

ROLE DU MUSICIEN

DANS LES SIGNAUX RAYONNES PAR LA FLUTE TRAVERSIERE

M. CASTELLENGO

Laboratoire d'Acoustique de la Faculté des Sciences de Paris\*

GENERALITES

Dans le cadre de l'étude systématique des instruments de musique entreprise au laboratoire, nous avons amorcé une série de travaux sur la flûte traversière ; la collaboration de flûtistes professionnels et d'un fabricant renommé nous a grandement facilité la tâche. Mais il était nécessaire au départ, de mettre au point une méthode pour apprécier la qualité musicale d'une flûte, ce qui nous a permis de procéder à des comparaisons d'instruments.

COMPARAISONS D'INSTRUMENTS.

La seule comparaison auditive directe ou enregistrée sur bande apporte déjà beaucoup de renseignements, mais elle est soumise aux imperfections de la mémoire. Il est donc du plus haut intérêt d'avoir un document objectif, visuel, mesurable en grandeurs physiques bien définies, permettant une analyse différée en dehors de toute suggestion, et dont l'interprétation puisse être mise en corrélation avec la perception. La seule méthode qui, à l'usage, s'est révélée adaptée au problème est celle du sonographe, qui est suffisamment précise et qui fournit des diagrammes extrêmement significatifs.

On demande à un flûtiste de jouer le même passage musical sur des instruments différents en lui laissant le temps de s'habituer à l'embouchure, puis on procède à l'enregistrement et à l'analyse.

La figure 1 montre les résultats pour trois instruments (flûtes métalliques classiques, système Boehm). On lit la fréquence en ordonnée, le temps en abscisse ; l'intensité est proportionnelle à la largeur et à la noirceur du trait, ce qui correspond tout à fait à ce que nous savons de la perception des intensités en musique. On reconnaît d'emblée l'aspect caractéristique des spectres fournis par la flûte traversière :

- Les harmoniques perçus sont en nombre restreint (6 à 10)
- Une grande partie de l'intensité est concentrée sur quelques uns

---

\* Département du Laboratoire de Mécanique Physique de la Faculté des Sciences de Paris (Prof. SIESTRUNCK).

d'entre eux

- La durée d'établissement des sons graves est de l'ordre du 1/10 de seconde et les harmoniques n'apparaissent pas simultanément.
- Lors de l'attaque des régimes 2 du tuyau (octave), on observe, à chaque note, une brève amorce du régime 1.

En comparant les trois documents on est frappé par la grande ressemblance d'allure des spectres et des attaques, compte tenu des fluctuations de fréquence et d'intensité qui donnent la "vie" au son musical, mais qui viennent du flûtiste. Le rôle du musicien sur le phénomène est donc évident et nous avons réalisé une deuxième série d'expériences pour le mettre en évidence.

#### COMPARAISONS DE FLUTISTES

On fait jouer la flûte N° 3 par un autre musicien. On vérifie, en comparant la figure 1 et la figure 2 que les signaux acoustiques sont totalement différents bien qu'il s'agisse du même instrument et de la même séquence musicale. On en conclut que dans l'expérience précédente, le joueur A recherche manifestement une configuration spectrale bien définie, comportant principalement les harmoniques impairs dans le médium et au contraire les harmoniques pairs dans le grave.

Le joueur B produit des sons de timbres variés et donne beaucoup d'importance au fondamental dans le grave.

Il est donc évident que le flûtiste règle à son gré, et dans une large mesure, le spectre acoustique des sons qu'il émet, indépendamment de l'instrument utilisé.

Nous savons que le timbre d'un instrument de musique résulte de la forme de la vibration aérienne rayonnée ; or celle-ci est le résultat des interactions compliquées de paramètres relevant soit de l'excitateur, soit de l'instrument proprement dit. Dans le cas de la flûte traversière la plupart des paramètres sont déterminés par le musicien. Ce sont :

- La vitesse de l'air à la sortie de la lumière. Pour la modifier, le musicien peut agir sur la pression à l'intérieur de la bouche et sur la section de la lumière, c'est à dire l'ouverture des lèvres. (Fig. 3) On sait que l'augmentation de pression correspondant toutes choses égales à une augmentation d'énergie, s'accompagne d'enrichissement du timbre et entraîne aussi une montée de la fréquence. Mais on est limité par la zone de pression propre à chaque partiel.

La loi d'établissement de la pression détermine le transitoire d'attaque du son qui, on le sait, a un rôle capital dans le timbre perçu. Par le moyen du coup de langue -accumulation d'air sous pression dans la cavité buccale, suivie d'une explosion- le musicien contrôle la durée d'établissement du son, l'ordre d'arrivée des harmoniques et la part de bruit intervenant dans cette attaque. L'extinction du son est au moins aussi importante et relève des mêmes paramètres.

- La forme du jet d'air qui pour une vitesse donnée dépend du type d'ajutage et de l'état de surface des bords de la lumière. Ces conditions sont déterminées en partie par la conformation anatomique du flûtiste : disposition de la dentition, des mâchoires, forme, état de surface et consistance des lèvres ; mais il est possible de modifier les paramètres dans une grande mesure par un entraînement musculaire approprié.

- Les positions relatives de la lumière et du biseau. En pratique le flûtiste règle la distance lumière-biseau en couvrant plus ou moins le trou d'embouchure. Ceci lui permet d'agir, d'une part sur la fréquence, d'autre part sur le timbre. Ainsi lorsqu'on couvre le trou d'embouchure on peut baisser la fréquence indépendamment de la pression mais ce faisant on se rapproche d'un tuyau fermé à un bout donc d'un spectre comportant des harmoniques impairs prédominants.

La direction du jet d'air est aussi un paramètre important. Sa maîtrise requiert un grand entraînement musculaire. Les plus petits changements

ROLE DU MUSICIEN DANS LES SIGNAUX RAYONNES PAR LA FLUTE TRAVERSIERE.

fig. 1

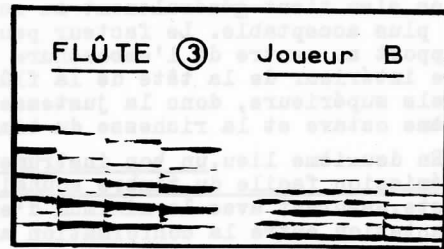
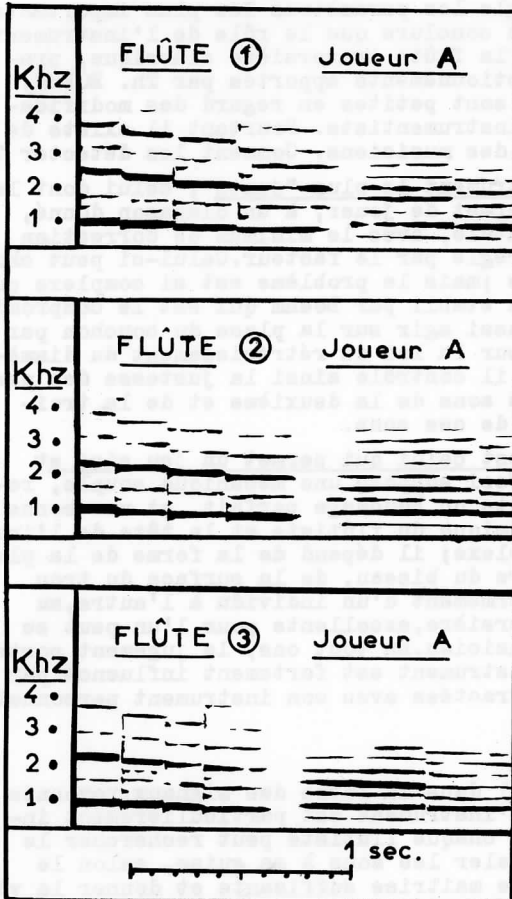
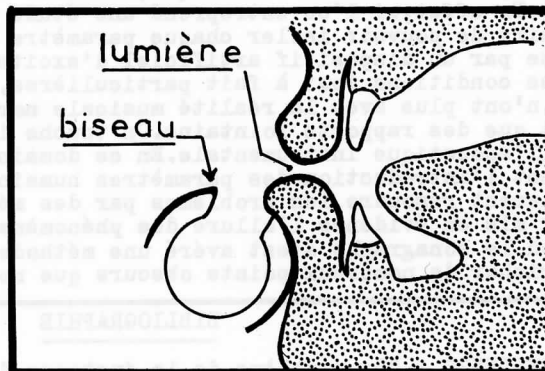


fig. 2

fig. 3



## ROLE DU MUSICIEN DANS LES SIGNAUX RAYONNES PAR LA FLUTE TRAVERSIERE.

---

modifient le timbre de façon complexe : rapports d'intensité des composantes bruits d'écoulement, sons de sillage etc..

Il apparait donc que le musicien règle les paramètres les plus importants de l'excitation. Il ne faudrait pas en conclure que le rôle de l'instrument est négligeable ! Mais dans le cas de la flûte traversière classique, pratiquement stabilisée depuis les perfectionnements apportés par Th. BOEHM, les différences d'un modèle à l'autre sont petites en regard des modifications spectrales que peut produire l'instrumentiste. Pourtant il existe de bons et de mauvais instruments connus des musiciens. Comment les détecter ?

Un bon instrument est d'abord l'instrument le plus "juste", celui dont le champ de liberté des hauteurs (BiB.) permet de jouer, à un diapason donné, les notes de la gamme tempérée occidentale, avec le minimum de correction d'embouchure. Le champ de liberté est réglé par le facteur. Celui-ci peut choisir la place et la dimension des trous ; mais le problème est si complexe que l'on s'en tient généralement au schéma établi par Boehm qui est le compromis le plus acceptable. Le facteur peut aussi agir sur la place du bouchon par rapport au centre de l'embouchure et sur la loi du rétrécissement du diamètre intérieur de la tête de la flûte ; il contrôle ainsi la justesse des partiels supérieurs, donc la justesse des sons de la deuxième et de la troisième octave et la richesse du timbre de ces sons.

En deuxième lieu, un bon instrument est celui qui permet un jeu aisé et l'émission facile du timbre souhaité. Ceci suppose une mécanique souple, robuste, assurant avec le minimum d'efforts un bouchage parfait, et une bonne adaptation entre la conformation anatomique du flûtiste et la tête de l'instrument. Ce dernier point est plus complexe ; il dépend de la forme de la plaque d'embouchure, de la pente intérieure du biseau, de la surface du trou d'embouchure... Ces données varient énormément d'un individu à l'autre, au point qu'une embouchure de flûte traversière, excellente pour l'un peut se trouver très mauvaise pour un autre musicien. En tout cas, le jugement porté par un flûtiste sur la qualité d'un instrument est fortement influencé par les habitudes musculaires qu'il a contractées avec son instrument personnel.

### CONCLUSIONS.

L'instrumentiste joue un rôle capital dans la forme des signaux rayonnés par la flûte traversière. A ce titre, l'instrument est particulièrement intéressant sur le plan musical, puisque chaque flûtiste peut rechercher le timbre qu'il estime le meilleur et modeler les sons à sa guise, selon le contexte musical. Mais pour acquérir une maîtrise suffisante et donner la vie au son musical, de nombreuses années d'études sont nécessaires avant de parvenir à régler à volonté les paramètres de l'excitation.

Sur le plan de l'étude acoustique, le rôle du musicien pose un problème délicat. En effet, si l'on entreprend une étude physique de la flûte, il est nécessaire de pouvoir isoler chaque paramètre ; on doit alors remplacer le flûtiste par un dispositif artificiel d'excitation. Mais on se place ainsi dans des conditions tout à fait particulières, et les résultats, s'ils sont précis, n'ont plus avec la réalité musicale normalement rayonnée par l'instrument que des rapports lointains. On touche ici une des difficultés majeures de l'acoustique instrumentale. En ce domaine difficile, impliquant nécessairement l'introduction des paramètres humains on ne peut guère espérer actuellement résoudre les problèmes par des méthodes de physique pure avant d'avoir mis en évidence l'allure des phénomènes. C'est là le but de cette étude où le sonographe s'est avéré une méthode de choix qui nous a permis de défricher de nombreux points obscurs que nous reprendrons ultérieurement.

### BIBLIOGRAPHIE

M. CASTELLENGO - "Le problème de la justesse des flûtes"  
4th Conférence on Acoustics. BUDAPEST 1967

---