

---

---

# A.M.E.A.

## Timbre de quelques instruments à vent

---

De nombreux instruments à vent peuvent être modélisés par un tuyau acoustique cylindrique (au moins en ce qui concerne le corps principal de l'instrument) : flûte et clarinette (pour les bois), trompette et trombone (pour les cuivres). Ce sujet vous propose d'en étudier quelques caractéristiques timbrales en utilisant la méthode des impédances ramenées.

### 1 Modes propres d'un tuyau acoustique

On considère un tuyau de longueur  $L$  et de section  $S$ , sans dissipation.

**Q1.** En utilisant la technique des impédances ramenées, déterminer les modes propres acoustiques du tuyau lorsque : (a) le tuyau est ouvert aux deux extrémités (b) une des deux extrémités est fermée.

**Q2.** Dessiner  $p$  et  $v$  dans chaque cas pour  $n = 1, 2, 3$ .

**Q3.** Montrer que le tuyau fermé ne peut produire que des partiels impairs alors que le tuyau ouvert peut produire tous les partiels. Quel intervalle existe-t-il entre les sons fondamentaux de deux tuyaux de même longueur, l'un fermé, l'autre ouvert ?

**Q4.** Montrer qu'un écart de température de 30 degrés génère un écart de près d'un demi-ton sur l'accord de l'instrument.

### 2 Clarinette

On modélise grossièrement une clarinette (dans le premier registre, dit "chaleur") par un tuyau fermé à une extrémité (anche).

**Q5.** Quelle est la longueur du tuyau lorsque, tous trous fermés, elle donne un Si<sub>2</sub> (123.5Hz) ?

**Q6.** Que se passe-t-il au niveau d'un trou ouvert ? Quel intervalle par rapport au fondamental obtient-on avec un trou latéral ouvert placé au milieu, puis au tiers de la longueur ?

### 3 Trompette

On utilise le même modèle de tuyau, mais la trompette est, elle, munie de trois pistons qui baissent les notes (via des rallonges) respectivement d'un ton, un demi-ton et un ton et demi.

- Q7.** Quelle est la longueur théorique du tuyau pour produire un son fondamental de 87Hz (Fa1, en réalité injouable) ?
- Q8.** Calculer les longueurs des trois rallonges qui viennent s'ajouter au tuyau.
- Q9.** Combien obtient-on de notes possibles par le seul jeu des pistons ? Lesquelles sont-elles si, tous pistons relevés, on a un Do ? Comment obtient-on les autres notes ?