

1977

133

L'ANALYSE AU SONAGRAPHE : SES POSSIBILITES

Michèle CASTELLENGO

* *

*

SONAGRAPH ANALYSIS : ITS POSSIBILITIES

Le sonographe n'est plus un appareil à présenter aux chercheurs en acoustique animale : il n'est guère de publications qui n'en soient illustrées d'exemples. Pourtant, en examinant celles-ci, il nous a semblé que les auteurs s'en tenaient généralement à un mode d'analyse standard.

Depuis plus de 10 ans, nous menons au laboratoire d'acoustique de l'Université Paris VI (Directeur M.E.LELFF) une recherche systématique sur la spectrographie des signaux de notre environnement : bruit, parole, musique, et nous avons été amenée à explorer les diverses possibilités offertes par l'utilisation du sonographe (cf. Bib.1 et 2). Selon le choix que l'on fait du filtre d'analyse, de la bande de fréquence, de la durée d'analyse, l'image obtenue peut changer considérablement, de même que les renseignements que l'on peut en tirer. Il importe donc de bien connaître les différentes représentations possibles du signal acoustique, afin de choisir ensuite celle qui convient le mieux au sujet que l'on étudie. Nous allons en donner ici un bref aperçu appliqué plus particulièrement à l'analyse de chants de batraciens dont les enregistrements nous ont été fournis par Mlle LEROY.

LES FILTRES ET LA REPRESENTATION DE LA FREQUENCE

a) A l'aide d'un générateur, produisons une succession d'impulsions dont la fréquence va en croissant : dans notre exemple,

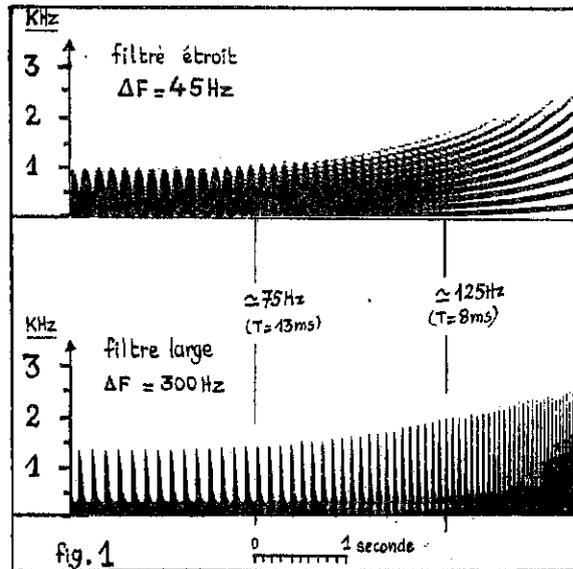


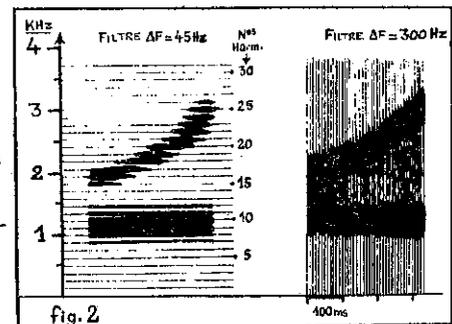
fig.1, de 30 à 300Hz. L'analyse au sona-
 graphe avec les fil-
 tres de 45 et 300 Hz
 montre clairement le
 phénomène suivant :
 tant que l'interval-
 le de temps entre 2
 impulsions, t , est
 supérieur à la cons-
 tante de temps ΔT
 du filtre, celles-ci
 apparaissent sous
 forme de traits ver-
 ticaux bien indivi-
 dualisés. Lorsque
 $t \approx T$ l'analyse est

confuse; enfin quand $t \ll T$ (ce qui entraîne que la fréquence f
 des impulsions est supérieure à la largeur de bande ΔF du fil-
 tre) le signal apparaît sous forme d'un spectre de raies harmo-
 niques. On lit alors directement la fréquence des impulsions
 en Hertz, sur l'axe des ordonnées. En pratique, le spectre de
 raies n'est bien nettement défini que lorsque $f \gg 2\Delta F$.

b) fréquence des impulsions et fréquence des formants.

Supposons maintenant une succession d'impulsions de fréquence
 constante ($f \approx 120$ Hz) excitant une cavité possédant 2 fréquences
 de résonance (formants) :
 R1 centré sur 1200 Hz ,
 R2 qui évolue de 2000 à 3000
 Hz (fig.2).

Un tel phénomène présente un
 caractère ambigu du point de
 vue de la hauteur. Sa fréquen-
 ce, due au nombre d'impul-
 sions par seconde est fixe ;
 dans l'analyse à $\Delta F = 45$ Hz,



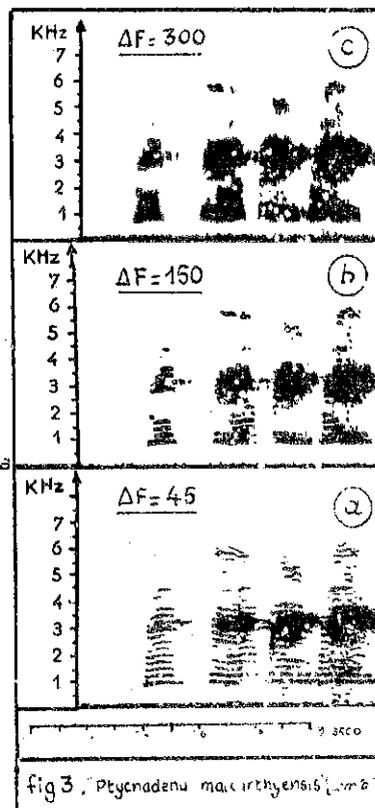
les raies restent bien horizontales, mais comme le 2ème formant monte, on aura bien l'impression d'une variation de hauteur ascendante. L'effet perçu dépend essentiellement des caractéristiques (constante de temps et zone sensible) du récepteur.

Si l'énergie est très faible dans les basses fréquences l'analyse en bande étroite pourra montrer l'aspect insolite d'un son harmonique dont les premières composantes sont absentes. Dans notre exemple (fig.2, $\Delta F = 45$) les 6 premiers harmoniques manquent.

On peut voir fig.3 l'analyse d'un exemple réel (chant de *Ptychoadena macarthyensis*) avec 3 types de filtres : 300, 150, et 45 Hz. On lit en a) que la fréquence moyenne est de l'ordre de 250 Hz ; les trois premiers harmoniques manquent. En c) l'évolution en fréquence et en intensité des régions formantiques est mieux visible. Pour ce cas particulier, le filtre de 150 Hz représente un bon optimum car les raies harmoniques sont suffisamment nettes et les formants bien dessinés. (b)

TRANSPOSITIONS

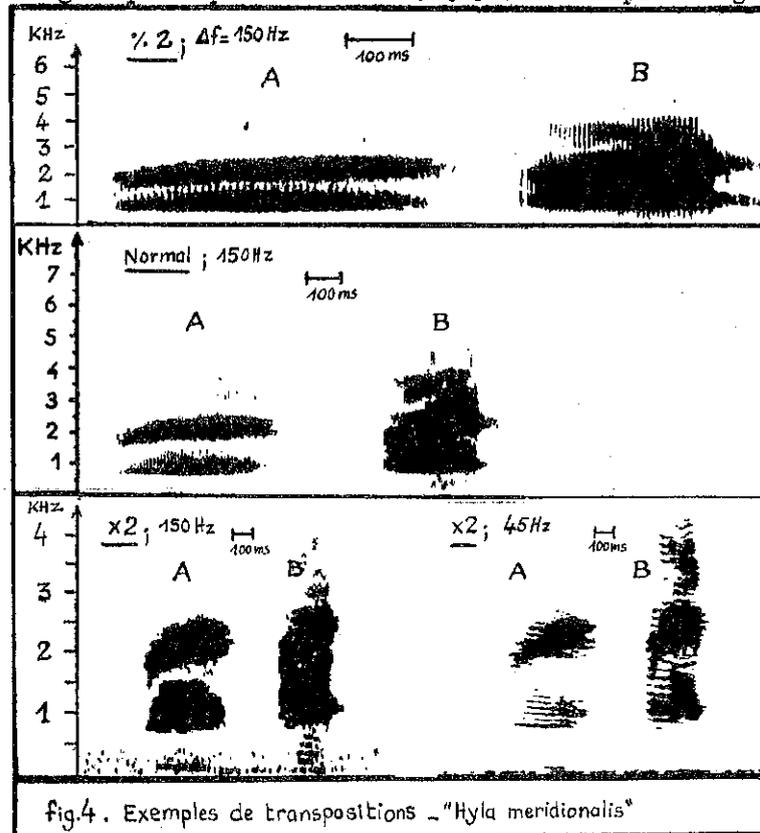
La transposition du signal est une opération simple et souvent très fructueuse. Si le signal est de très basse fréquence, la transposition à 2 ou 3 octaves au dessus de la vitesse d'enregistrement pourra faire apparaître une structure rythmique nouvelle, quelquefois difficilement perceptible à l'oreille dans les conditions normales. C'est de cette façon que nous avons pu analyser le ronronnement du chat (p.135) et mon-



trer clairement les deux phases dues à l'inspiration et à l'expiration.

Si le signal est de haute fréquence et comporte des transitoires très abrupts, comme par exemple les oiseaux, la transposition vers l'octave inférieure est toute indiquée.

Il est bien évident que le temps et la fréquence étant liés, il faudra choisir la meilleure transposition en fonction de ce que l'on cherche. Les transpositions peuvent se faire directement sur les nouveaux modèles de sonagraphe qui comportent les corrections de courbe de réponse nécessaires. Mais tant que le rapport entre la vitesse de lecture et la vitesse d'analyse reste de 2, il n'y a pas d'inconvénient à pratiquer la transposition sur un magnétophone professionnel. Prenons un exemple : fig.4



Il s'agit de deux exemples A et B d'émission de Hyla meridionalis (enregistrements M. Paillette)

a) Vitesse normale, filtre 150 Hz

La fréquence moyenne des impulsions de A est plus basse que celle de B.

b) Vitesse moitié, filtre 150 Hz

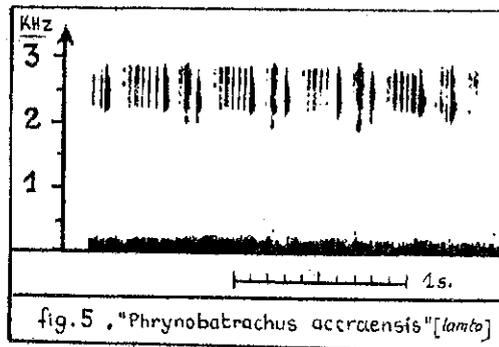
On peut sur cette analyse mesurer avec assez de précision l'intervalle entre les impulsions. On trouve en moyenne 11 ms (soit 95 Hz) pour A, et 7 ms (soit 133 Hz) pour B. Sur les appareils récents il est également possible de modifier l'échelle de fréquence à l'analyse (Scale magnifier). On peut ainsi obtenir, à vitesse moitié, la même échelle de fréquence qu'à vitesse normale.

c) Vitesse double; filtres 150 Hz et 45 Hz

Cette manipulation permet d'obtenir dans le cas présent, avec le filtre de 45 Hz, une représentation sous forme de spectre de raies : on lit aisément les modulations de la fréquence des impulsions pendant l'émission de l'animal.

Ces divers modes d'analyse sont complémentaires : il est rare qu'un seul document donne tous les renseignements.

Lorsque les impulsions se succèdent de façon très irrégulière la compression temporelle permet de mettre en évidence la structure rythmique du signal, si elle existe. La figure 5 en montre un exemple.



CONCLUSIONS

Nous avons pu présenter quelques résultats montrant l'intérêt du choix du filtre et des transpositions. En fait, chaque analyse est un cas particulier.

S'il est important d'adopter des modalités standards d'analyse afin que les images des cris des différentes espèces soient comparables à vue, il nous paraît indispensable de compléter l'étude acoustique par une analyse plus adaptée au phénomène, ce qui pourra faire apparaître des éléments nouveaux : spectre harmonique, structure rythmique, ou permettre des rapprochements entre des signaux différents (cf. fig. 3a et fig. 4 x2, 45 Hz)

Laboratoire d'acoustique
Université Paris VI, Tour 66
4 Place Jussieu - PARIS 5°

RÉSUMÉ

La représentation sonographique d'un signal acoustique peut varier considérablement avec les caractéristiques de l'appareil. Diverses techniques ont pour but d'adapter l'analyse au phénomène étudié, afin d'en tirer le maximum de renseignements. On montre, à l'aide d'exemples, l'intérêt qu'offrent l'utilisation de filtres différents, ainsi que le procédé des transpositions.

SUMMARY

Representation of an acoustic signal can vary considerably according to the characteristics of the machine. In order to extract a maximum of information various techniques exist with the aim of adapting analysis to the phenomenon being studied. The interest of using different filters as well as the transposition procedure has been shown by means of various examples.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) LEIPP E. - Acoustique et musique.
Maason, Paris (1971)
On y trouvera un grand nombre de références en bibliographie.
- (2) CASTELLENGO M. - La notation des musiques extra-européennes.
Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale
Edition interne - Paris (1964)
- (3) RENIS B. - Contribution à l'étude du ronronnement chez le chat domestique et chez le chat sauvage.
Thèse vétérinaire, Alfort (1969)