

Mesures de Caractéristiques Mécaniques et Fluides de l'Anche Double

André Almeida, IRCAM — Centre Georges Pompidou ; 1, Place Igor Stravinsky ; 75004 Paris. E-mail : almeida@ircam.fr
Directeurs de thèse : Xavier Rodet, Christophe Vergez (LMA) et René Caussé

Objectifs

Avoir un ensemble de données qui permet de caractériser le comportement de l'anche et de son couplage à l'écoulement (d'air) mis en jeu lors du jeu de l'instrument couplé à un résonateur.

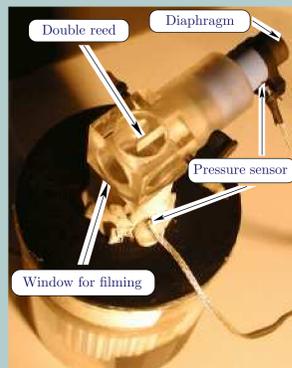
- Ces données existant pour d'autres familles d'excitateur du type anche (anche simple de clarinette et saxophone, anche lippale des cuivres), il sera possible de les comparer à l'anche double
- Utilisation de ces données dans des modèles de synthèse sonore
- Etude et comparaison dans un même type d'anche :
 - Influence de la technique de fabrication
 - Influence de facteurs externes (humidité, température...)
 - Rôle de chaque processus de la fabrication de l'anche double

Méthodes Expérimentales

1 Bouche Artificielle

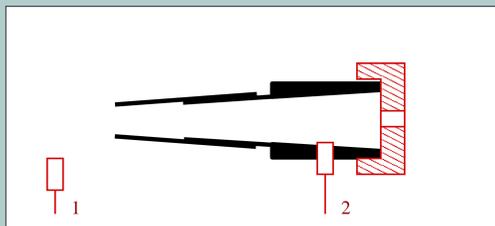
Permet de faire des observations systématiques et prolongées pendant le jeu de l'instrument

- Fenêtres transparentes permettent observation et prise d'images
- Capteurs de pression peuvent mesurer les valeurs instantanées de pression à des hautes fréquences (pression dynamique)



2 Diaphragme

Permet de déduire le débit à partir de la chute de pression

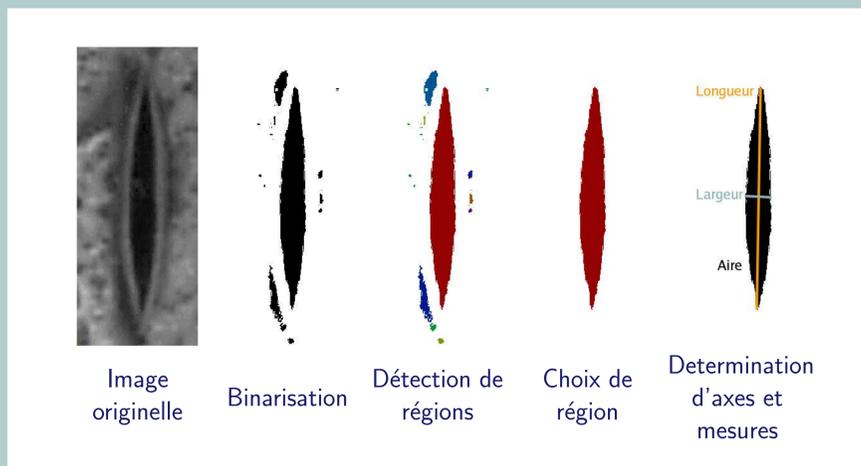


- 1 pression dans la bouche
- 2 pression dans l'anche

$$p_2 - 0 = \frac{\rho}{2} \left(\frac{q}{S_{diaph}} \right)^2 \quad (1)$$

3 Analyse d'Images

Effectuer des mesures géométriques dans l'anche à partir des images de son entrée



Applications

4 Réponse mécanique de l'anche

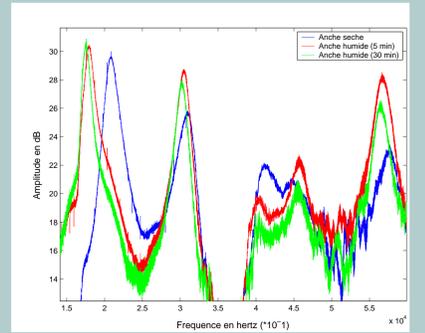
- Mesurer la variation fréquentielle de la réponse dynamique de l'anche
- Accéder à des paramètres modaux de l'anche (masse, amortissement)

4.1 Méthode

- Excitation acoustique par une source externe (haut-parleur)
- Mesure par accéléromètre laser (ponctuelle)

4.2 Résultats

- Résonances (f_r) à 1.5–2 kHz et à environ 3 kHz
- Masse calculée en connaissant la raideur : $m = \frac{1}{f_r} \left(\frac{k}{2\pi} \right)^2$
- Amortissement calculé à partir des largeurs de pics



Anche de basse — comparaison pour différentes humidités

5 Raideur de l'anche

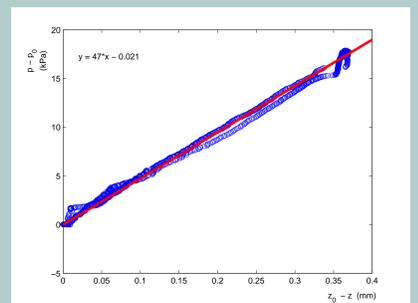
Mesurer l'aire de l'ouverture de l'anche en fonction de la différence de pression appliquée

5.1 Méthode

- Empêcher l'écoulement dans l'anche — membrane recouvrant l'entrée de l'anche
- Mesure de l'aire d'ouverture par analyse d'images

5.2 Résultats

- Le "ressort" est linéaire
- Détermination de raideur *surfactive* à partir de la pente du graphe ($k_S = \frac{z - z_0}{P_b}$) :
 - z : largeur d'ouverture de l'anche
 - z_0 : largeur d'ouverture au repos



6 Visco-élasticité de l'anche

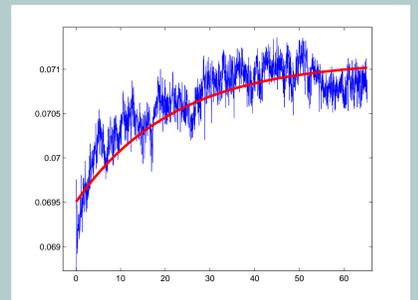
- Les matériaux utilisés dans l'anche présentent une certaine *mémoire* des efforts subis par l'anche au cours du temps.
- Mesure du temps de relaxation de l'anche lors du relâchement complet d'une certaine pression constante appliquée

6.1 Méthode

- Application d'une pression constante suffisante pour fermer l'anche, pendant une longue période de temps (environ 30 minutes)
- Relâchement complet et soudain de la pression
- Mesure de l'ouverture de l'anche par analyse d'image pendant période de temps assez longue (environ 10 minutes)

6.2 Résultats

- Relaxation exponentielle de l'ouverture
- Temps de relaxation de l'ordre de 40 secondes



7 Caractéristique non-linéaire de l'anche

Caractériser le comportement non-linéaire de l'anche en décrivant les relations entre les variables acoustiques (pression vs. débit) en sortie de l'anche.

7.1 Méthode

- Technique du diaphragme — transforme un débit en une différence de pression
- Mesure de pression dans la bouche (P_b)
- Mesure de pression avant le diaphragme (P_a)

7.2 Résultats

- Pertes de charge pas trop importantes
- Caractéristique similaire à celle de l'anche de clarinette

