

# LES TUYAUX SONORES

**Les tuyaux sonores sont des résonateurs à fréquences multiples :**

- La mise en vibration est différente suivant le type de l'excitateur :
  - ▶ Embouchure de flûte : A son niveau se trouve un  $N_{\text{pression}}$ .
  - ▶ Embouchure à anche : A son niveau se trouve un  $V_{\text{pression}}$ . (ex : clarinette).
- Des ondes stationnaires s'établissent dans le tuyau :
  - ▶ En général le tuyau est ouvert, à cette extrémité se trouve alors un  $N_{\text{pression}}$ .
  - ▶ S'il s'agit d'un Bourdon, le tuyau est fermé, un  $V_{\text{pression}}$  se trouve alors à cette extrémité.
- ▶ Si une extrémité est en ouverte, donc en contact avec l'air atmosphérique, on y trouve alors un  $N_{\text{pression}}$ .
  - ▶ Si une extrémité est en fermée, en contact avec une paroi immobile, on y trouve alors un  $V_{\text{pression}}$ .
- On montre la correspondance symétrique :

$N_{\text{pression}}$	$\Leftrightarrow$	$V_{\text{vibration}}$ (ou $V_{\text{déplacement}}$ )
$V_{\text{pression}}$	$\Leftrightarrow$	$N_{\text{vibration}}$ (ou $N_{\text{déplacement}}$ )

- La distance qui sépare un noeud et un ventre voisins de même nature correspond à un « demi fuseau », soit : un quart de longueur d'onde ( $\lambda/4$ ).

$c = \text{const} * \sqrt{T} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{c}{\sqrt{T}} = \text{const} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{c_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{c_2}{\sqrt{T_2}} \quad (\text{Unités S.I})$
---

**Vitesse de propagation de l'onde dans une colonne de gaz (Célérité du son) :**

- La célérité du son est proportionnelle à « la racine carrée de la température absolue du gaz » :

$c = \text{const} * \sqrt{T} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{c}{\sqrt{T}} = \text{const} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{c_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{c_2}{\sqrt{T_2}} \quad (\text{Unités S.I})$
---

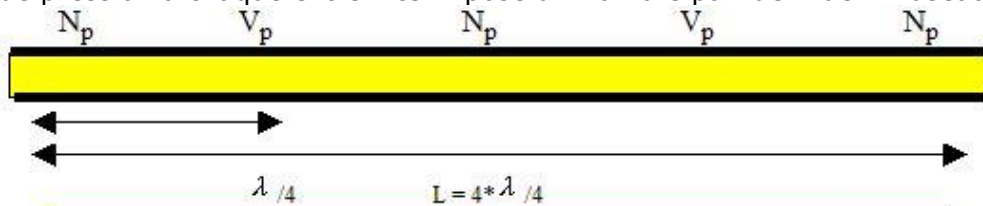
- La température absolue ou température Kelvin :  $t^\circ\text{C}$  échelle de température

$T^\circ\text{K} = t^\circ\text{C} + 273$
---

Celcius.  $T^\circ\text{K}$  échelle de température Kelvin.

## Lois des tuyaux sonores :

1. Tuyaux ouverts aux deux extrémités, (type flûtes à bec ou traversière) : Un nœud de pression à chaque extrémité impose un nombre pair de « demi-fuseaux »



$$L_{\text{tuyau}} = k * l_{\text{demi fuseau}} \quad \text{avec } k : \text{entier pair}$$

$$l_{\text{demi-fuseau}} = \frac{\lambda}{4}$$

Longueur d'un « demi-fuseau » Longueur d'onde :  $\lambda =$

$v * T = \frac{v}{f}$  ou bien  $= \frac{c}{N}$  avec  $\lambda$  en m ; v ou c en  $m.s^{-1}$  ; f ou N en Hz. T (période) en s (à ne pas confondre avec la température absolue !) ;

$$L_{\text{tuyau}} = k_{\text{pair}} * \frac{\lambda}{4} = k_{\text{pair}} * \frac{c}{4 * f}$$

2. Longueur du tuyau :
3. Fréquence du son fondamental émis :

$$f_1 \text{ ou } N_1 = \frac{k_{\text{pair}} * c}{4 * L_{\text{tuyau}}} = \frac{c}{2 * L_{\text{tuyau}}} \quad \text{Avec } k_{\text{pair}} = 2$$

4. Fréquences des harmoniques émis :  $f_2 = 2*f_1$  ;  $f_3 = 3*f_1$  ;  $f_4 = 4*f_1$  ;  $f_5 = 5*f_1$  ; ....