

# Respiration - Musique - Santé

## Contrôle et expressivité dans le jeu des instruments de musique à vent

**Contexte** La pratique de la musique entretient des liens étroits avec le souffle. Plus particulièrement, le jeu des instruments à vent suppose une maîtrise du système respiratoire qui fait appel à un contrôle différent de celui mis en œuvre dans la vie quotidienne. Le musicien "à vent" joue en effet de trois instruments : son instrument de musique, son système respiratoire et plus globalement tout son corps qu'il doit maintenir en équilibre tout en jouant. Le projet réunit des chercheurs experts de différentes disciplines autour de l'étude des liens entre respiration, musique et santé. Au-delà du développement des connaissances, ce projet est susceptible de trouver des applications en santé comme en pédagogie musicale.

**Objectifs scientifiques** L'objectif central est de développer une meilleure compréhension des paramètres physiologiques, biomécaniques, et acoustiques sous le contrôle direct de l'interprète. Cela doit permettre la création de nouveaux outils pédagogiques fondés sur la recherche accélérant l'apprentissage et menant à des carrières durables. Ces connaissances pourront aussi s'appliquer au développement de stratégies de réhabilitation de sujets, par exemple, atteints de bronchopneumopathie obstructive chronique.

Plusieurs questions se posent, comme par exemple :

- Comment l'instrumentiste adapte-t-il ses mouvements et postures aux différentes inflexions musicales et types de respiration ?
- Comment l'instrumentiste rend-t-il son besoin métabolique compatible avec un profil ventilatoire optimal pour le jeu ?
- Quels principes respiratoires et biomécaniques sont-ils essentiels à l'apprentissage durable des instrumentistes à vent ?

**Méthode et outils** La méthode proposée est celle d'une double approche.

Un premier axe de travail part de la consigne musicale, comme par exemple une partition. Les éléments structurant le style interprétatif adopté par l'instrumentiste incluent la lecture de la partition qui met en jeu la connaissance qu'a l'instrumentiste du contexte de composition (historique, géographique, influences) et des conventions de notation afférents à la partition (époque, style musical). Associés aux choix esthétiques, les éléments stylistiques déterminent l'intention expressive de l'instrumentiste qui se traduit en son, en postures, en gestes et attitudes. Les contraintes physiologiques et instrumentales interviennent alors pour structurer le schéma respiratoire adopté : l'instrumentiste peut alors adapter le débit d'air utilisé pour produire le son, le positionnement temporel des éventuelles interruptions nécessaires à l'inspiration, les caractères des inspirations (lent, vif, énergique, profond...) et intégrer dans le déroulement de l'exécution les mouvements liés aux contraintes respiratoires et aux gestes expressifs.

Le second axe de travail part de la respiration de repos qui précède l'exécution et qui fait l'objet d'une programmation consciente ou inconsciente par le musicien. Cette "préparation" respiratoire atteste d'une régulation comportementale de la respiration. Elle est par nature d'origine corticale, elle n'est pas sensible aux conditions métaboliques ( $O_2$ ,  $CO_2/H^+$ ) et elle court-circuite les centres automatiques de la respiration situés dans le tronc cérébral (qui eux sont sensibles aux conditions métaboliques) dans le but d'exécuter l'action préparée. Dans ce contexte, le déroulement musical peut induire une inadéquation entre les conditions métaboliques et le profil respiratoire (par exemple hyperventilation persistante imposée par le jeu alors que la  $PCO_2$  est basse). Plusieurs années d'apprentissage sont nécessaires pour permettre à l'instrumentiste de gérer conjointement son besoin métabolique et la production d'un profil ventilatoire optimal pour le jeu. D'autre part, les muscles respiratoires du tronc sont aussi des muscles posturaux et la sollicitation importante de ces muscles lors du jeu, impacte fortement le maintien de l'équilibre en position debout ou le maintien d'une posture assise optimale pour le jeu. Ce couplage posturo-respiratoire lié à l'utilisation des muscles du tronc est fortement modulé par les tâches cognitives telles que la production musicale. L'étude de variables spécifiques de ce couplage permet ainsi d'approcher l'harmonie entre posture, respiration, cognition et production musicale.

Idéalement, la récolte de données inclura différents contextes de jeu ainsi qu'une variété d'approches pédagogiques. Nous proposons donc des contextes d'expérimentation avec des musiciens en laboratoire, en situation "écologique" (solo, orchestre, musique de chambre), des enquêtes de terrain auprès de musiciens, orchestres, professeurs ainsi qu'une revue des méthodes d'apprentissage du jeu des instruments.

Les principaux outils de mesure dont nous disposons sont :

- l'analyse globale en situation de jeu (analyse vidéo des mouvements expressifs, des expressions faciales...)

- l'analyse biomécanique sans contact des systèmes posturaux et respiratoires ainsi que du couplage neuro-mécanique entre ces deux systèmes (mouvements ventilatoires, EMG, EEG, stabilométrie, oscillations segmentaires, cohérence de phase, cohérence temporelle)
- l'analyse de la respiration (volumes et contrôle cortical - EEG)
- l'analyse du contrôle aérodynamique (pression buccale, débit expiré...), acoustique (champ interne à l'instrument et champrayonné, régimes d'oscillation, déroulement temporel, contenu spectral...) associé à la performance musicale.

**Adéquation au projet du Collegium Musicae** Ce projet se rattache naturellement aux axes-programmes du Collegium Musicae *Musique et Santé* ainsi que *Transmission des savoirs*. Il ouvre une voie supplémentaire de collaboration entre le Collegium Musicae et l'IUIS. Enfin, il associe le CIRMMT au projet, en s'appuyant sur le réseau international de l'Institut.

**Encadrants et compétences scientifiques** Ce projet associe des expertises en santé, biomécanique, acoustique, pédagogie et musique. L'assise qu'apportent nos institutions (APHP Pitié-Salpêtrière, Inserm, ENSAM, Université Sorbonne Paris Nord, Université McGill, Sorbonne Université) constitue un cadre riche pour développer un tel projet de recherche.

**Benoît Fabre** Professeur, Sorbonne Université, équipe Lutherie-Acoustique-Musique, Institut Jean le Rond d'Alembert UMR 7190

**Valérie Attali** Médecin Pneumologue, APHP hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris. Chercheure UMRS-1158 Sorbonne Université-Inserm « Neurophysiologie Respiratoire Expérimentale et Clinique »

Isabelle Cossette, Professeure, Applied Performance Sciences Hub, CIRMMT, Music Performance and Body Lab, École Schulich de Musique, Université McGill, Montréal, Canada

Delphine Chadeaux, Maîtresse de conférences HDR, Université Sorbonne Paris Nord, Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, ENSAM.

Baptiste Sandoz, Maître de conférences HDR, ENSAM, Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak.

## Références

- [1] I. COSSETTE, P. SLIWINSKI et P. T. MACKLEM, « Respiratory parameters during professional flute playing », *Respiration Physiology*, vol. 121, no. 1, p. 33–44, 2000.
- [2] I. COSSETTE, P. MONACO, A. ALIVERTI et P. MACKLEM, « Chest wall dynamics and muscle recruitment during professional flute playing », *Respiratory Physiology & Neurobiology*, vol. 160, no. 2, p. 187–195, 2008.
- [3] I. COSSETTE, B. FABRE, V. FREOUR, N. MONTGERMONT et P. MONACO, « From breath to sound : Linking respiratory mechanics to aeroacoustic sound production in flutes », *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 96, no. 4, p. 654–667, 2010.
- [4] C. VAUTHRIN, B. FABRE et I. COSSETTE, « How does a flute player adapt his breathing and playing to musical tasks ? », *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 101, no. 2, p. 224–237, 2015.
- [5] M. KHALIFÉ, C. VERGARI, E. FERRERO, V. ATTALI, C. HEIDSIECK, A. ASSI et W. SKALLI, « The rib cage : a new element in the spinopelvic chain », *European Spine Journal*, vol. 31, no. 6, p. 1457–1467, 2022.
- [6] L. CLAVEL, S. RÉMY-NERIS, W. SKALLI, P. ROUCH, Y. LESPERS, T. SIMILOWSKI, B. SANDOZ et V. ATTALI, « Cervical spine hyperextension and altered posturo-respiratory coupling in patients with obstructive sleep apnea syndrome », *Frontiers in Medicine*, vol. 7, p. 30, 2020.
- [7] V. ATTALI, L. CLAVEL, P. ROUCH, I. RIVALS, S. RÉMY-NÉRIS, W. SKALLI, B. SANDOZ et T. SIMILOWSKI, « Compensation of respiratory-related postural perturbation is achieved by maintenance of head-to-pelvis alignment in healthy humans », *Frontiers in Physiology*, vol. 10, p. 441, 2019.
- [8] R. VALENTIN, B. FABRE, D. CHADEFAUX, N. OUVRAI, T. SIMILOWSKI, B. SANDOZ et V. ATTALI, « Fixed-point spirometry biases the evaluation of posturo-respiratory coupling : A comparison with optoelectronic plethysmography », *Respiratory Physiology and Neurobiology*, vol. 340, p. 7, 2026.
- [9] P. de la CUADRA, B. FABRE, N. MONTGERMONT et C. CHAFE, « Analysis of flute control parameters : A comparison between a novice and an experienced flautist », *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 94, p. 740–749, 2008.