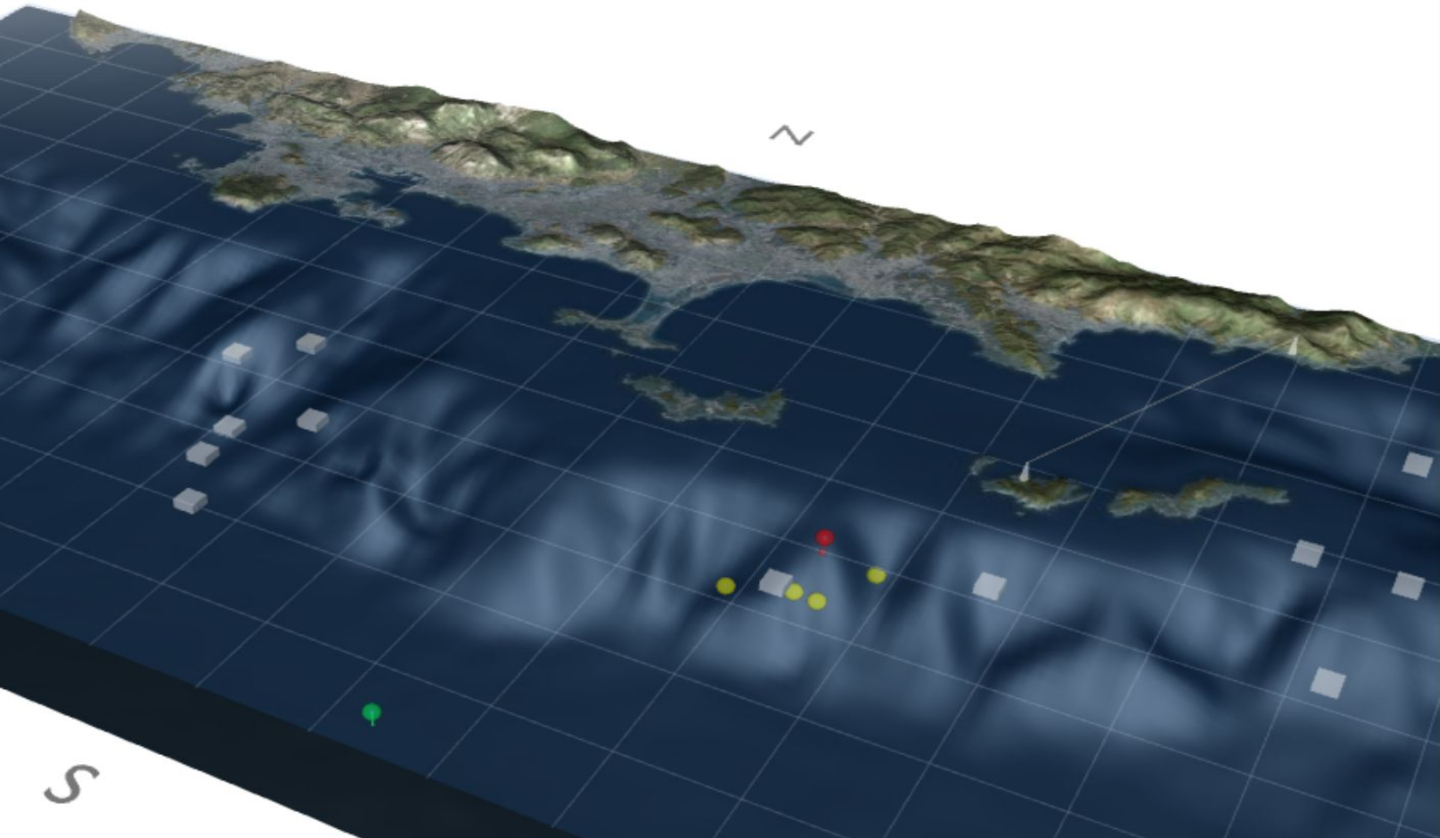
# Les trains de clics du cachalot

La communication acoustique des cachalots se fait principalement par séquences de clics, appelées *codas*.

Il émet également des trains de clics purement sonar pour chasser à -2 000 m durant 1h



# Vue générale en 3D du dispositif BOMBYX (boule rouge) L'observatoire astrophysique et bioacoustique Antares (boule verte)



## VAMOS (Université de Toulon, PNPC & PELAGOS)

Suivi bioacoustique d'odontocètes,  
différé & temps-réel

### Légende :

- Boules jaunes: localisations 3D réelles de cachalot du 17.08.2015 (par Bombyx)
- Cubes blancs: localisations depuis bateaux (DECAV PELAGOS 2010-13)
- Boule rouge: BOMBYX
- Boules vertes: ANTARES
- Trait blanc: connexion WIFI 2Mo/s JASON (signal de Bombyx ou autre à terme)

grille (5km)  surface de l'eau

Echelle verticale : x2

*La vue peut-être orientée avec la souris (bouton & molette)*

*Double-clic sur un objet pour infos et centrage*

*(c) Cosentino (interface), Glotin & Giraudet  
(calcul localisation, concept)  
UTLN JASON & VAMOS*

# Bouée bombyx, construite par Dyni LSIS (coll. MIO) en 2014 pour l'acquisition de masse de données bioacoustiques

## Partenariat avec OSEAN pour l'équipement acoustique

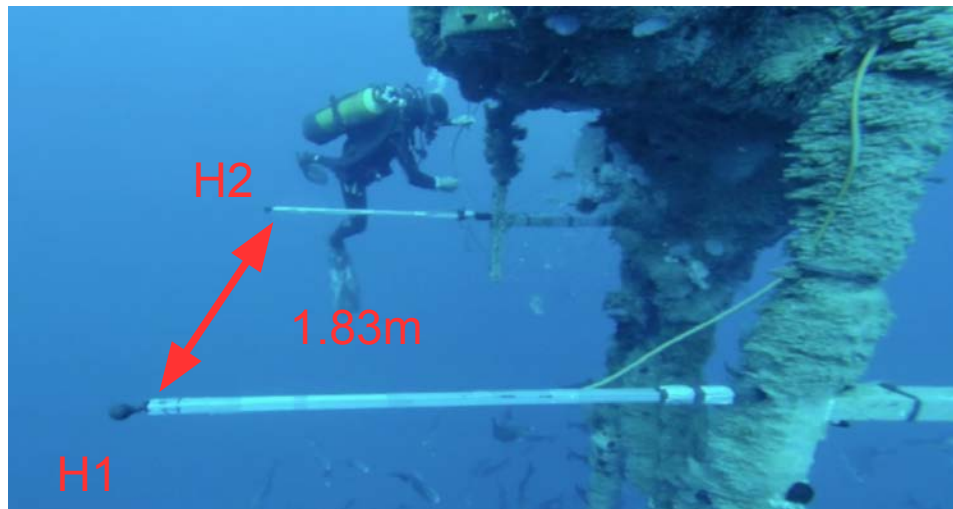


PCM Audio @ 50 kHz, 32 bits, 2 voies

~ 1.5 GB / h

**~ 1.3 TB collectés depuis 2015 : 3 x 3 mois en continu**

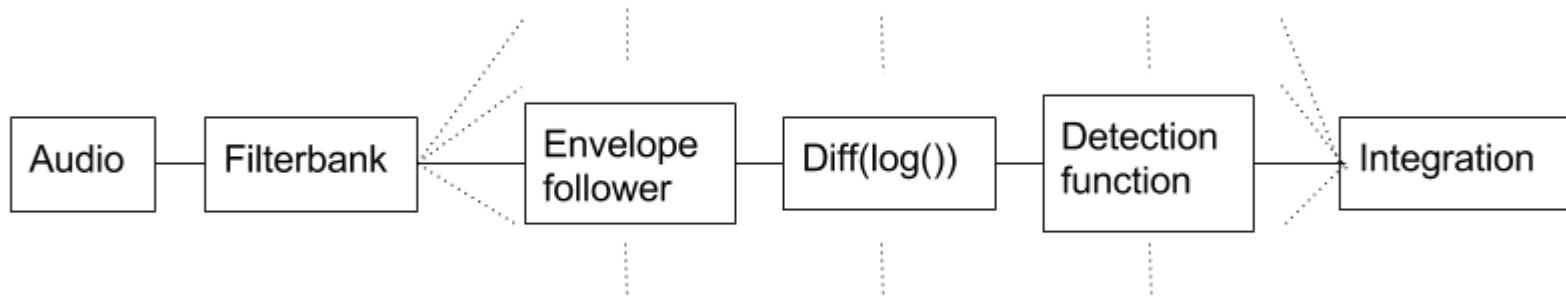
-> Développement d'outils d'analyse automatique rapide



Les 2 hydrophones Bombyx

# Analyse vue générale

- a) Détection multi-bandes basée sur la dérivée de l'enveloppe temporelle sur 1 seule voie :

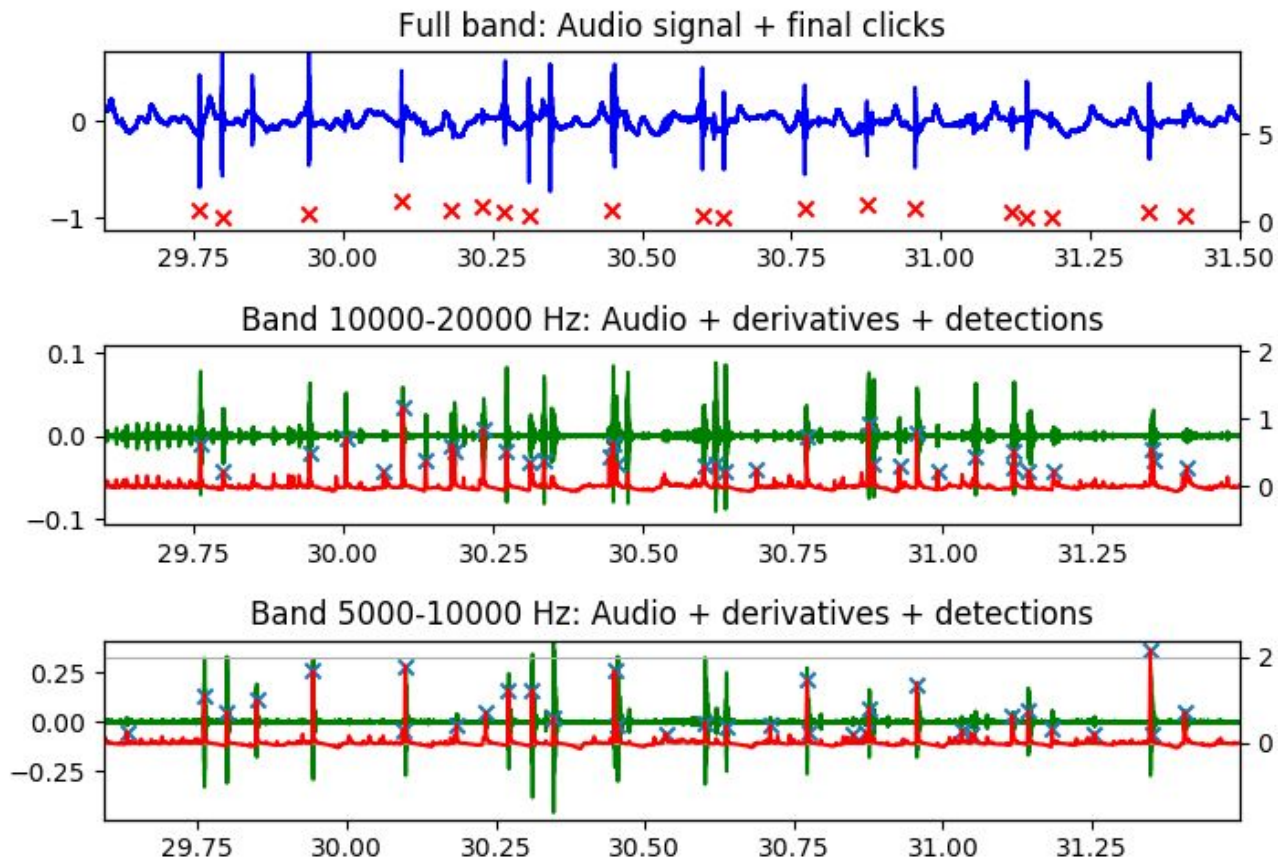


- b) Filtrage par détection de pulses

- c) Mesure pour ces clics détectés des différences d'arrivée entre les 2 voies

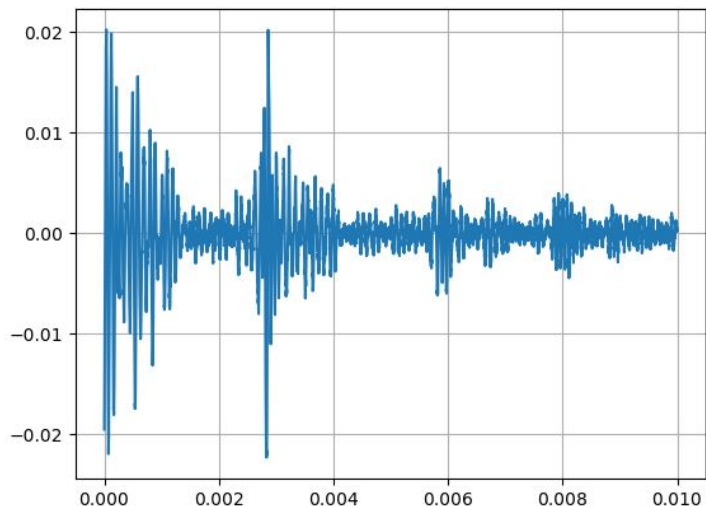


# Bombyx / Analyse / Détection automatique de clics

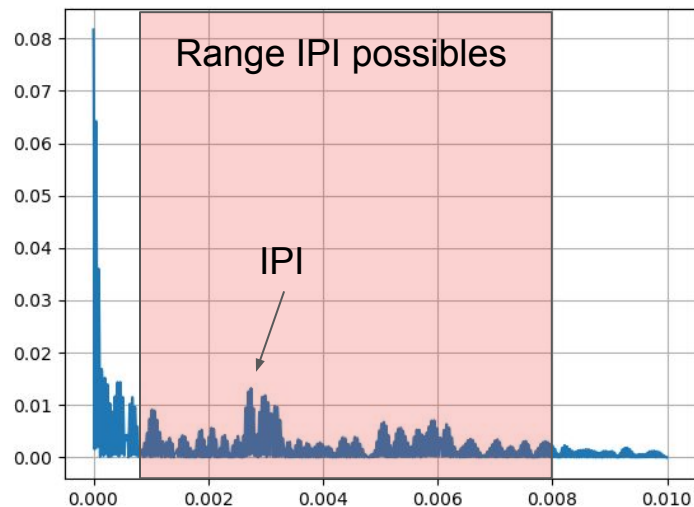


# Bombyx / Analyse / Mesure d'Intervalle inter pulse

L'IPI est calculé par auto-corrélation du clic sur une seule voie, et permet de supprimer des faux positifs avant tout calcul sur les 2 voies



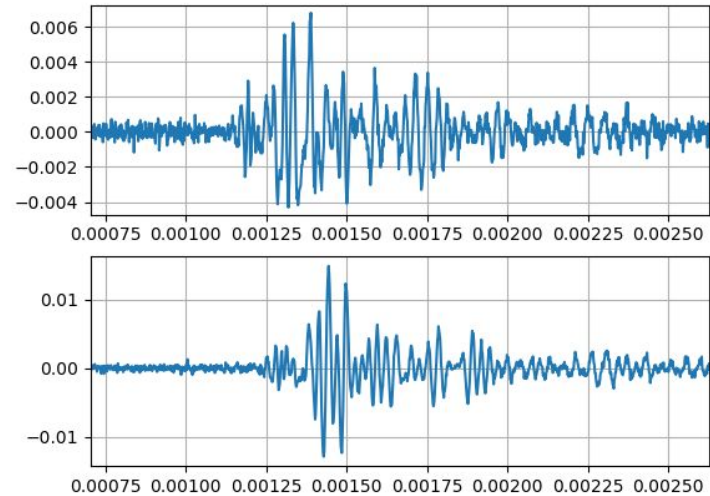
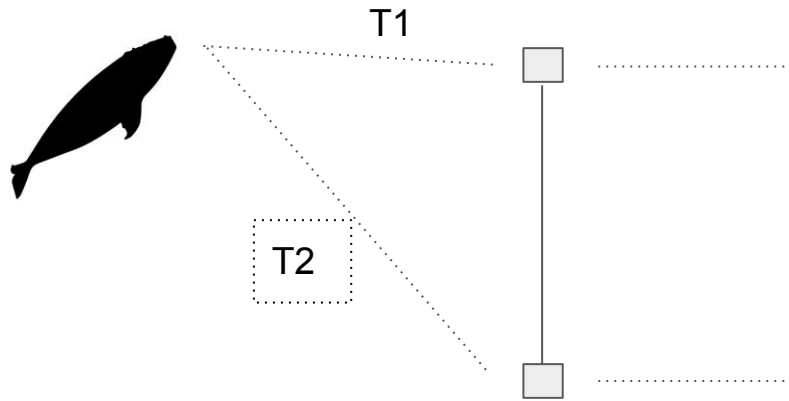
audio



auto-corrélation(audio)

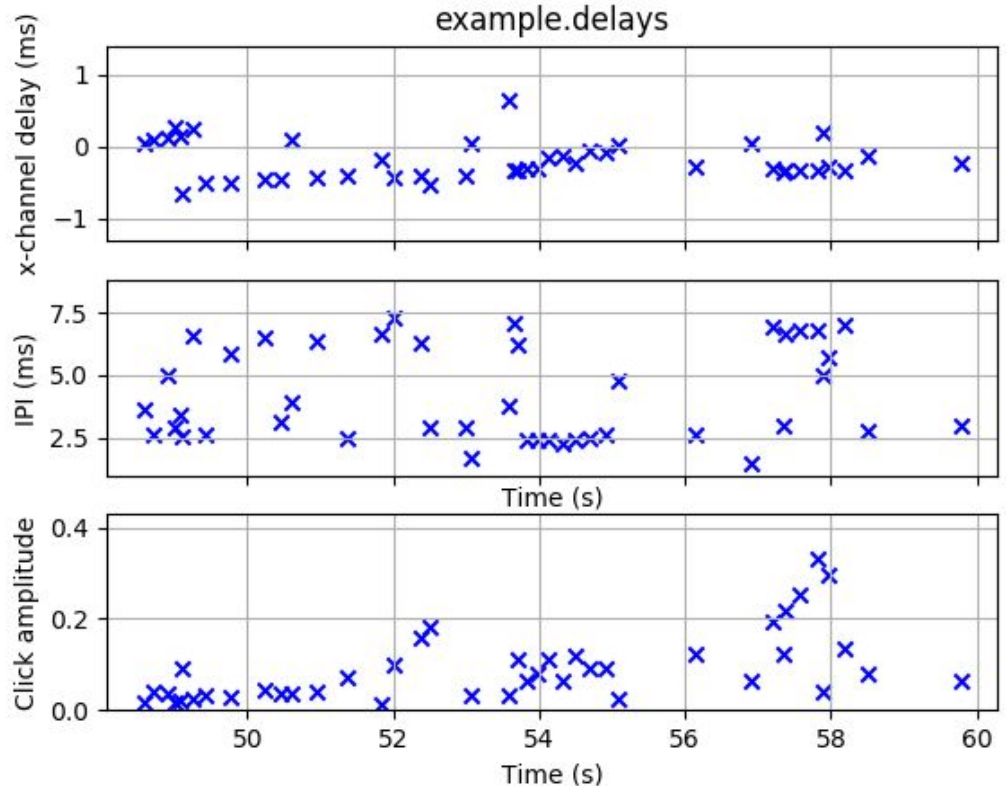
# Bombyx / Analyse / Mesure de TDOA

La différence de temps d'arrivée entre les 2 voies permet de suivre l'animal en 1D  
L'inter-corrélation n'est calculée que sur les détections

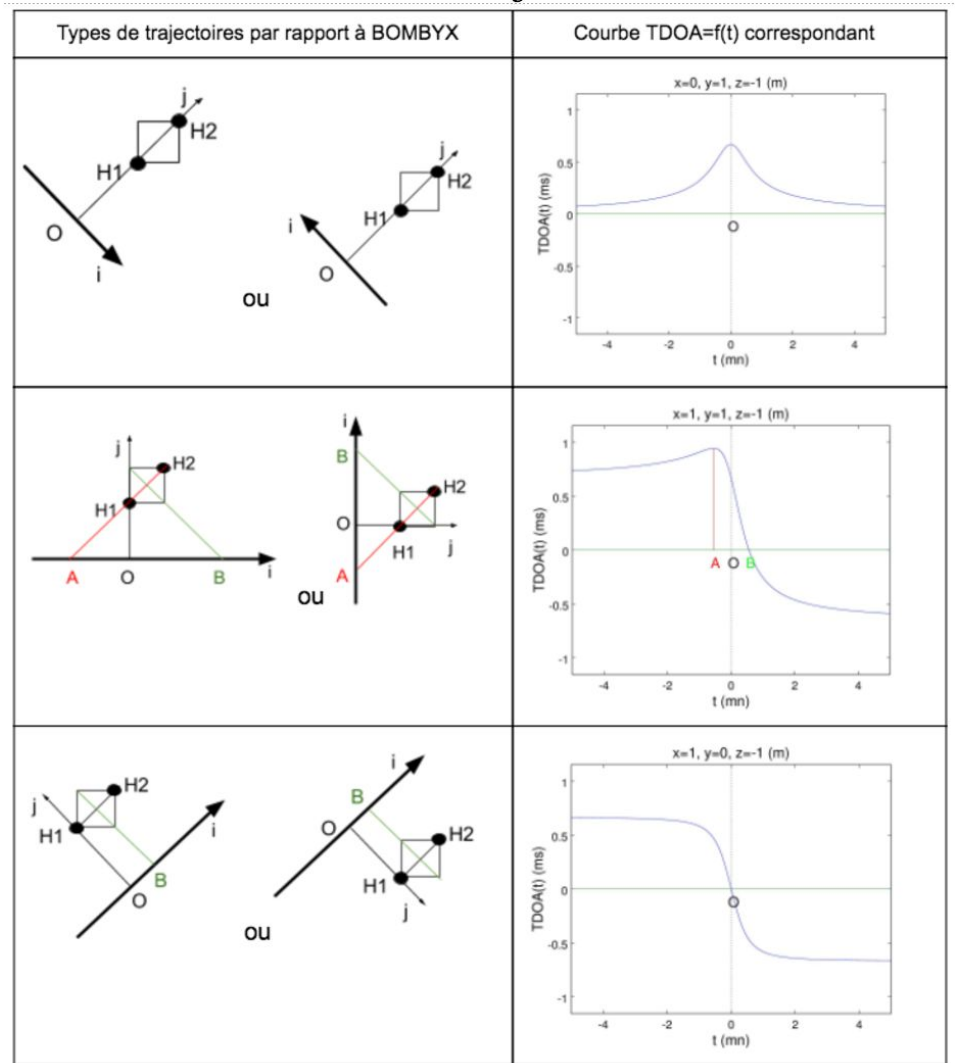


# Bombyx / Analyse / Intégration

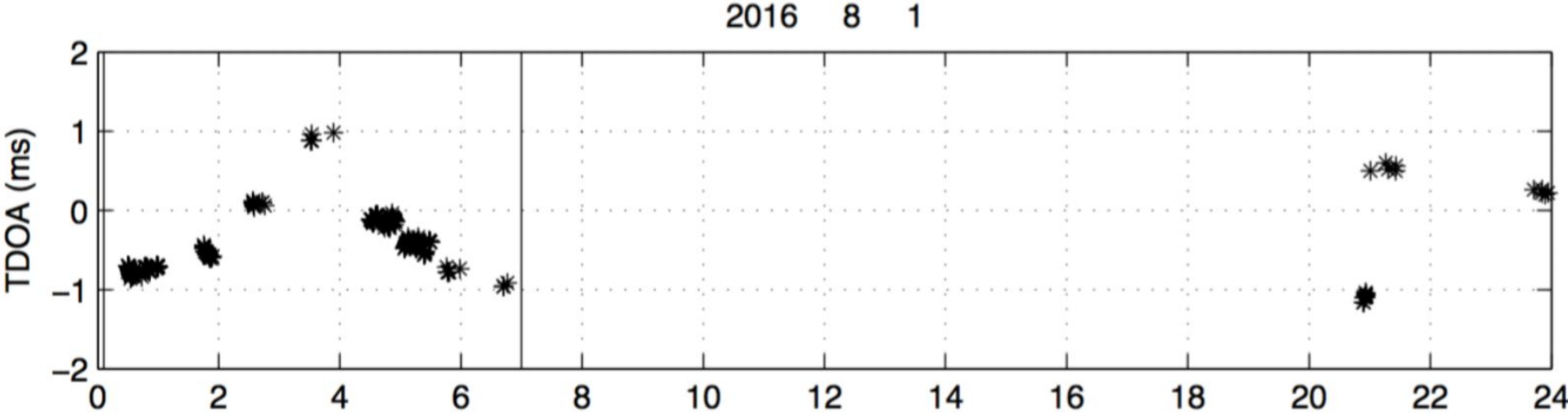
L'intégration de ces longues séries permet de suivre les individus pour étudier leurs comportements (chasse, socialisation...) et la dynamique des populations.



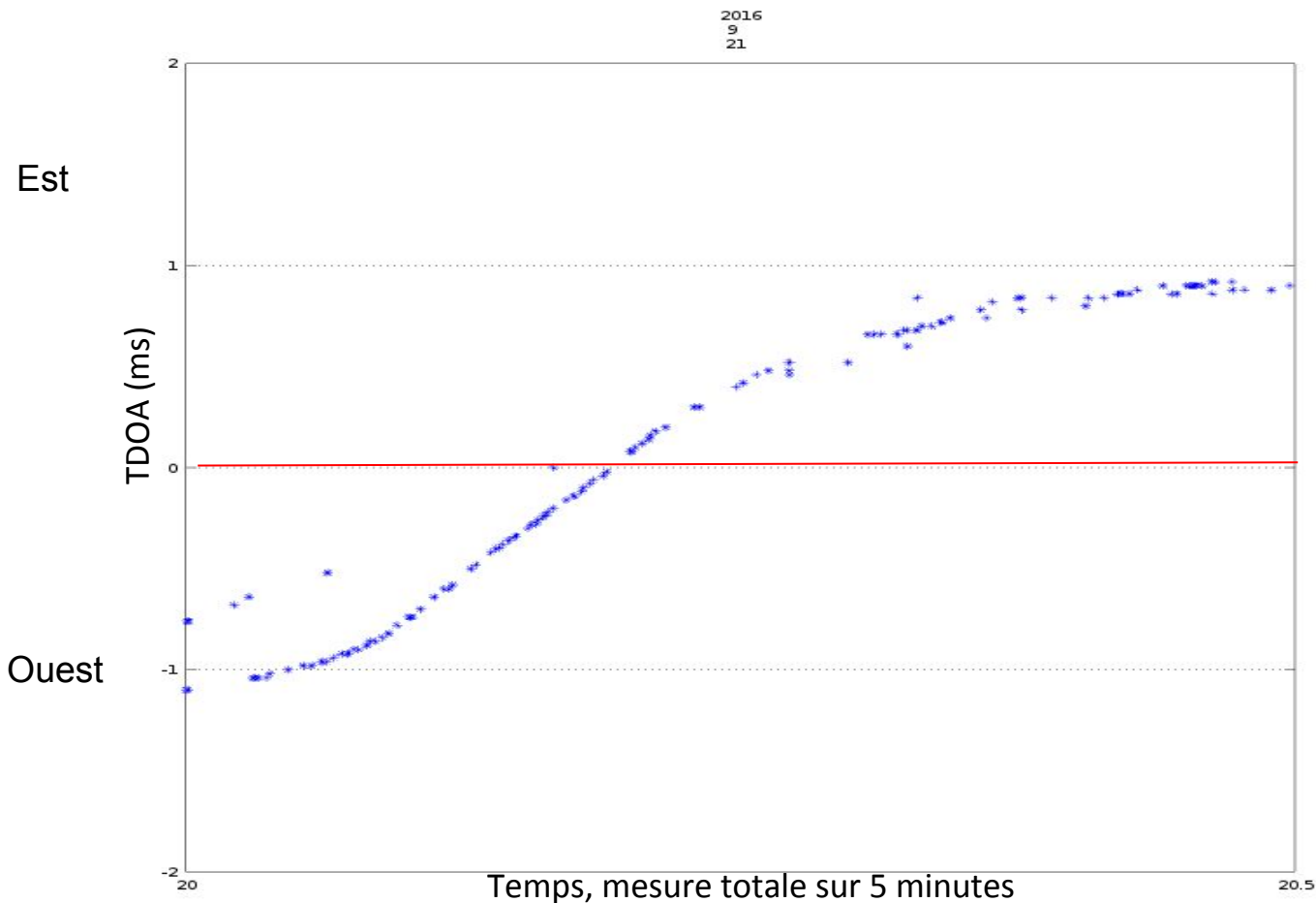
# Famille de courbe des délais d'arrivée d'une trajectoire rectiligne uniforme



# Les observations filtrées sur des heures montrent cette famille de courbe



## Résultats après détection des transitoires de cachalot et corrélations sur le serveur de calcul massif de l'université de Toulon (5 jours de calcul)



Délai d'arrivée de clics de cachalot sur BOMBYX en fonction du temps, le 21 septembre 2016, 20h

Les TDOA > 0 sont issus d'une source à l'Est (rec. 0 <, Ouest).

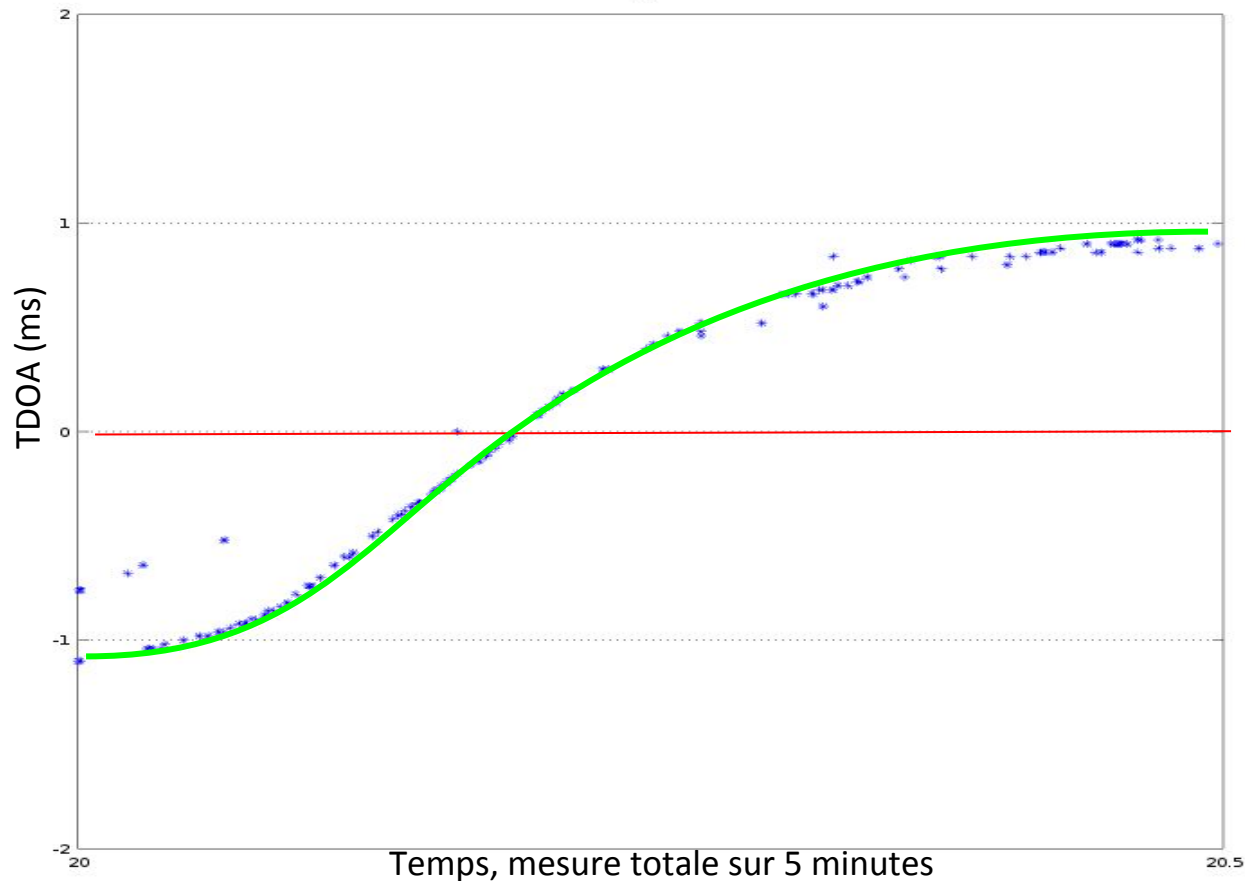
Le passage en TDOA=0 correspond à la source placée dans le plan médian des deux hydrophones.

Détection max estim. 20 km

# Résultats après détection des transitoires de cachalot et corrélations sur le serveur de calcul massif de l'université de Toulon (5 jours de calcul)

2016  
9  
21

Est



Ouest

Délai d'arrivée de clics de cachalot sur BOMBYX en fonction du temps, le 21 septembre 2016, 20h

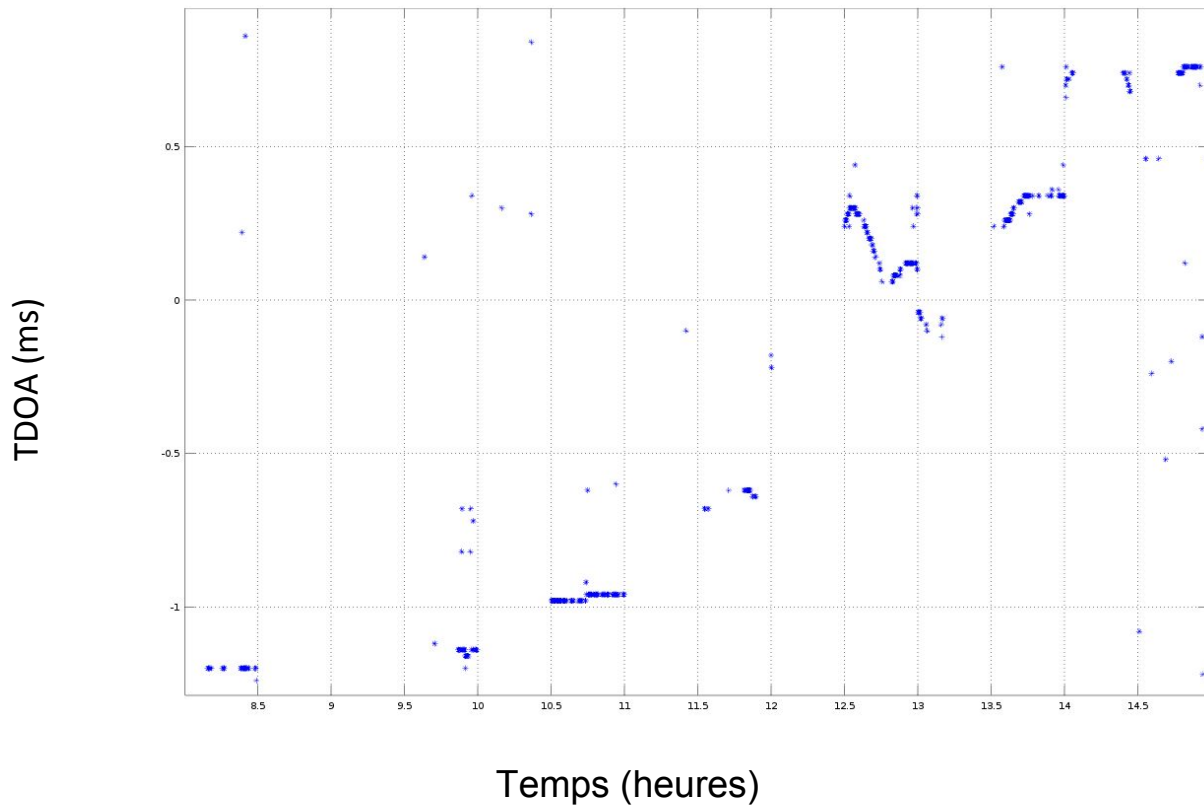
Les TDOA > 0 sont issus d'une source à l'Est (rec. 0 <, Ouest).

Le passage en TDOA=0 correspond à la source placée dans le plan médian des deux hydrophones.

Détection max estim. 20 km

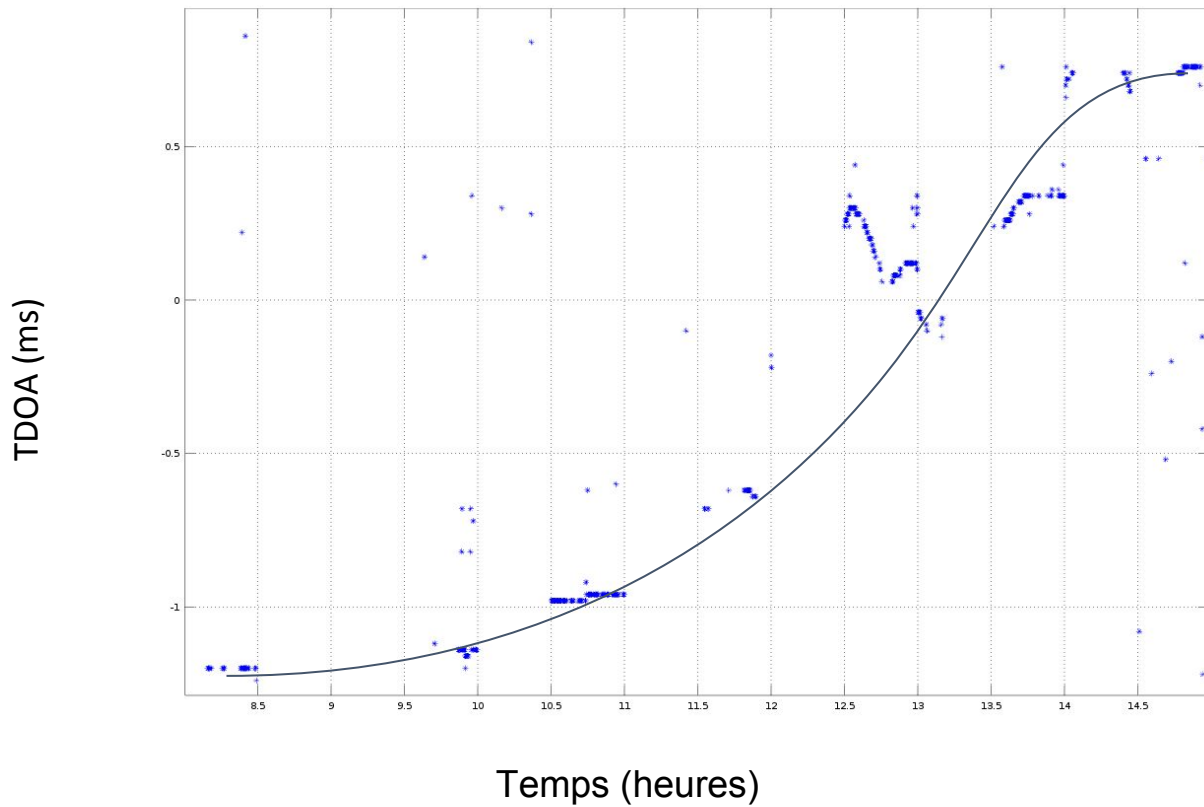


2016  
8  
27



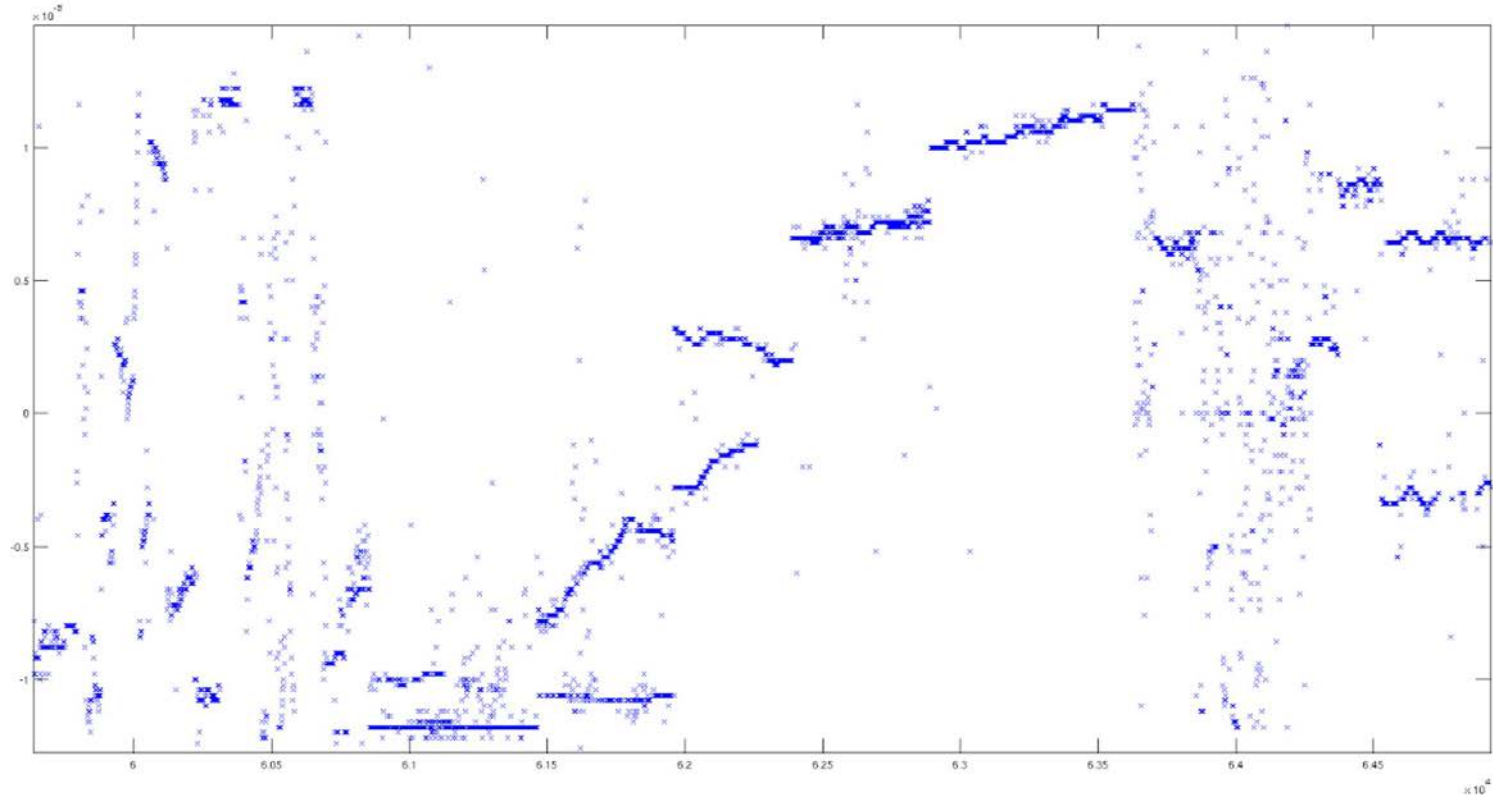
Délai d'arrivée de clics de  
cachalots sur BOMBYX en  
fonction du temps, le 27  
août 2016, à 8h30 ) 14h30

2016  
8  
27

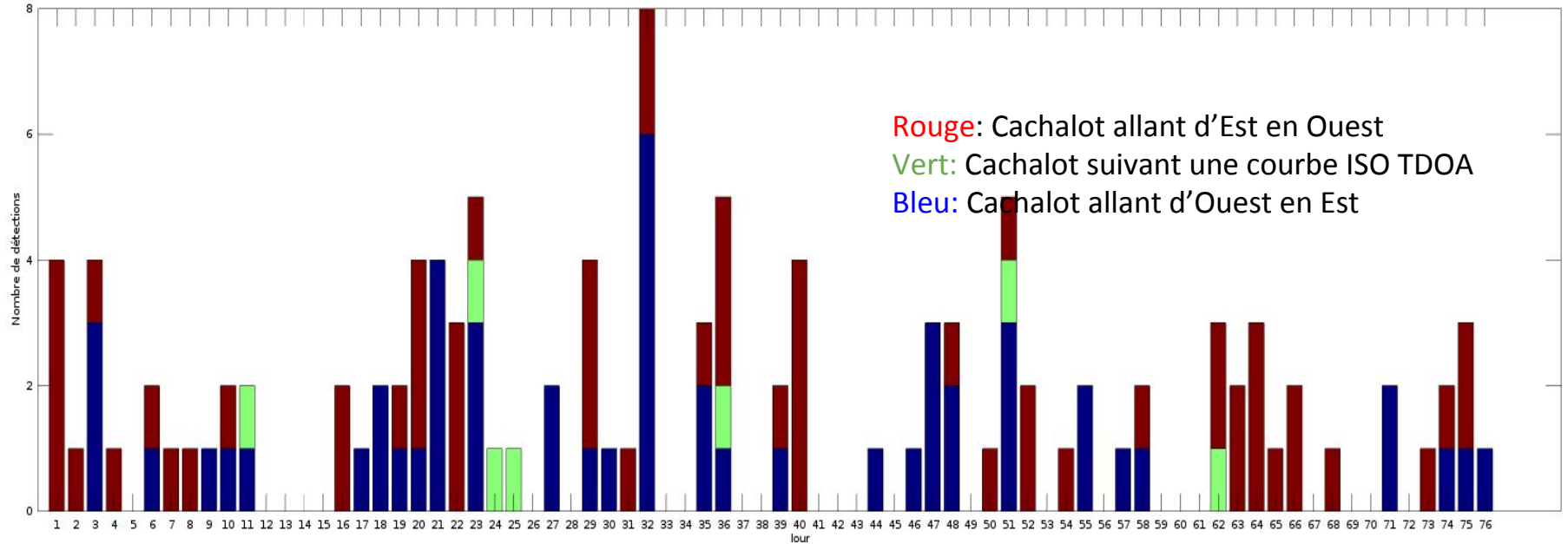


Décalage d'arrivée de clics de cachalots sur BOMBYX en fonction du temps, le 27 août 2016, de 8h30 à 14h30

# Suivi sur plusieurs heures

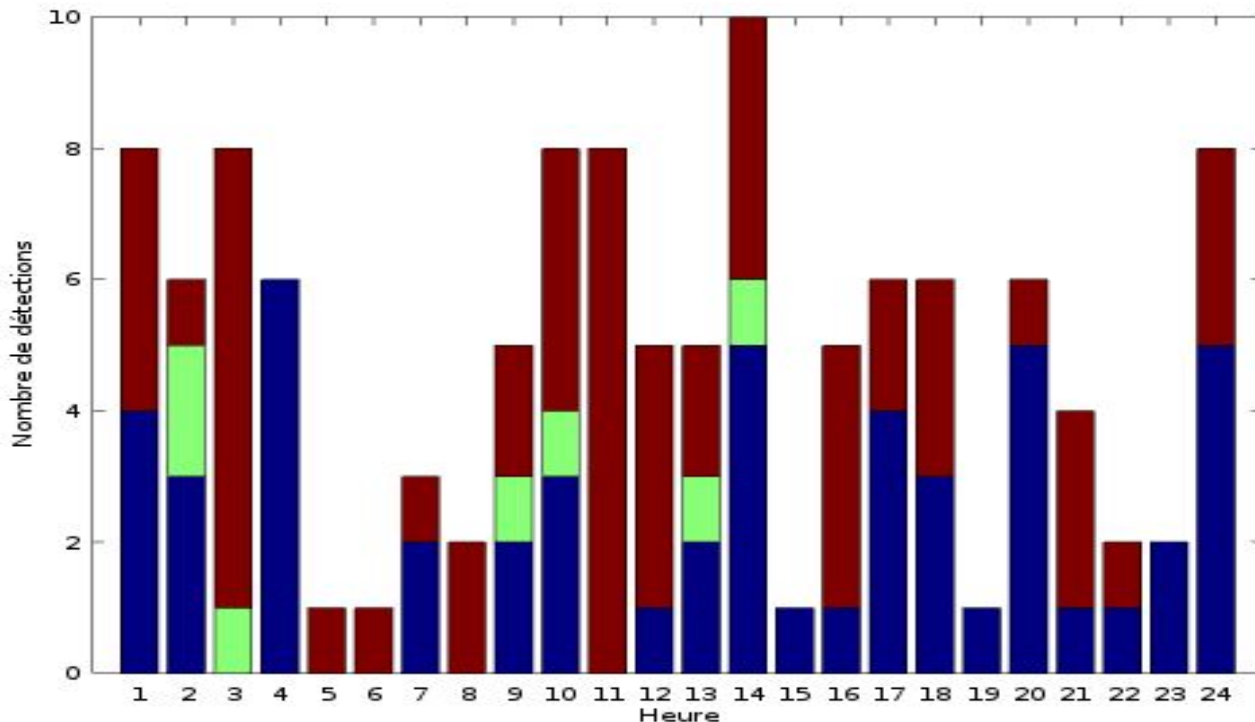


# Bilan des sens de passage: équiprobables



Histogramme des déplacements des cachalots du 7 juillet au 23 sept 2016 (80 jours) ; Rouge : de Ouest à Est ; Bleu de Est vers Ouest ; Vert piste isoTDOA.

Les horaires de passage en face de Bombyx (ie. TDOA nul) :  
ils sont centrés sur 1h (dominante Est vers Ouest) versus midi (dominante Ouest vers Est)



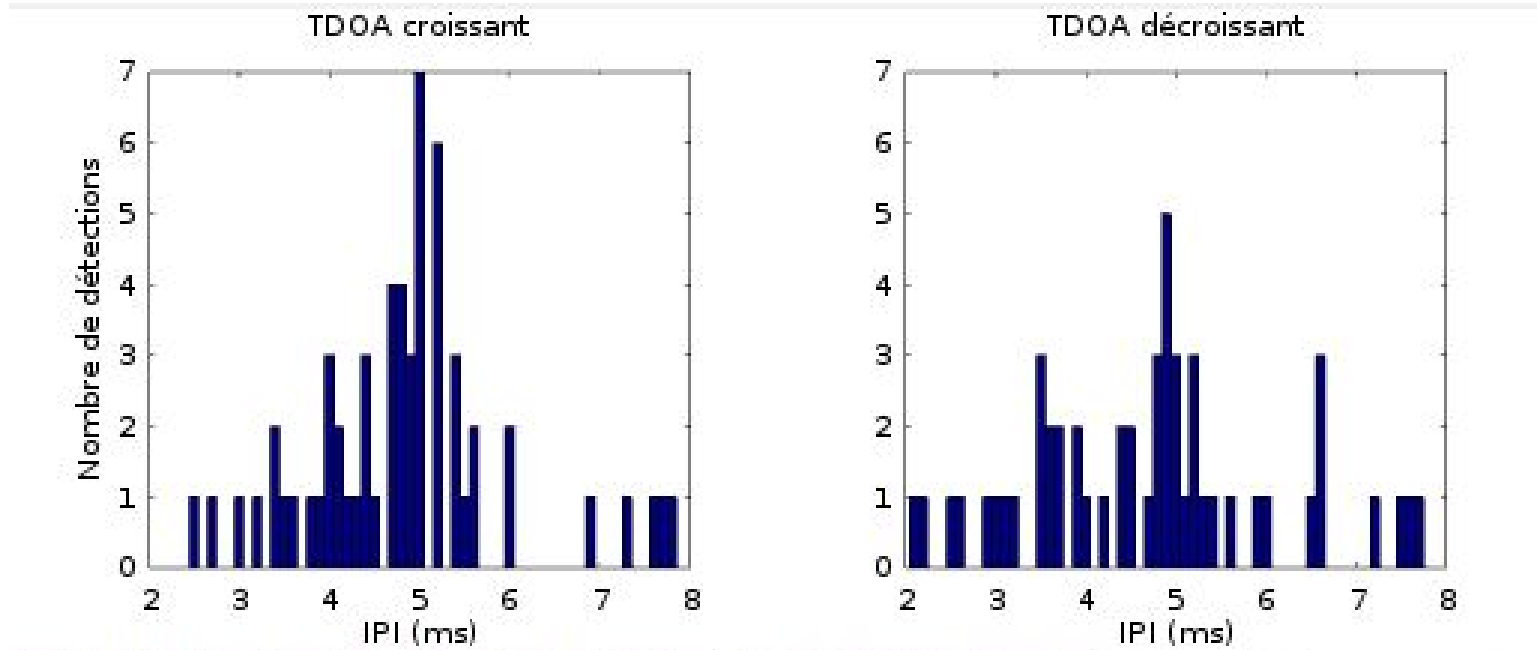
**Rouge:** Cachalot allant d'Est en Ouest

**Vert:** Cachalot suivant une courbe ISO TDOA

**Bleu:** Cachalot allant d'Ouest en Est

Histogramme du nombre et des déplacements des cachalots en 24 heures

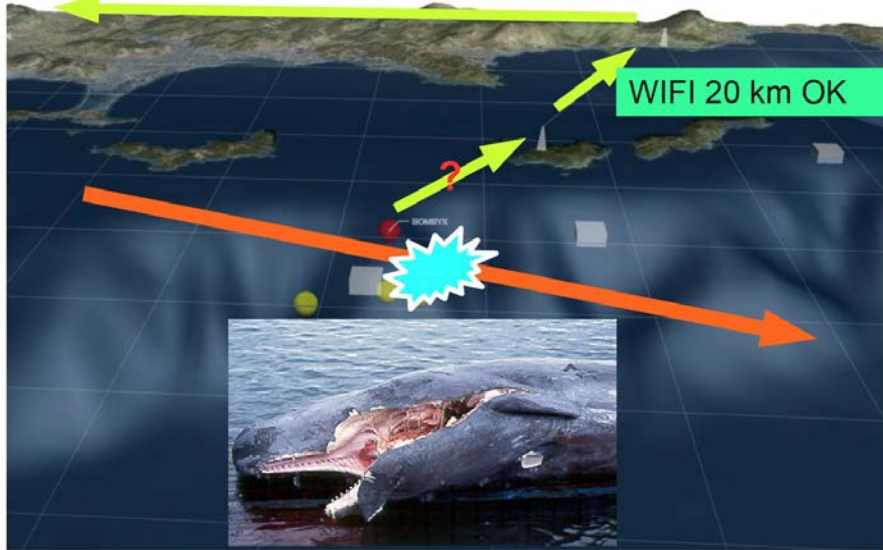
# Distribution des tailles des animaux EO et OE



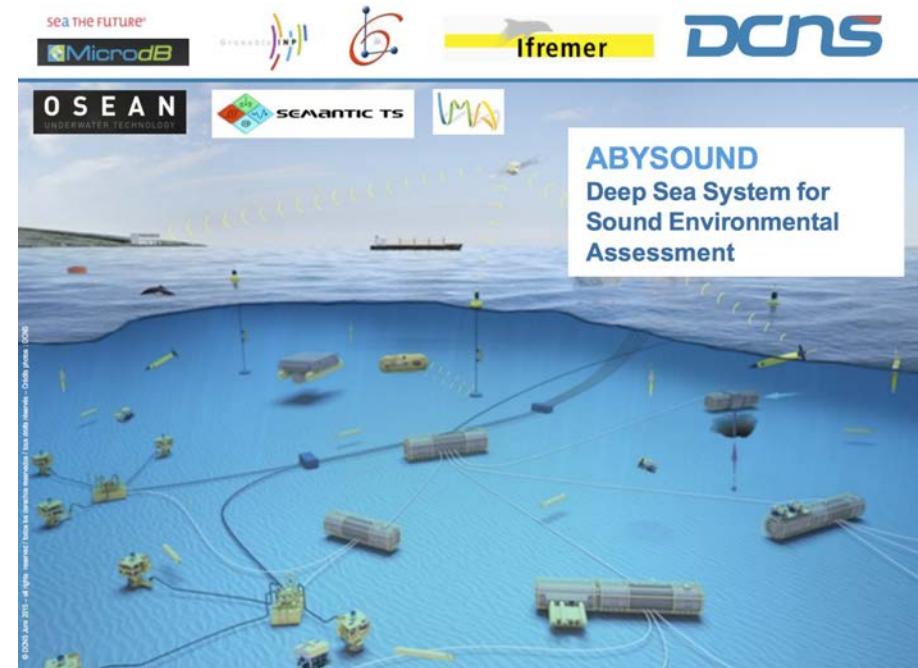
Mesure des IPI en fonction de la trajectoire des cachalots : les animaux nageant O/E vs E/O sont similaires. La population pourrait être de faible effectif (vingtaine d'individus au min)

# Perspectives : anti collision, surv. sous-marine

UTLN / CROSSMER

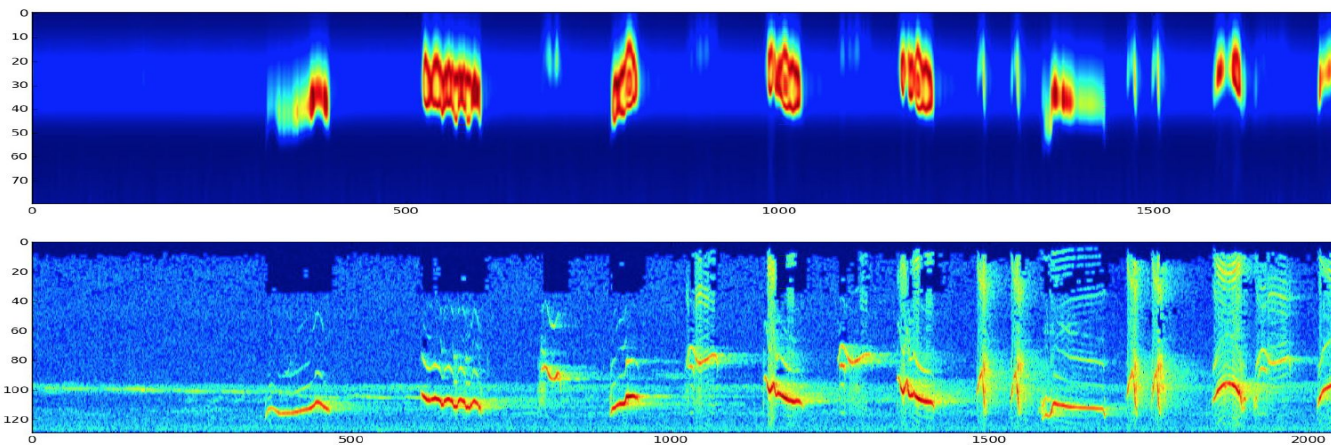


BOAT ROAD to corsica => yearly collisions Economical impact



# Part II

# Scaled Environmental Acoustic & Large Class Bird challenges



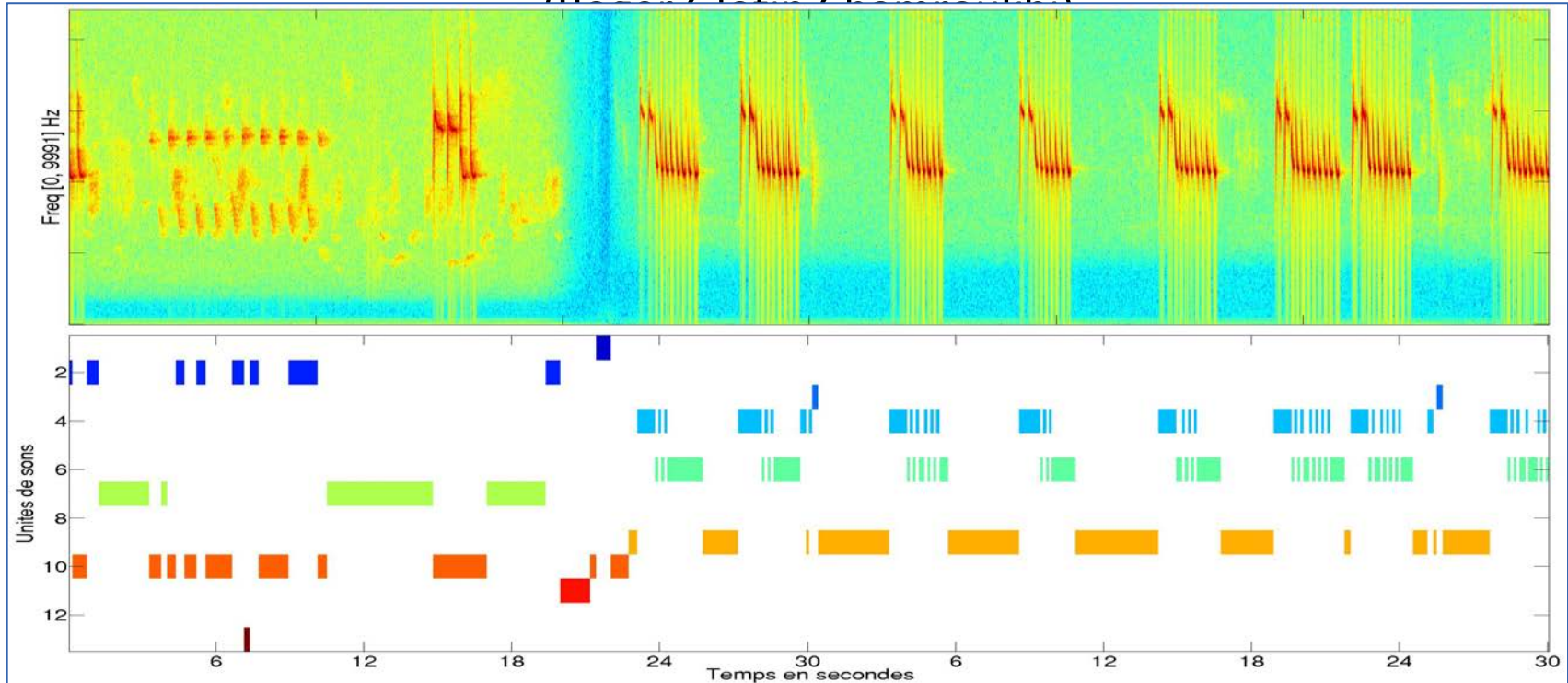


# The Research Problem

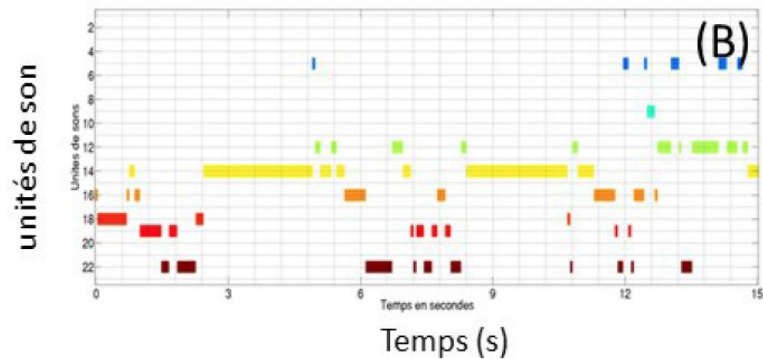
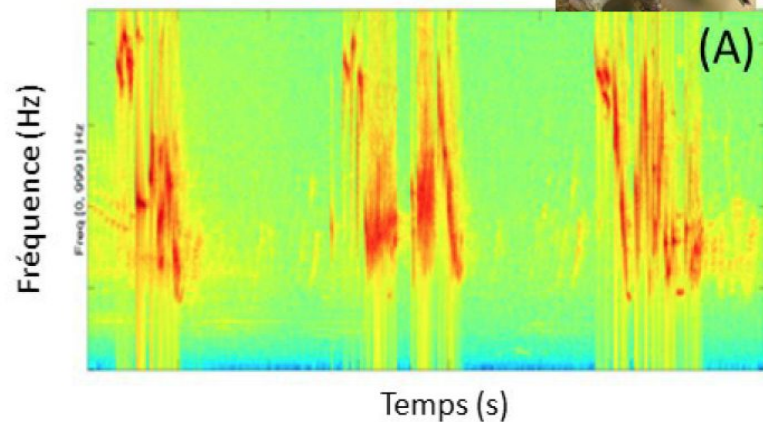
- Audio data useful in ecological studies
- Audio data easy to get
- Big data problem : Large Class Classification
- *Problem:*
  - How to **represent** and *navigate* audio on *multiple time scales* ?
- *Solution:*

# Example of bird non supervised decomposition : Diriclet Process

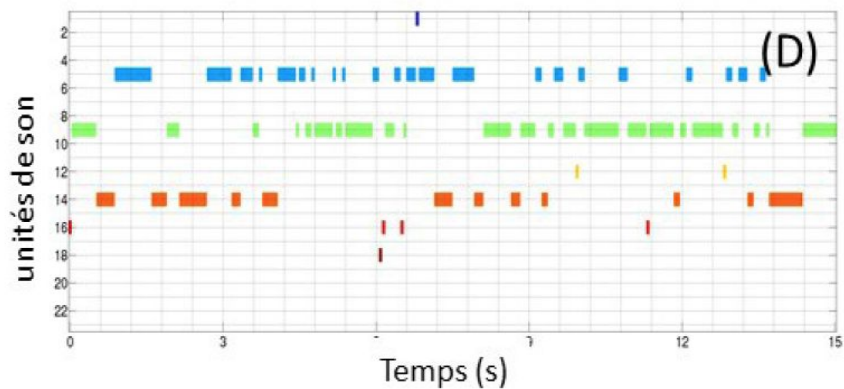
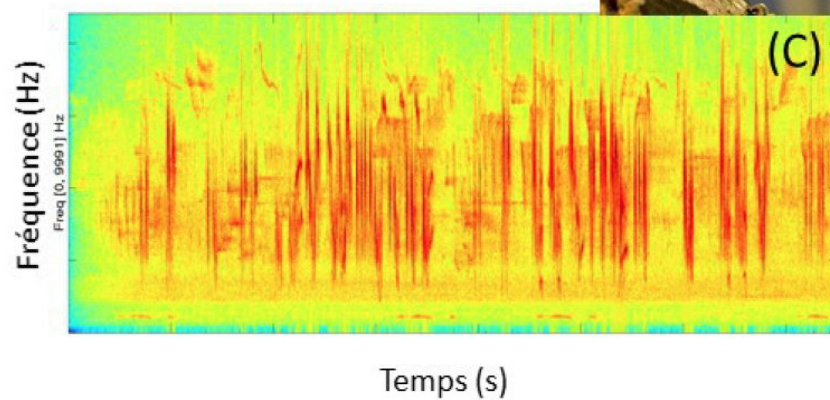
(Brennan, Clain, Choumali)



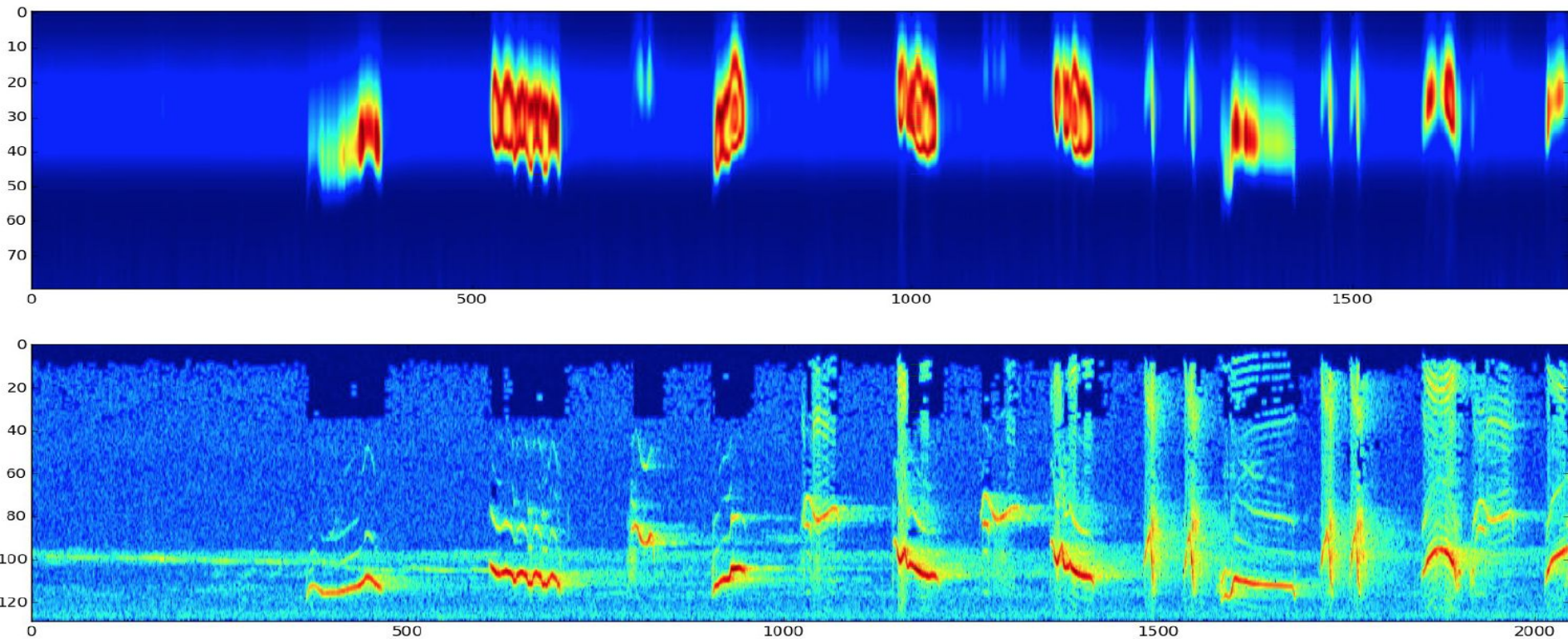
*Rouge-gorge familier*



Mésange charbonnière



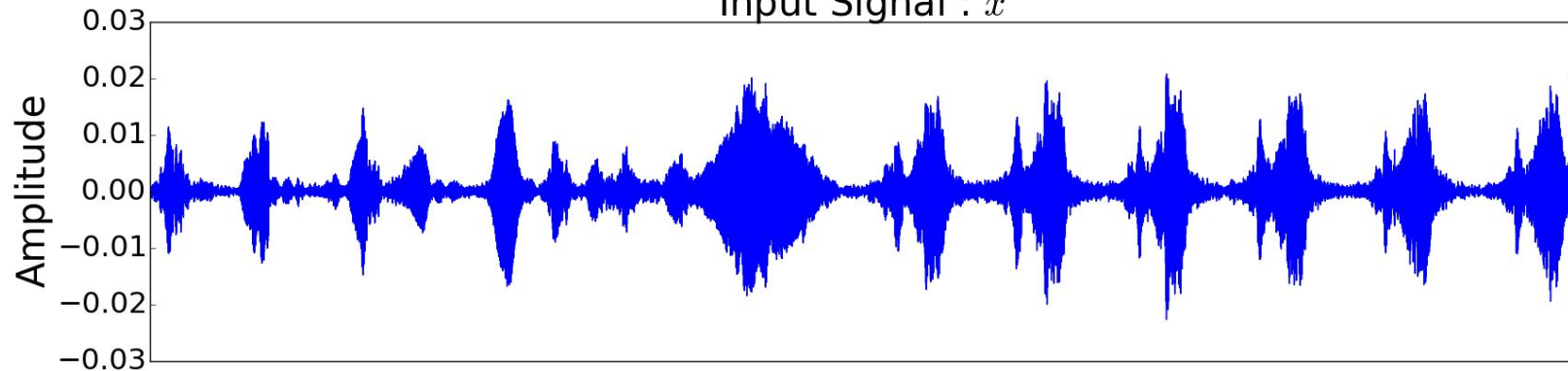
# From Fourier to Chirplet... a new efficient bioacoustic representation



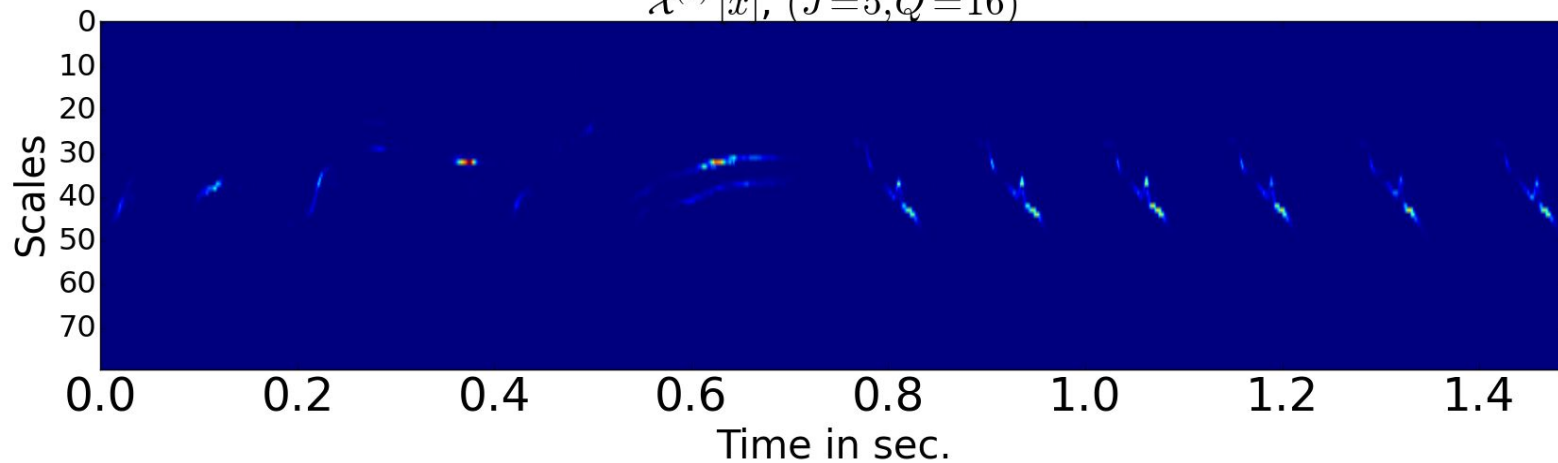
Amazon bird representation (top : Chirplet ; bottom : Fourier)

XC325389 - Crested Lark - *Galerida cristata*

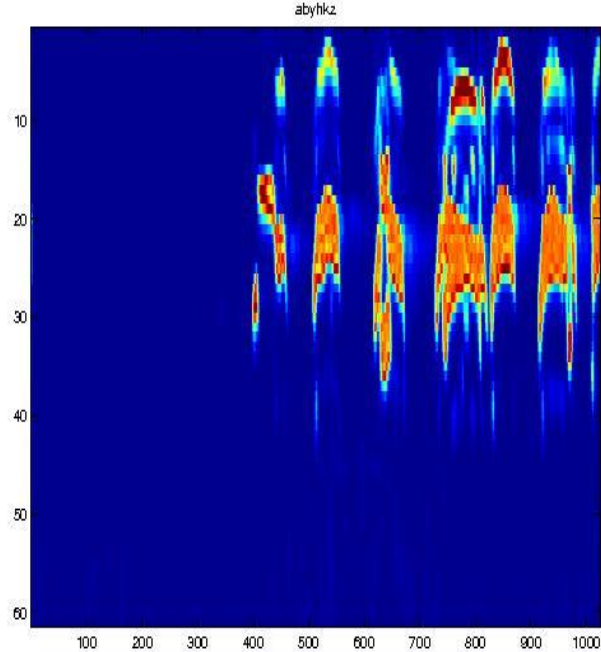
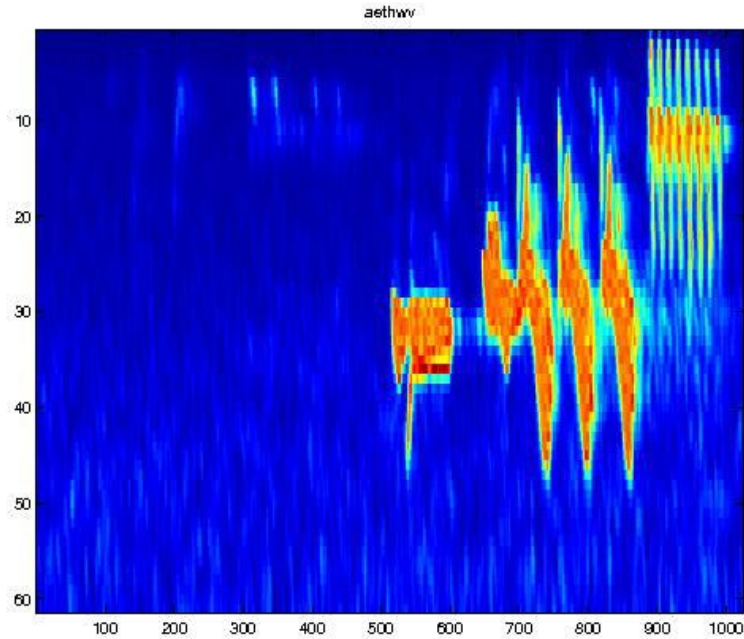
Input Signal :  $x$



$\mathcal{X}^{(1)}[x], (J=5, Q=16)$



## Two amazone bird species



New Fast Chirplet decomposition, Balestrierio Glotin 2016, Glotin et al. ICLR 2017

# Long-duration spectrograms "Acoustic Complexity Index"

4 hour  
recording



240  
one-minute  
segments

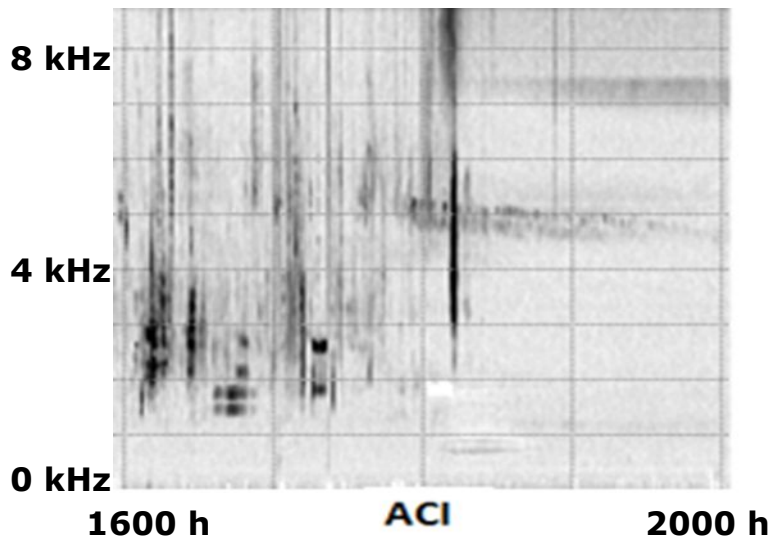


Calculate ACI  
spectrum for  
each segment



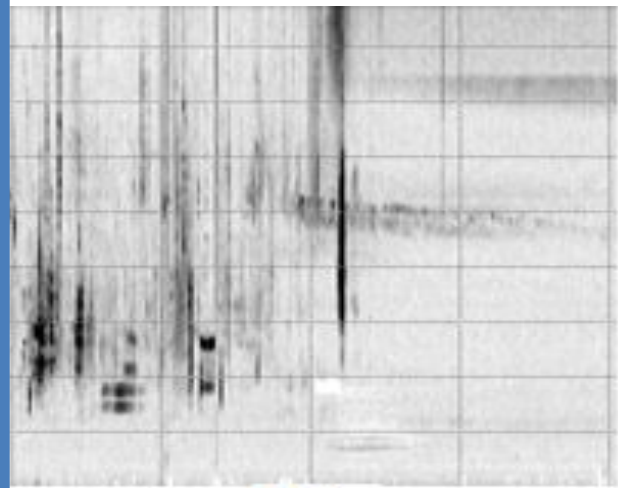
$$ACI_f = \sum_t |a_{tf} - a_{t-1f}| / \sum_t a_{tf}$$

(Farina and colleagues)



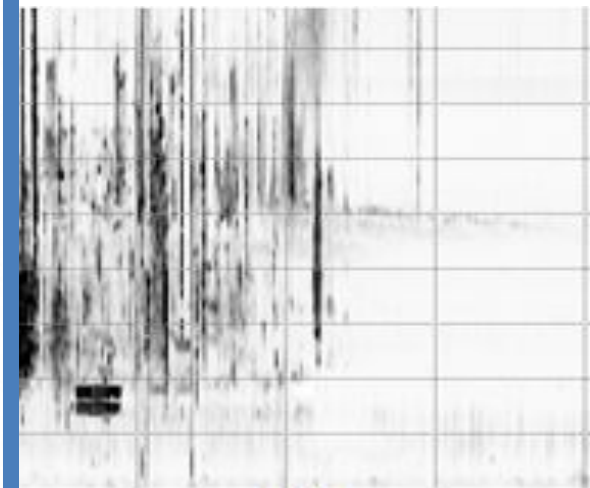
# Different indices – different views

Four hour recording: 1600h – 2000h



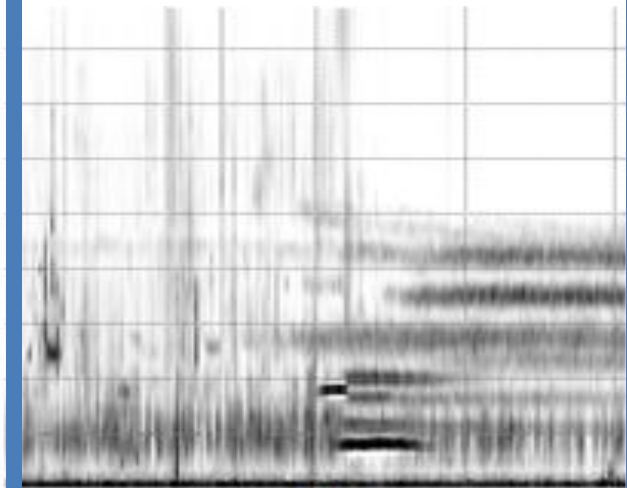
**ACI**

(Farina and colleagues)



**H(t)**

(Sueur and colleagues)



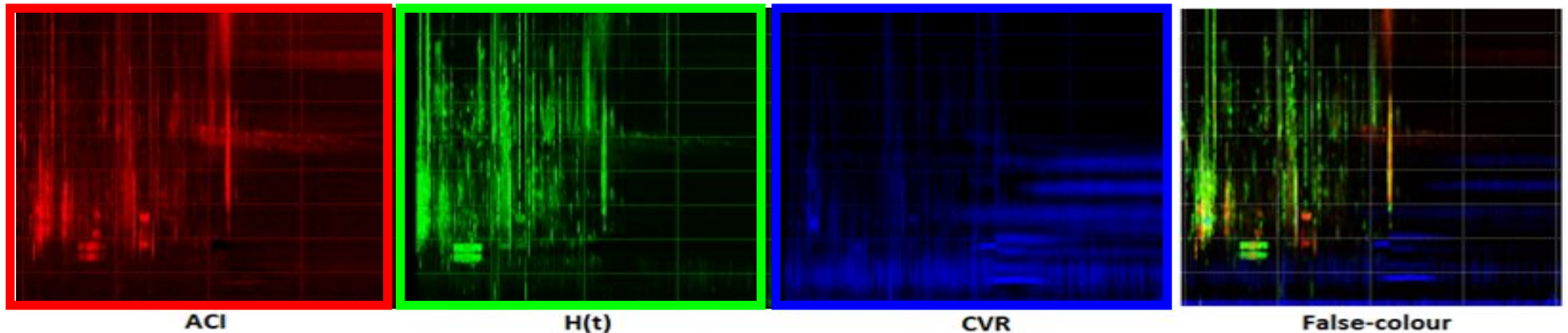
**CVR**

(% spectrogram cells in  
one minute where  
SNR > 4dB )



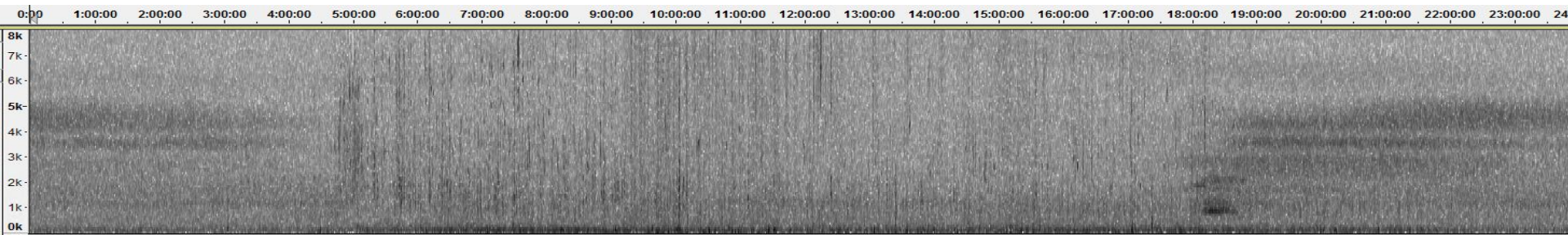
# False-colour spectrograms

Four hour recording: 1600h – 2000h

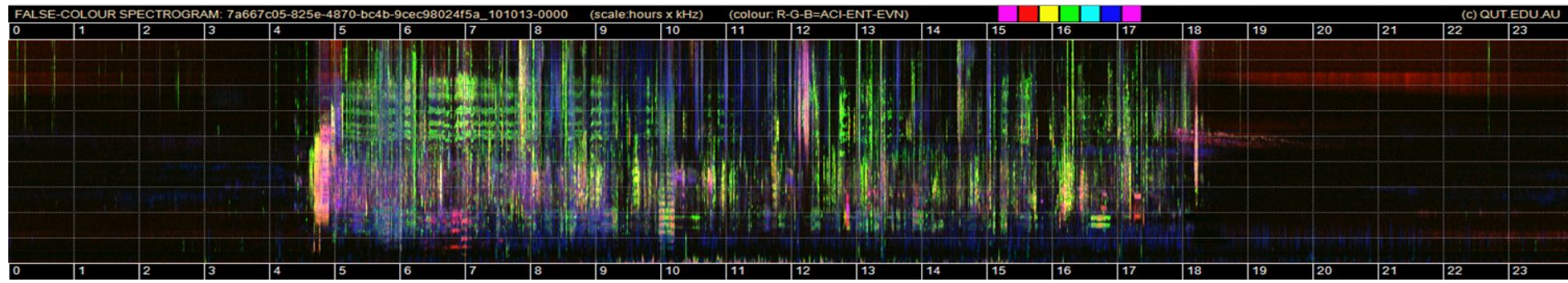


Credit M. Towsey

# Compressed standard spectrogram



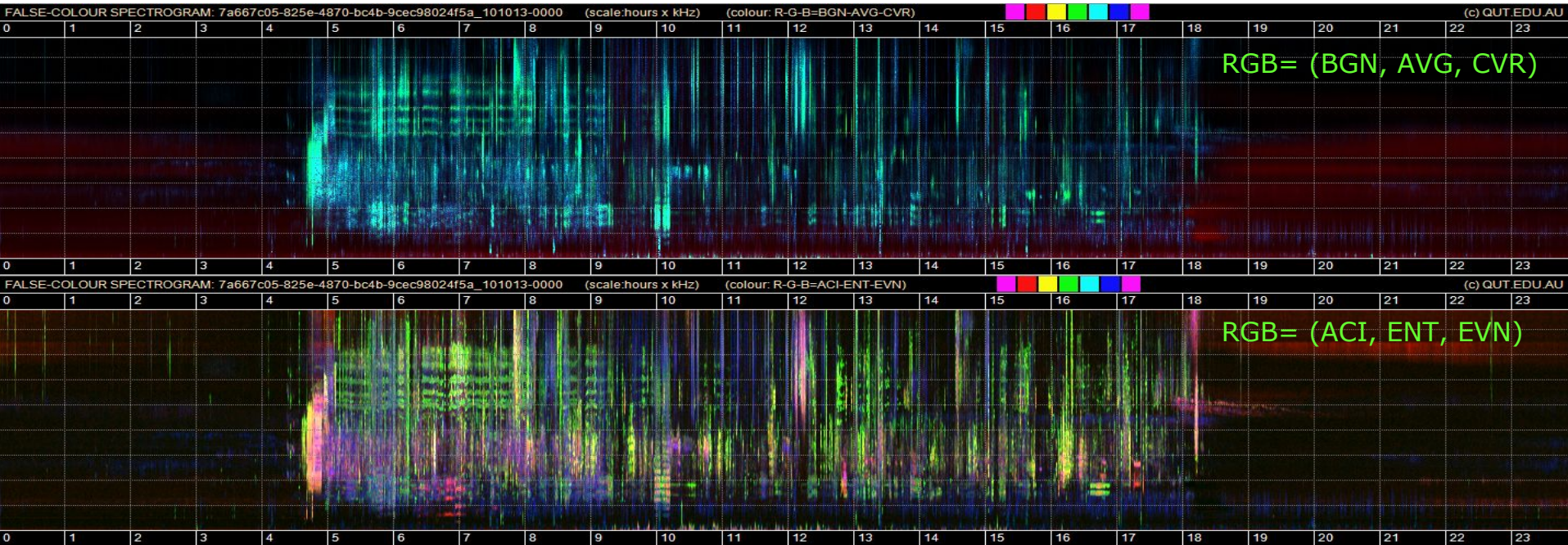
# False-colour spectrogram



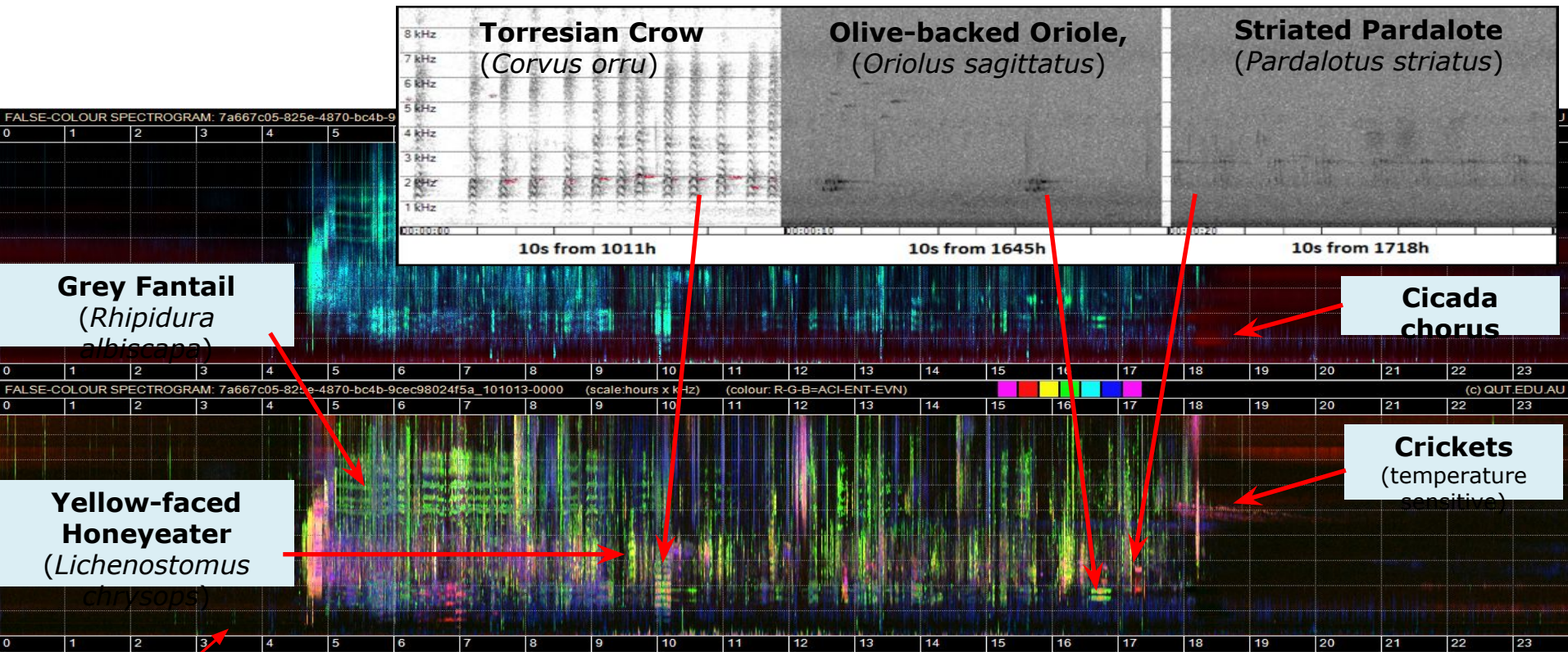
Credit M. Towsey

# Different indices – different views

24 hour recording: midnight to midnight

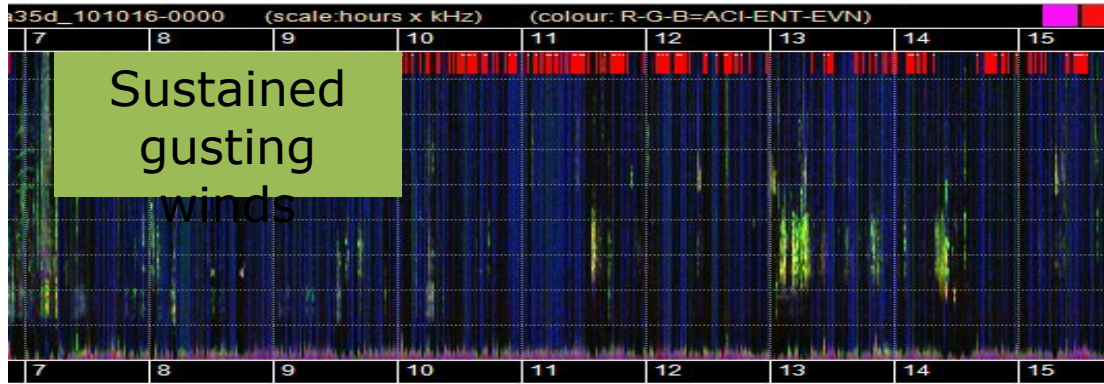


# Biophony

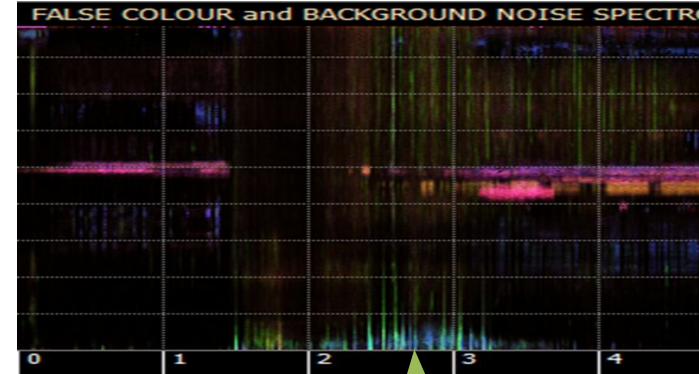


# Geophony

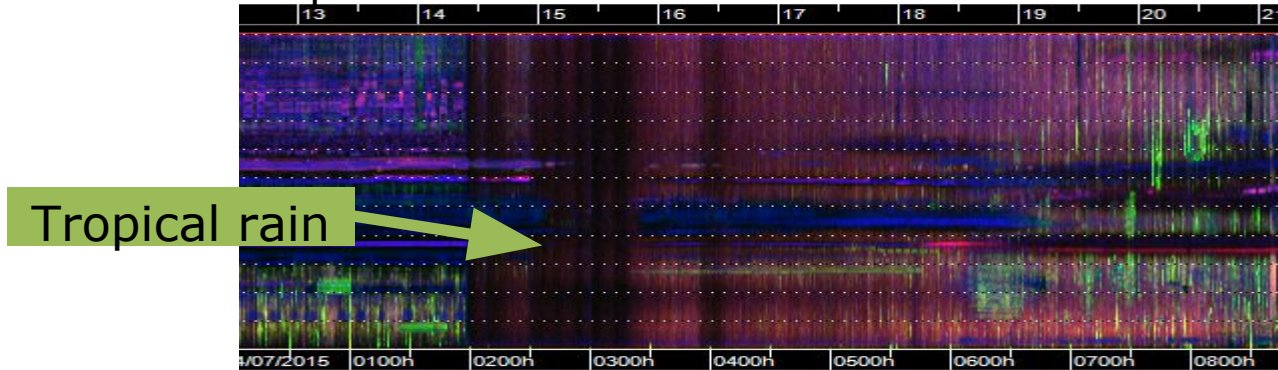
Brisbane



Cairns

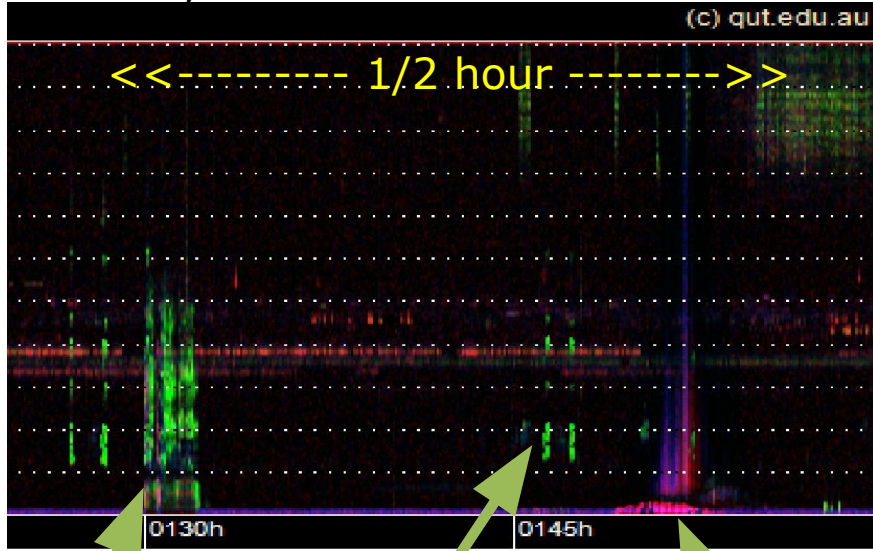


Papua New Guinea



# Anthropophony

St Bees, Australia

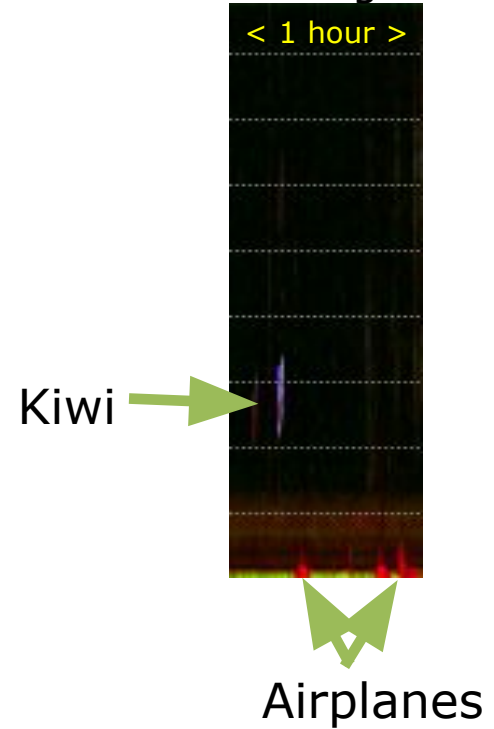


Koala

Stone  
Curlew

Helicopter

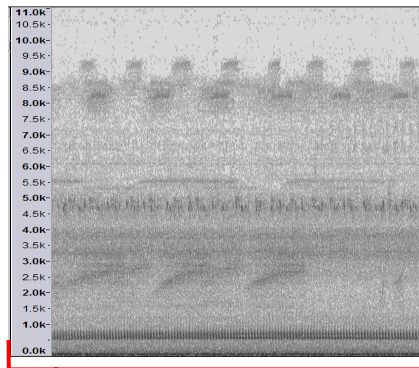
Wellington



Credit M. Towsey

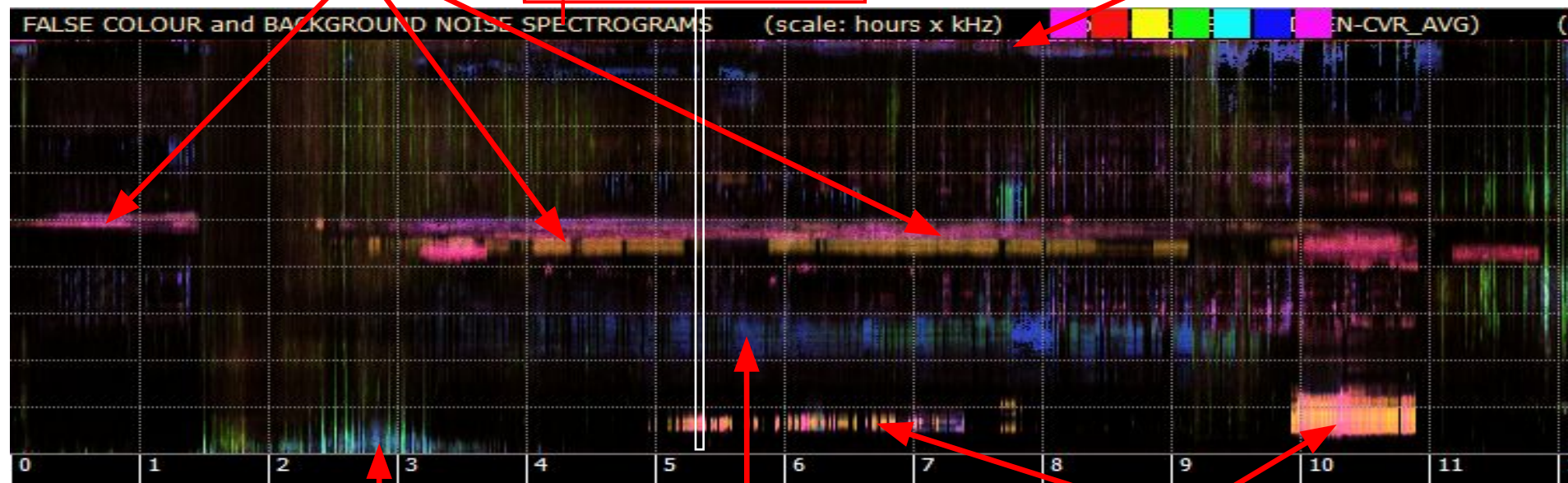
# Frogs

mp3 – 64 kbit/s



Orthoptera

Orthoptera



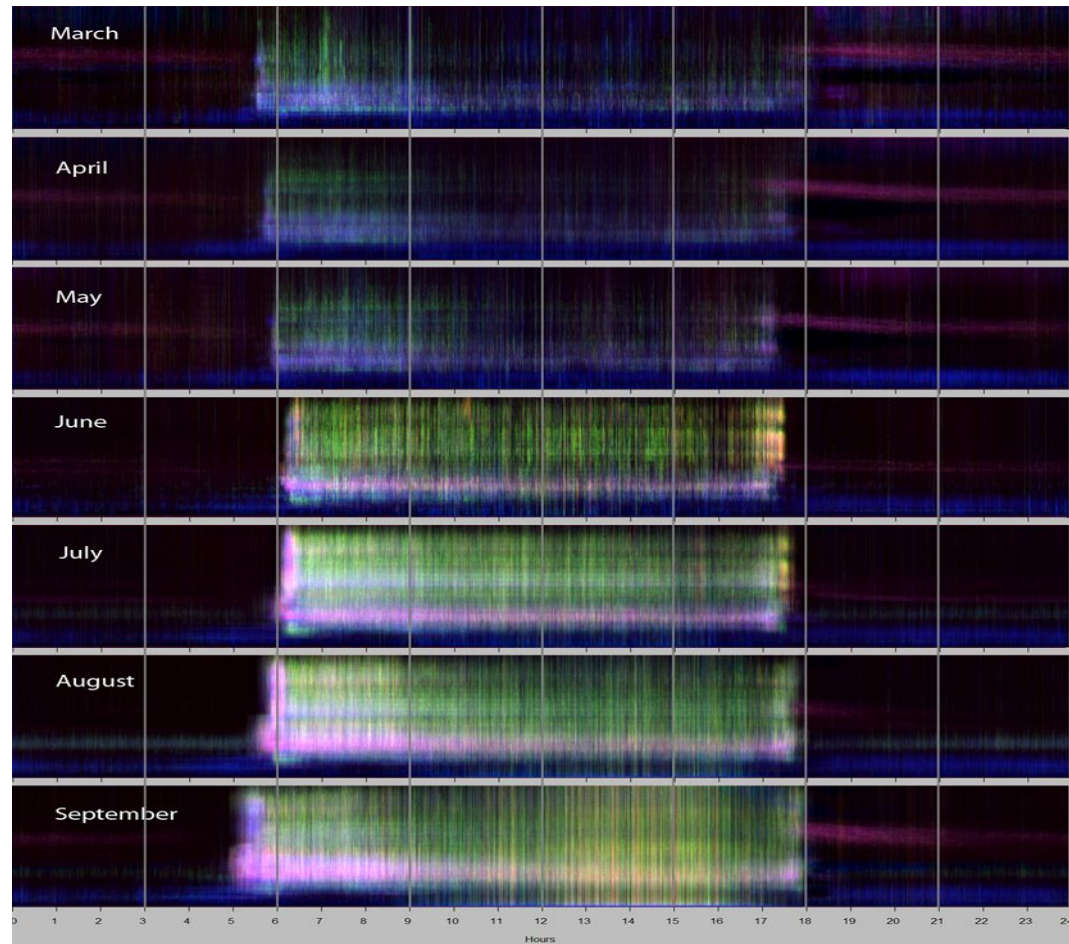
Wind, thunder

Frog  
*Litoria gracilentia*

Cane toad

# Seasonal change

(monthly averaging  
of 24-hour  
spectrograms)





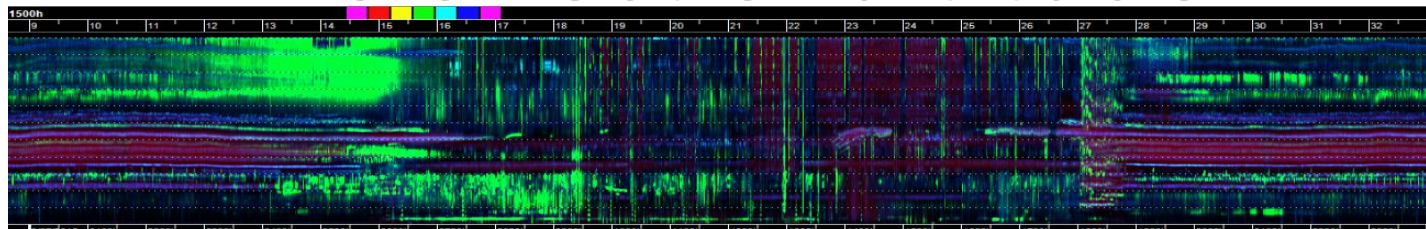


# The effect of altitude

Adelbert Range,  
PNG

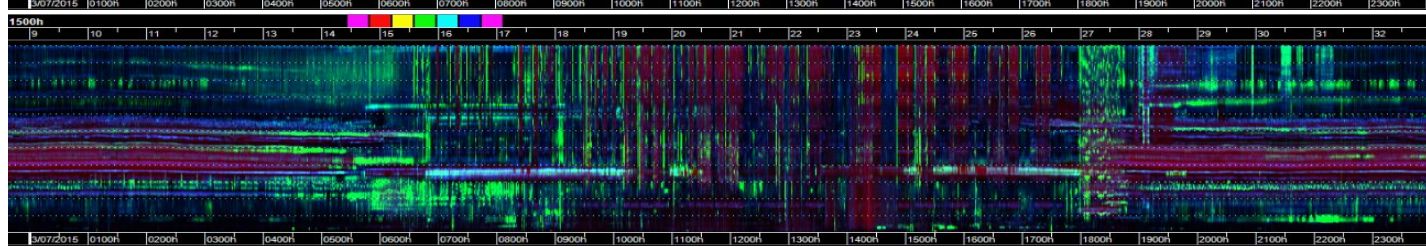
900m

2<sup>nd</sup> July 2015



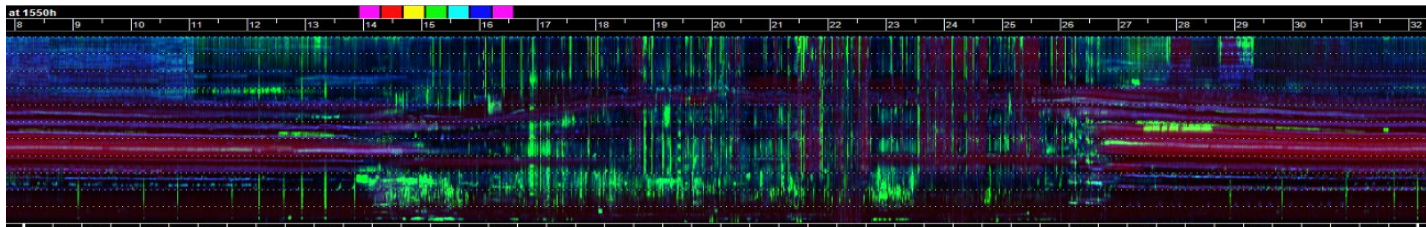
800m

2<sup>nd</sup> July 2015



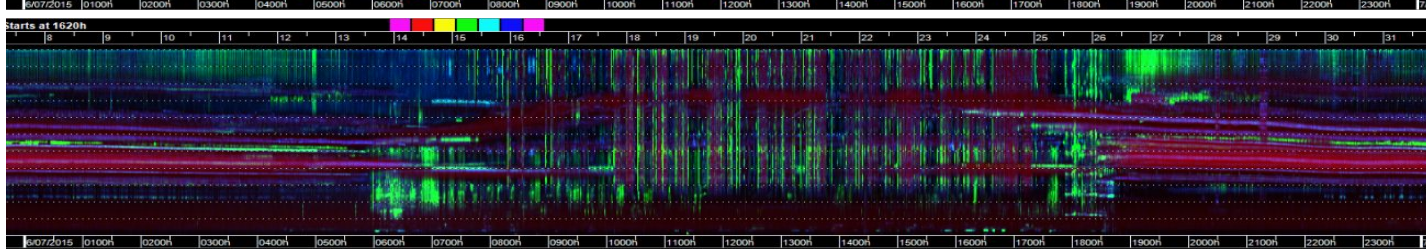
400m

5<sup>th</sup> July 2015

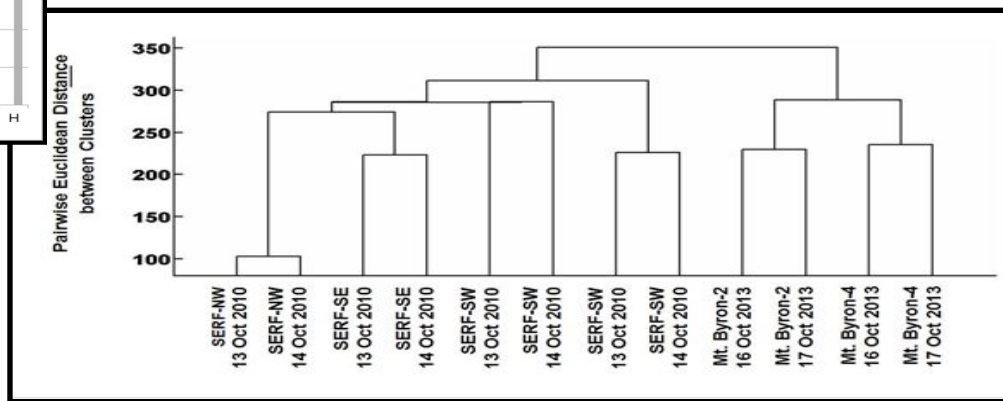
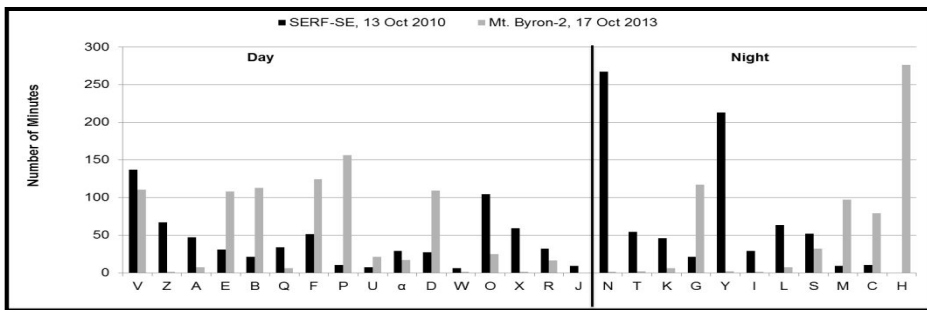
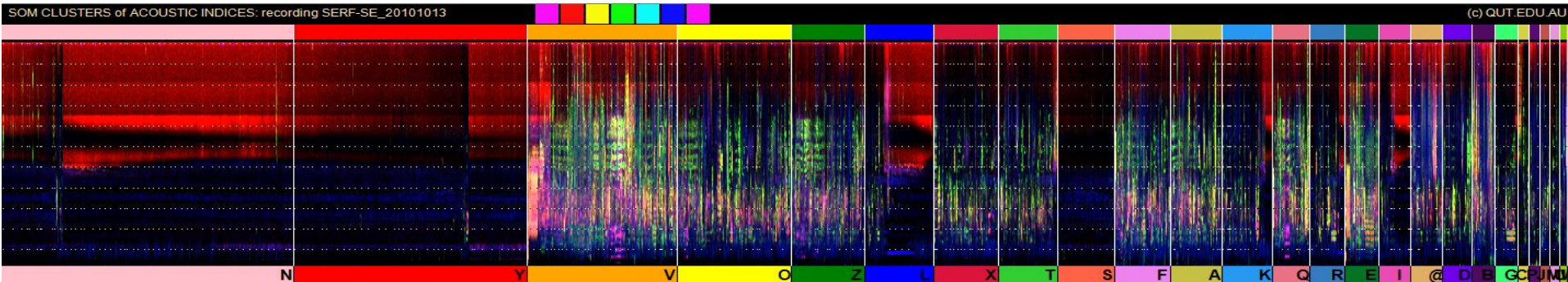


280m

5<sup>th</sup> July 2015



# Cluster and fingerprint

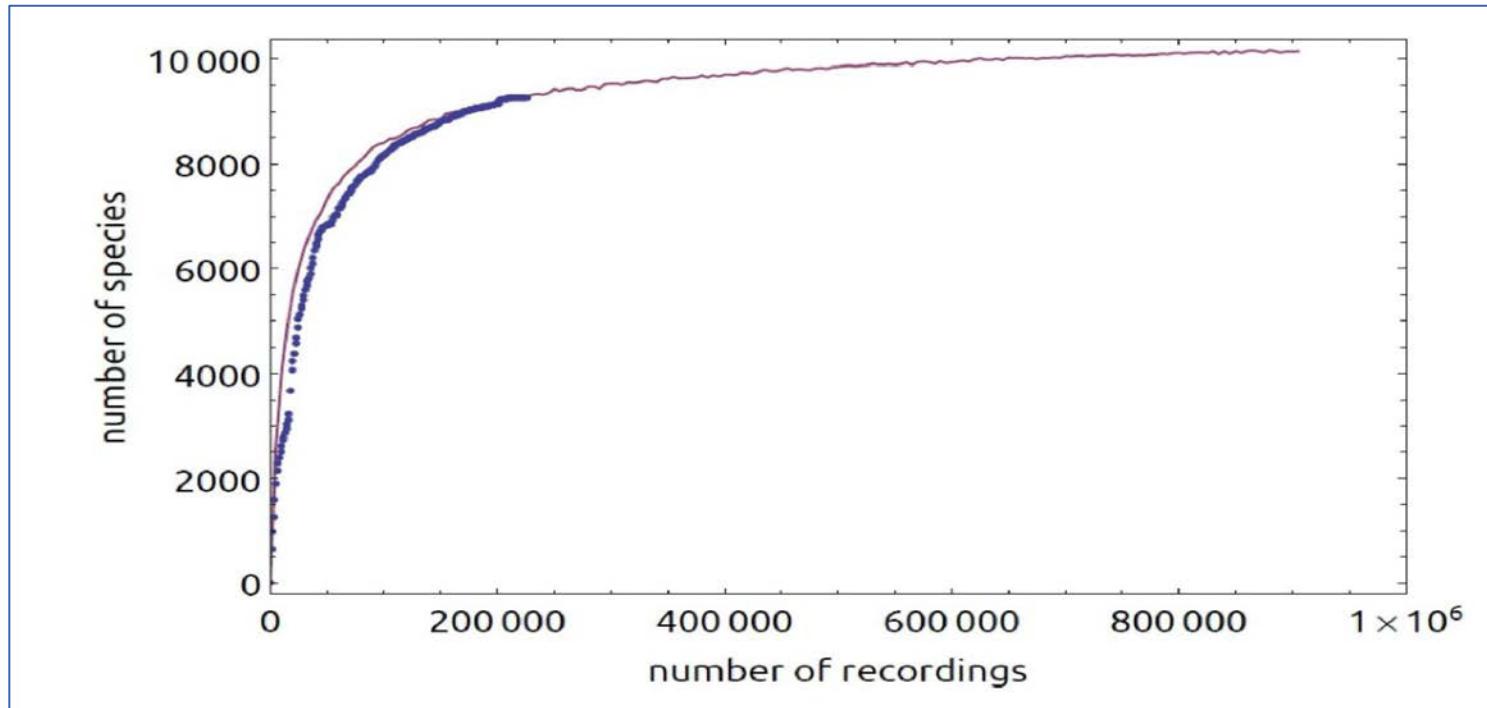


# 2017 Bird Challenge Challenge :

## Large scale classification, 1500 bird species !

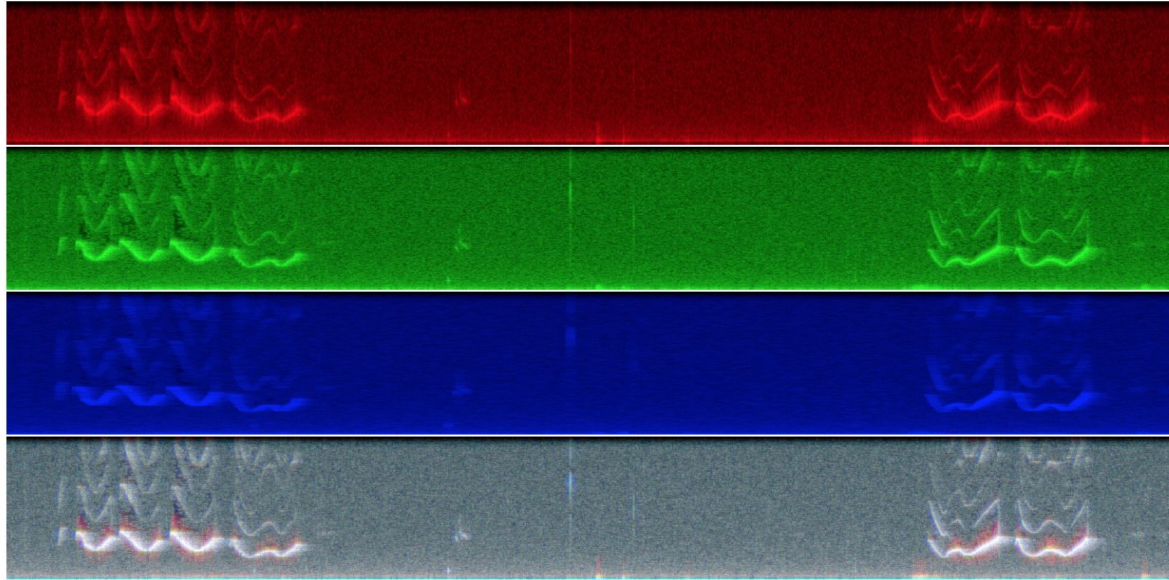
### The biggest Bird Challenge

(LifeClef 2014,15,16,17...)



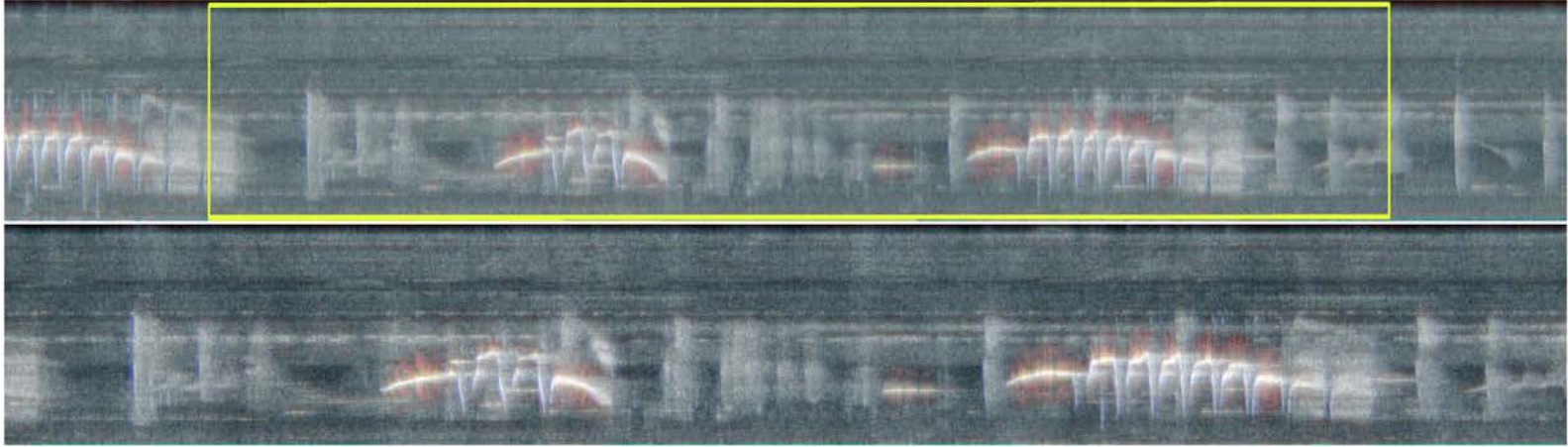
## DYNI LSIS Strategy wins :

transfer learning of the image classification Google Inception model for bird time-frequency classification.



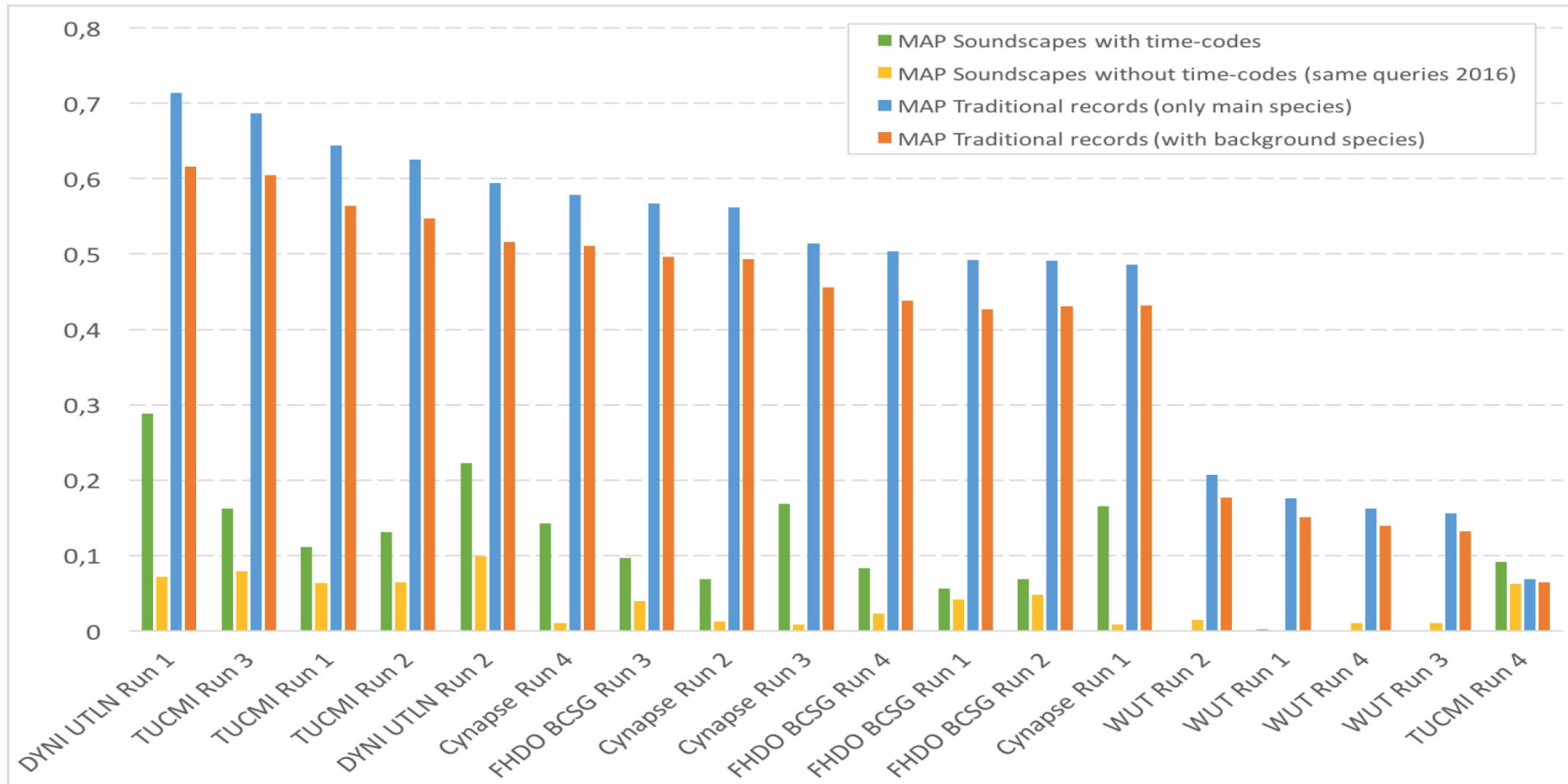
**Fig. 1.** From Top to Bottom, S1, S2, S3, resp. 128, 512, and 2048 bins FFT window spectrograms of a bird call. The fourth at the Bottom overlaps the three above and shows their complementarity.

## Data Augmentation : inducing time and frequency jitter



**Fig. 2.** Sample of a multiscale representation of bird activities, before (Top) versus after (Bottom) data augmentation.

# Results of the 2017 Challenge, 6 int. teams



**NEXT :**  
**EADM challenge@ Int. Conf. Learning Representation**  
**Challenge**  
**October 2017 Toulon**

- 11 classes of acoustic event to automatically recognise
- Biophony
  - insects, bird songs, bird calls (low & high freq.), mammals.
- Geophony
  - rain, wind, thunder.
- Anthropophony
  - airplanes
- Other