

## L'orgue

### Les sons de bouche de l'orgue: élément de «gastronomie musicale»

#### Analyse acoustique du transitoire d'attaque des tuyaux à bouche

(étude effectuée par Michèle CASTELLENGO, publiée dans ISO Journal, n°11 de juillet 2001)

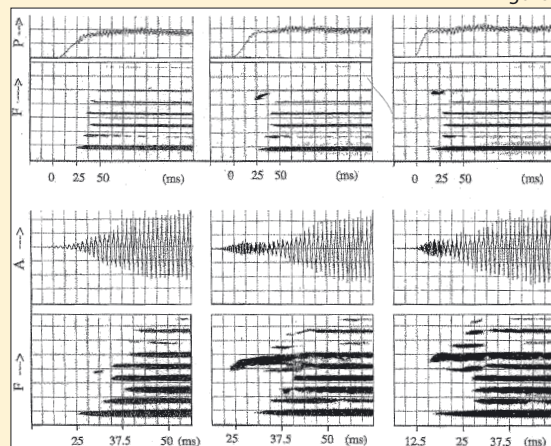
Les résultats présentés dans ce travail ont permis de mettre en évidence la présence de sons de bouche précédant l'établissement des harmoniques du son stationnaire. Deux techniques expérimentales sont mises en œuvre: en premier lieu, l'analyse spectrographique fine, de type temps/fréquence, des signaux

transitoires; en second lieu, la comparaison systématique des sons produits par le système lame d'air-biseau de l'embouchure déconnectée du tuyau avec ceux du même tuyau à bouche dans son utilisation normale. Les faits suivants sont observés.

1. L'étude détaillée d'une flûte à bec et d'un tuyau d'orgue a permis d'établir que, pour les mêmes conditions de pression, les sons de biseau produits par l'embouchure isolée et les sons de bouche du transitoire du tuyau complet sont similaires. On en conclut que les sons de bouche du transitoire d'attaque d'un tuyau à bouche sont, comme les sons de biseau, contrôlés par les paramètres de l'embouchure: vitesse du jet à la lumière et distance lumière-biseau.
2. Les sons de bouche précèdent l'arrivée des harmoniques du tuyau. Il faut donc considérer que, pendant le transitoire d'attaque, le mode d'entretien "normal" d'un tuyau à bouche peut être précédé par un mode d'oscillation du jet de type "buccal".
3. Les spectres des sons de bouche sont d'une grande diversité, et constitués le plus souvent de plusieurs fréquences. Dans les exemples présentés, ils sont plus complexes pour les tuyaux d'orgue que pour la flûte à bec.

4. Pour un instrument donné, les sons de bouche varient énormément avec la pression, de façon analogue aux sons de biseau. Il est important, pour comparer des expériences, de maîtriser non seulement la durée d'établissement de la pression, mais aussi la forme précise de cette montée au tout début de l'ouverture de la soupape. Avec l'augmentation de la pression, l'intensité croît rapidement, la fréquence augmente dans un régime donné, le bruit de la turbulence augmente aussi. Mais du fait de l'existence de plusieurs régimes buccaux et de l'instabilité de ceux-ci, la fréquence d'un son de bouche peut passer à une valeur inférieure alors que la pression continue d'augmenter.

Figure 1



## L'orgue

II

### Les sons de bouche de l'orgue : élément de «gastronomie musicale»

5. Lorsque sa fréquence en est voisine, un son de bouche peut se stabiliser de façon fugitive sur la résonance (inharmonique) d'un des modes du tuyau et prendre ainsi une importance perceptive remarquable (" chirp ou ping ") même si ce transitoire est bref (Figures 2 et 3). Pour rendre le phénomène plus appréciable auditivement, il suffit d'allonger le temps de la montée de la pression sur plusieurs secondes. Cet effet est réversible et se produit également lors d'une baisse graduelle de la pression. Lorsqu'après avoir coupé l'alimentation d'un orgue on maintient enfoncées quelques touches, on entend le " piaulement " des tuyaux, bien connu des organistes.

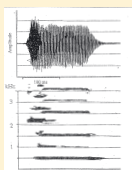


Fig. 2

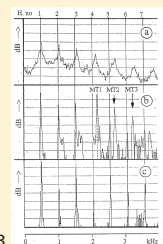


Fig. 3

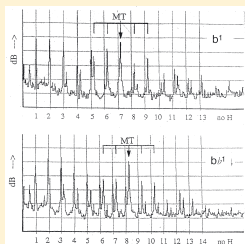
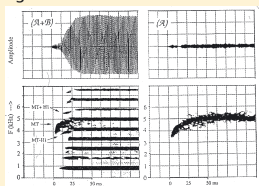


Fig. 5

Fig. 4



6. Le (ou les) mode(s) de résonance accroché(s) par les sons de bouche peuvent être d'ordre élevé, surtout lorsque le son de bouche est riche en composantes aiguës et que les proportions du tuyau fournissent des résonances proches des harmoniques (taille fine, L/D grand).

7. Dans la plupart des cas, les sons de bouche s'estompent avec l'installation du régime stationnaire. L'auteur de l'article montre (Figure 4) qu'on observe souvent un bref intervalle de temps (20 à 40 ms) pendant lequel les sons de bouche coexistent pendant l'instauration du régime stationnaire. Il se produit alors des sons de combinaison (additionnels et différentiels) entre le son de bouche principal et les premiers harmoniques du tuyau, indices d'un comportement non-linéaire du système excitateur.

8. La coexistence de deux modes d'entretien : le son de bouche stabilisé sur un partiel inharmonique du tuyau d'une part, et la série des harmoniques du régime stationnaire d'autre part, peut s'installer pendant toute la durée du son. Ce mode paradoxal de fonctionnement du tuyau à bouche est recherché dans certains jeux d'orgue de taille " étroite " (gambes) (Figure 5).

En conclusion, la fréquence du son de bouche pré-curseur, lorsqu'elle se stabilise, est celle d'un mode de résonance du tuyau. Les phénomènes sont particulièrement clairs lorsque les modes sont très inharmoniques comme c'est le cas pour certains tuyaux à cheminée, ou pour des doigtés dits " de fourche " de la flûte à bec.

Les sons de bouche sont plus importants pour une durée d'établissement de la pression " moyenne ", se situant entre rapide et lent. Lorsque le transitoire est " mou ", le régime 1 s'établit progressivement, sans " précurseur ", les sons de biseau étant soit trop faibles en intensité, soit de trop basse fré-

quence. Avec un transitoire de type " plosif ", la pression atteint rapidement un niveau très élevé correspondant à des sons de biseau de type " bandes de bruit ". Le régime stationnaire (Mode 1 ou mode 2 selon le réglage du tuyau) démarre très rapidement, en quelques périodes. Entre ces deux sortes d'attaques extrêmes se produit une gamme très variée de situations selon le contenu spectral des sons de bouche et selon la pente du transitoire de pression. Il est à remarquer une fois encore que le temps d'établissement du son dans le tuyau n'est pas en relation directe avec la durée d'établissement de la pression dans la bouche.

## L'orgue Laboratoire de cuisine physico-musicale

