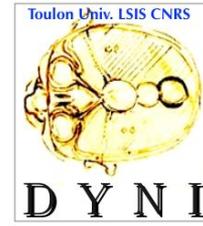




Port-Cros
Parc National



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

H. Glotin et al.

herve.glotin@univ-tln.fr

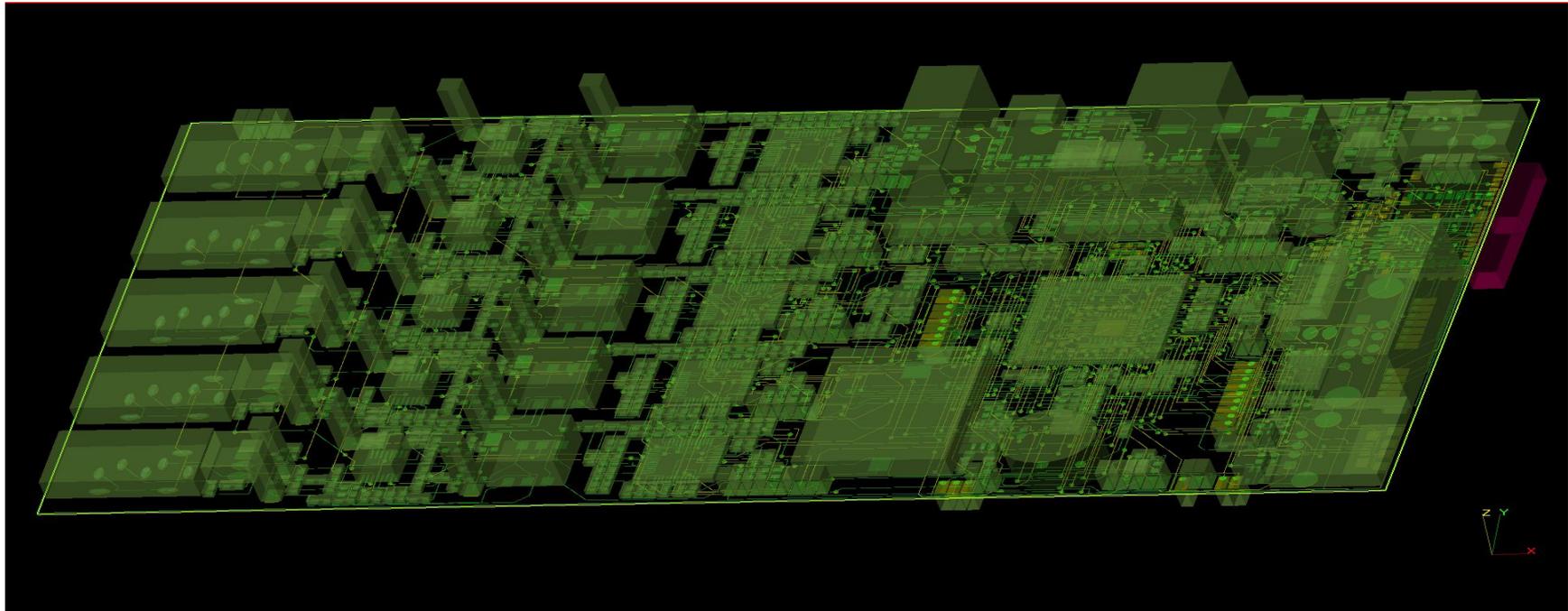
<http://sabiiod.org/eadm>

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*

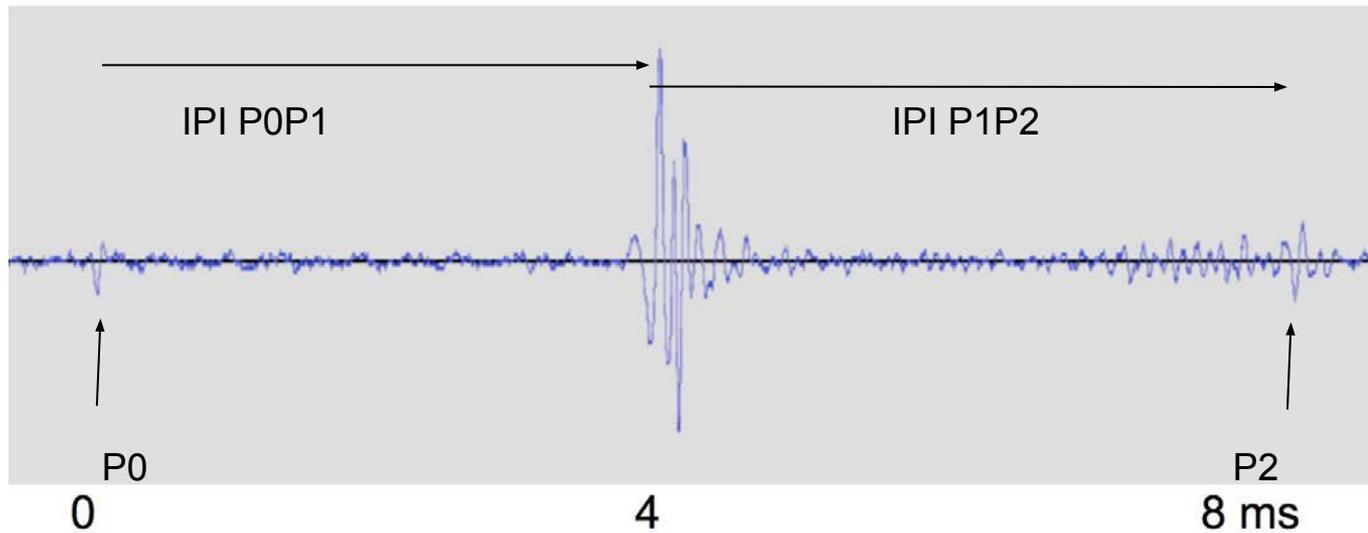
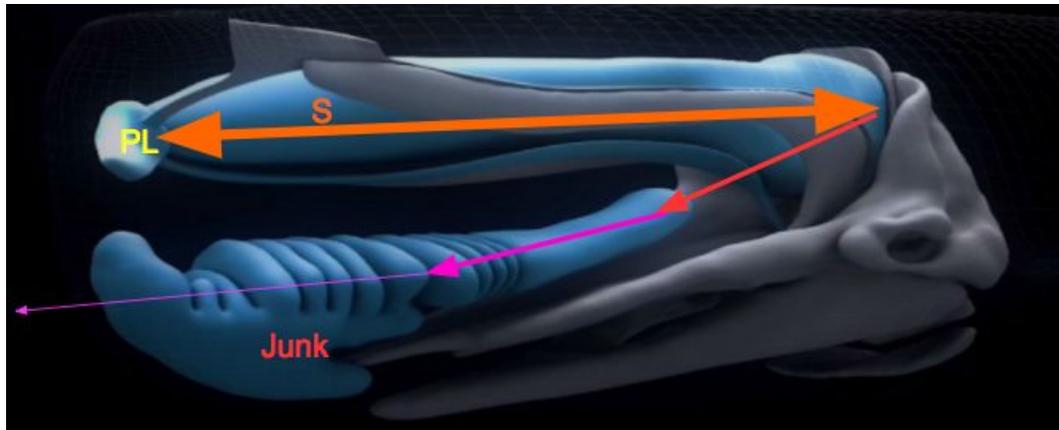
Hackathon EADM MADICS nov. 2016

Hervé Glotin, Julien Ricard, Pascale Giraudet

Équipe DYNI - CNRS LSIS - université de Toulon

glotin@univ-tln.fr - Projet VAMOS - PELAGOS 2015-16

Le CACHALOT : un sonar complexe

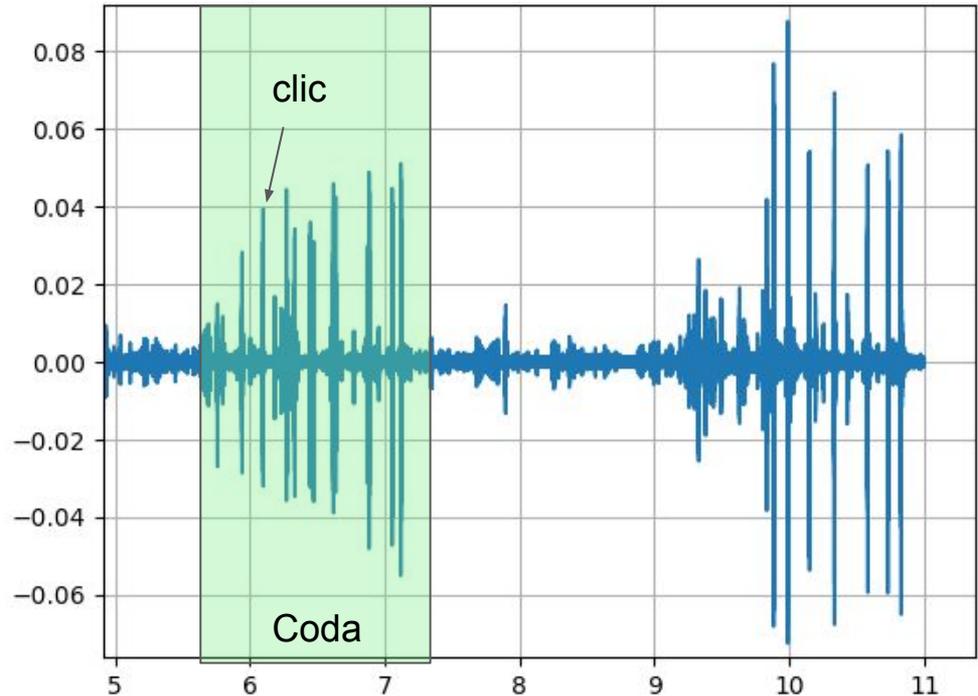


mesure
acoustique
d'Antares
2015
d'un clic
de cachalot

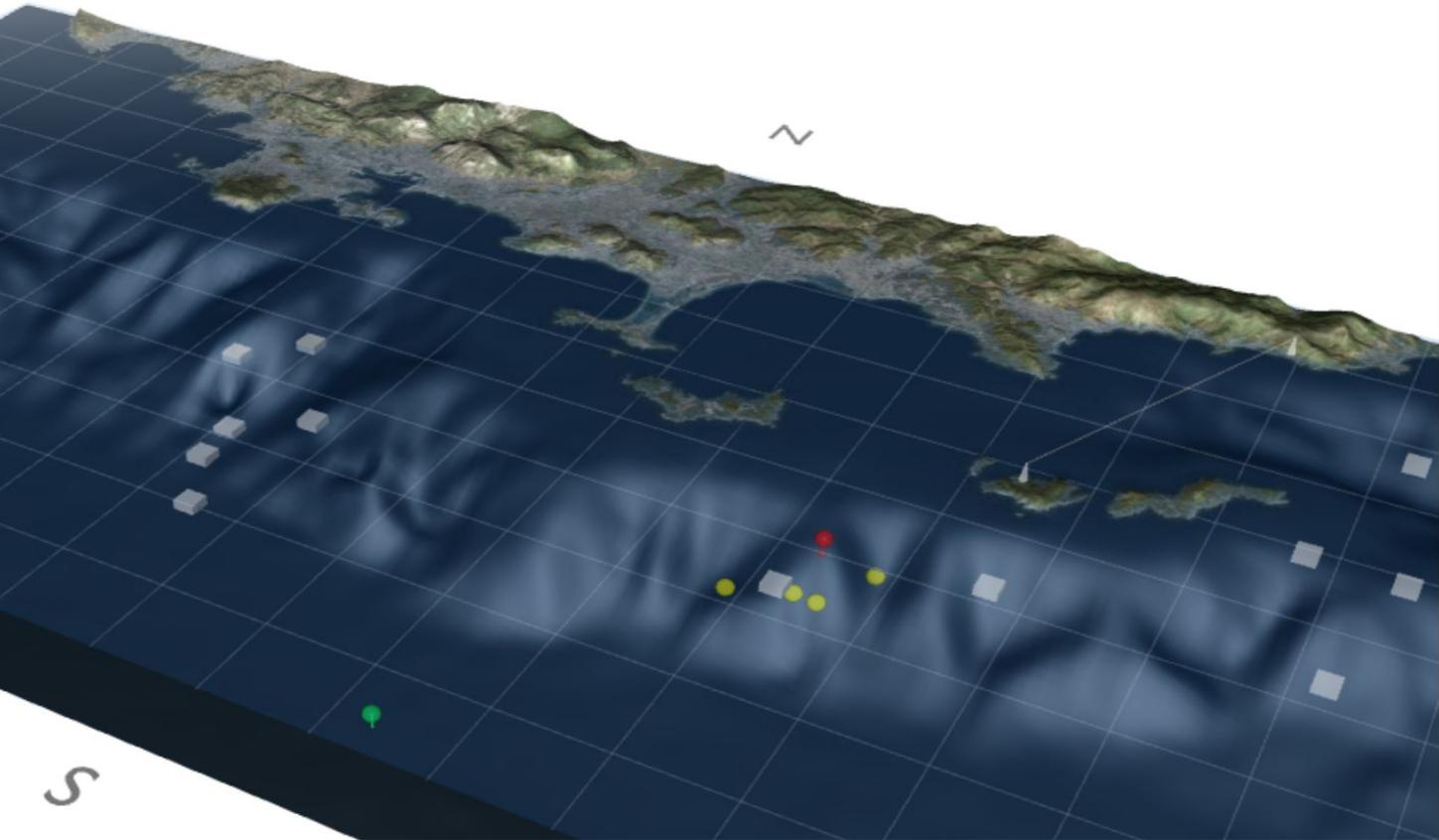
Les trains de clics du cachalot

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

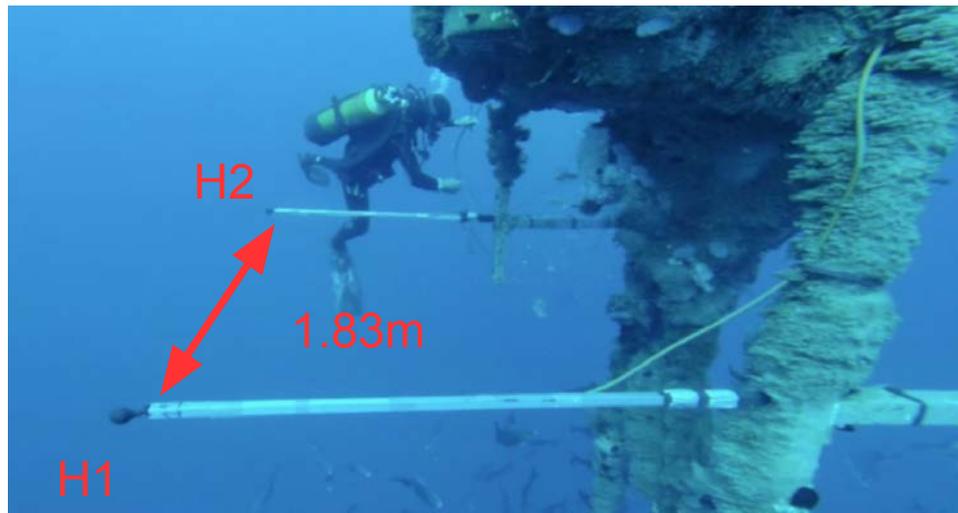


PCM Audio @ 50 kHz, 32 bits, 2 voies

~ 1.5 GB / h

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

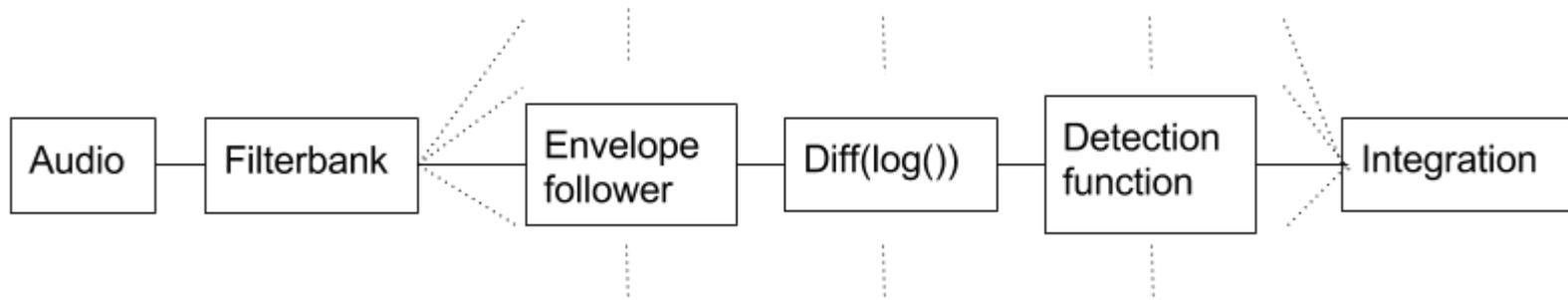
-> Développement d'outils d'analyse automatique rapide



Les 2 hydrophones Bombyx

Analyse vue générale

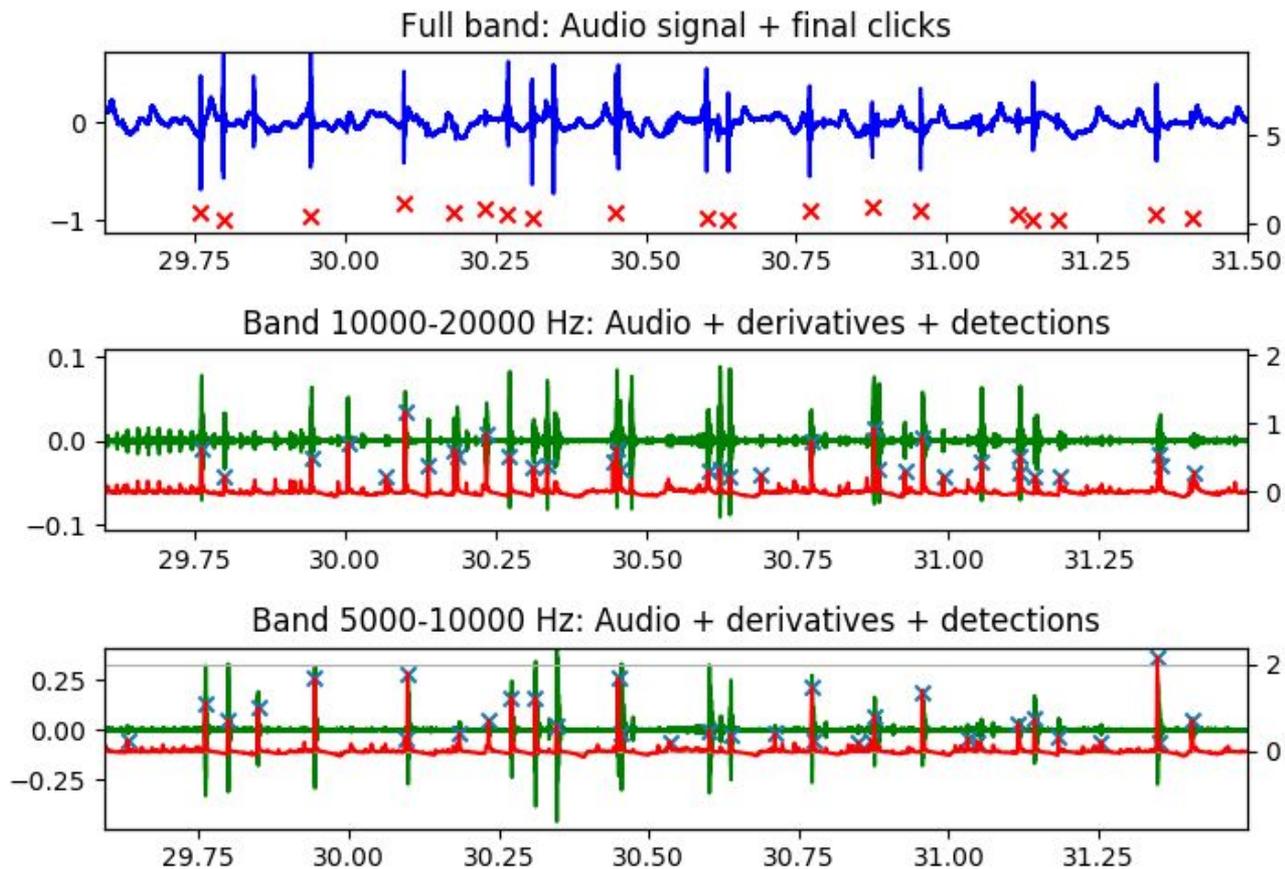
- a) Détection multi-bandes basée sur la dérivée de l'enveloppe temporelle sur 1 seule voie :



- b) Filtrage par détection de pulses

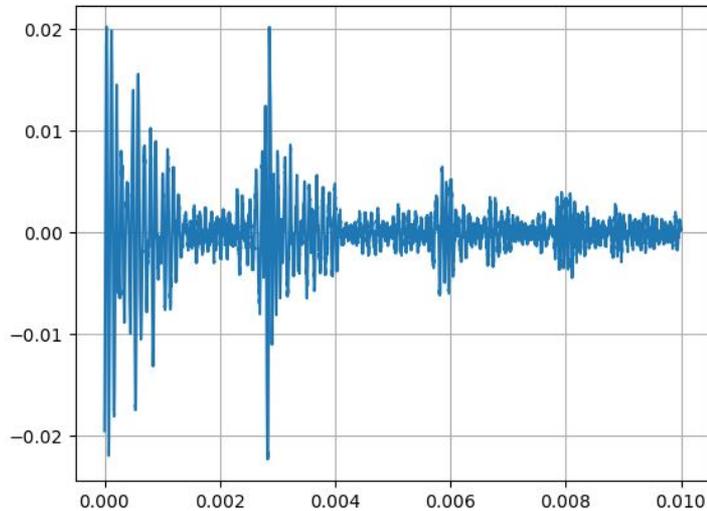
- c) Mesure pour ces clics détectés des différences d'arrivée entre les 2 voies

Bombyx / Analyse / Détection automatique de clics

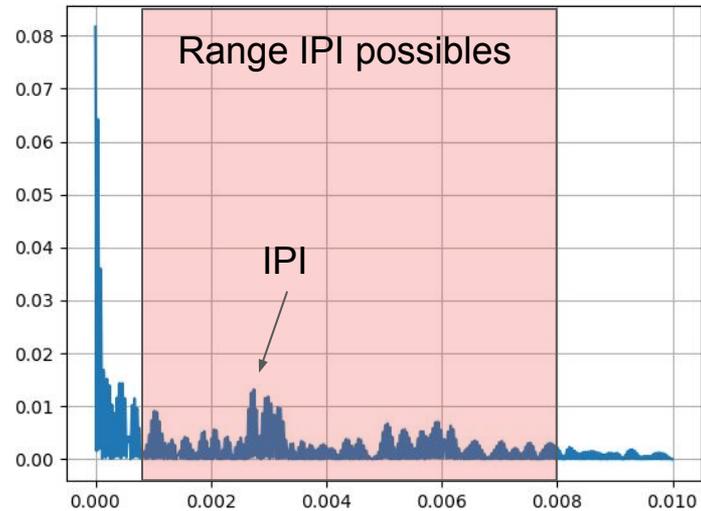


Bombyx / Analyse / Mesure d'Intervalle inter pulse

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



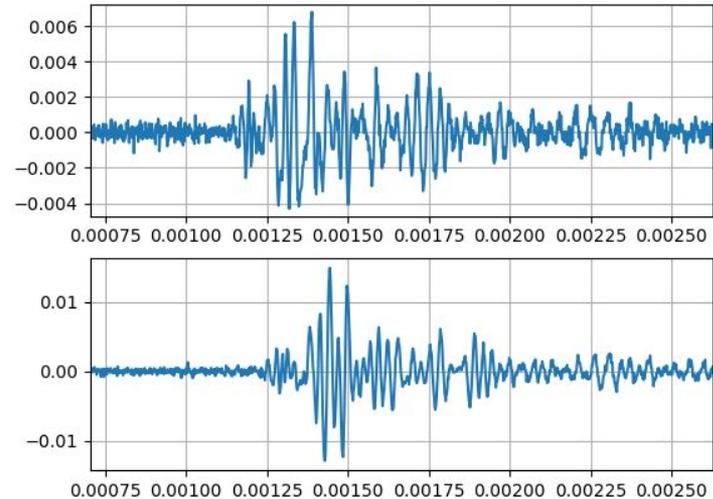
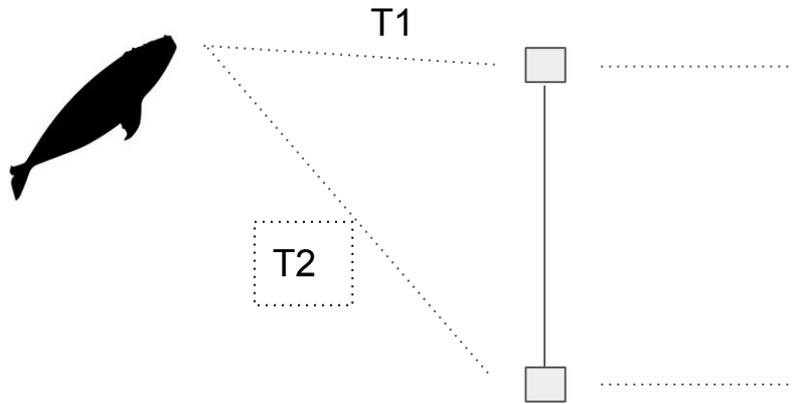
audio



auto-corrélation(audio)

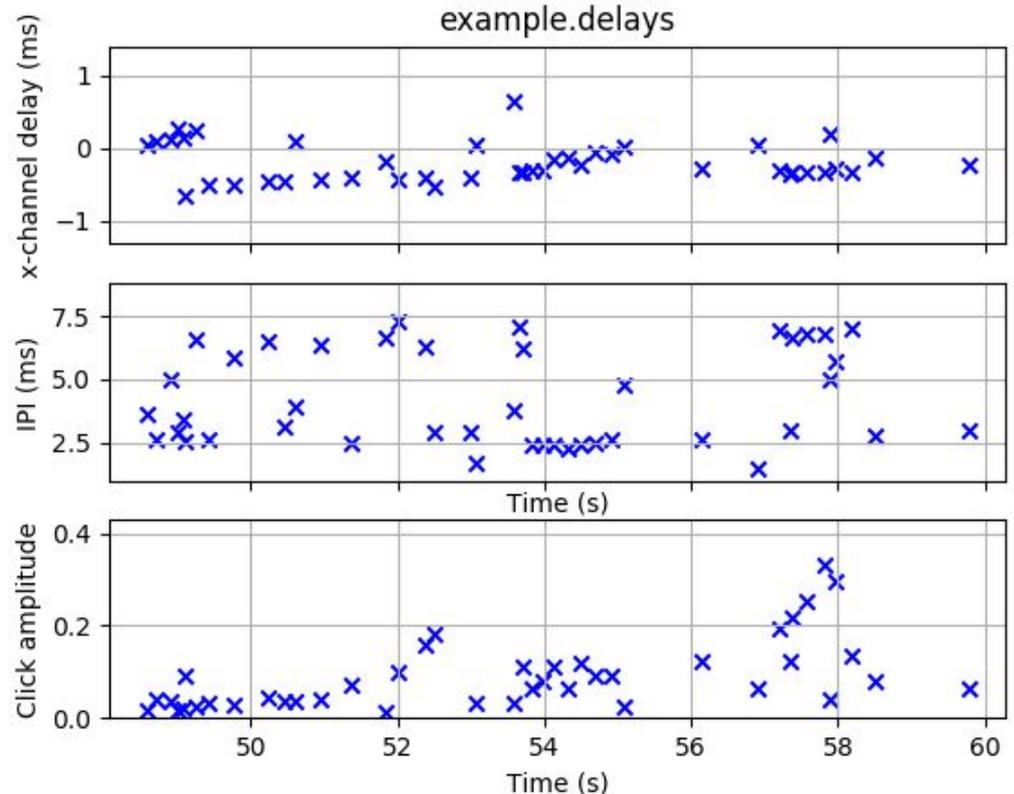
Bombyx / Analyse / Mesure de TDOA

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

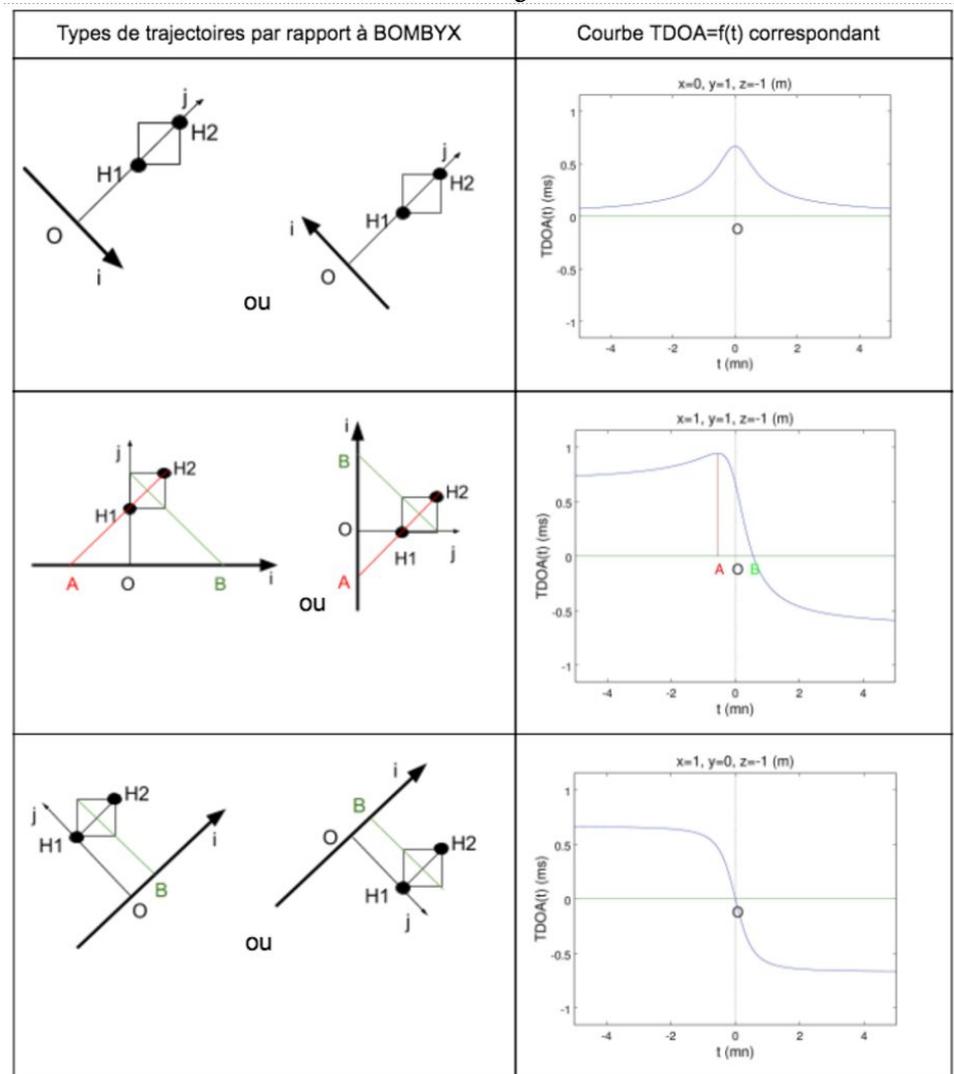


Bombyx / Analyse / Intégration

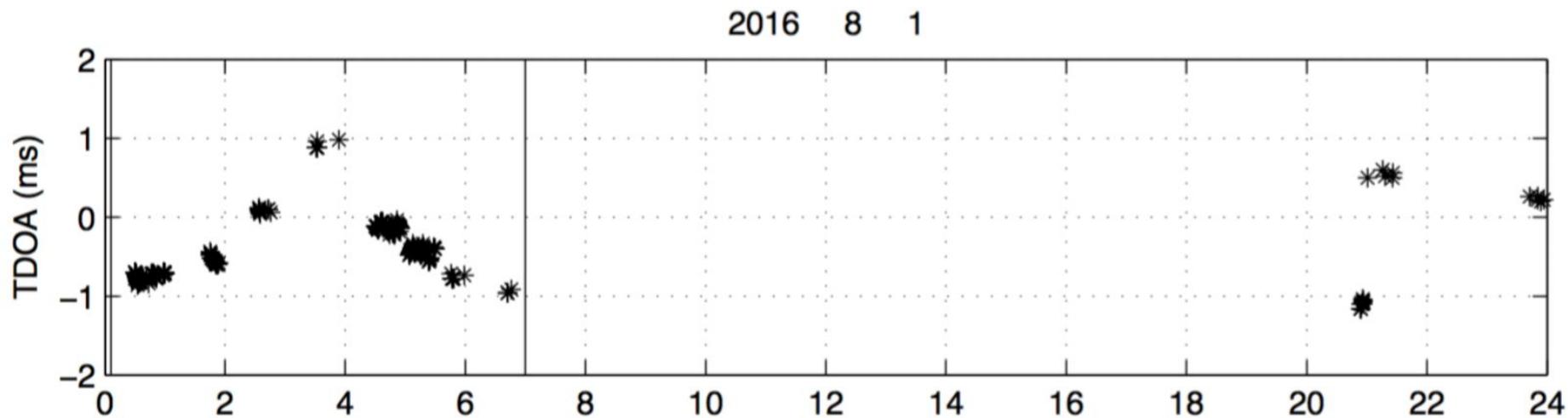
L'intégration de ces longues séries permet de suivre les individus pour étudier leurs comportements (chasse, socialisation...) et la dynamique des populations.



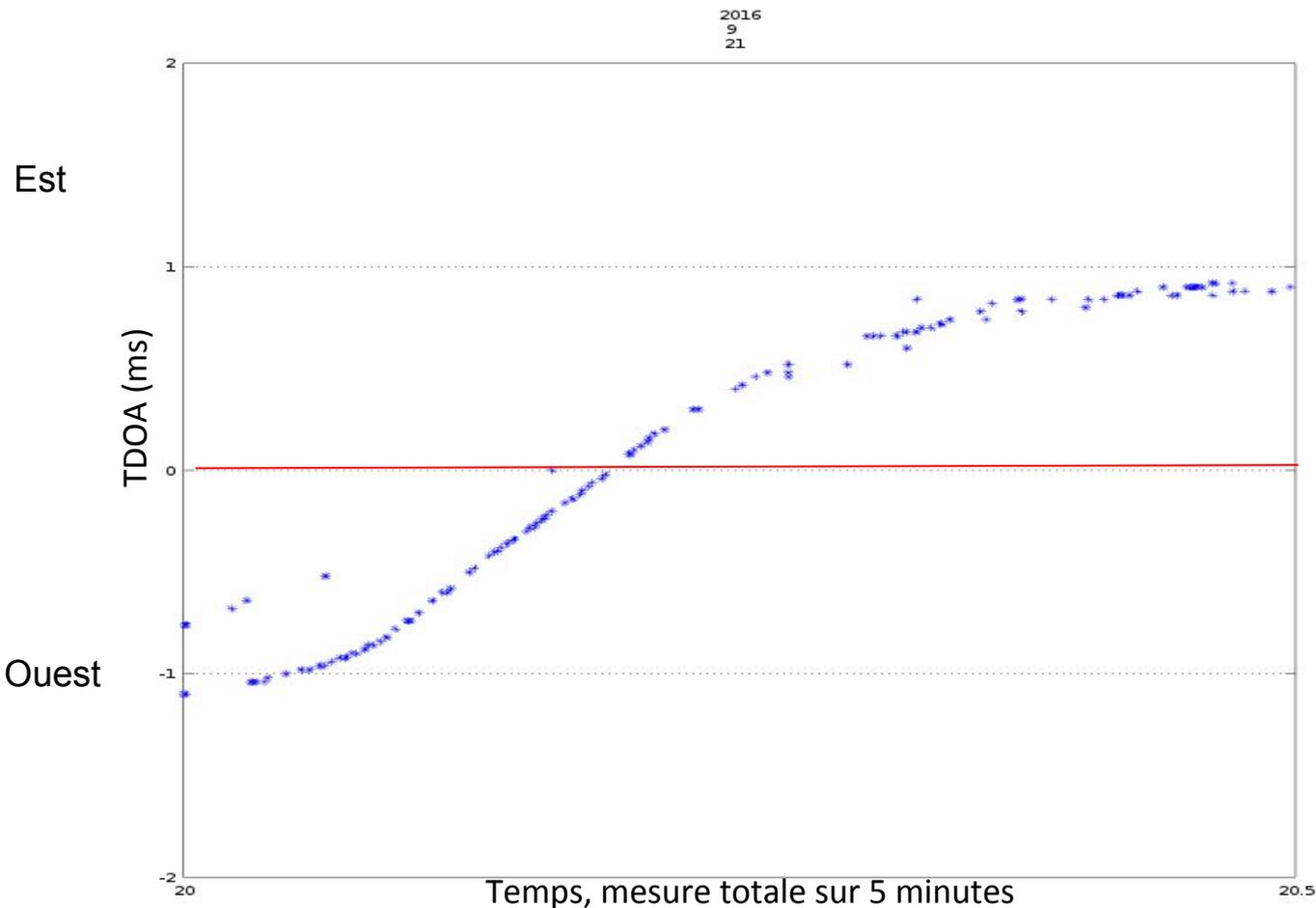
Famille de courbe des délais d'arrivée d'une trajectoire rectiligne uniforme



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).

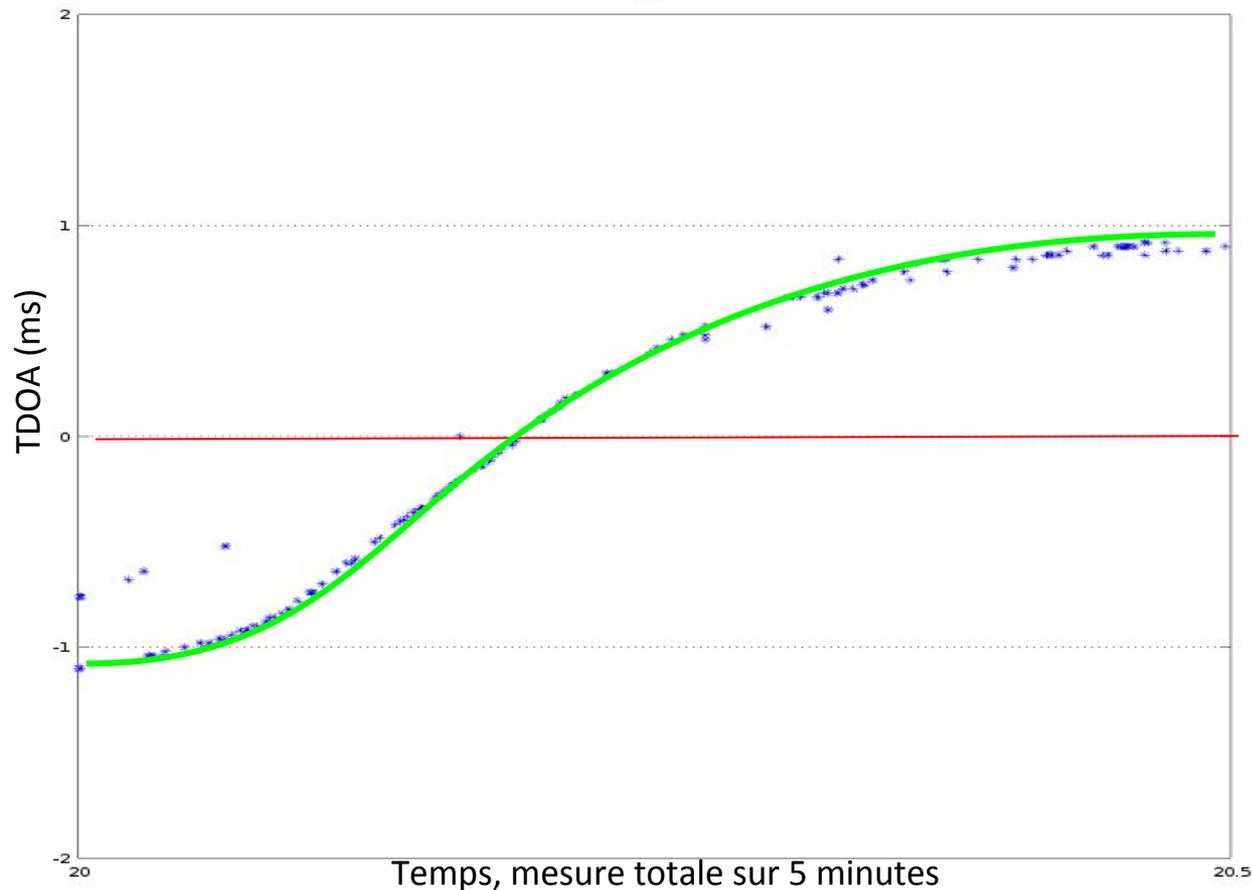
Le passage en TDOA=0 correspond à la source placée dans le plan médian des deux hydrophones.

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

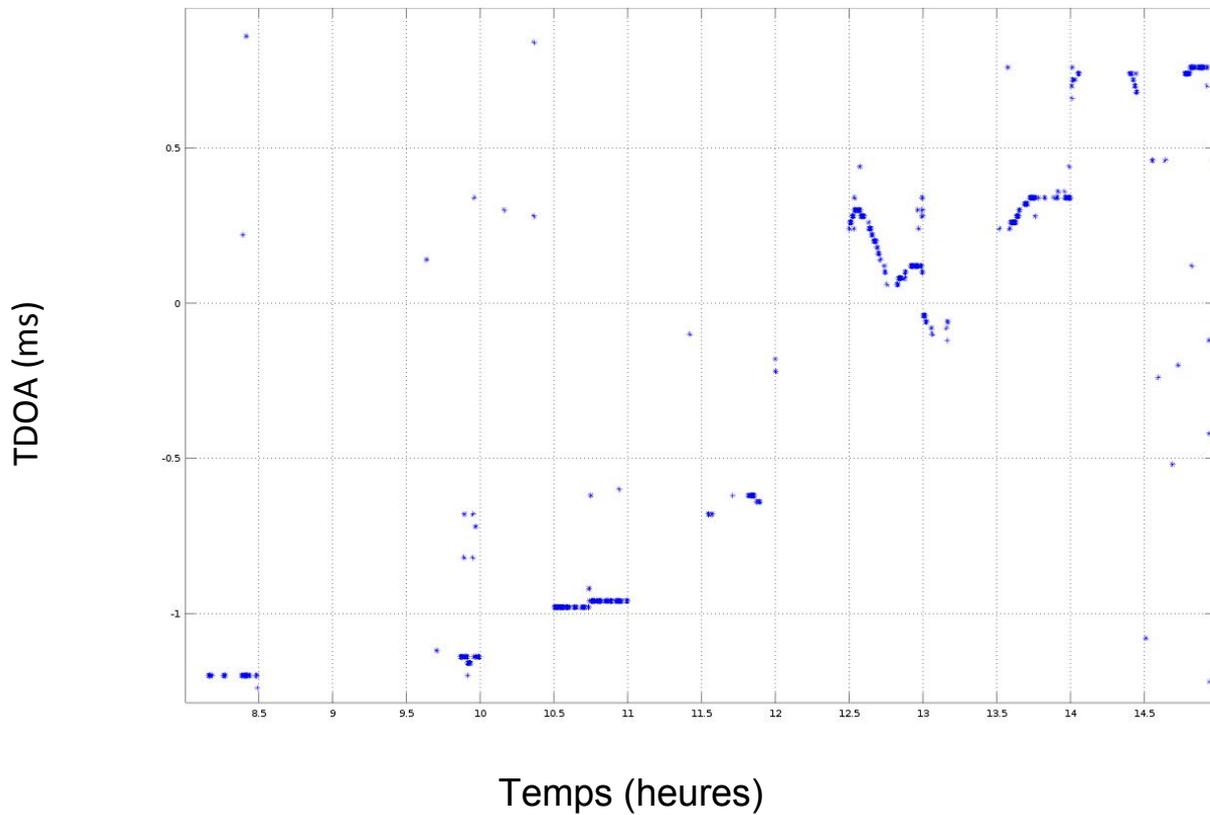
Délai d'arrivée de clics de cachalot sur BOMBYX en fonction du temps, le 21 septembre 2016, 20h

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.

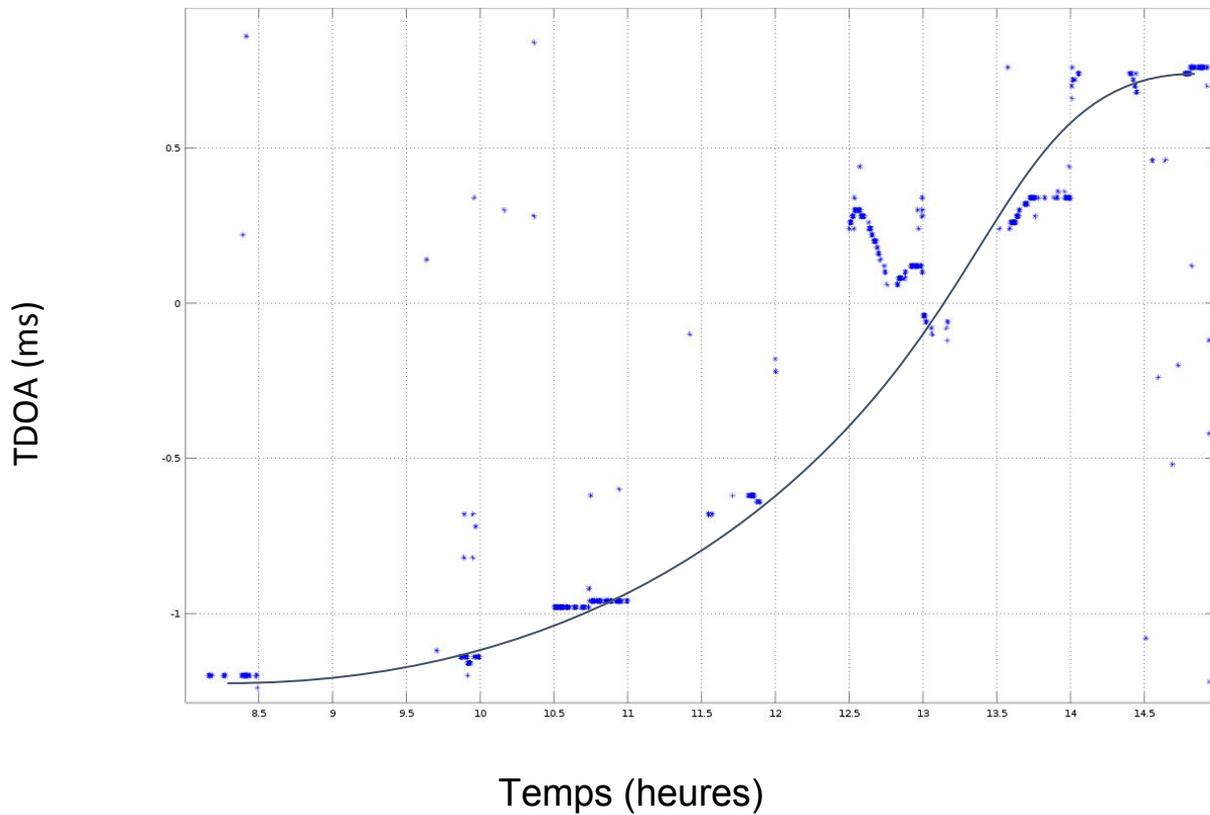
Détection max estim. 20 km

2016
8
27



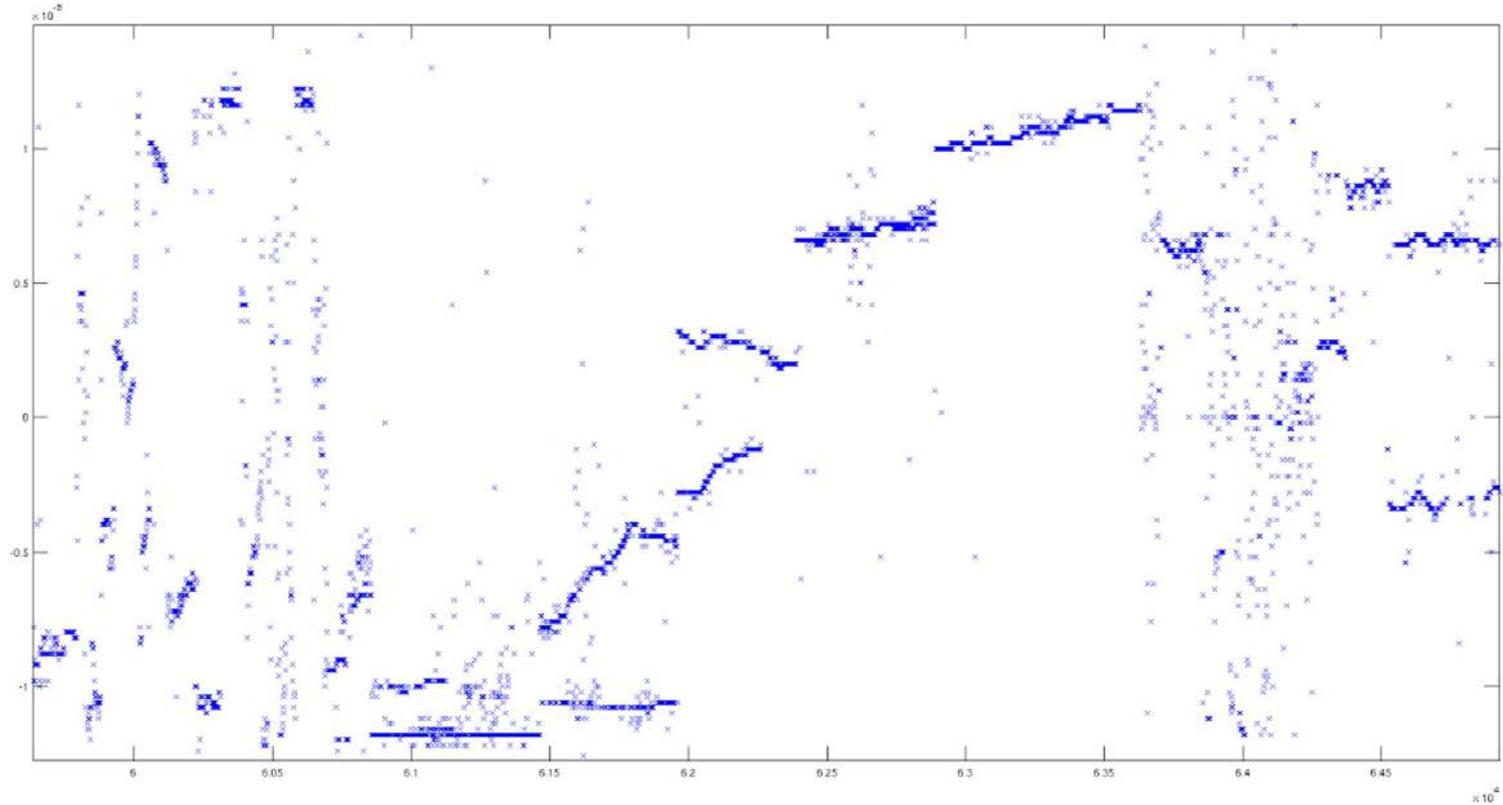
Décali d'arrivée de clics de
cachalots sur BOMBYX en
fonction du temps, le 27
août 2016, à 8h30) 14h30

2016
8
27

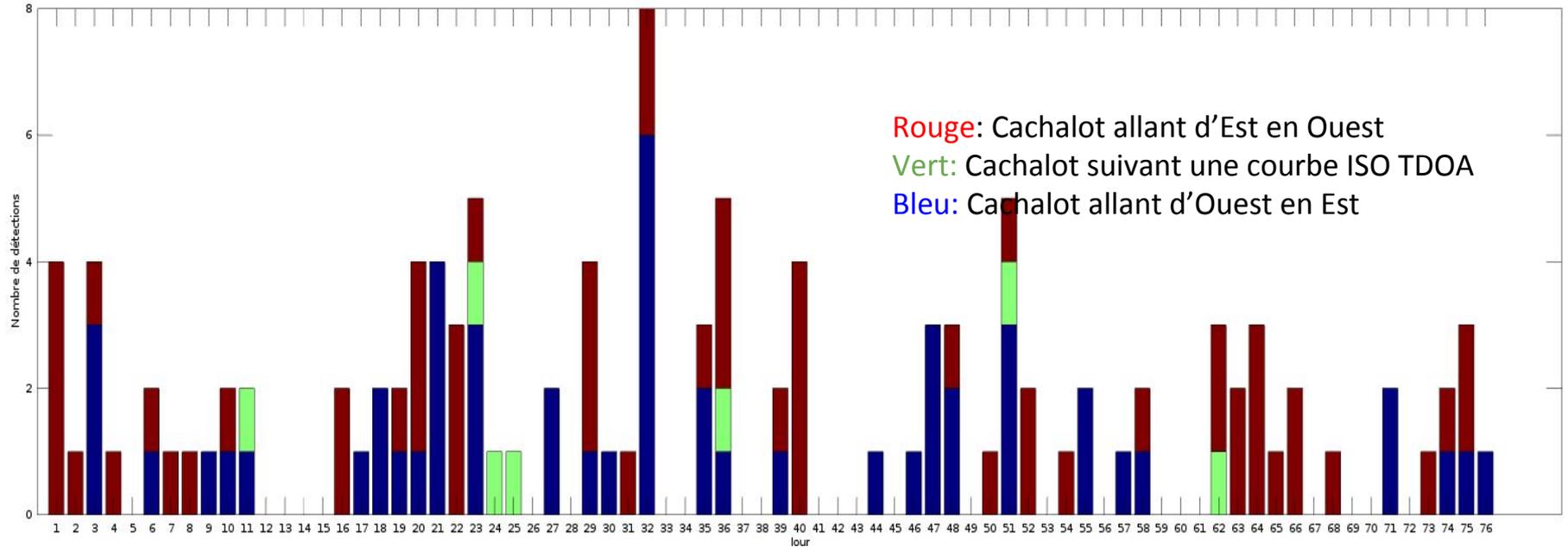


Décalage d'arrivée de clics de
cachalots sur BOMBYX en
fonction du temps, le 27
août 2016, de 8h30 à
14h30

Suivi sur plusieurs heures

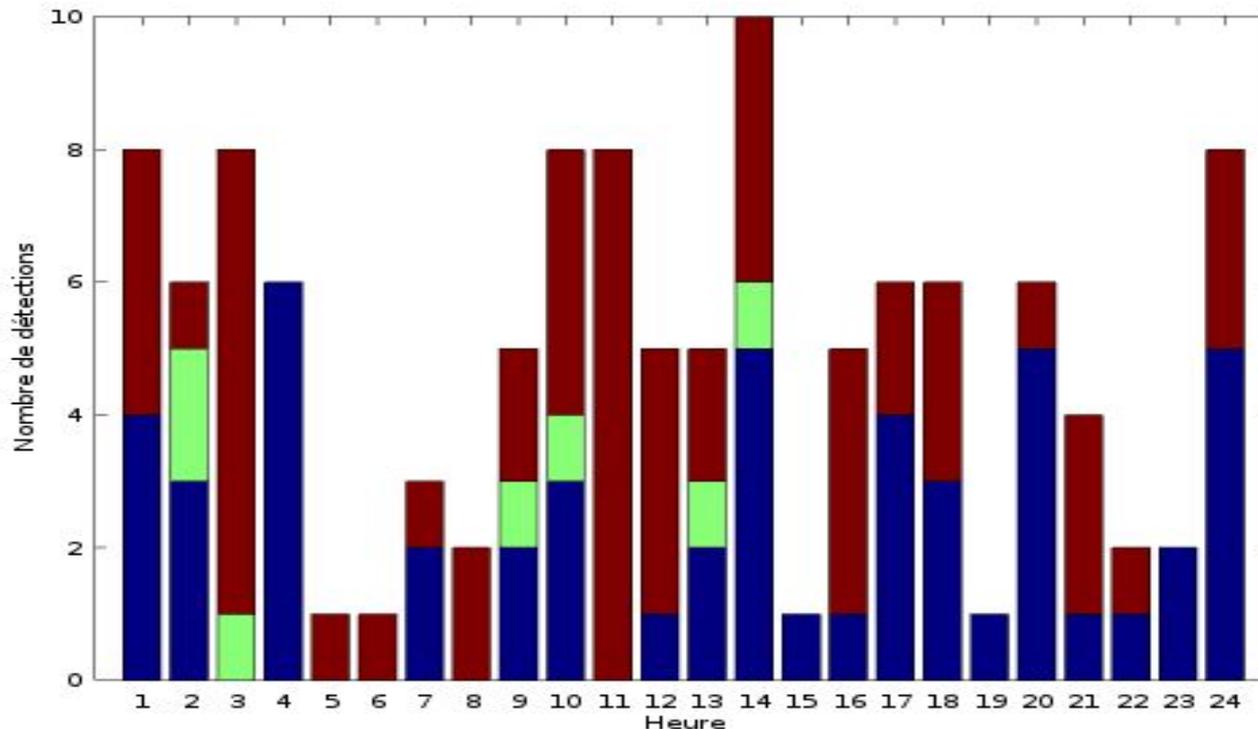


Bilan des sens de passage: équiprobables



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)



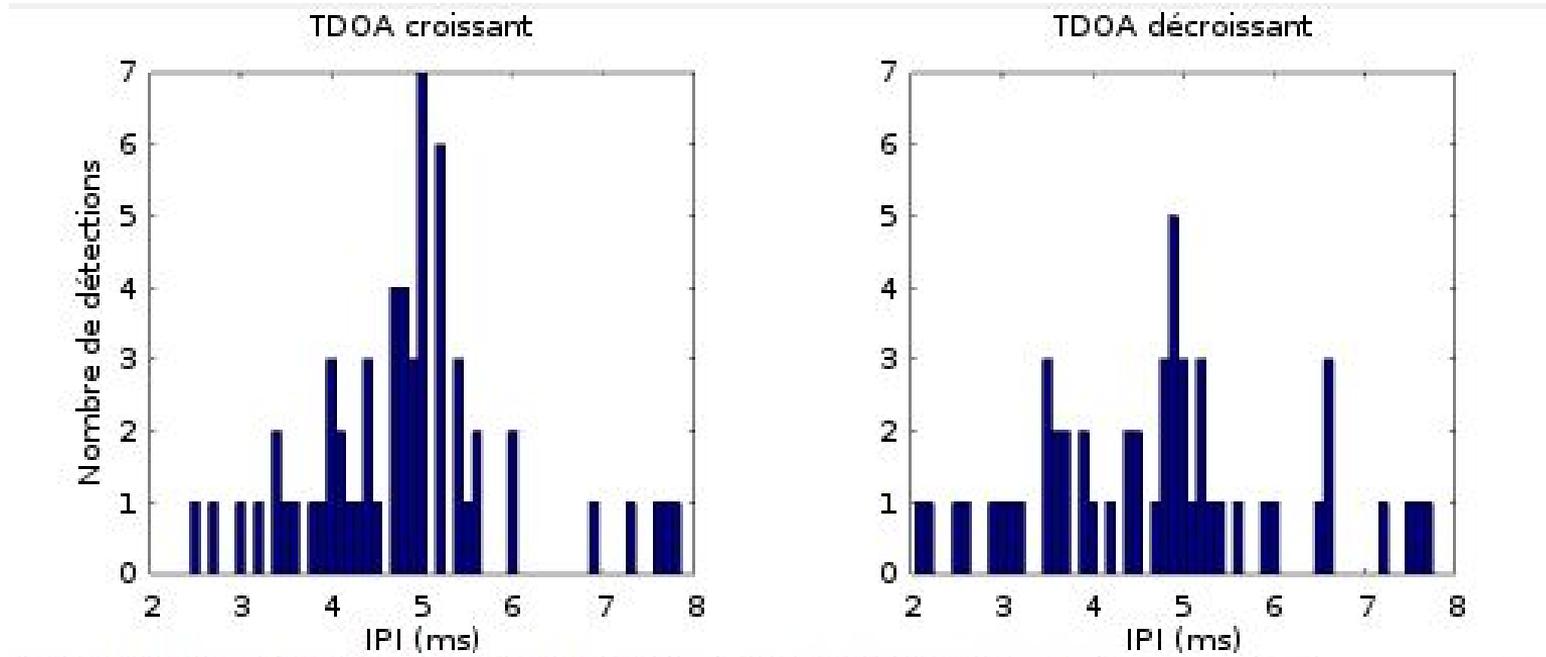
Rouge: Cachalot allant d'Est en Ouest

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

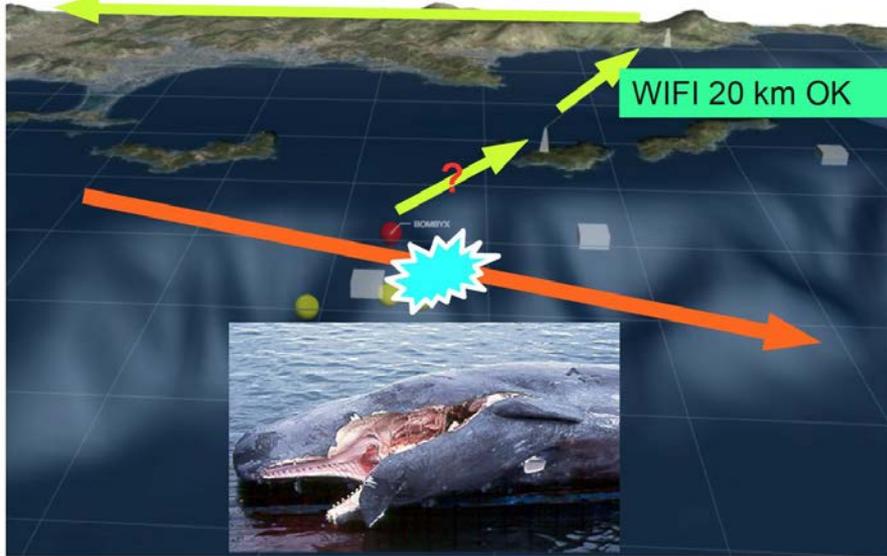
Distribution des tailles des animaux EO et OE



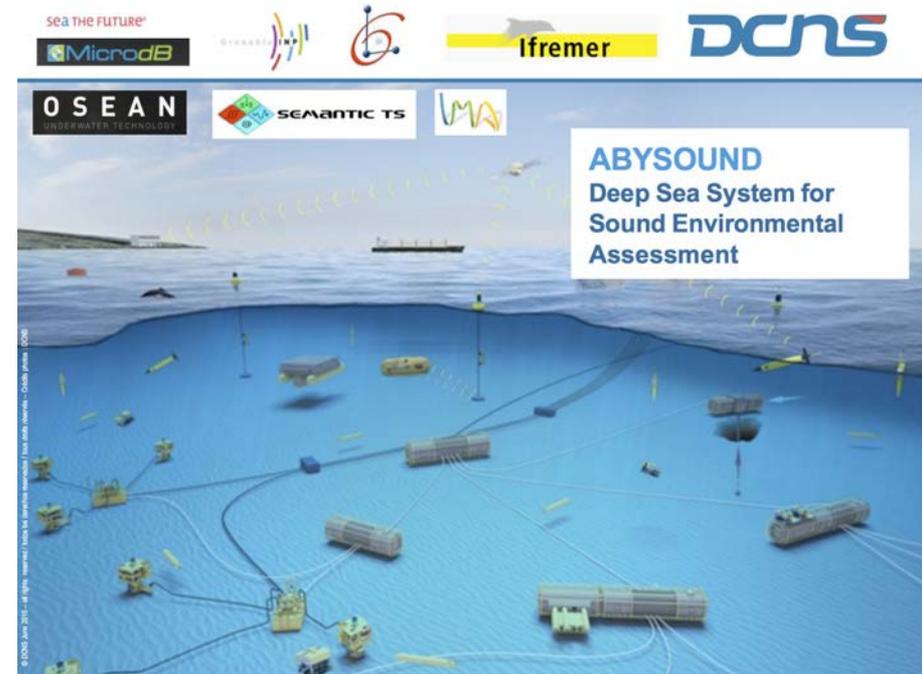
Mesure des IPI en fonction de la trajectoire des cachalots : les animaux nageant O/E vs E/O sont similaires. La population pourrait être de faible effectif (vingtaine d'individus au min)

Perspectives : anti collision, surv. sous-marine

UTLN / CROSSMER

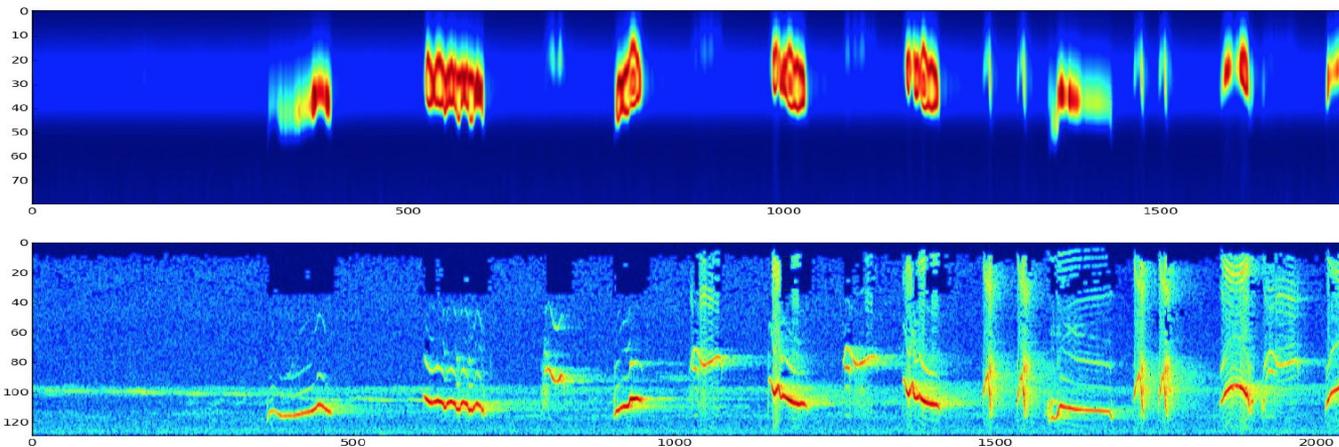


BOAT ROAD to corsica => yearly collisions Economical impact



Part II

Scaled Environmental Acoustic & Large Class Bird challenges

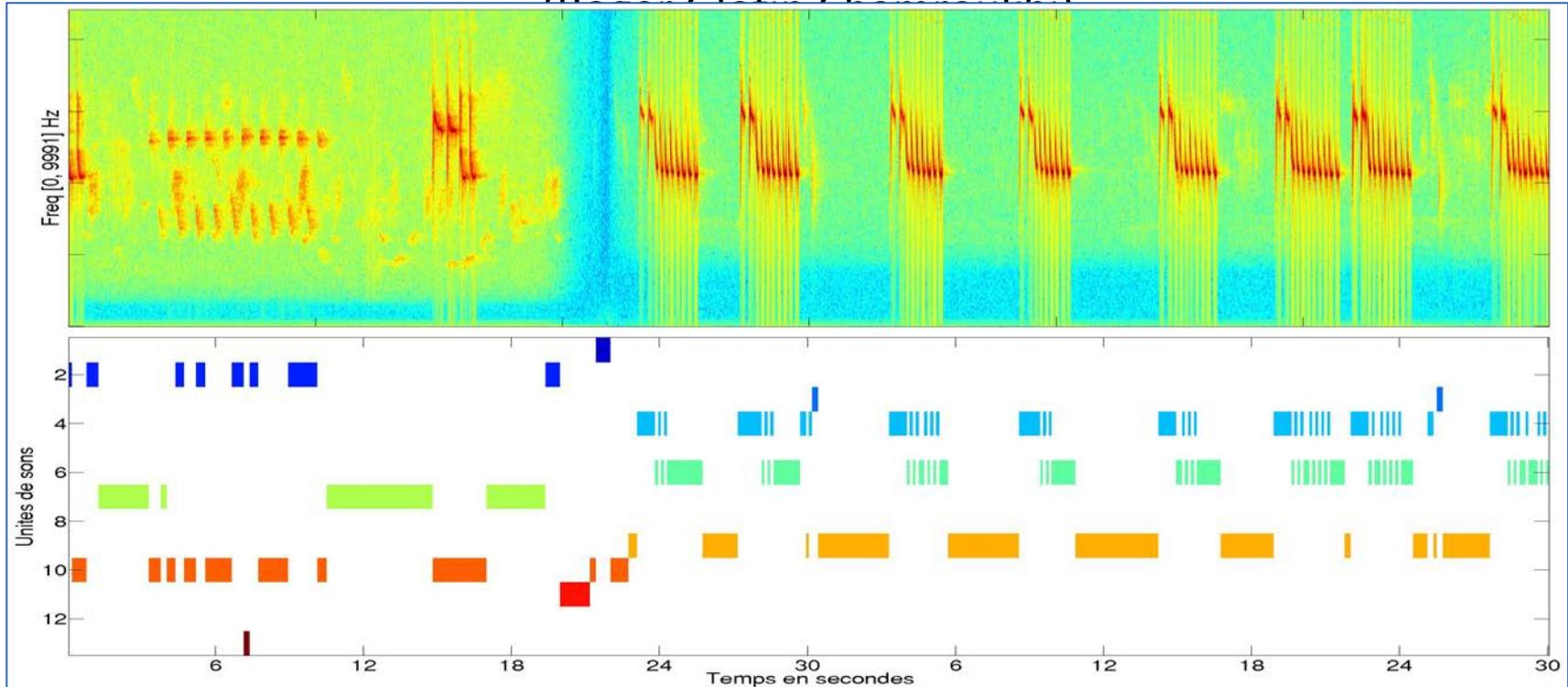


The Research Problem

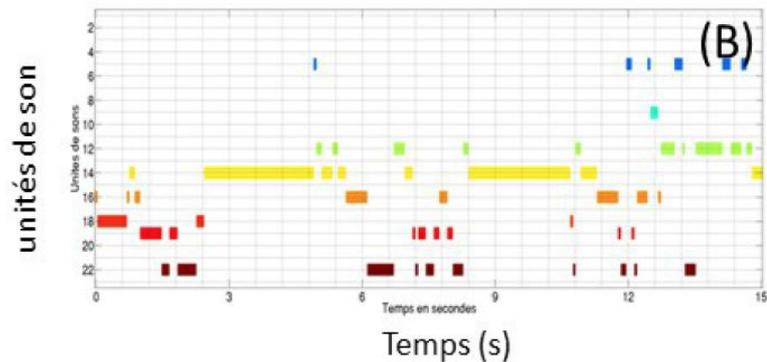
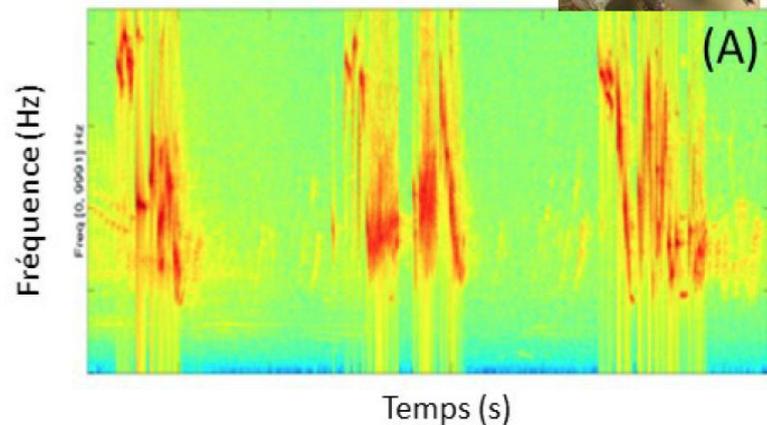
- Audio data useful in ecological studies
- Audio data easy to get
- Big data problem : Large Class Classification
- *Problem:*
 - How to **represent** and *navigate* audio on *multiple time scales* ?
- *Solution:*

Example of bird non supervised decomposition : Diriclet Process

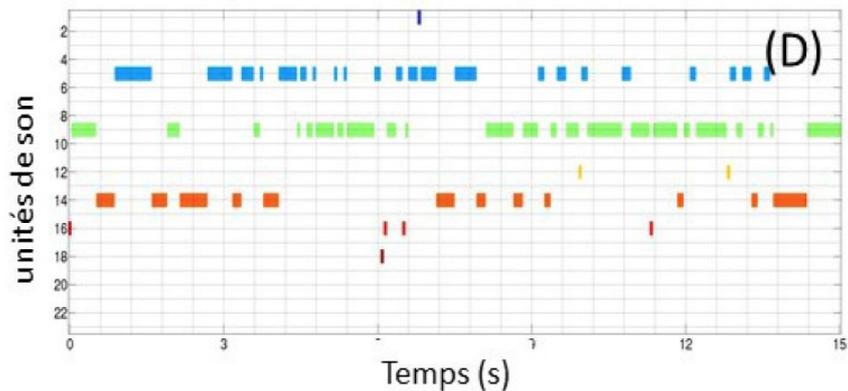
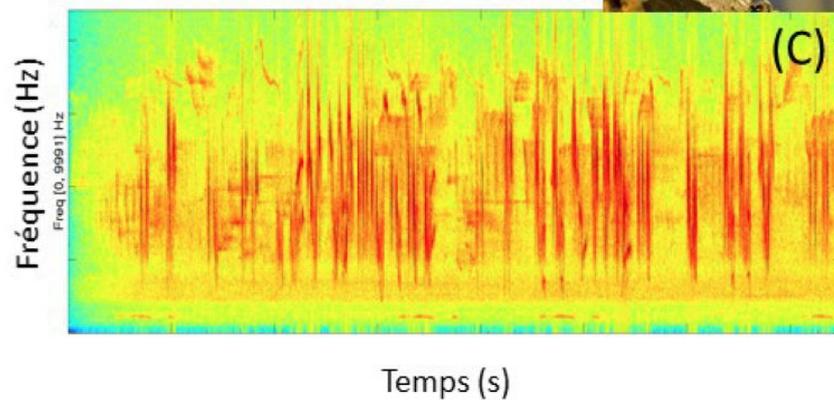
(Brennan, Clain, Choumali)



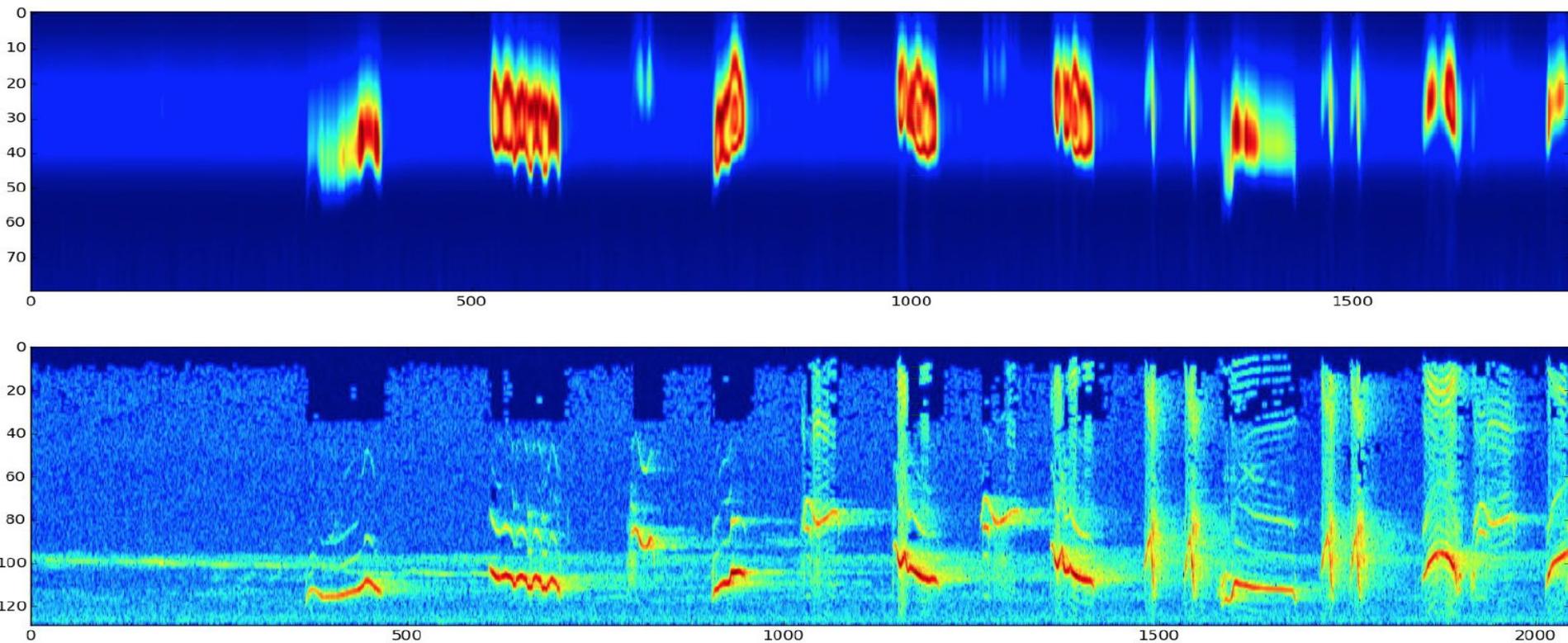
Rouge-gorge familier



Mésange charbonnière



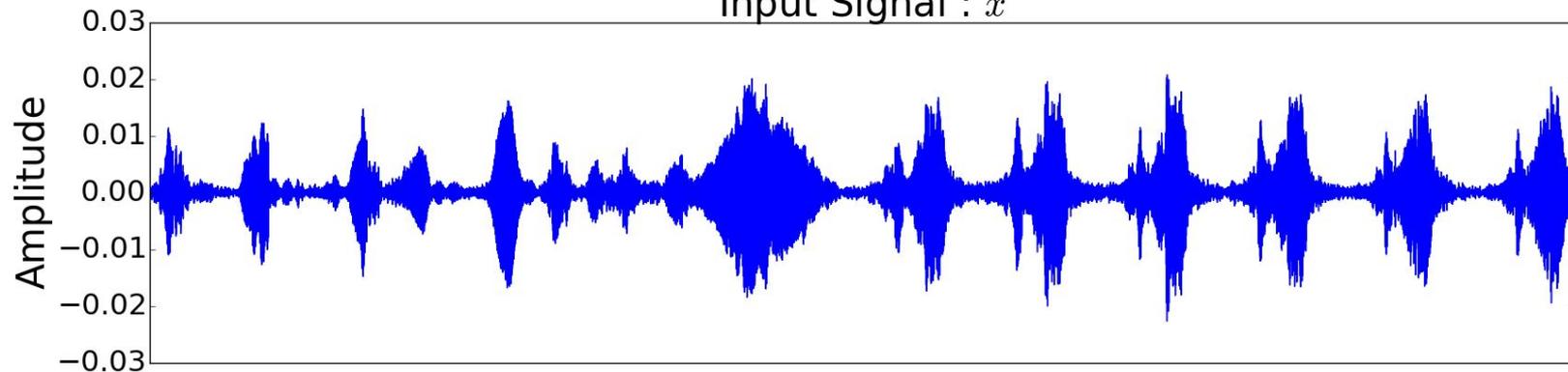
From Fourier to Chirplet... a new efficient bioacoustic representation



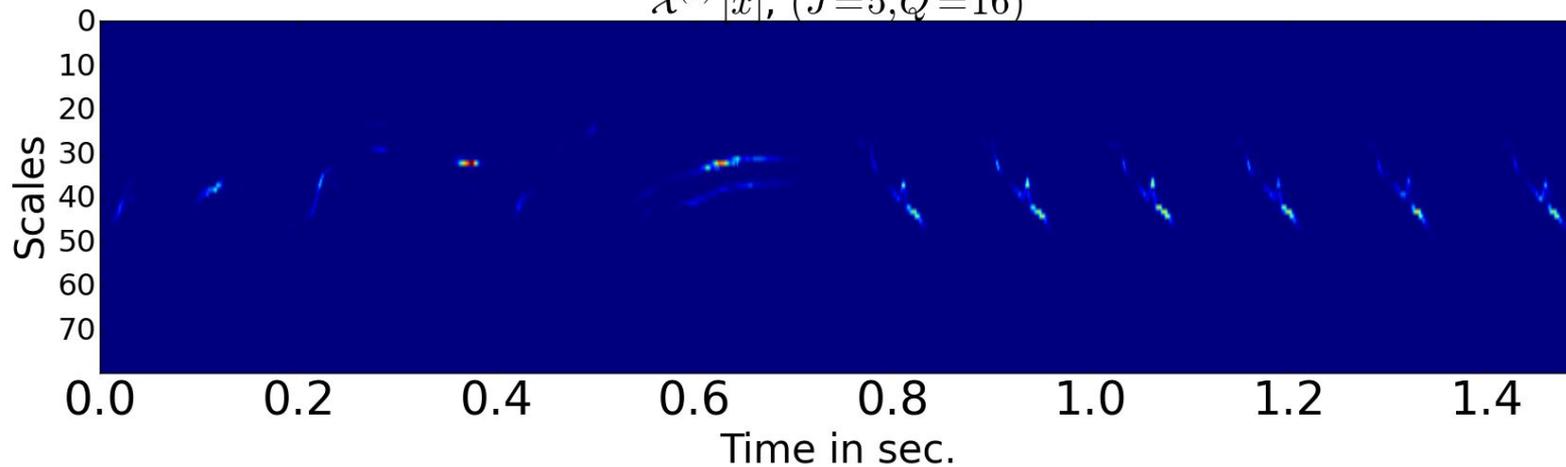
Amazon bird representation (top : Chirplet ; bottom : Fourier)

XC325389 - Crested Lark - *Galerida cristata*

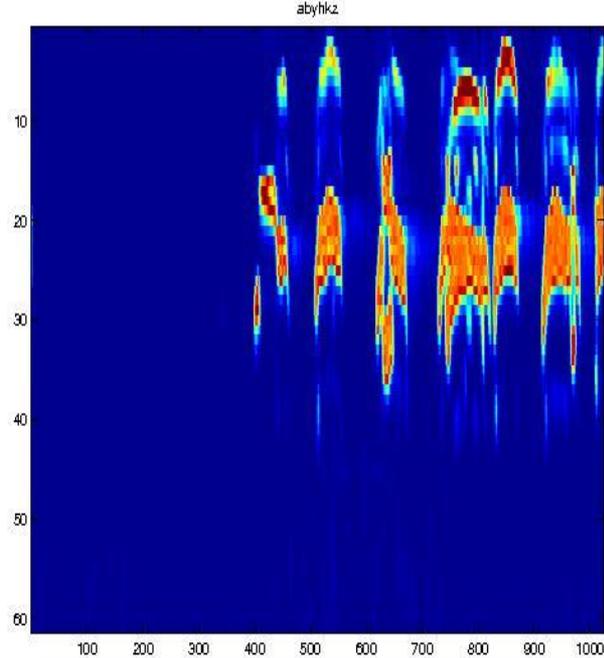
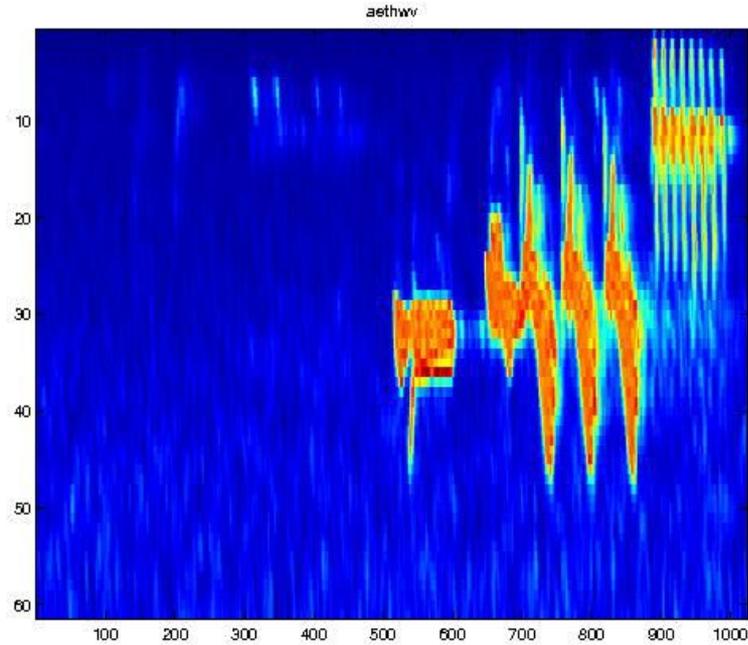
Input Signal : x



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



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

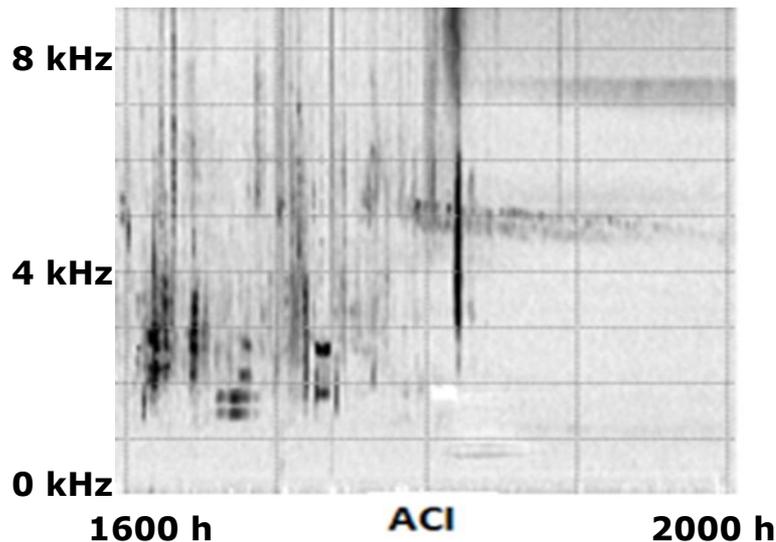


Calculate ACI
spectrum for
each segment



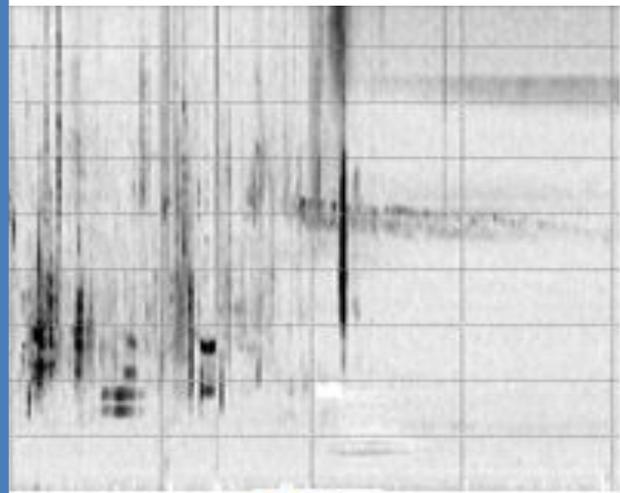
$$ACI_f = \sum_t |a_{tf} - a_{t-1f}| / \sum_t a_{tf}$$

(Farina and colleagues)



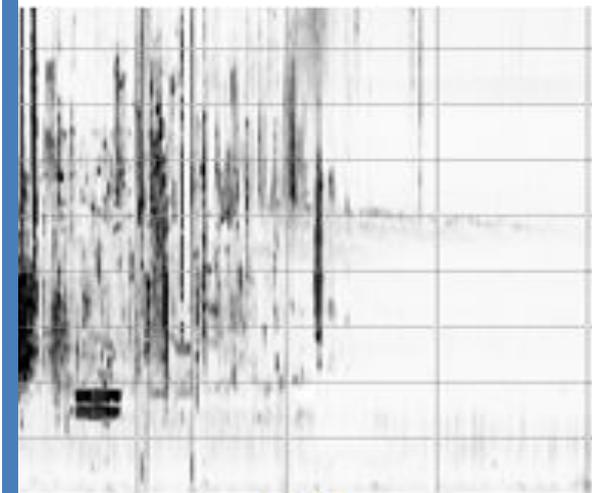
Different indices – different views

Four hour recording: 1600h – 2000h



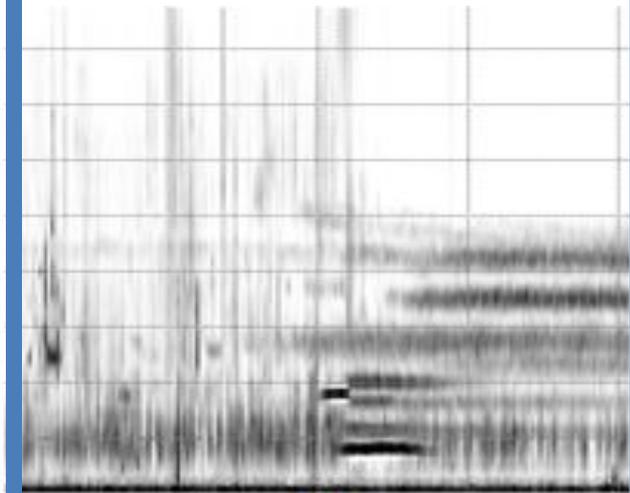
ACI

(Farina and colleagues)



H(t)

(Sueur and colleagues)

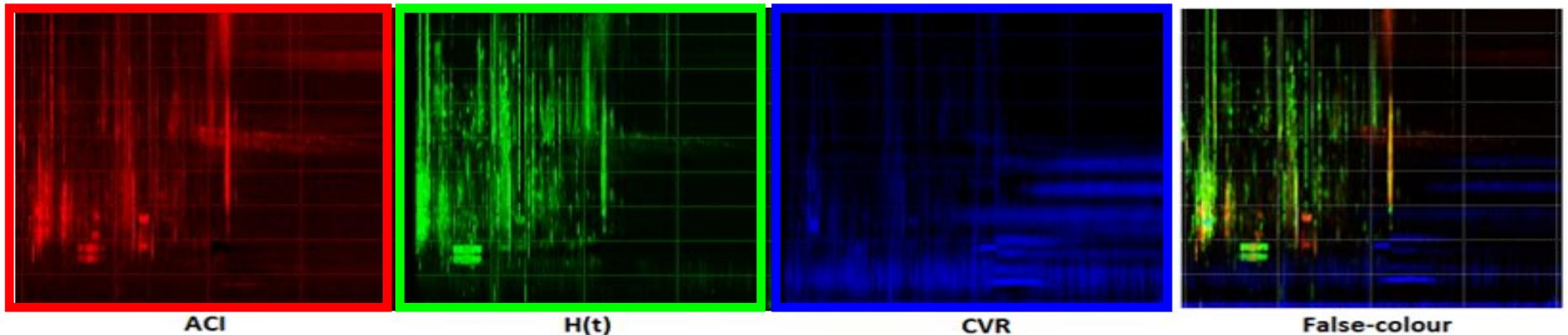


CVR

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

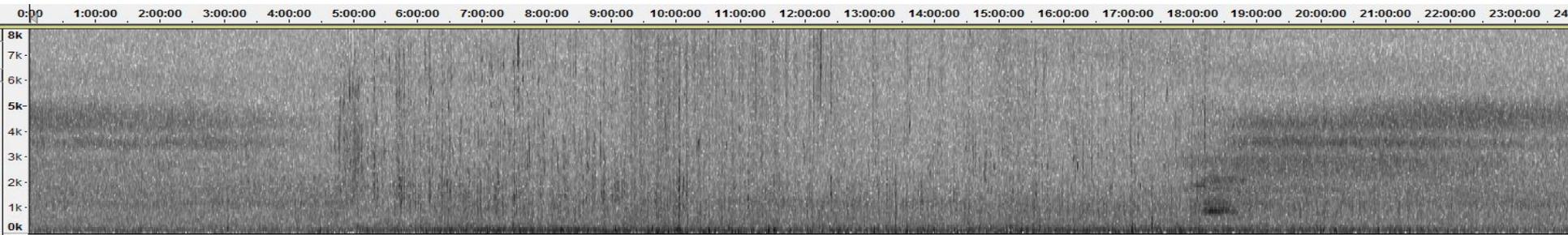
False-colour spectrograms

Four hour recording: 1600h – 2000h

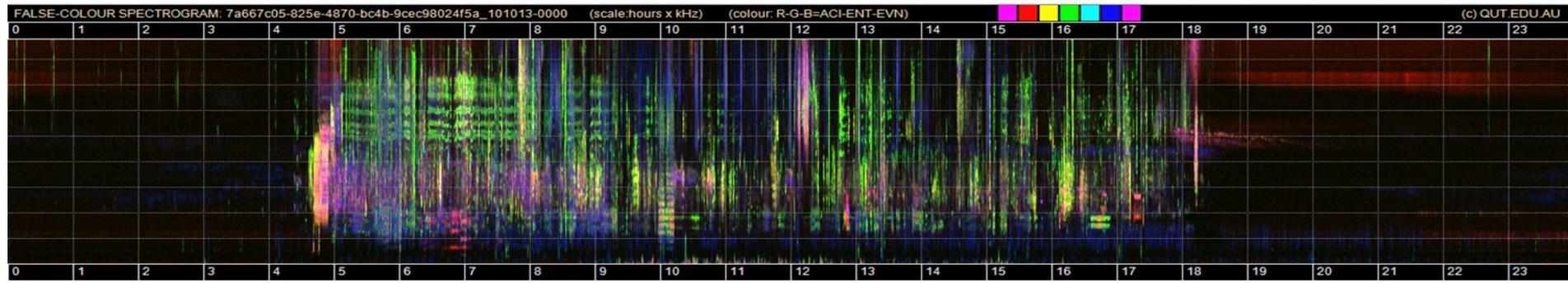


Credit M. Towsey

Compressed standard spectrogram



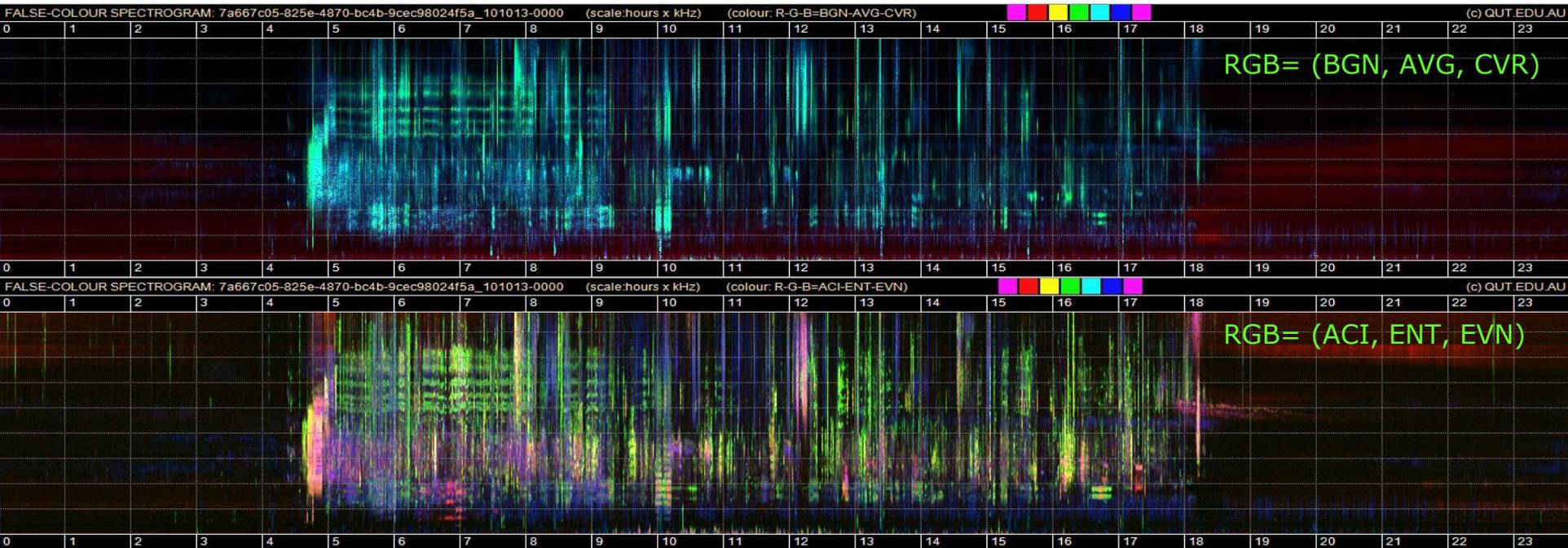
False-colour spectrogram



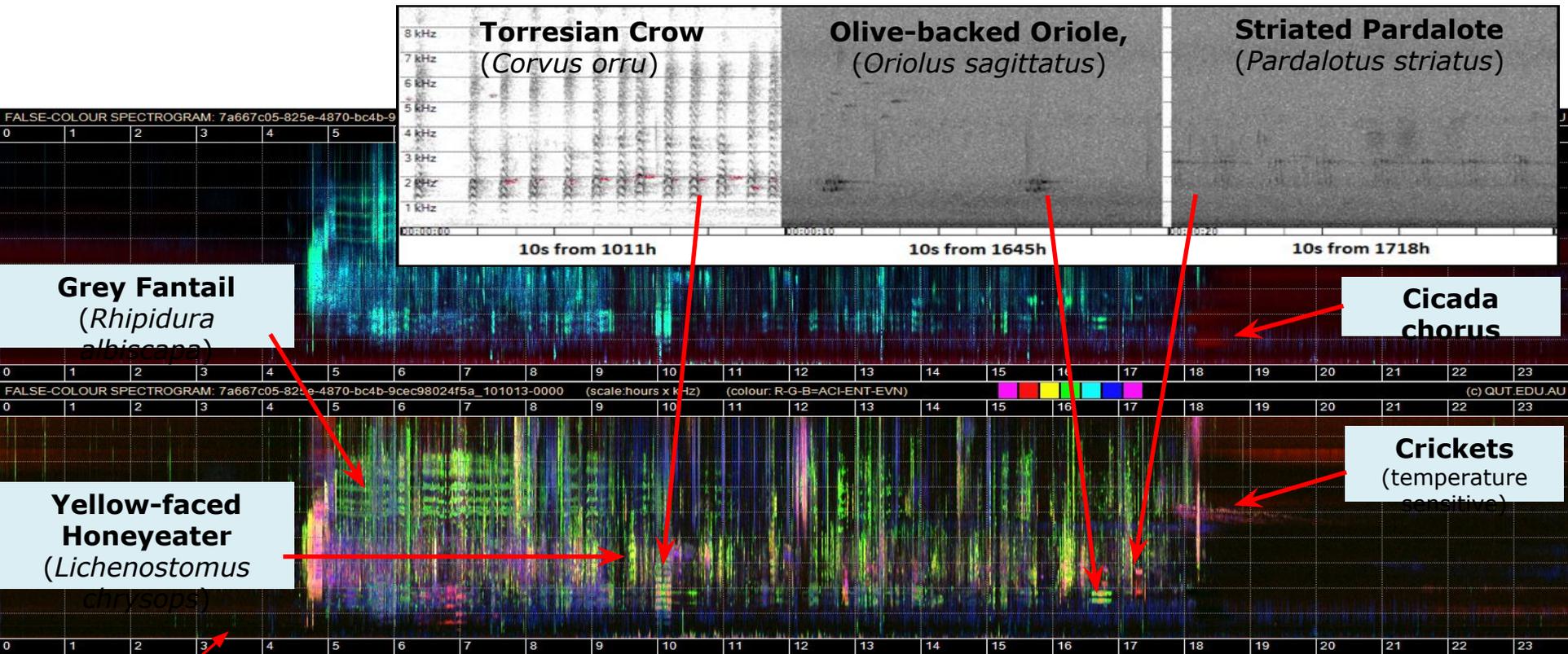
Credit M. Towsey

Different indices – different views

24 hour recording: midnight to midnight

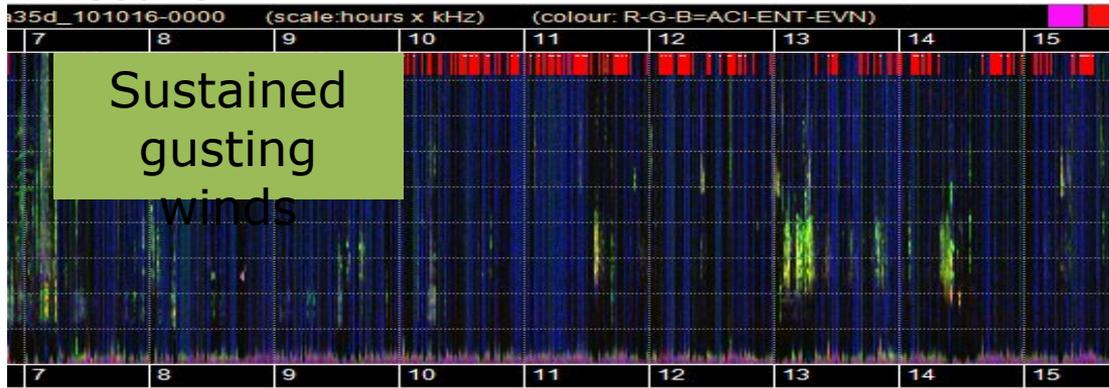


Biophony

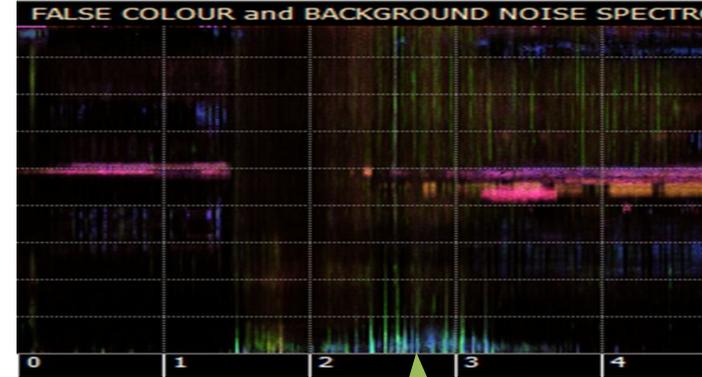


Geophony

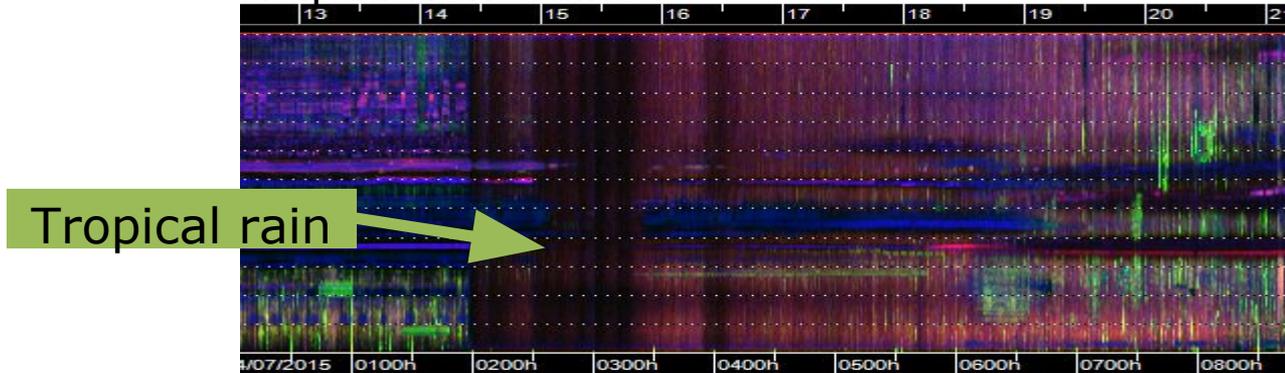
Brisbane



Cairns

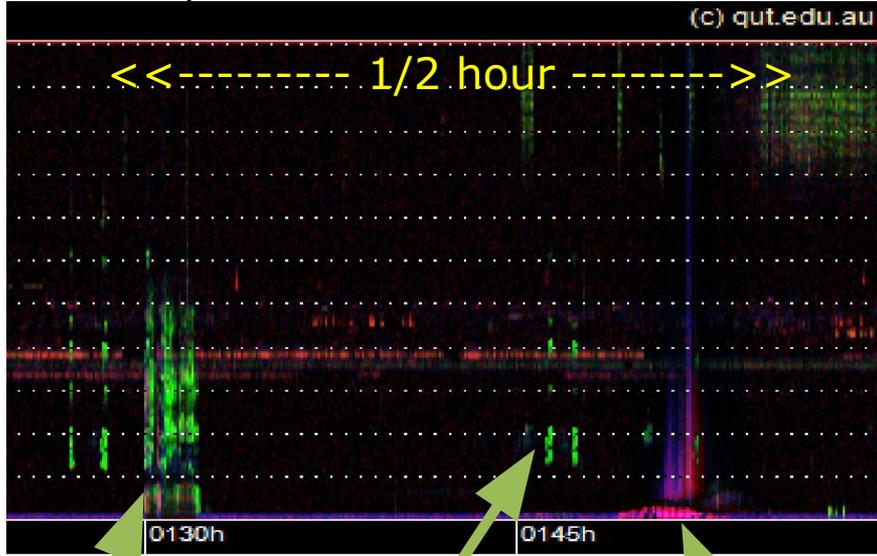


Papua New Guinea



Anthropophony

St Bees, Australia

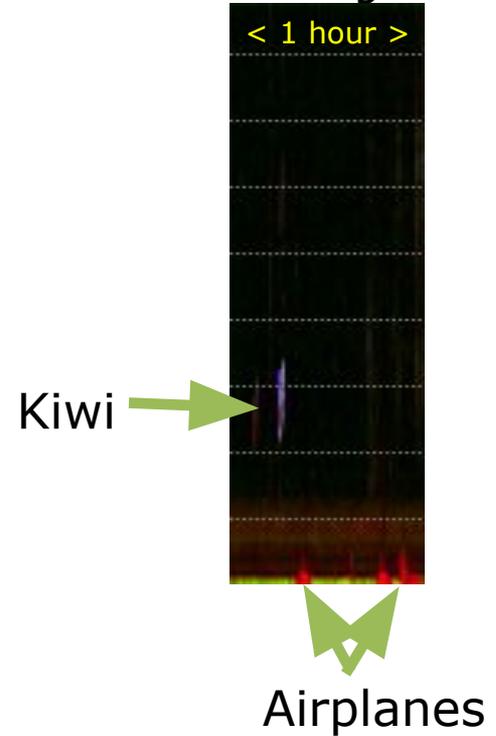


Koala

Stone
Curlew

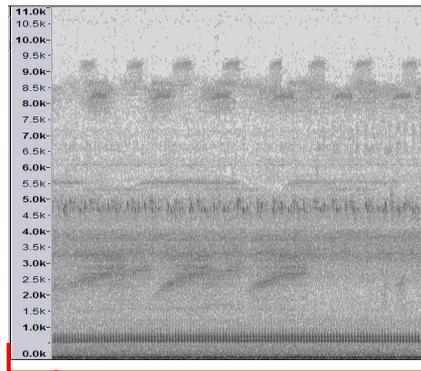
Helicopter

Wellington



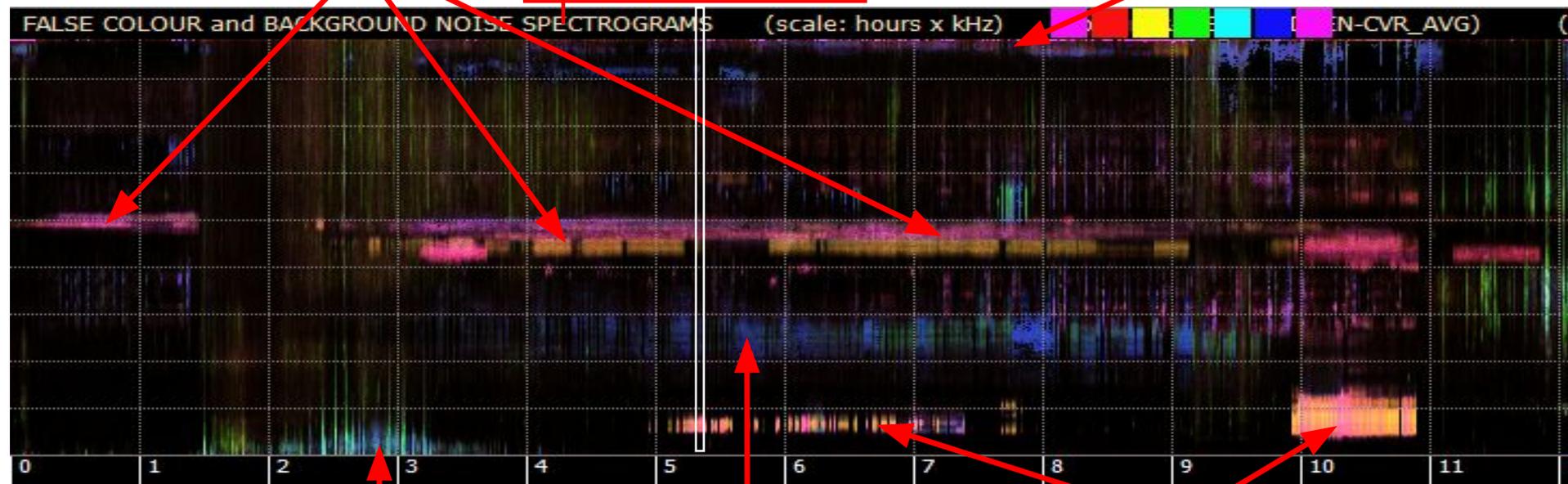
Frogs

mp3 – 64 kbit/s



Orthoptera

Orthoptera



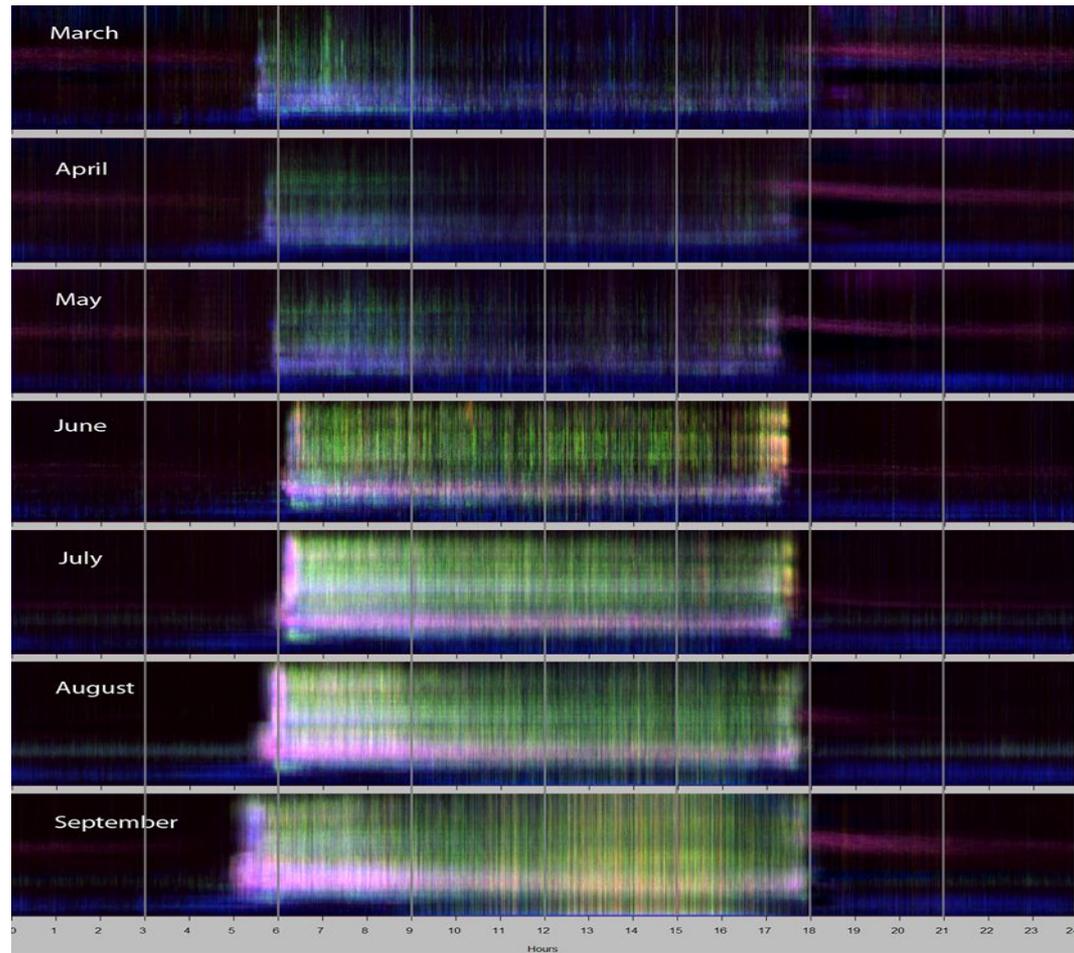
Wind, thunder

Frog
Litoria gracilentia

Cane toad

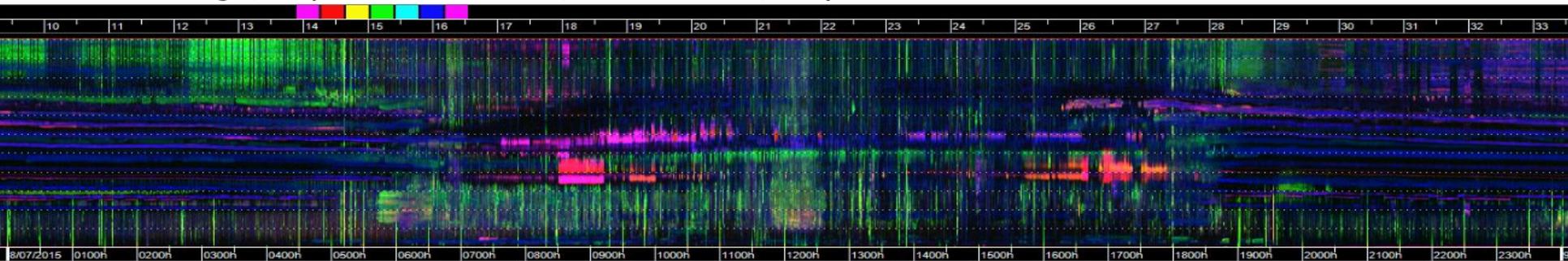
Seasonal change

(monthly averaging
of 24-hour
spectrograms)

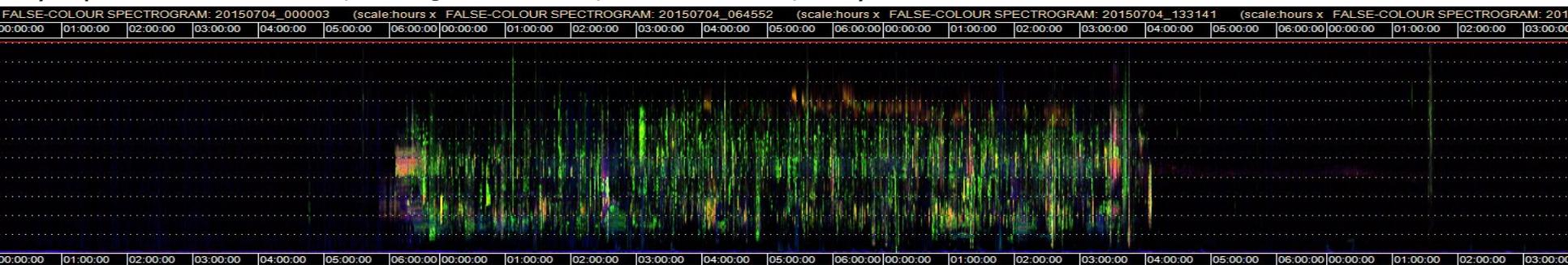


The effect of latitude

Adelbert Range, Papua New Guinea, $4^{\circ}42''$ S, July 2015



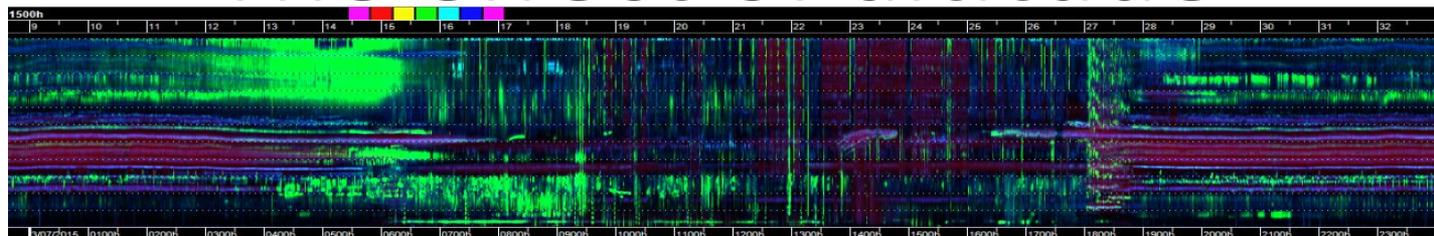
Gympie National Park, SE Queensland, $26^{\circ}11''$ S, July 2015



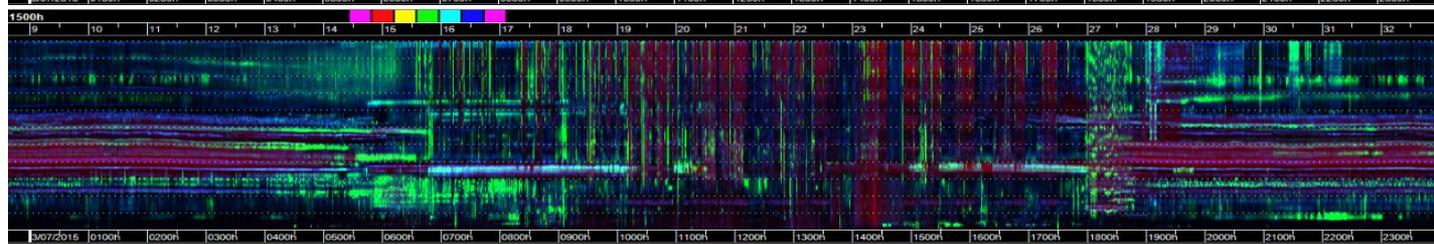
The effect of altitude

Adelbert Range,
PNG

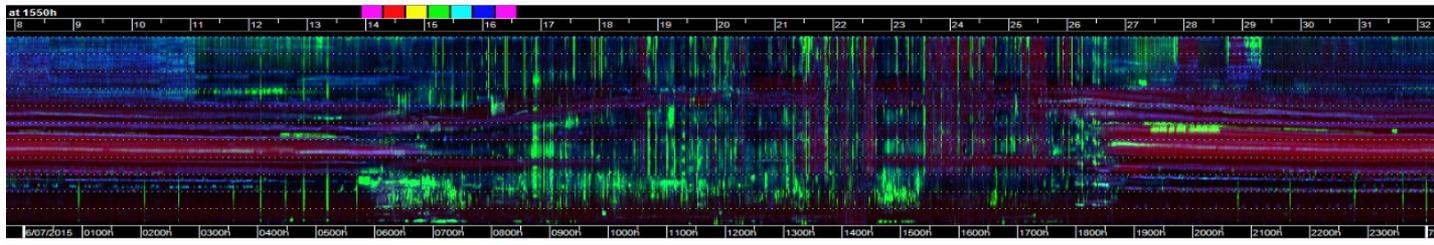
900m
2nd July 2015



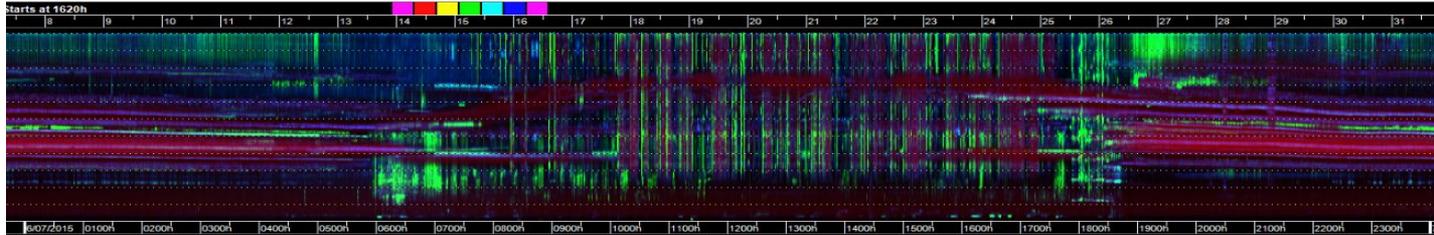
800m
2nd July 2015



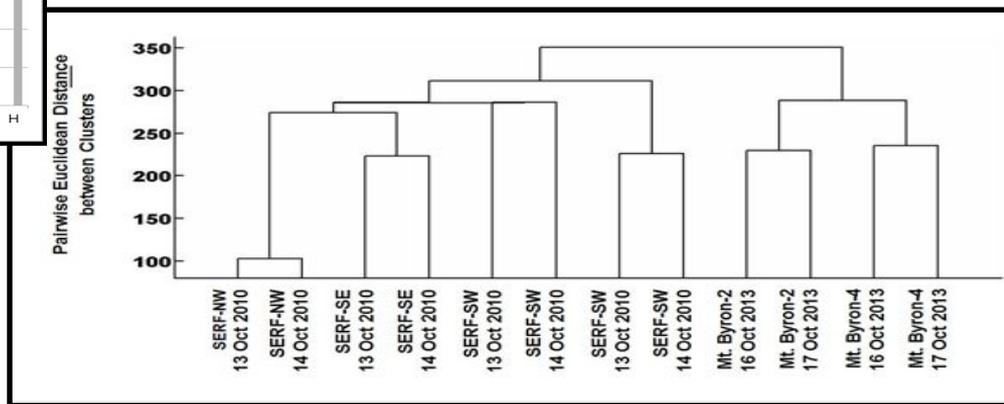
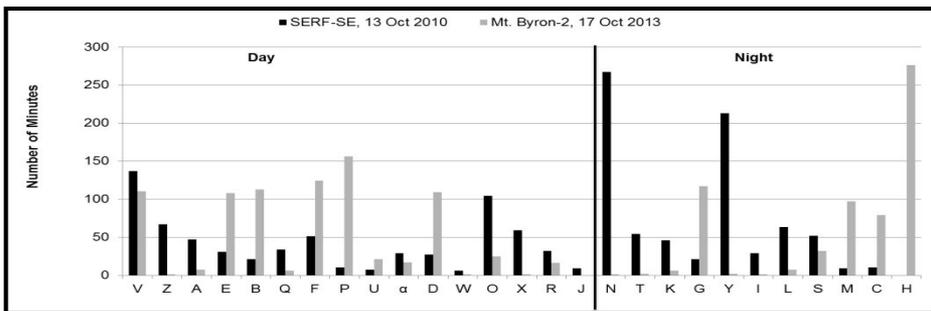
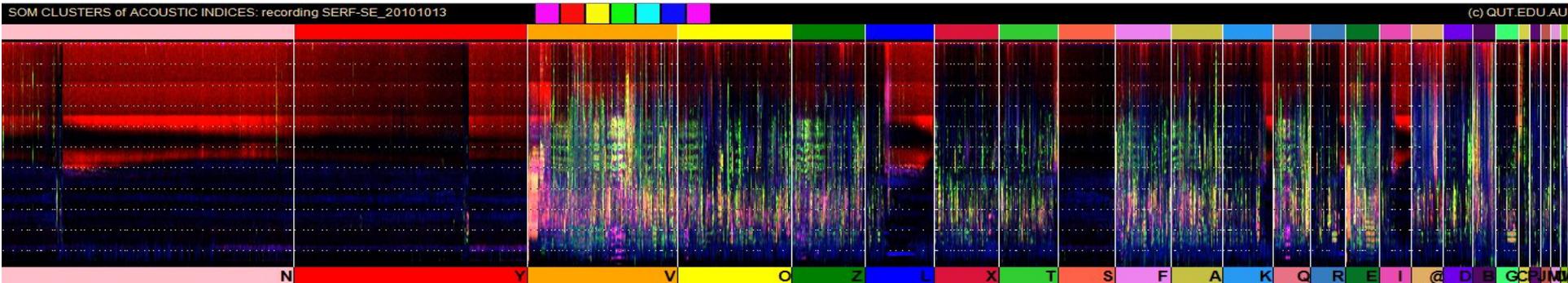
400m
5th July 2015



280m
5th July 2015



Cluster and fingerprint

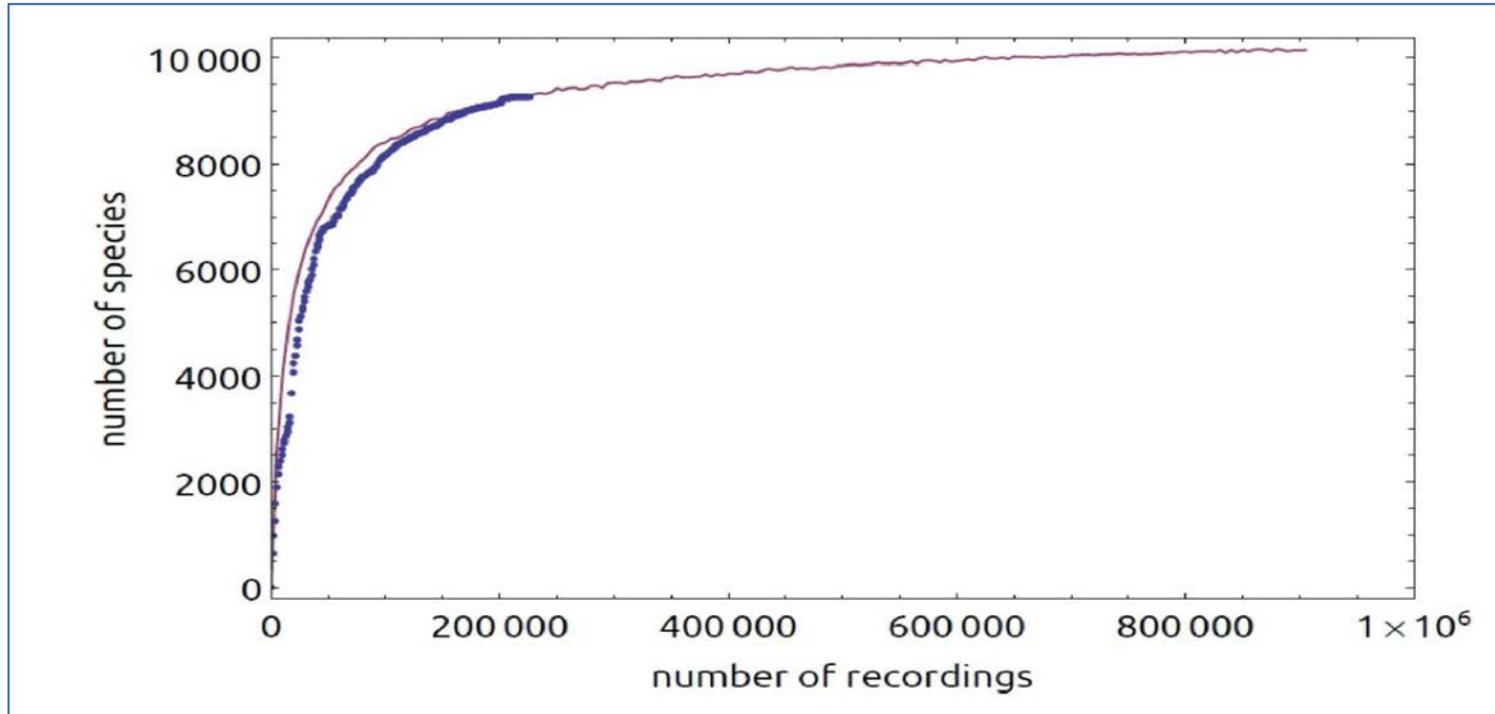


2017 Bird Challenge Challenge :

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.

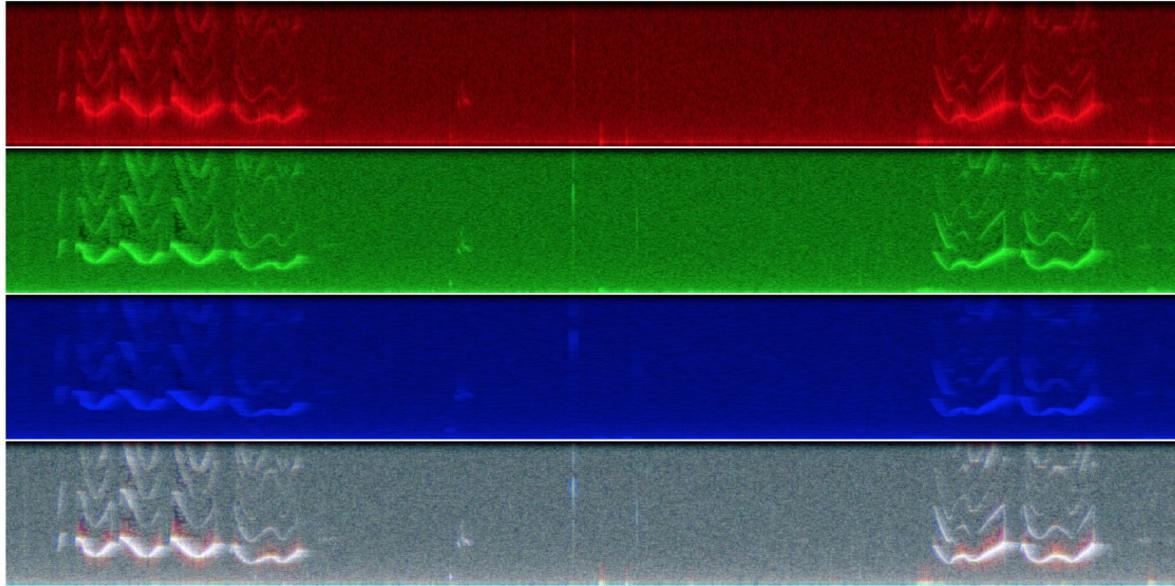


Fig. 1. From Top to Bottom, S1, S2, S3, resp. 128, 512, and 2048 bins FFT window spectrograms of a bird call. The fourth at the Bottom overlaps the three above and shows their complementarity.

Data Augmentation : inducing time and frequency jitter

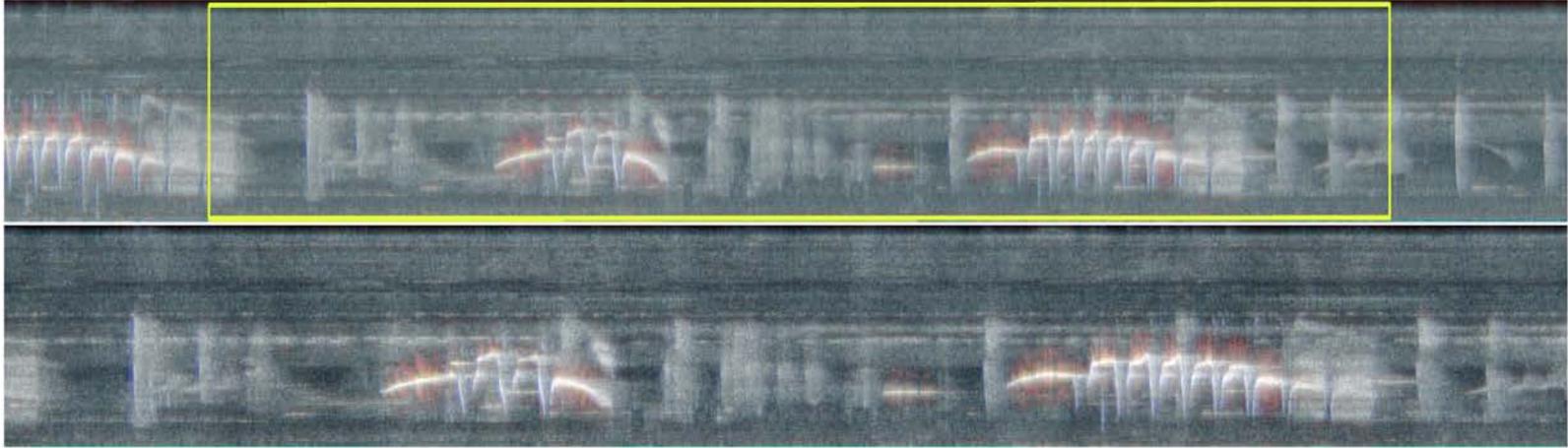
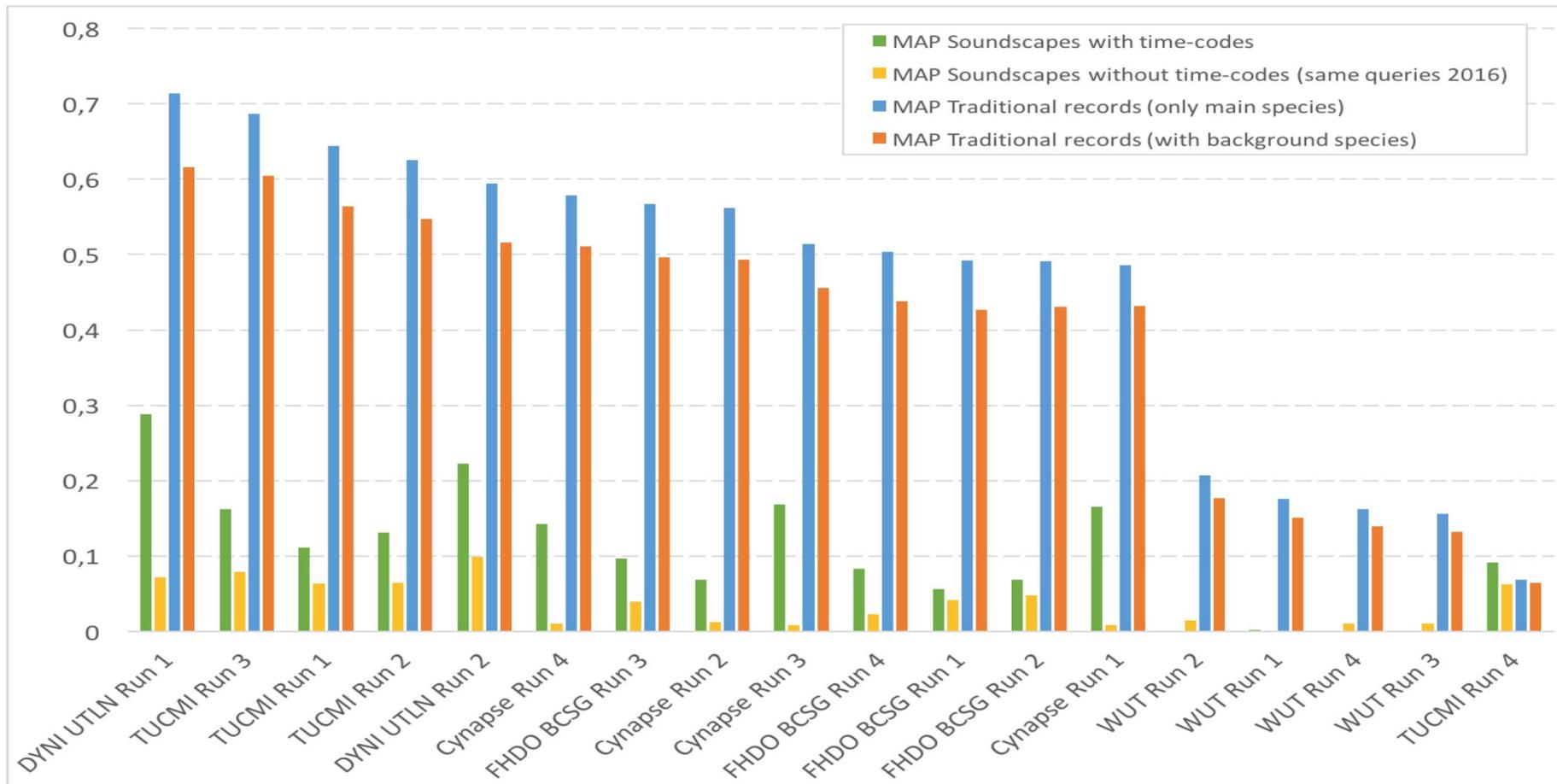


Fig. 2. Sample of a multiscale representation of bird activities, before (Top) versus after (Bottom) data augmentation.

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