

En 1636, le moine français Marin Mersenne (1588-1648) écrivait : «Tous les instruments de Musique pourraient être appelés à vent, puisqu'il n'est pas possible de faire des sons sans le mouvement de l'air, (...) néanmoins on a coutume de nommer *instruments à vent* ceux que l'on embouche, ou que l'on fait sonner avec des soufflets ».

## 1. Constitution d'un instrument à vent

Les instruments à vents sont constitués, tout comme les instruments à cordes, d'un système excitateur et d'un corps sonore.

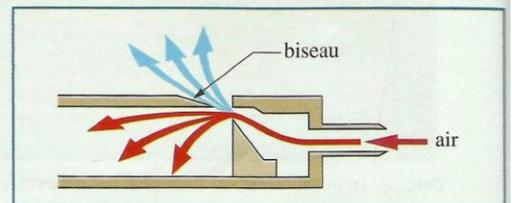
### 1.1 L'excitateur

Il existe plusieurs façons de faire vibrer une colonne d'air [Doc. 1].

- Le musicien peut envoyer directement un filet d'air sur un biseau. Le filet d'air, se brisant sur le biseau, oscille en s'écoulant alternativement vers l'intérieur puis vers l'extérieur du tube [Doc. 2].

L'orgue ou la flûte à bec sont des exemples d'instruments à vent à biseau.

- Pour certains instruments à vent, l'arête du bord du tuyau remplace le biseau [Doc. 3]. C'est le cas de la flûte traversière ou de la flûte de Pan.



Doc. 2 Des tourbillons d'air se forment périodiquement de part et d'autre du biseau.



Doc. 3 Positionnement de la bouche pour faire émettre un son à l'aide d'une flûte de Pan.



Flûte à bec.



Saxophone.



Trompette.

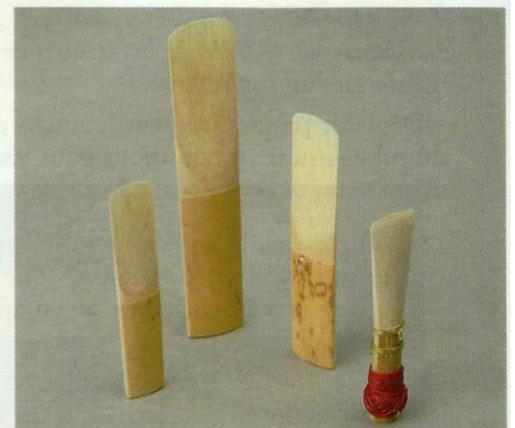


Flûte traversière.

Doc. 1 Différentes façons d'exciter une colonne d'air avec des instruments à vent.

- Une autre façon consiste à adapter une « anche » sur l'instrument. Il s'agit d'une petite lamelle en métal, en roseau ou en matière plastique, capable de vibrer sous l'effet du souffle du musicien [Doc. 4].

On trouve des hanches dans le saxophone et la clarinette.



Doc. 4 Différentes anches.

- Dans le cas des instruments à embouchure comme la trompette ou le trombone, on peut parler d'« anches lippales », car le musicien fait vibrer ses lèvres en expirant fortement.

## 1.2 Les corps sonores

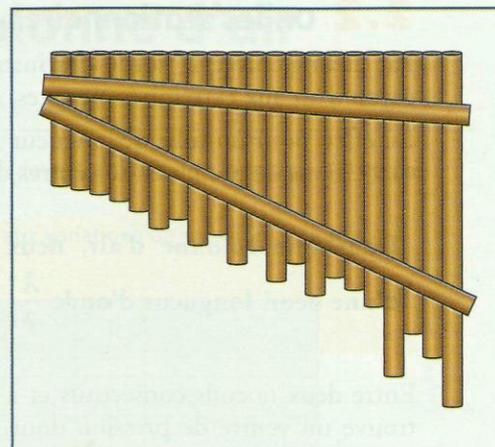
Pour obtenir des sons intenses, les systèmes excitateurs, doivent être couplés à une colonne d'air qui entre en résonance et qui impose la hauteur de la note jouée.

Nous avons vu, page 82, qu'un son est d'autant plus grave que la colonne d'air est grande.

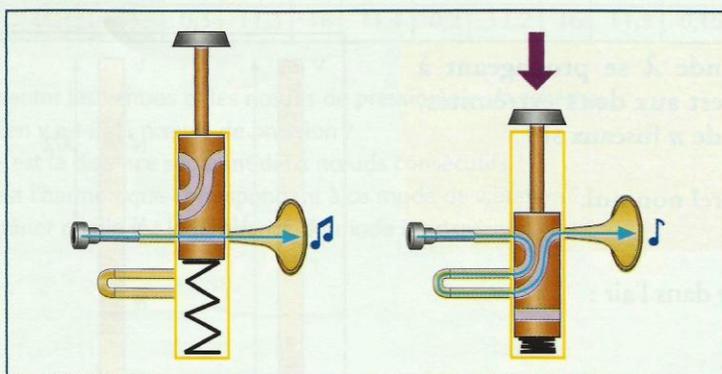
Dans les instruments à vent, on adapte la taille de la colonne d'air à la hauteur de la note désirée.

Dans le cas de la flûte de Pan [Doc. 5] ou de l'orgue, chaque longueur de tube est associée à une note différente. Pour jouer une musique élaborée, un grand nombre de tuyaux seront nécessaires (page 81).

On peut aussi, comme dans le cas du trombone à coulisse ou de la trompette [Doc. 6], modifier la longueur du tube.



Doc. 5 Chaque tube de la flûte de Pan permet de jouer une note différente.



Doc. 6 Les pistons du cor ou de la trompette servent à modifier la longueur du tuyau sonore.

Il existe aussi des instruments, tels que la flûte à bec ou la flûte traversière, pour lesquels on bouche ou non des « lumières » pour modifier la hauteur du son émis par l'instrument.

Les lumières sont des trous percés le long du tube (Doc. 3, page 82).

## 2. Vibration d'une colonne d'air

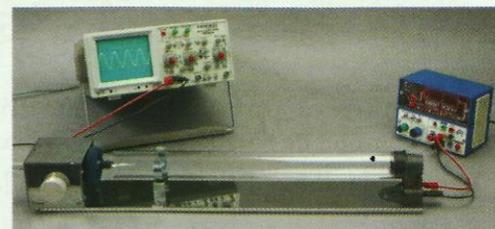
### 2.1 Fréquences de résonance

L'émission sonore d'un tube d'air soumis à la vibration forcée produite par un haut-parleur est en général d'intensité très faible [Doc. 7].

Toutefois, pour certaines fréquences, la colonne d'air de longueur  $L$  émet un son beaucoup plus intense (voir § 2, page 83).

On remarque que, pour un même tube, ces fréquences sont toutes multiples d'un fondamental.

**Les fréquences de résonance d'une colonne d'air sont quantifiées et dépendent de la longueur de cette dernière.**



Doc. 7 Colonne d'air mise en vibration par le haut-parleur.

## 2.2 Ondes stationnaires dans un tube d'air

Par analogie avec la corde des instruments à corde, il s'établit, dans un tuyau d'air aux extrémités ouvertes, un système d'ondes stationnaires.

En effet, pour un tube de longueur  $L$ , à certaines fréquences on repère des successions de nœuds et de ventres de pression (voir § 2, page 83).

**Dans une colonne d'air, deux nœuds consécutifs sont distants d'une demi-longueur d'onde  $\frac{\lambda}{2}$ .**

Entre deux nœuds consécutifs et à mi-distance de chacun d'entre eux se trouve un ventre de pression dont la variation de pression est maximale

**[Doc. 8].**

Aux ventres de pression correspondent des nœuds de vibration et vice versa

**[Doc. 9].**

La longueur  $L$  du tube correspond à un nombre entier de demi-longueur d'ondes.

**Une onde sinusoïdale de longueur d'onde  $\lambda$  se propageant à l'intérieur d'un tube de longueur  $L$ , ouvert aux deux extrémités, donne naissance à une onde stationnaire de  $n$  fuseaux si :**

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ avec } n \text{ entier naturel non nul.}$$

En notant  $V$  la célérité de l'onde sinusoïdale dans l'air :

$$f_n = \frac{V}{\lambda} = n \cdot \frac{V}{2L}.$$

Ces fréquences sont des multiples de la fréquence du mode fondamental :

$$f_1 = \frac{V}{2L}.$$

Elles sont quantifiées. Ce sont les fréquences propres du tube.

**La fréquence du fondamental d'une colonne d'air de longueur  $L$  est :**

$$f_1 = \frac{V}{2L}$$

avec  $V$  la célérité des ondes dans l'air.

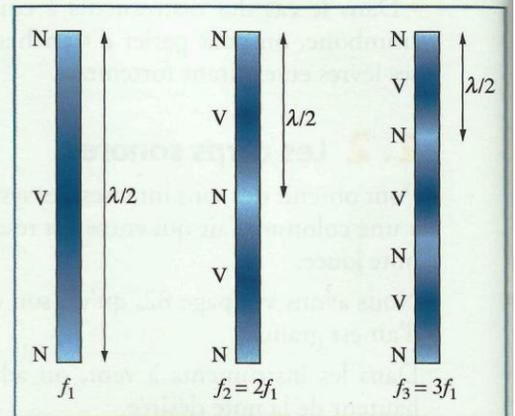
**Les fréquences propres du tube sont :**

$$f_n = n \cdot \frac{V}{2L} = n \cdot f_1.$$

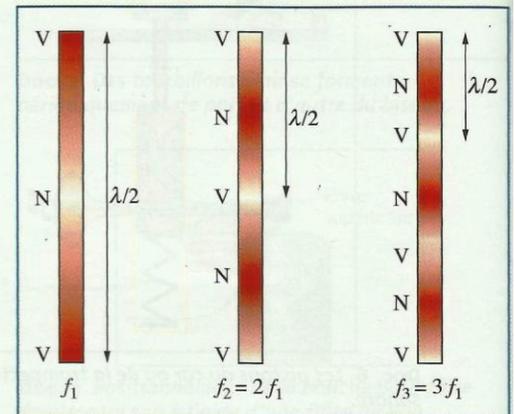
Dans le cas particulier d'un tube fermé à l'une de ses extrémités, comme le bourdon de l'orgue, on trouve, à l'extrémité fermée, un ventre de pression.

La condition d'obtention d'une onde stationnaire devient :

$$L = \left(n - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ avec } n \text{ entier naturel non nul.}$$



**Doc. 8** Positions des nœuds et des ventres de pression pour le mode fondamental et les premiers harmoniques.



**Doc. 9** Positions des ventres et des nœuds de vibration dans un tube ouvert pour le mode fondamental et les premiers harmoniques.