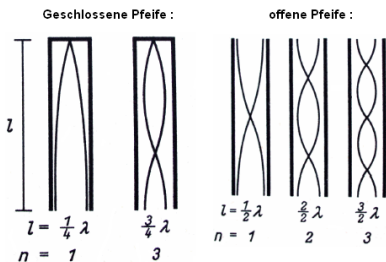


# Le tube qui chante



Voici un phénomène fantastique:  
un tuyau qui produit des sons mystérieux



C'est aussi une expérience idéale  
pour illustrer les ondes stationnaires



$$f = c/\lambda = c/2l$$

## ***Ce que tu reçois***

- un «***tube qui chante***» complet, constitué d'un tube en aluminium de 60 cm et d'une toile métallique intégrée.  
Chaque tube est testé avant livraison.

## **Recharge**

- une toile métallique de rechange

## **Ce dont tu as besoin en plus**

- un bec Bunsen (disponible sur la boutique en ligne de Magic Science, dans la rubrique «accessoire»)

## ***Un tube qui chante, qu'est-ce que c'est ?***

Lorsqu'on souffle dans un tube dont l'autre extrémité est fermée comme dans une flûte de pan, on produit un son. Une onde stationnaire se forme dans le tube. La hauteur du son (fréquence ou longueur d'onde) dépend de la longueur du tube.

Il est aussi possible de faire pareil avec un tube ouvert à ses deux extrémités. Mais dans ce cas-là, il faut forcer l'air à traverser le tube.

Pour cela, on insère une grille métallique dans le bas d'un tube en métal maintenu en position verticale. Puis on chauffe fortement le bas du tube et la grille, à l'aide d'un bec Bunsen. Lorsqu'on enlève le tube de la flamme, l'air s'échauffe au contact de la grille métallique chaude. Il génère une aspiration, comme dans une cheminée. L'air qui traverse le tube vers le haut entre en résonance et produit un son audible. Ce phénomène peut durer plus de 15 secondes, en fonction de la quantité de chaleur emmagasinée. Quand la grille métallique est refroidie, l'aspiration s'arrête et le son s'arrête.

Si nous fermons le tube, en haut, avec la main, nous arrêtons l'aspiration et le son cesse immédiatement. Si l'on réouvre le tube, l'air chaud circule de nouveau vers le haut et le son est de nouveau audible.

Le tube en position verticale peut aussi être tourné horizontalement, ce qui fait également cesser le son. On peut ainsi faire croire au spectateur que l'on verse le son dans un bol. Quand le tube est de nouveau en position verticale, on verse le son du bol de nouveau dans le tube. Voir à ce propos la vidéo sur la page d'accueil [www.magicscience.ch](http://www.magicscience.ch).

Le tube en métal et la grille métallique ont été optimisés pour l'expérience. Si la grille métallique tombe du tube, celle-ci peut être un peu courbée et réinsérée dans le tube. Le manche d'un tournevis ou un objet rond peut être utilisé pour réinsérer la grille métallique.

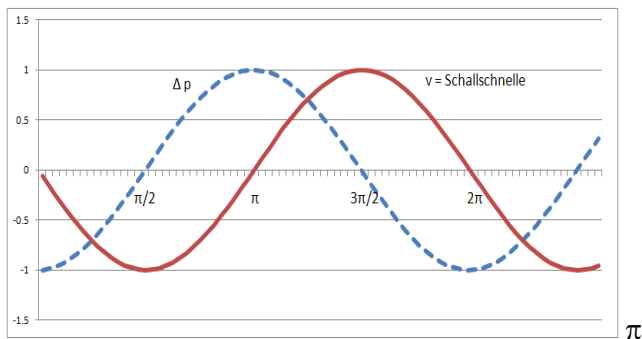
Des grilles de rechange sont disponibles dans la boutique en ligne sous «Recharges».



# Comment ça fonctionne ?

## Explication complexe :

Dans un tube vertical, le son est produit par une rétroaction. Une rétroaction a lieu quand une oscillation dirige un approvisionnement d'énergie tel que la phase d'oscillation devance cet apport d'énergie de  $\pi/2$  ( $90^\circ$ ).



L'image ci-dessus représente l'évolution temporelle de la vitesse des molécules  $u$  (en rouge) et de la pression acoustique  $\Delta p$  (en bleu) à l'emplacement de la grille métallique. Au temps  $t = \pi/2$ , la pression acoustique au niveau de la grille métallique passe de négative à positive et la vitesse d'aspiration de l'air est minimale.

A ce moment, l'augmentation de la pression acoustique produite par l'apport thermique est maximale car l'air, circulant à vitesse minimale, est chauffé plus longtemps par la grille métallique brûlante.

La vitesse des molécules oblige donc l'approvisionnement énergétique à faire varier la pression acoustique. En fonction de la vitesse acoustique, l'air au niveau de la grille métallique est par période plus ou moins chauffé et crée ainsi une augmentation de la pression acoustique plus ou moins forte.

### **Explication simple:**

Le son audible est une onde stationnaire qui est générée au niveau de la grille brûlante par le réchauffement de l'air et par les vibrations. La hauteur du son ou sa fréquence  $f$  dépend de la longueur du tube.

Celle-ci est :  $f = c/\lambda = c/2l$

Ici,  $c$ 'est la vitesse du son dans l'air (environ 330 m/s) et  $l$ , la longueur du tube.  $\lambda$  est la longueur de l'onde. Ainsi, un tube de 50 cm de long produit donc un son à environ 330 Hz.

## **Mesures de sécurité**

L'expérience ne doit être menée qu'en présence d'un adulte. L'utilisation d'une flamme nue nécessite une grande prudence.

La partie inférieure du tube devient brûlante → danger de brûlures. Après l'expérience, laisser le tube refroidir dans un endroit sûr.

Ne pas tenir le dispositif expérimental à proximité de matières inflammables.