



MUSÉUM  
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE



NATURALIA  
ingénierie en écologie

ERNST MORITZ ARNDT  
UNIVERSITÄT GREIFSWALD



Wissen  
lockt.  
Seit 1456

# Reconstruction de trajectoires de vol de chauves-souris avec le logiciel Tadarida

Tutoriel 1 / 3 : calcul du TDOA

Fabien CLAIREAU et Yves BAS

Contact : [f.claireau@naturalia-environnement.fr](mailto:f.claireau@naturalia-environnement.fr) et [yves.bas@mnhn.fr](mailto:yves.bas@mnhn.fr)

Merci de citer la référence suivante ainsi que les structures dans vos rapports :  
Claireau F. et al (2018) Bat overpasses: an insufficient solution to encourage bats across roads  
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13288>

MNHN-CESCO/Greifswald university/Naturalia Environnement

# Pour quelles études ?

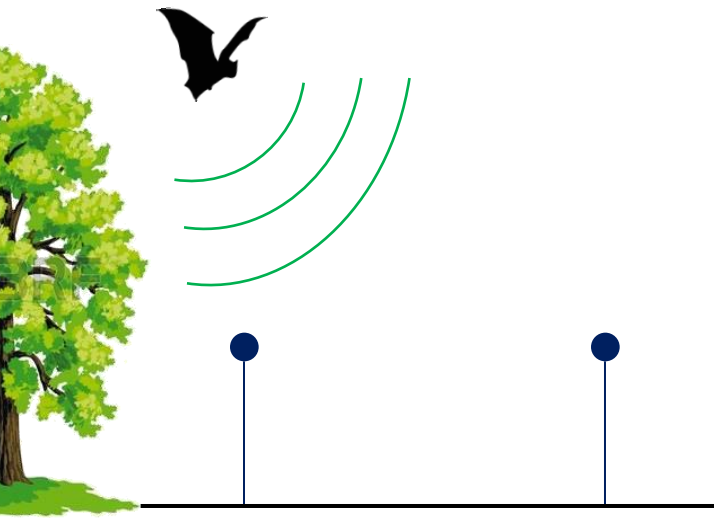
- ▶ Infrastructures linéaires de transports (ILT) :
  - Routes
  - Lignes ferroviaires, etc
  - A quels endroits ?
    - sans ouvrage
    - passages à faune
    - ouvrages hydrauliques
    - hop-overs
    - chiroducs, etc
- ▶ Éolien

# Quel intérêt ?

- ▶ Pouvoir localiser une chauve-souris sur un plan
- ▶ Enregistrement sur toute la nuit
- ▶ Un complément indéniable aux observations visuelles
- ▶ Exemples :
  - Une chauve-souris s'est-elle engagée sur une ILT ?
  - Une chauve-souris reste-t-elle à haute altitude, à basse altitude ou bien les deux ?

# Principe général du TDOA

- ▶ TDOA = Time Difference of Arrival Time



Sound speed =  $340 \text{ m.s}^{-1}$



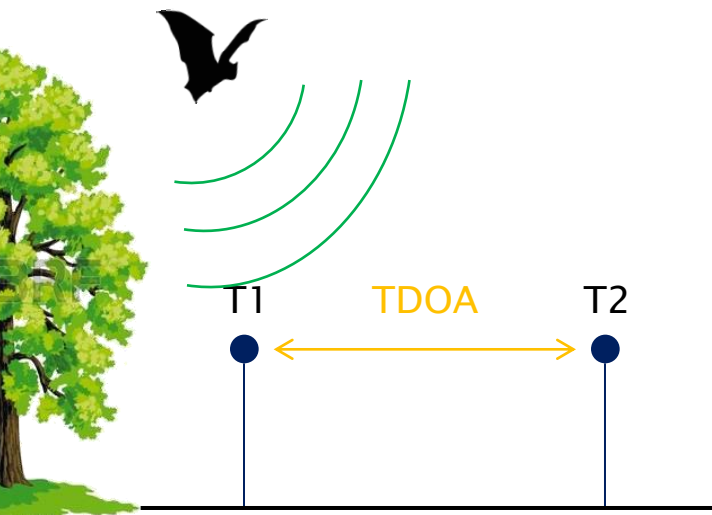
TADARIDA software toolbox

<https://github.com/YvesBas>

[https://github.com/FabienClaireau/Tadarida-Pairing\\_microphones](https://github.com/FabienClaireau/Tadarida-Pairing_microphones)

# Principe général du TDOA

- ▶ TDOA = Time Difference of Arrival Time

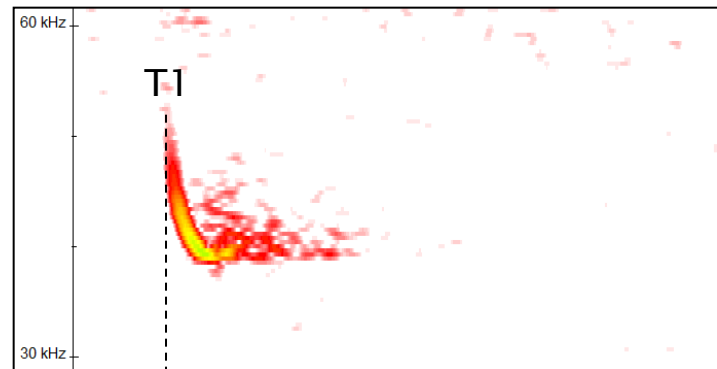


Sound speed =  $340 \text{ m.s}^{-1}$

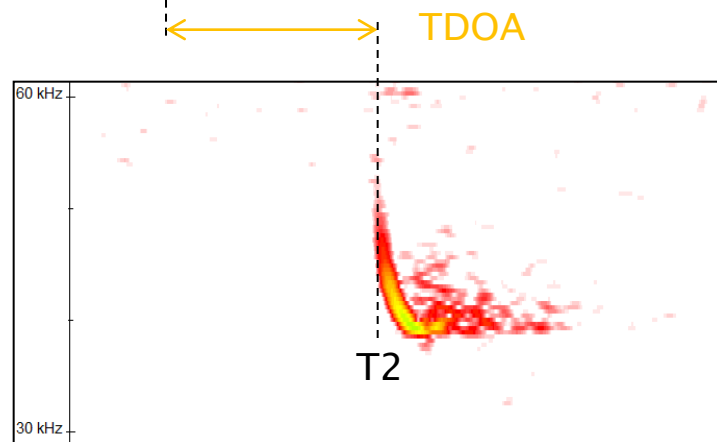
T1 = arrival time of the call on mic. 1

T2 = arrival time of the call on mic. 2

Time difference of arrival =  $T2 - T1$



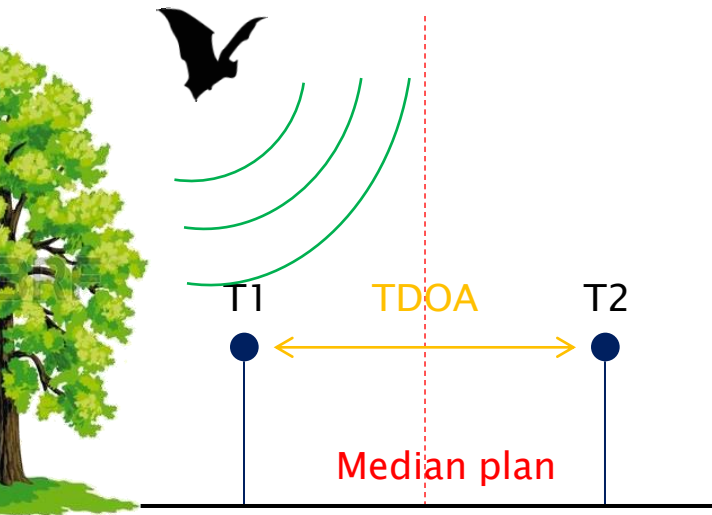
Mic. 1



Mic. 2

# Principe général du TDOA

- ▶ TDOA = Time Difference of Arrival Time



Sound speed =  $340 \text{ m.s}^{-1}$

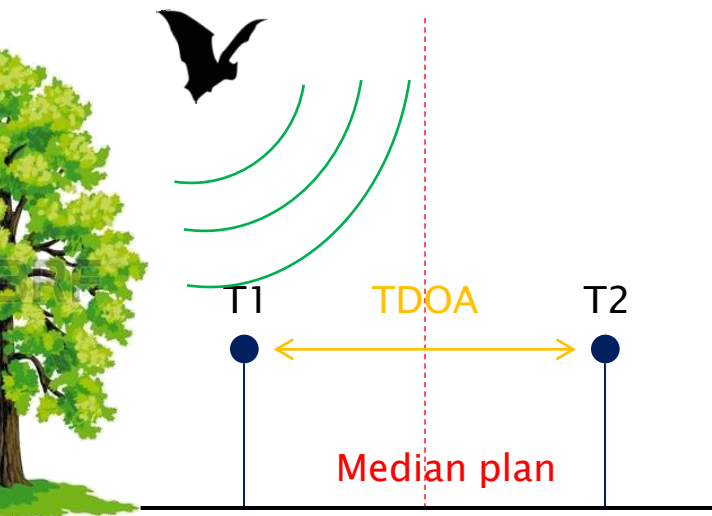
$T1$  = arrival time of the call on mic. 1

$T2$  = arrival time of the call on mic. 2

Time difference of arrival =  $T2 - T1$

# Principe général du TDOA

- ▶ TDOA = Time Difference of Arrival Time

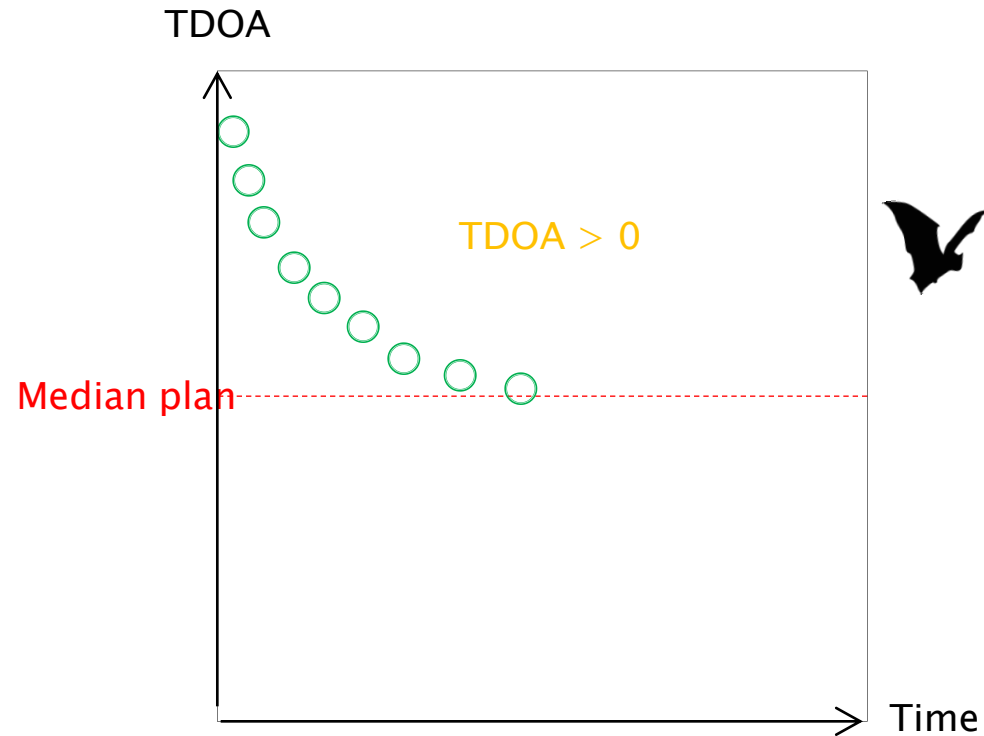


Sound speed =  $340 \text{ m.s}^{-1}$

T1 = arrival time of the call on mic. 1

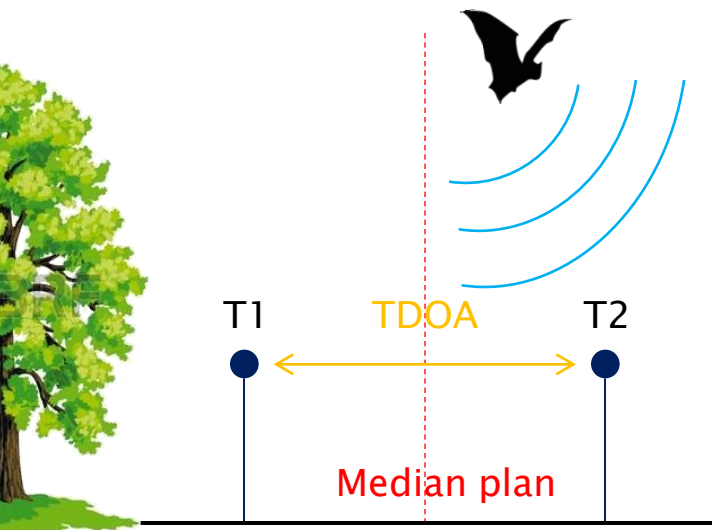
T2 = arrival time of the call on mic. 2

Time difference of arrival =  $T2 - T1$



# Principe général du TDOA

- ▶ TDOA = Time Difference of Arrival Time

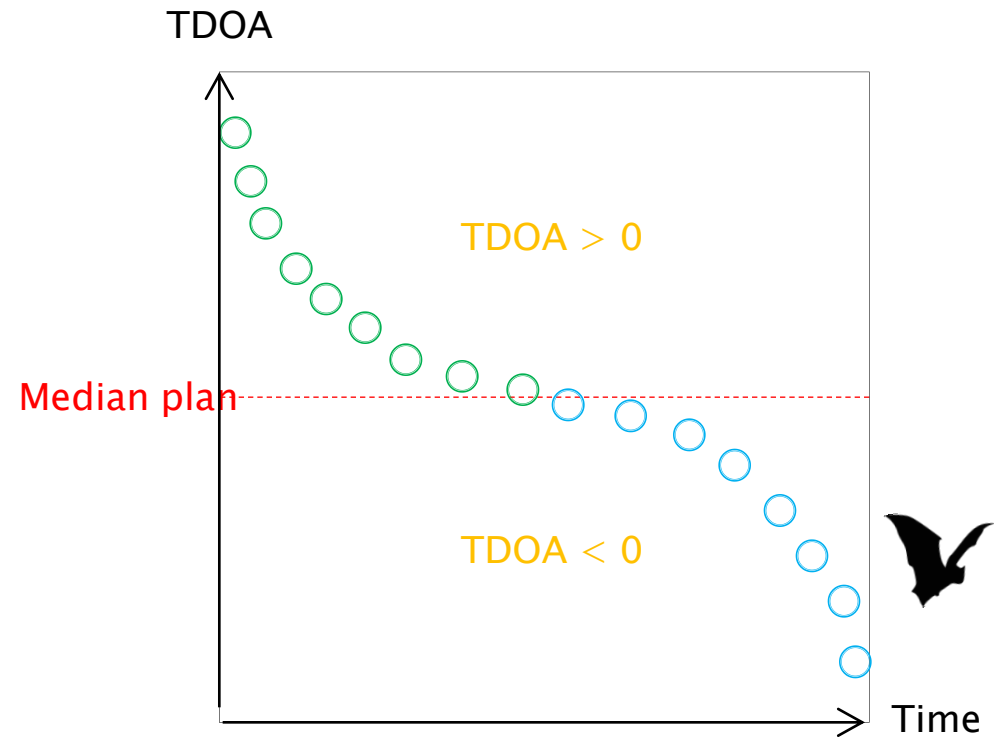


Sound speed =  $340 \text{ m.s}^{-1}$

$T1$  = arrival time of the call on mic. 1

$T2$  = arrival time of the call on mic. 2

Time difference of arrival =  $T2 - T1$





# Matériel nécessaire

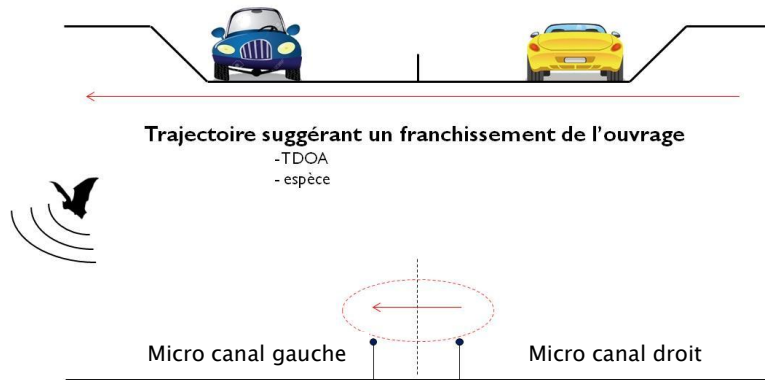
- ▶ Enregistreurs acoustiques permettant la stéréo type Song Meter
- ▶ Utilisation de micros similaires
- ▶ Configuration des enregistreurs avec les config' Vigie-chiro sans les modifier :
  - <http://vigienature.mnhn.fr/page/protocole-point-fixe>
  - Téléchargement en bas de page
  - Utiliser la config « stereo »

# Sur le terrain

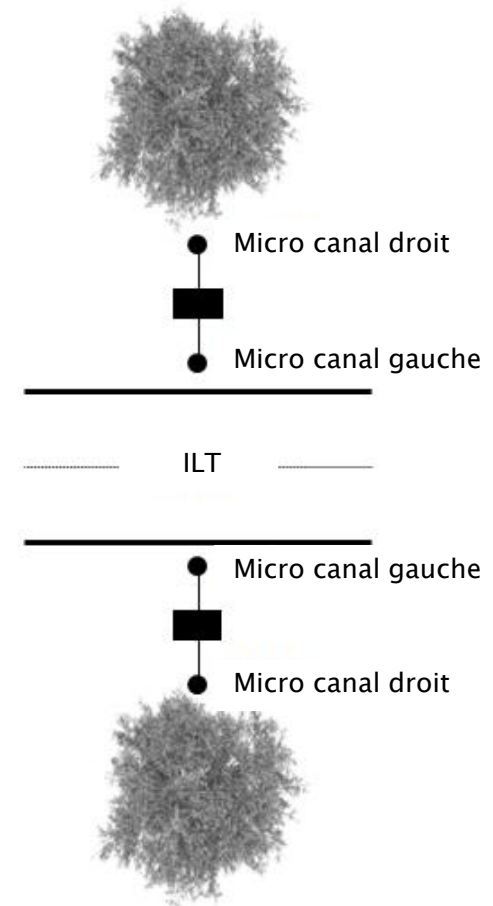
- ▶ Adopter une règle de décision pour le placement des micros :
  - Pour les ILT :
    - micro canal de gauche (micro 0) toujours face à la route
    - micro canal de droite (micro 1) toujours face au milieu naturel
  - Pour l'éolien :
    - micro canal de gauche (micro 0) toujours en basse altitude
    - micro canal de droite (micro 1) toujours en haute altitude
- ▶ Noter l'espacement entre les micros
  - Pour les ILT : 4 m maximum
- ▶ De préférence dans une zone dégagée
- ▶ Si concerné : au plus proche de l'ILT

# Exemples plan échantillonnage ILT

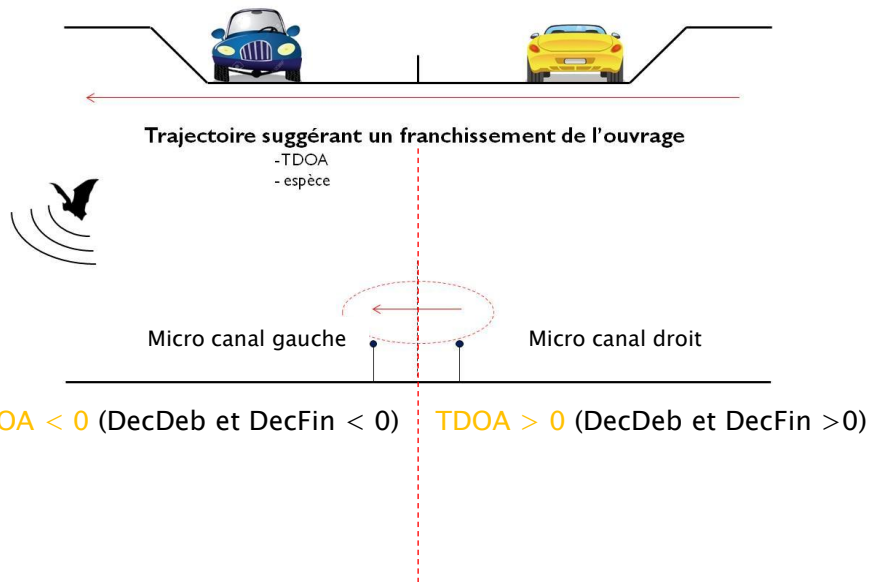
**Exemples :** passages routiers inférieurs, ouvrages hydrauliques  
Avec 1 enregistreur et 2 micros



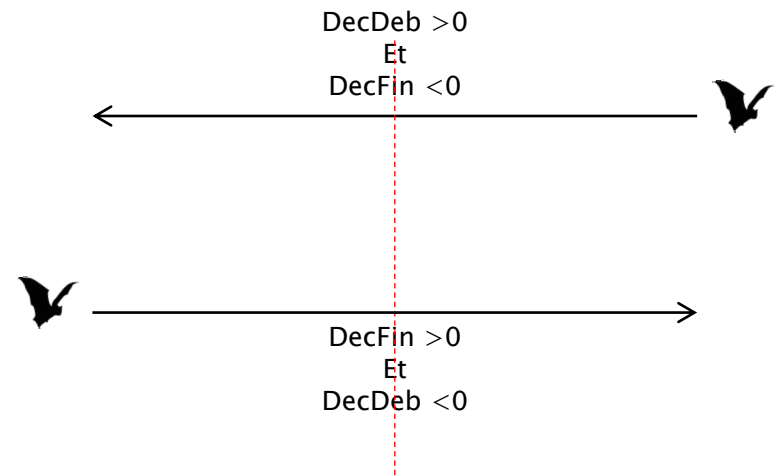
**Exemples :** sans ouvrage, passage à faune, chiroduc  
Avec 2 enregistreurs et 4 micros



# Interprétation du TDOA (ILT)

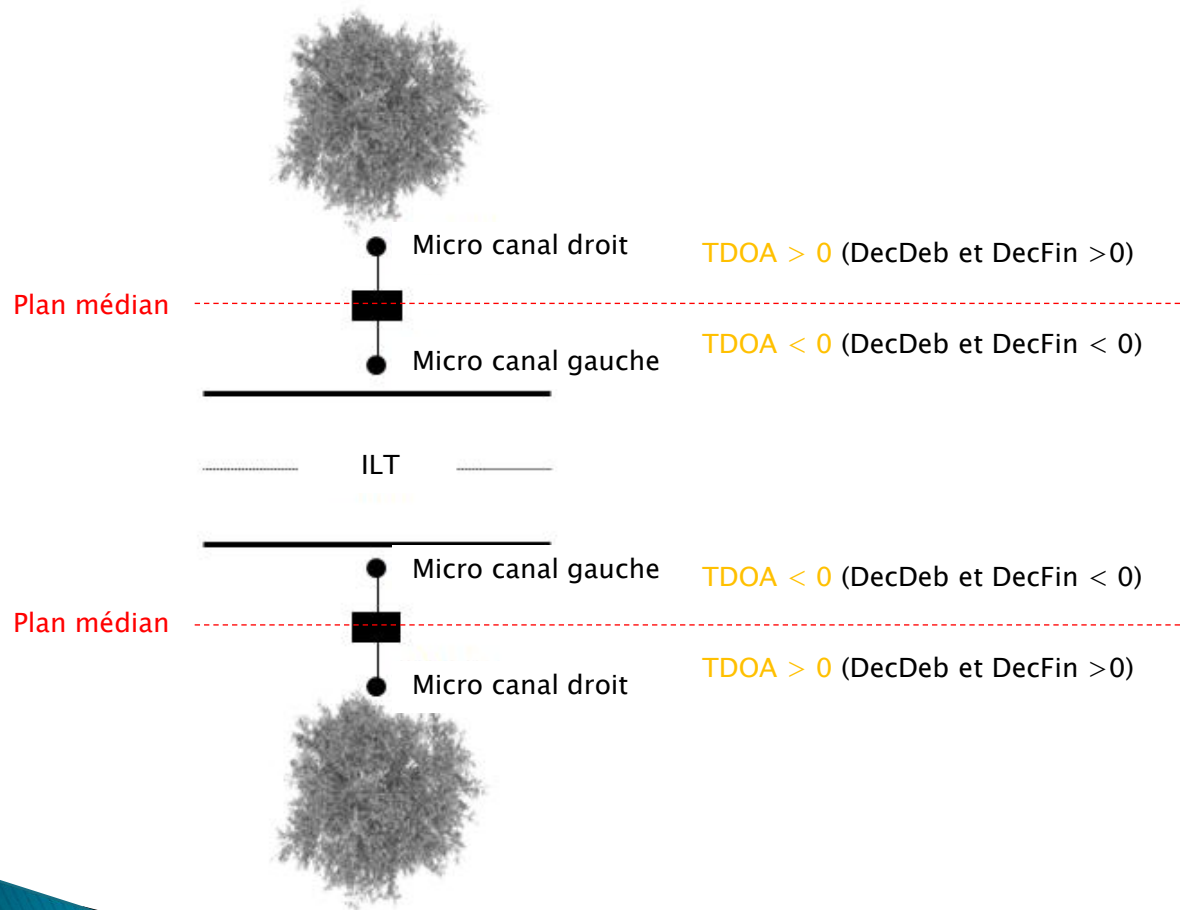


## Lecture du fichier csv de sortie



# Interprétation du TDOA (ILT)

Lecture du fichier csv de sortie



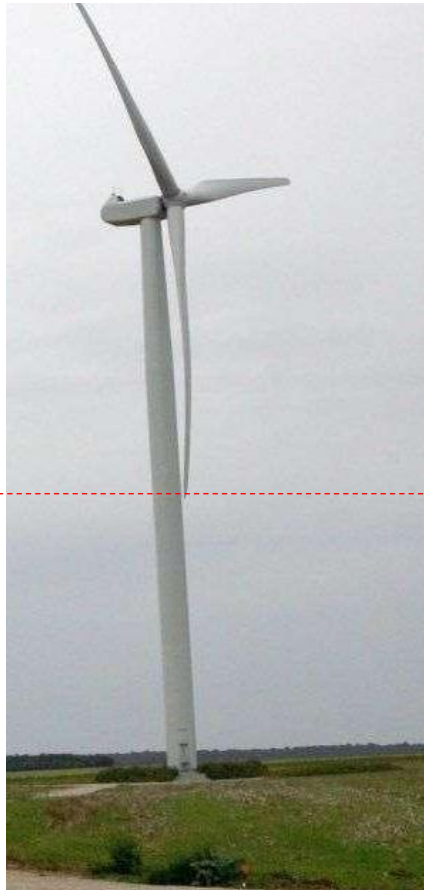
DecDeb  $> 0$   
Et  
DecFin  $< 0$

DecFin  $> 0$   
Et  
DecDeb  $< 0$



# Interprétation du TDOA (Éolien)

Lecture du fichier csv de sortie



Plan médian

Micro canal droit

$TDOA > 0$

DecDeb et DecFin  $> 0$

$TDOA < 0$

DecDeb et DecFin  $< 0$

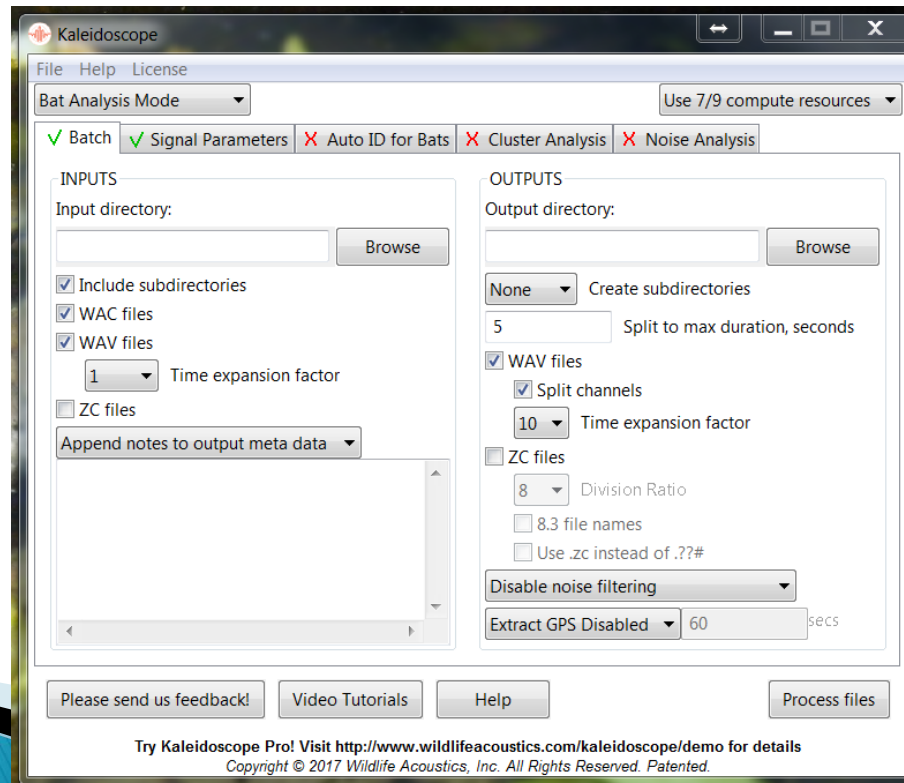
Micro canal gauche

# Traitement des sons

- ▶ Utilisation du logiciel Tadarida en ligne :
  - Libre d'accès
  - Inscription : <https://vigiechiro.herokuapp.com/#/accueil>
  - Classificateur régulièrement mis à jour
  - Permet le stockage de vos données de façon illimité
  - Tutoriel d'utilisation (protocole point fixe) :  
<https://drive.google.com/file/d/0B5ZM90wrDzUOaUxKYTRHek91bWM/view>

# Traitement des sons – en pratique

- ▶ Renommer les sons (suivre tutoriel Vigie-chiro)
- ▶ Décompression avec Kaleidoscope (suivre tutoriel Vigie-chiro)





# Traitement des sons – en pratique

- ▶ Générer les fichiers .TA avec TadaridaL
  - Téléchargeable ici : [https://github.com/YvesBas/TadaridaL/releases/download/v1.0.2/install\\_TadaridaL.exe](https://github.com/YvesBas/TadaridaL/releases/download/v1.0.2/install_TadaridaL.exe)



# Traitement des sons – en pratique

## ► Import des fichiers wav dans la base Tadarida :

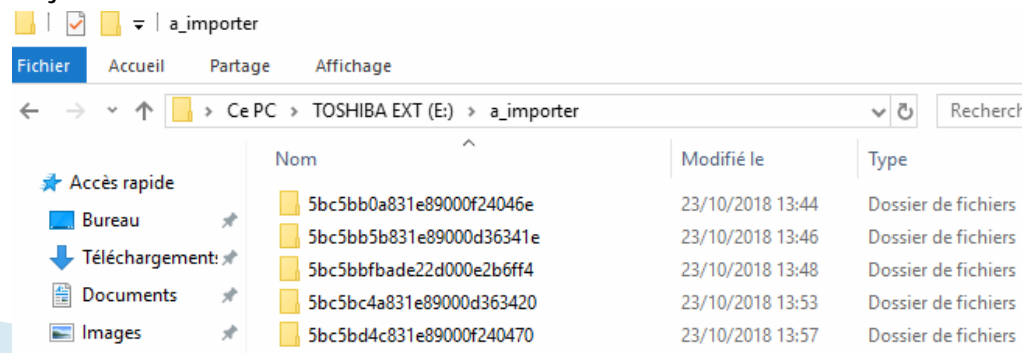
- Si bonne connexion : en ligne via le portail
- Si mauvaise connexion : envoyer les fichiers wav au Muséum rangés par dossier (ayant le n° de participation) à l'adresse ci-après

Muséum national d'Histoire naturelle  
Département Homme et Environnement  
UMR 7204 CESCO  
à l'attention de M. BAS Yves ou M.JULIEN Jean-François  
43, rue Buffon  
75 005 PARIS

- Le numéro de participation se trouve dans la barre d'adresse de la page



- Et rangés sous le disque de la façon suivante (les dossiers ne doivent contenir que des fichiers wav)



# Utilisation du script de calcul du TDOA

- ▶ Demandez par mail un export de vos données en précisant votre nom d'utilisateur et n°carré (CarXXXXX)
- ▶ Télécharger Rstudio
- ▶ Installer les packages suivants avec ces commandes :
  - `install.packages("data.table")`
  - `install.packages("Hmisc")`
- ▶ Remplir le fichier excel « ListPoint » et l'enregistrer sous format csv (séparateur: point-virgule) :
  - Pour le chemin total où se trouvent les TA : mettre des « / » et non des « \ »
  - `dist_micro` en mètres (mettre une virgule, ex : 3,5)

# Utilisation du script de calcul du TDOA

- ▶ Ouvrir le script « new\_pairing »
- ▶ Modifier les lignes suivantes :
  - Ligne 2 : chemin d'accès au répertoire de travail où se trouvent vos tables
    - Attention : mettre des « / » et non des « \ »
  - Ligne 7 : nom du fichier contenant vos observations dans les guillemets
  - Ligne 13 : SpeciesList dans être mis dans le dossier « table »
  - Ligne 11 : ListPoint (voir diap' précédente)
  - Ligne 163 à 167 : 5 fichiers csv exportés
    - Fich\_Manq\_G et Fich\_Manq\_D (TadaridaL n'a pas tourné sur l'ensemble de vos sons, ou erreur d'écriture de vos fichiers)
    - Part\_Manq (elles n'ont pas été uploader sous le portail)
    - DirCriMauvais (erreur dans le chemin où se trouve les TA)
    - TrajTot (fichier contenant tous les TDOA, à utiliser uniquement si les 4 autres fichiers csv sont vides !)
    - DataTrajMono (fichier contenant tous les contacts obtenus soit sur le micro de gauche ou de droite)