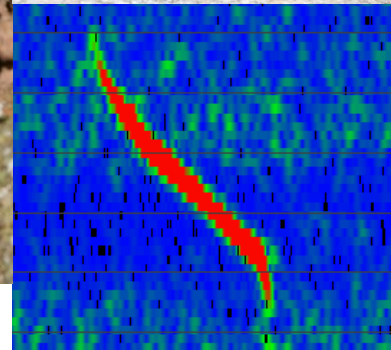
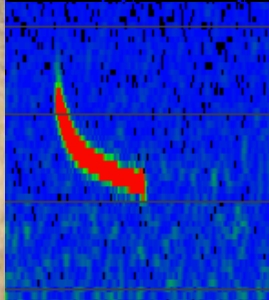
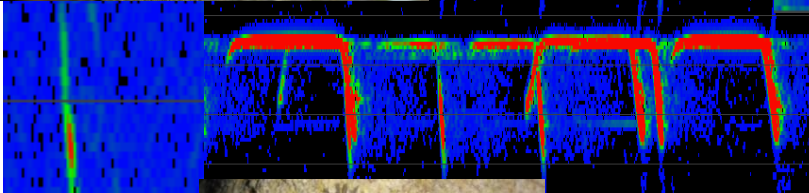
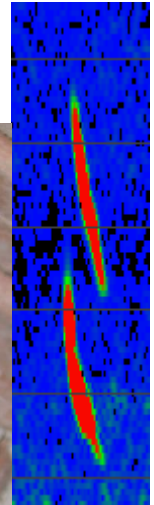
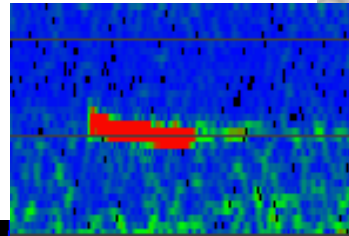
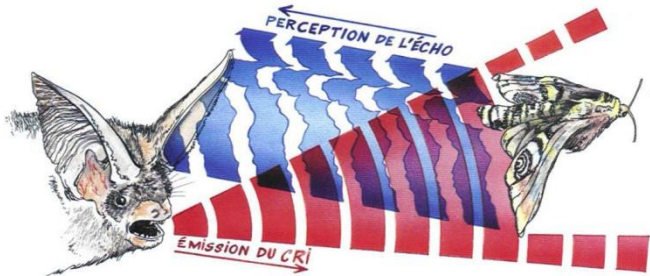


# Les chiroptères de France : initiation à l'inventaire et la reconnaissance acoustique

Yves Bas



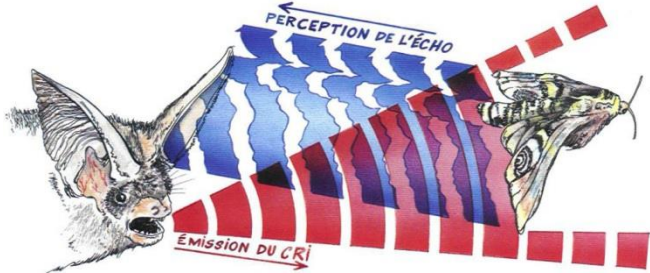


## 3 techniques d'inventaires

### 3) l'Acoustique, c'est pratique !

---

- Pratique : les chiroptères émettent des cris en permanence quand ils volent.
  - 1 cri tous les 1 à 3 battement d'ailes (2-15 cris/sec)
  - Détection des proies mais aussi des obstacles, congénères, plans d'eau pour s'abreuver, etc

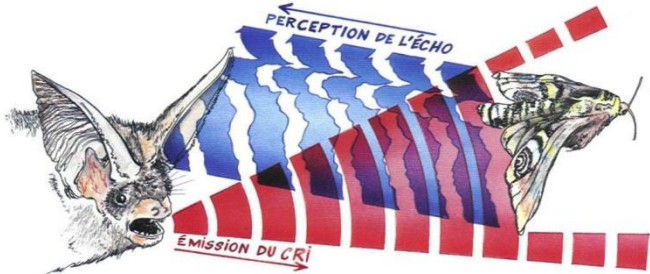


## 3 techniques d'inventaires

### 3) l'Acoustique, c'est pratique !

- Pratique : les chiroptères émettent des cris en permanence quand ils volent.
  - 1 cri tous les 1 à 3 battement d'ailes (2-15 cris/sec)
  - Détection des proies mais aussi des obstacles, congénères, plans d'eau pour s'abreuver, etc
- Contrainte : Ces cris sont le plus souvent au-delà des fréquences audibles (ultrasons) > matériel adapté nécessaire : **détecteurs d'ultrasons**

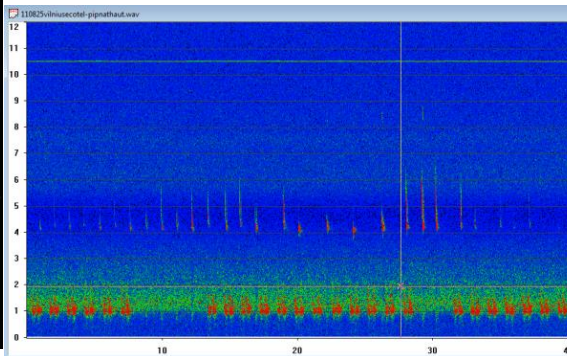




## 3 techniques d'inventaires

### 3) l'Acoustique, c'est pratique !

- Pratique : les chiroptères émettent des cris en permanence quand ils volent.
  - 1 cri tous les 1 à 3 battement d'ailes (2-15 cris/sec)
  - Détection des proies mais aussi des obstacles, congénères, plans d'eau pour s'abreuver, etc
- Contrainte : Ces cris sont le plus souvent au-delà des fréquences audibles (ultrasons) > matériel adapté nécessaire : **détecteurs d'ultrasons**
  - 2 types de pratiques : identification en temps réel sur le terrain / identification a posteriori sur ordinateur



# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

---

- Nécessité de transformer les ultrasons en son audible, 3 techniques :





# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

---

- Nécessité de transformer les ultrasons en son audible, 3 techniques :
  - Division de fréquence : les fréquences sont divisées en temps réel. Perte de qualité et faible capacité d'identification mais peu cher (à partir de 80 euros)



# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

---

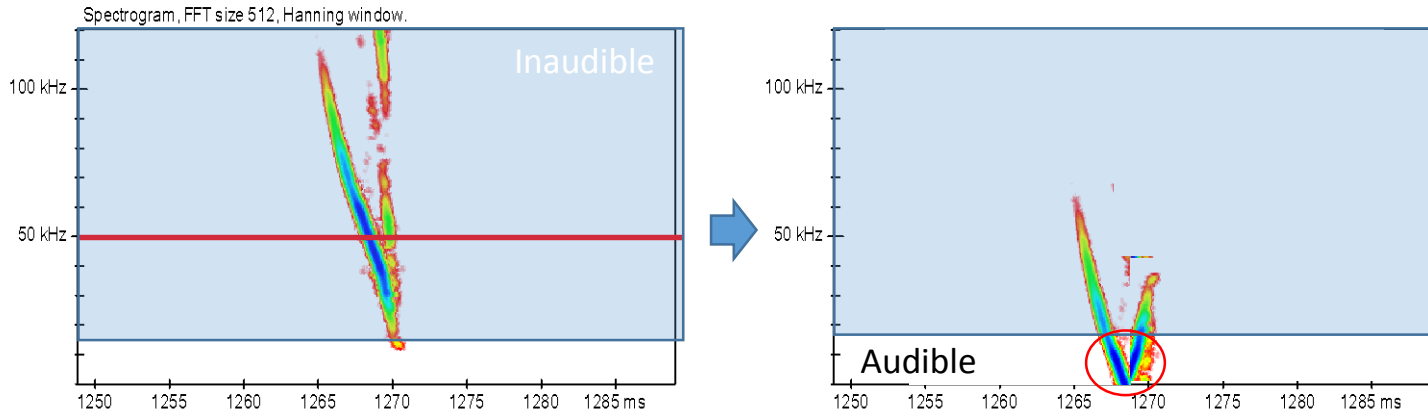
- Nécessité de transformer les ultrasons en son audible, 3 techniques :
  - Division de fréquence : les fréquences sont divisées en temps réel. Perte de qualité et faible capacité d'identification mais pas cher (à partir de 80 euros)
  - Hétérodyne : soustraction de fréquence par rapport à un seuil.



# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

- Nécessité de transformer les ultrasons en son audible, 3 techniques :
  - Division de fréquence : les fréquences sont divisées en temps réel. Perte de qualité et faible capacité d'identification mais pas cher (à partir de 80 euros)
  - Hétérodyne : soustraction de fréquence par rapport à un seuil.







# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

---

- Nécessité de transformer les ultrasons en son audible, 3 techniques :
  - Division de fréquence : les fréquences sont divisées en temps réel. Perte de qualité et faible capacité d'identification mais pas cher (à partir de 40 euros)
  - Hétérodyne : soustraction de fréquence par rapport à un seuil. Capacité d'identification moyenne mais risque de “rater” la bonne fréquence. Balayage manuel des fréquences nécessaires. Prix moyen (> 200 euros)



# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

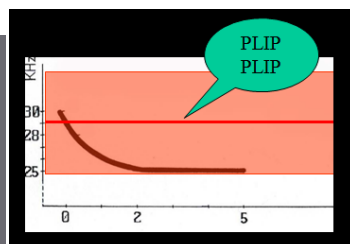
- Nécessité de transformer les ultrasons en son audible, 3 techniques :
  - Division de fréquence : les fréquences sont divisées en temps réel. Perte de qualité et faible capacité d'identification mais pas cher (à partir de 40 euros)
  - Hétérodyne : soustraction de fréquence par rapport à un seuil. Capacité d'identification moyenne mais risque de "rater" la bonne fréquence. Balayage manuel des fréquences nécessaires. Prix moyen (> 200 euros)
  - Expansion de temps : L'onde enregistrée est restituée 10 x plus lentement, ce qui permet de diviser les fréquences par 10 sans perte de qualité. Inconvénient : on est sourd pendant tout le temps de restitution. Cher (> 1500 euros)...



# L'inventaire par l'acoustique

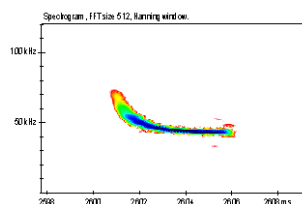
## Pratiques de terrain

La méthode "Barataud" (traditionnelle en France) :



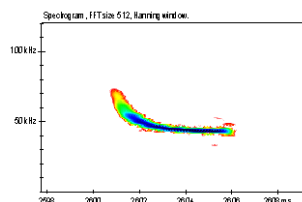
Ecoute en Hétérodyne sur le terrain

*puis si ambiguïté...*



Ecoute en Expansion de temps sur le terrain et/ou sur ordinateur

*puis si ambiguïté...*



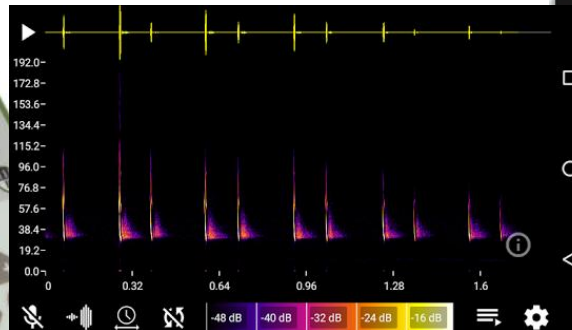
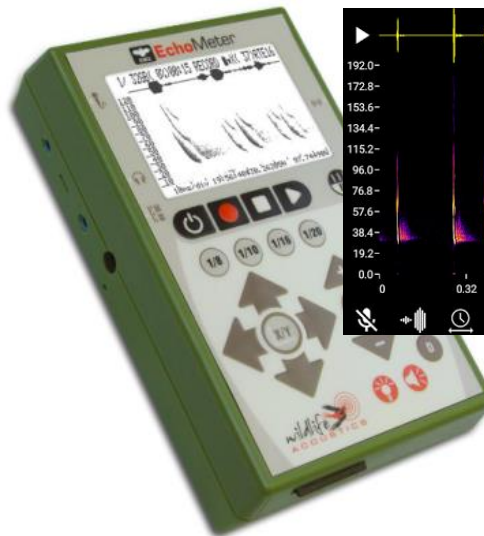
Determination sur critères visuels (mesures)



# L'inventaire par l'acoustique

## Pratiques de terrain

- Nouveauté : affichage du sonogramme en temps réel.
- Application des méthodes informatiques sur le terrain





# L'inventaire par l'acoustique

## Apparition des détecteurs passifs

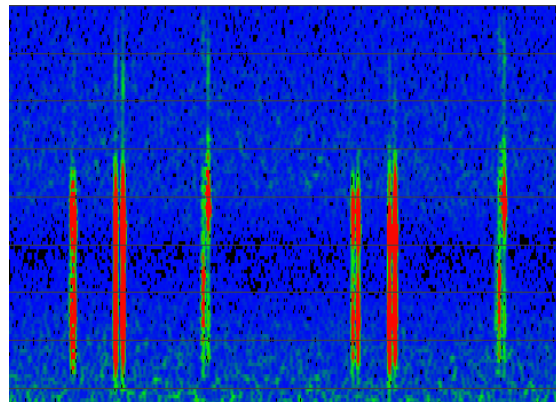
- Caractéristiques :
  - Déclenchement automatique
  - Détermination visuelle plus pratique, voire obligatoire (Anabat) : nécessité d'adapter la méthode
- Avantages :
  - Fonctionnement autonome
  - Puissance d'inventaire décuplée
- Inconvénients :
  - Temps d'analyse sur ordinateur important
  - Nécessité de développer des logiciels automatisant



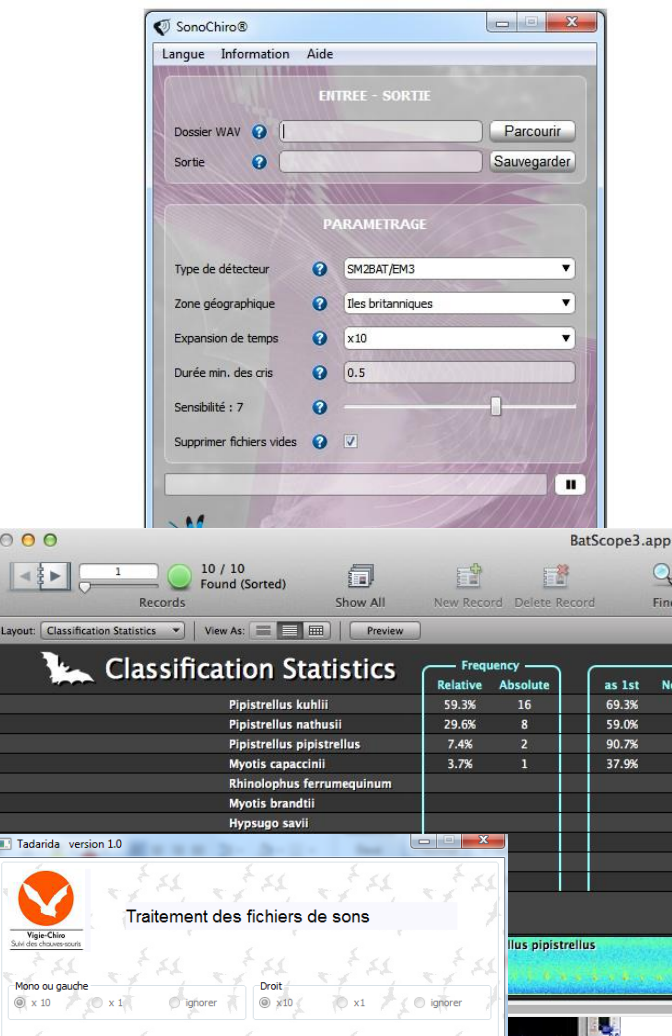
# L'inventaire par l'acoustique

## Apparition des détecteurs passifs

- Principe du déclenchement automatique
  - L'appareil déclenche l'enregistrement sur des critères de fréquence et d'intensité
  - Généralement efficace mais nombreux faux positifs (sauterelles, bruits métalliques, vent, pluie...)
  - Nécessité d'un post-filtrage automatique plus intelligent







# L'identification automatique en bref

## Développements récents

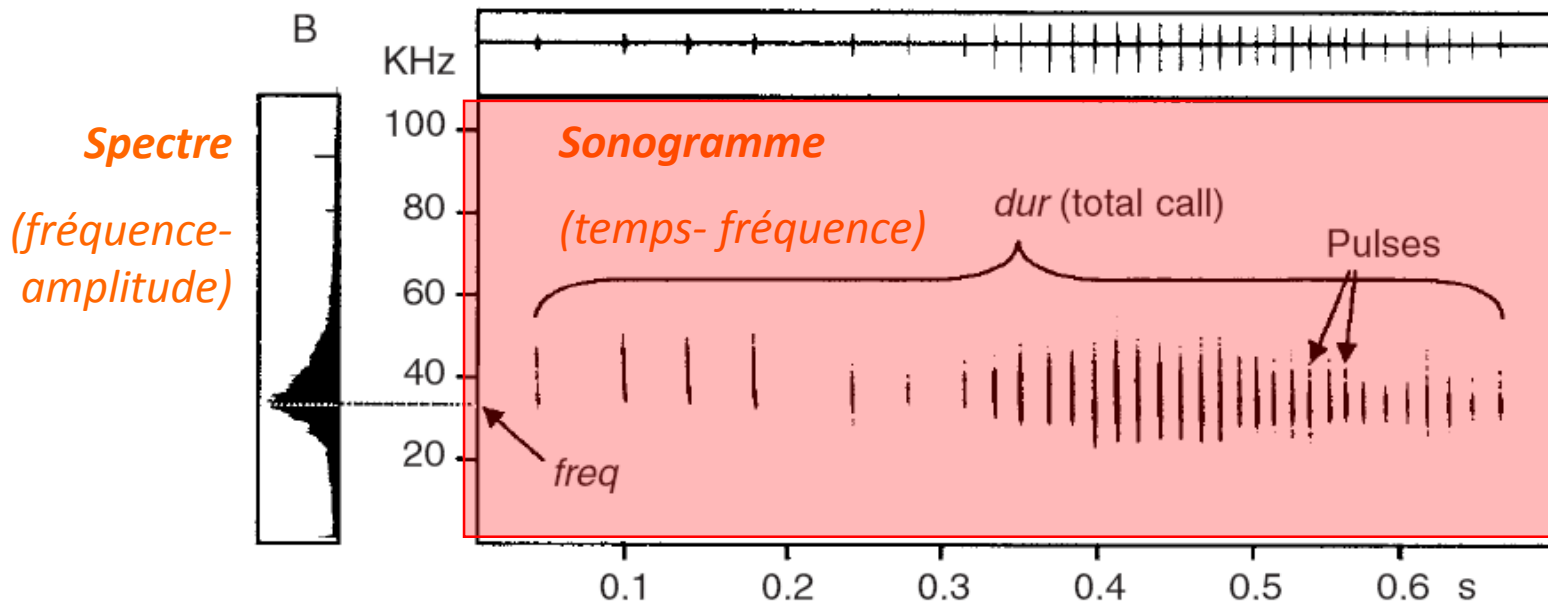
- **Se démocratise rapidement en Europe**
  - 7 logiciels disponibles en Europe, 4 en Amérique du Nord, 2 en Amérique latine
  - Efficacité variable en fonction :
    - De l'étendu de l'apprentissage (base de référence)
    - Du type de détecteur (apprentissage multi-détecteur ou non)
    - Du nombre d'espèces couvertes (10 à 114)
- Principe : **le logiciel propose** une identification avec un certain niveau de confiance, **le validateur dispose...**
  - Gain de temps énorme mais dépendant des objectifs, qualité du son, diversité des espèces présentes, etc

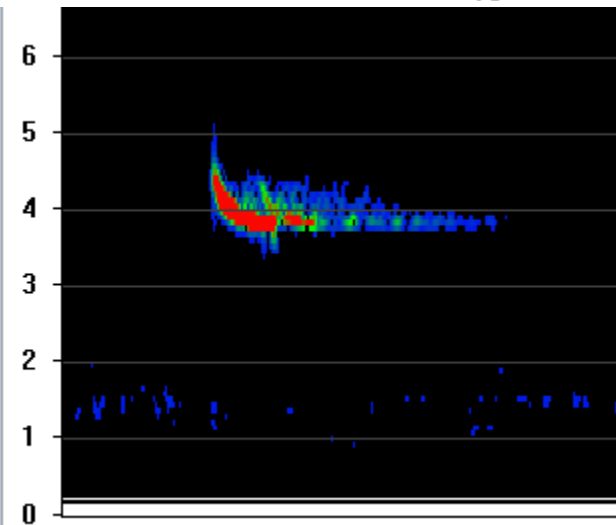
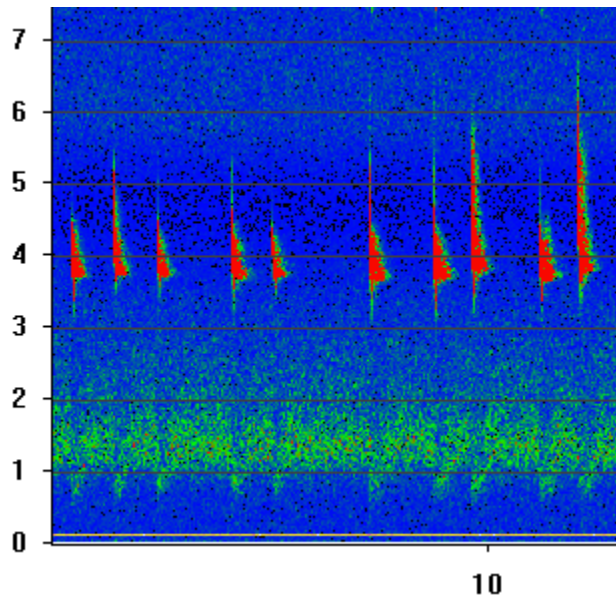


# L'inventaire par l'acoustique

## Représentations visuelles d'un son

### *Oscillogramme (temps-amplitude)*

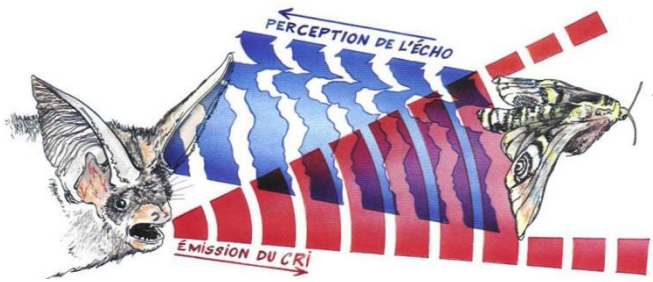




# L'inventaire par l'acoustique

## Des réglages du sonogramme à respecter

- Un ratio constant dans l'échelle temps / fréquence :
  - 10 kHz / 10 ms en général
  - 10 kHz / 2,5 ms pour les cris abrupts
- Permet que les cris aient toujours la même forme à l'écran !
  - Avec l'habitude, détermination photographique ("jizz") des espèces faciles !
- Réglages FFT à respecter également =  $\sim 1/800$  du taux d'échantillonnage sauf pour les cris abrupts (1/400)
- Utilisation préférable de Syrinx avec des configuration à 2 fenêtres (une large + un zoom)

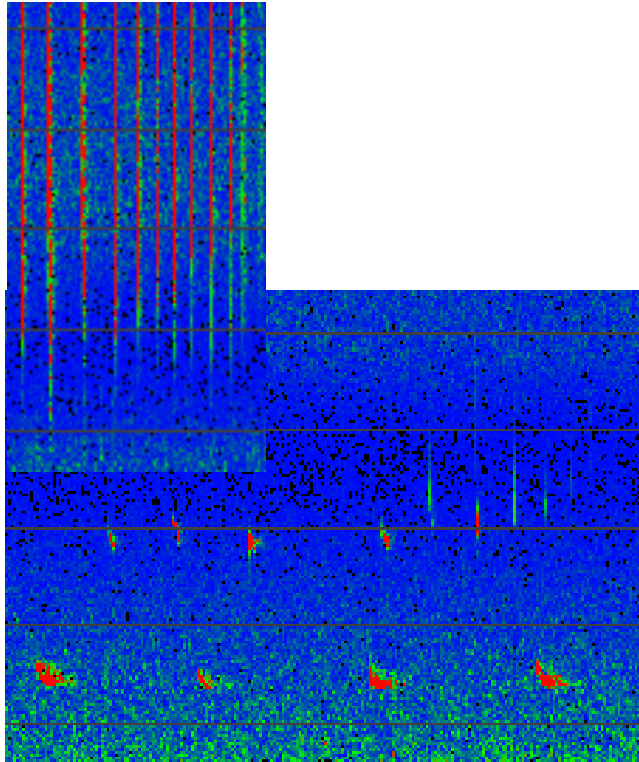


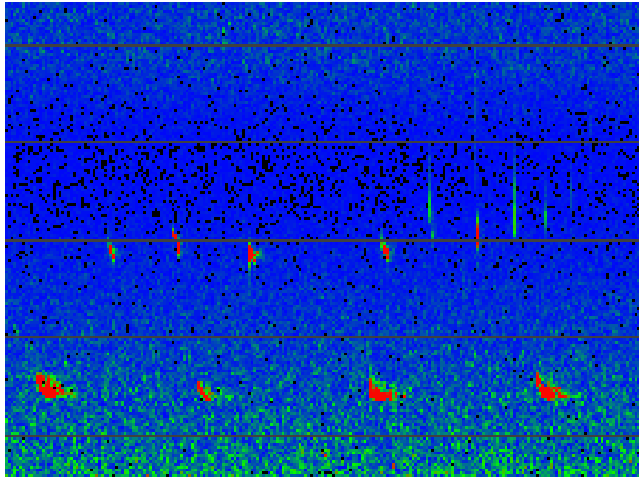
# L'inventaire par l'acoustique

## Retour utile sur l'écologie

### • Rythme :

- 1 cri tous les 1 à 3 battement d'ailes = **2-15 cris/sec**
- **15 cris / seconde** = 15 “images” par seconde, fluidité 😊  
mais rayon de détection limité à 10 m ☹️
  - Glanage ou chasse de petites proies abondantes
- **2 cris / seconde** = “vision stroboscopique lente” ☹️ mais  
grand rayon potentiel de détection : 80 m 😊
  - Grandes espèces chassant en milieu ouvert des proies peu abondantes



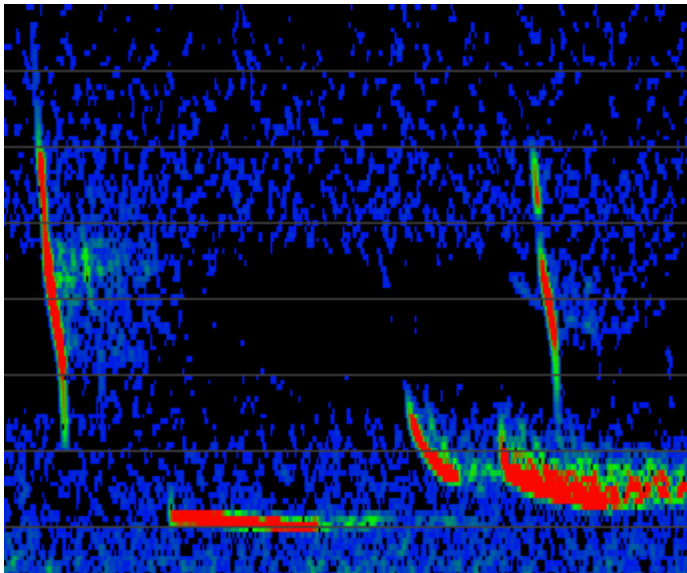


# L'inventaire par l'acoustique

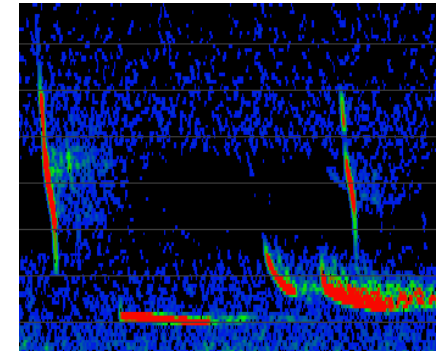
## Retour utile sur l'écologie

### • Fréquence d'émission :

- plus la fréquence est haute, plus la chauve-souris détecte de petits objets (ex : petit moucheron) 😊, mais moins les cris se propagent : faible rayon de détection ☹️
  - Exemple : la Pipistrelle pygmée, chasseuse de moustiques
- Inversement, les espèces émettant des fréquences basses détectent uniquement les grosses proies (spécialisation) mais ont un grand rayon de détection
  - Exemple : le Molosse qui vole haut pour rechercher ses proies dans de grands volumes



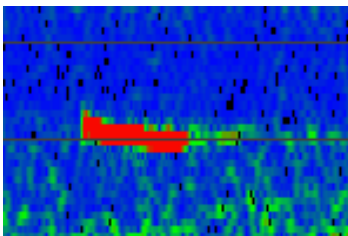
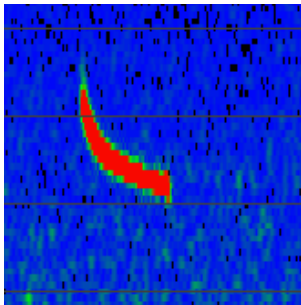
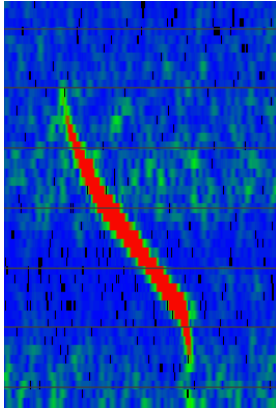
# L'inventaire par l'acoustique



## Retour utile sur l'écologie

### • La modulation de fréquence :

- Certaines espèces répartissent l'énergie du cri sur une large gamme de fréquence
  - grande résolution distance
  - Capacité à détecter des proies proche de la végétation voire posé sur la végétation : glanage
  - Cas de Murins et des Oreillards
  - Désavantage : faible rayon de détection ☹
- Inversement, les espèces évoluant en milieu ouvert concentrent leur énergie sur une étroite gamme de fréquence
  - Avantage : maximise le rayon de détection ☺
  - Modulation de fréquence uniquement en cas d'approche (proie, obstacle...)
  - Cas des Pipistrelles, Sérotines, Noctules...





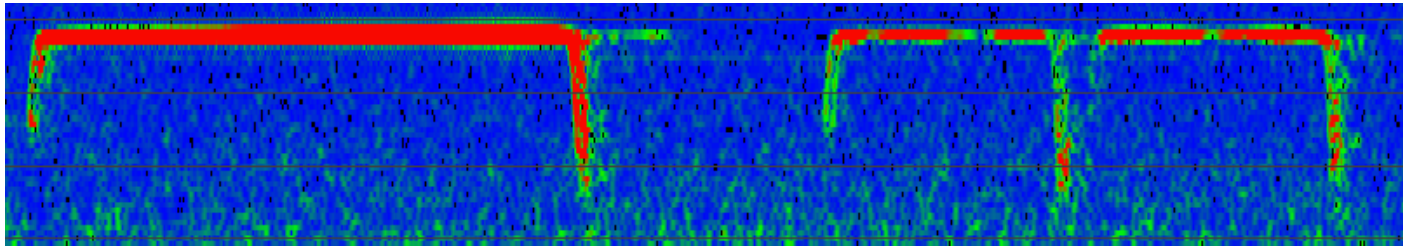


# L'inventaire par l'acoustique

## Les Rhinolophes font exception (*comme d'habitude...*)

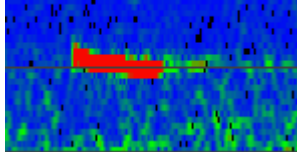
- **Technique totalement différente :**

- Exploitation de l'effet Doppler par de longs cris en fréquence constante
  - Permet de distinguer aisément les objets mouvants (proies) des objets statiques (obstacles)
  - Utile en milieu fermé ou en chasse à l'affût
  - Anticipation des mouvements de la proie
- Résolution angulaire grâce aux mouvements des oreilles



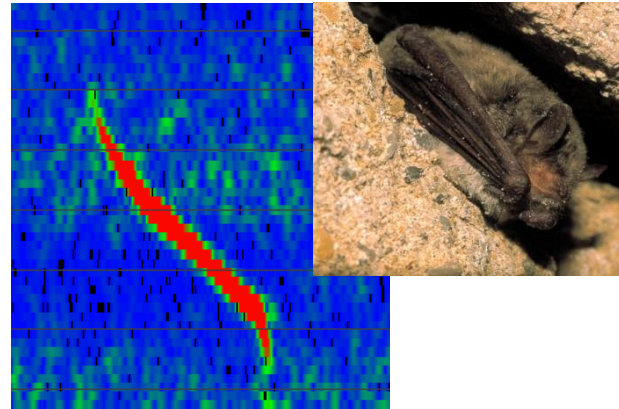
# L'inventaire par l'acoustique

## Panorama visuel des types acoustiques européens



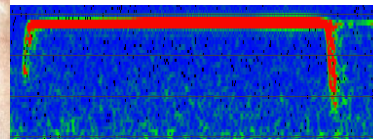
*Espèces de haut vol  
(groupe majoritaire)*

*Myotis (droit ou en S)*

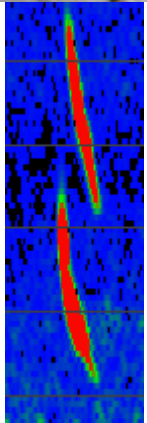


*Barbastelle (petit losange et  
virgule renversée)*

*Rhinolophes*



*Oreillard  
(banane  
renversée)*

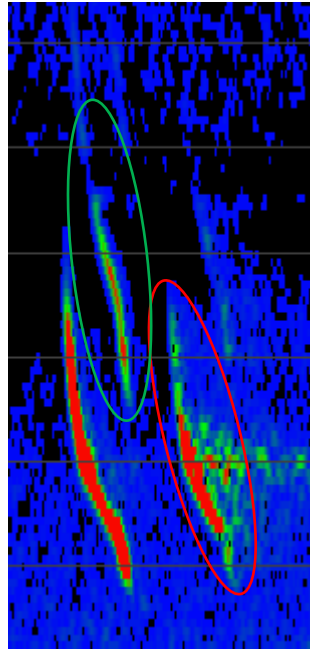


# L'inventaire par l'acoustique

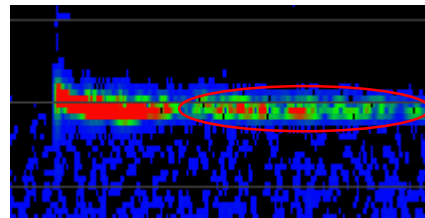
## Quelques pièges à déjouer

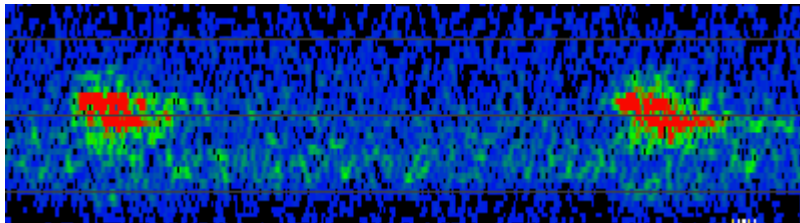
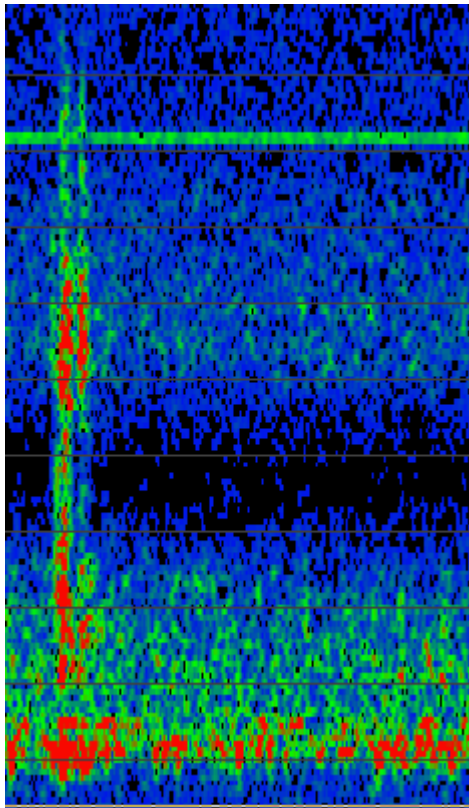
---

*Harmonique*  
(fréquence  $\times 2$ ,  $\times 3$ , ...)



*Echos*





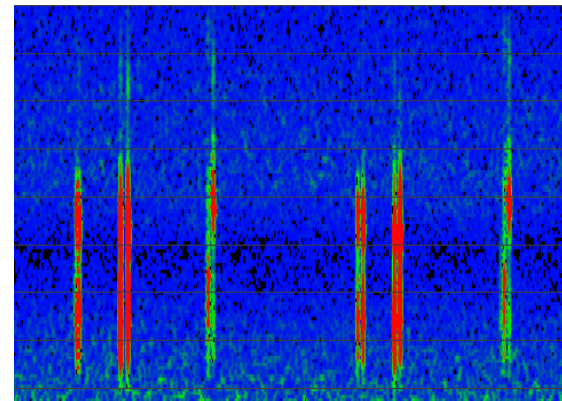
# L'inventaire par l'acoustique

## Quelques pièges à déjouer

---

- **Reconnaître les parasites**

- Contours souvent flous
- Rythmes souvent irréguliers
- Souvent parfaitement verticaux (vent, pluie, sauterelles...)
- Ou parfaitement horizontaux (tintement métalliques, électroniques)





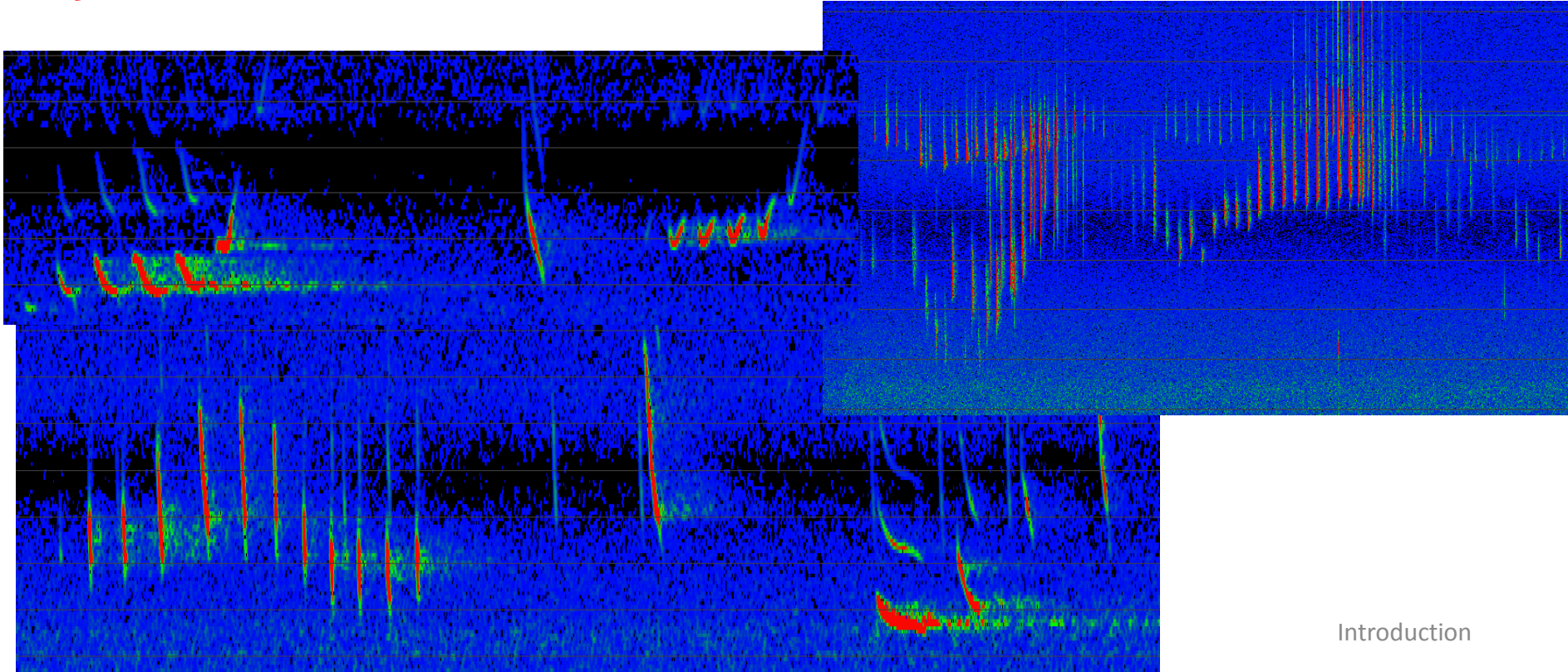
# L'inventaire par l'acoustique

*Identification des cris sociaux complexe !*

*Mal connus encore aujourd'hui...*

## Quelques pièges à déjouer

- **Reconnaître les cris sociaux**
  - Variations chaotiques de fréquences
  - Et/ou structure complexe



# L'inventaire par l'acoustique

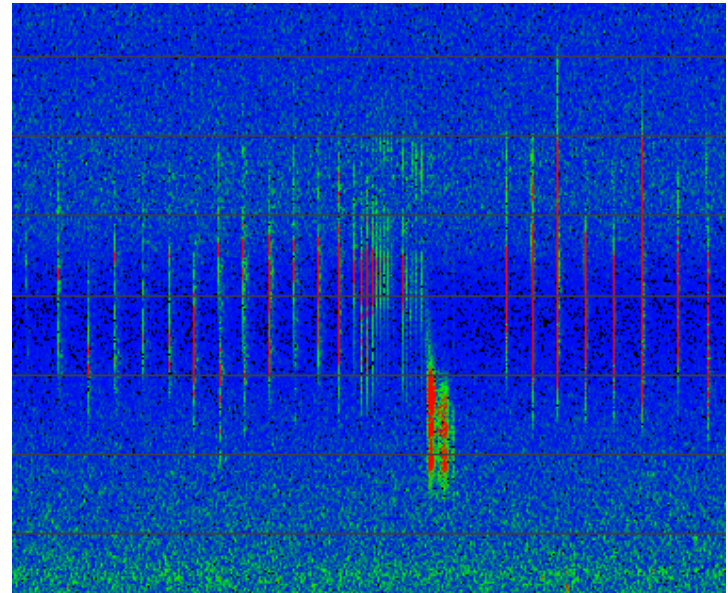
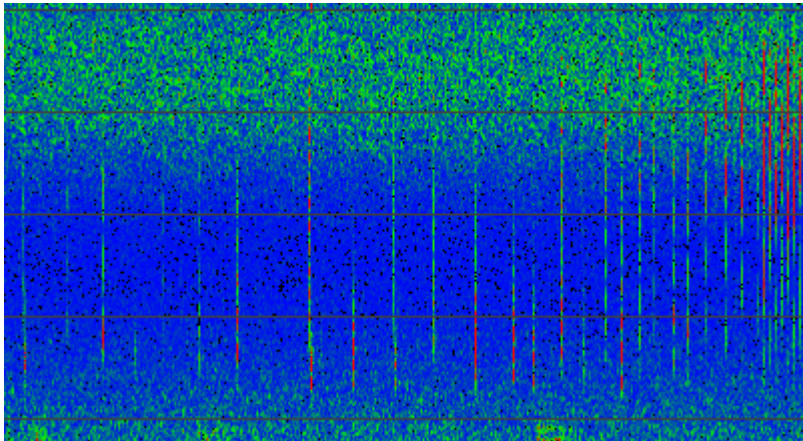
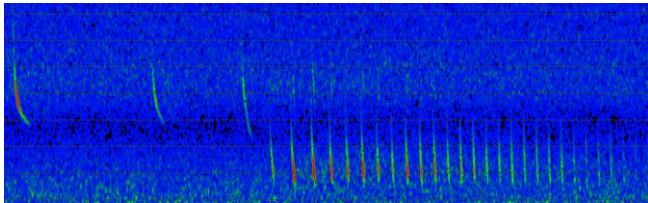
## Quelques pièges à déjouer

---

- **Reconnaître les buzz**

= Accélération progressive du rythme jusqu'à des intervalles < 10 ms :

Sert à la capture de proies mais aussi pour boire, se poser, etc



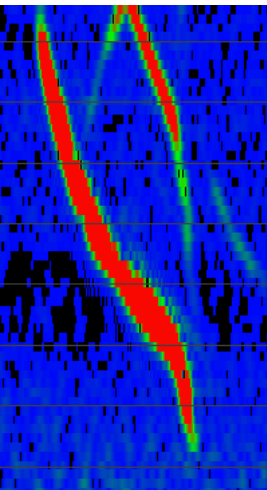


# L'inventaire par l'acoustique

## Quelques pièges à déjouer

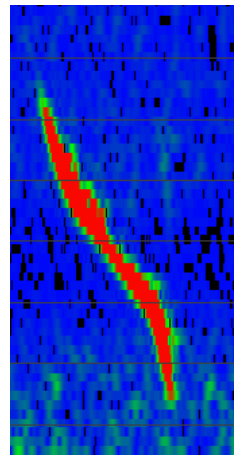
- **Cris enregistrés vs. Cris émis**

Exemple d'un même cri enregistré par 4 micros



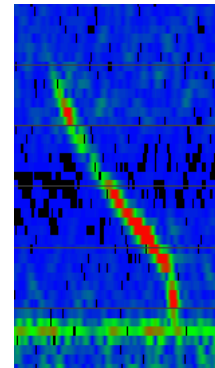
FT = 22 kHz  
LB = 73 kHz  
Durée = 5.7 ms  
FME = 45 kHz

*Distance = 6 m*  
*Angle = 5°*



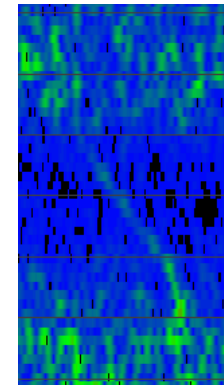
FT = 23 kHz  
LB = 53 kHz  
Durée = 5.0 ms  
FME = 58 kHz

*Distance = 9 m*  
*Angle = 60°*



FT = 28 kHz  
LB = 41 kHz  
Durée = 4.5 ms  
FME = 42 kHz

*Distance = 8 m*  
*Angle = 170°*



FT = 30 kHz  
LB = 26 kHz  
Durée = 3.2 ms  
FME = 38 kHz

*Distance = 10 m*  
*Angle = 120°*

*Distance et Angle altèrent le signal*