



ANALYSES COMPAREES DE DIVERS SONS MULTIPHONIQUES INSTRUMENTAUX

CASTELLENGO Michèle^{*}, CHAINTREUIL Sylviane^{**}^{*} Laboratoire d'Acoustique, Université PARIS VI
4, place Jussieu - 75005 PARIS FRANCE^{**} CRPM, Université PARIS XI, Bâtiment 490
91405 ORSAY Cedex FRANCE

Les musiciens s'accordent pour appeler "multiphoniques" certains sons produits par un instrument monodique mais donnant lieu à une sensation de hauteur complexe. Décrits explicitement par BARTOLOZZI en 1967 (1), largement employés en musique contemporaine, ils posent encore de nombreux problèmes à l'acousticien.

Dans le cadre d'une étude destinée à des musiciens(2) nous avons tout d'abord cherché à classer les phénomènes en regroupant ensemble les types de sons donnant lieu à des sensations perceptives similaires et en nous basant sur l'analyse sonographique. Celle-ci donne rapidement l'allure du signal et de son évolution dans le temps, en bonne concordance avec l'impression auditive. Toutefois, pour une interprétation physique des phénomènes, le sonographe est insuffisant : en particulier dans le cas des modulations, la perte de l'information de phase ne permet pas de décider d'une modulation d'amplitude ou de fréquence. Nous avons eu alors recours à l'analyse spectrale différentielle (A S D) particulièrement bien adaptée à ces phénomènes et qui permet aussi de suivre avec précision de rapides variations de fréquence (3). Pour l'exposé de cette technique, on voudra bien se reporter à la communication de WU et al. (4).

1) SON MULTIPHONIQUE "HARMONIQUE"

Il s'agit de sons produits sur un doigté normal de l'instrument mais pour lesquels l'instrumentiste obtient, par une excitation appropriée, la coopération de deux modes de résonance du tuyau dont les fréquences sont dans des rapports harmoniques. Il en existe un grand nombre à la flûte, par exemple FL6 (fig.1). Il s'agit d'un son octaviant, quintoyant dont le fondamental est clairement présent.

L'analyse fine à l'ASD a révélé une légère inharmonicité de l'ordre de 1/1000 (significative car nettement supérieure à la précision des mesures).

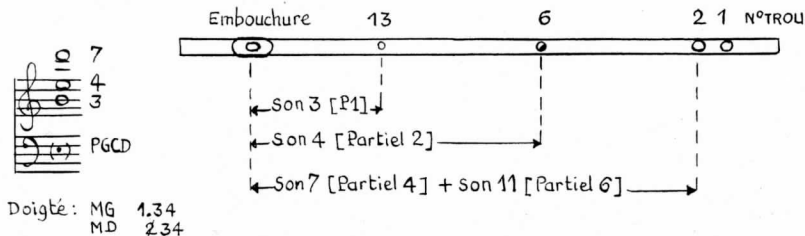
2) SON MULTIPHONIQUE SYNCHRONISE SUR UN PGCD

Ce type de son multiphonique stable donne la sensation d'un accord complexe de plusieurs sons identifiables. L'étude d'un grand nombre des sons de cette classe nous a conduit à poser comme hypothèse que les différentes composantes seraient multiples d'un plus grand commun diviseur (PGCD) qui jouerait le rôle d'un fondamental, non perçu. Partant de cette idée, on peut



CASTELLENGO, CHAINTREUIL, Analyse de sons multiphoniques instrumentaux.

noter musicalement le son de façon simplifiée en indiquant le rang de la composante par rapport au PGCD. Dans l'exemple présenté fig.2, les sons 3, 4, 7 correspondent à trois régimes distincts de la flûte indiqués sur le schéma ci-dessous :



En fait, l'analyse de FL8 à l'ASD a permis de mettre en évidence une nette inharmonicité des composantes; les valeurs des écarts à l'harmonicité sont donnés fig.2 en prenant comme référence la composante la plus intense, ici la 7^{ème}. Le PGCD est alors $1175,9 / 7 = 168,0$ Hz.

On peut proposer une autre représentation du son, proche de celle de BACKUS(5) qui propose une modulation d'amplitude d'une composante aiguë (ici la composante 7) par une plus grave (ici la composante 4). L'équidistance des composantes 3 et 7, 7 et 11 pourrait confirmer cette hypothèse. Toutefois on voit sur le sonagramme que le flûtiste attaque sur la composante 3; il ne peut donc s'agir d'un son résultant.

3) ROULEMENTS

Il existe un grand nombre de sons multiphoniques instrumentaux que les musiciens qualifient de sons "roulants", rugueux ou encore de battements. L'analyse montre bien des modulations d'amplitude mais, à la différence des battements où ces variations croissent avec le rang des composantes, elles sont ici constantes (fig.3). Pour ces sons nous préférons le terme de roulement. La modulation d'amplitude n'est jamais synchrone pour toutes les composantes et s'accompagne presque toujours de modulations de fréquence.

4) CAS PARTICULIER DU TROMBONE

L'émission multiphonique au trombone est étudiée dans (6). Nous en présentons ici un exemple (Fig.4) : la partie gauche (A) représente la transition du son "normal" au son multiphonique et la partie droite (B) le son multiphonique. On voit le sonagramme, le signal temporel $f(t)$ et les bandes 1 et 4 analysées par ASD. La transition se caractérise par une modulation (à 33 Hz) de la fréquence de toutes les composantes sauf de la 1^{ère} qui est en fait la somme de deux composantes séparées de 33 Hz et d'amplitudes très différentes. Cette caractéristique de la première bande se retrouve dans le son multiphonique; les fréquences des deux composantes sont plus hautes (207 et 174 Hz au lieu de 196 et 163 Hz), leur écart est le même mais les amplitudes sont maintenant presque égales. Le comportement de la composante 4 est très complexe et demande une poursuite du travail.



CASTELLENGO, CHAINTREUIL, Analyse de sons multiphoniques instrumentaux.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BARTOLOZZI B. New sounds for woodwind instruments. Oxford University Press, Londres 1967.
- (2) CASTELLENGO M. Sons multiphoniques aux instruments à vent. Rapport IRCAM n° 32, Paris 1982.
- (3) PERJO P., GIBIAT V., WU F., CHAINTREUIL S. Analyse spectrale différentielle: une nouvelle approche de la notion de fréquence instantanée. IXe GRETSI, Nice 1983.
- (4) WU F., GIBIAT V., CHAINTREUIL S., JARDIN P. Etude de vibrations mécaniques par analyse spectrale différentielle. 11e ICA, Paris 1983.
- (5) BACKUS J. Multiphonic tones in the woodwind instruments. J.A.S.A. Feb. 1978.
- (6) CASTELLENGO M., CAUSSE R., SLUCHIN B. Etude acoustique de l'émission multiphonique aux cuivres. 11e ICA, Paris 1983.

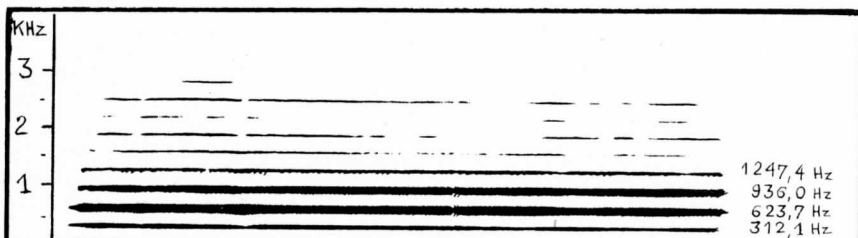


fig 1. FL6 SON MULTIPHONIQUE "HARMONIQUE"

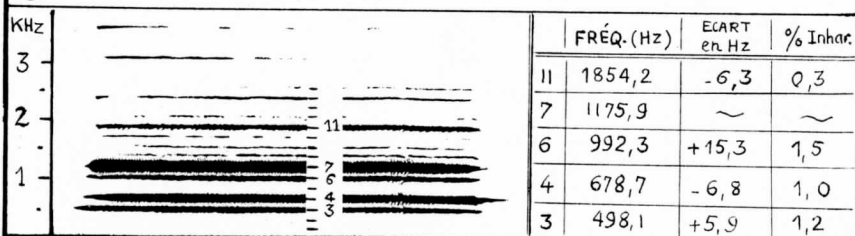


fig 2. FL8 SYNCHRONISATION SUR UN PGCD [168Hz]

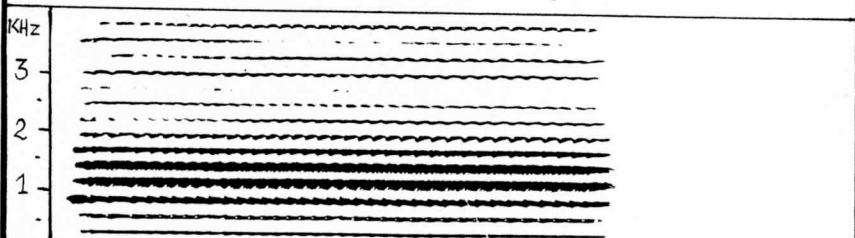


fig 3. HB1 ROULEMENT |-----| 0,5s.



CASTELLENGO, CHAINTREUIL, Analyse de sons multiphoniques instrumentaux.

• FIGURE 4 •

