

Le son, un phénomène invisible ? Pas tout à fait !

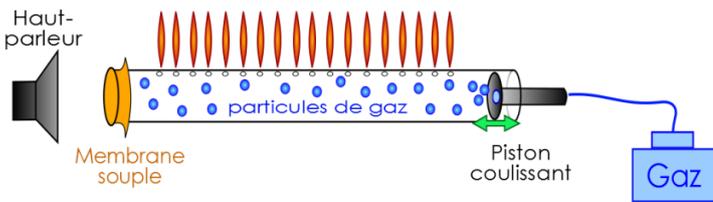
Faculté des Sciences – Département de physique

Kostet Billal, Pasternak Antoine

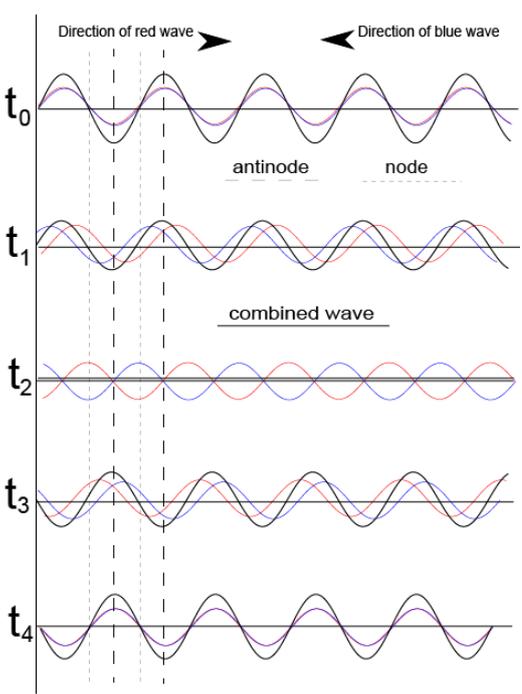
On ne voit pas le son quand il se propage dans l'air. Par contre, on peut observer qu'un haut-parleur n'émet de la musique que lorsque sa membrane circulaire vibre. De même, une guitare n'émet des notes de musique que lorsqu'une ou plusieurs de ses cordes vibrent.

Ces vibrations, elles sont toujours présentes quand le son se propage mais on ne les voit plus dans l'air ambiant. Le tube de Rubens va justement nous permettre de contourner ce problème !

Nous disposons d'un tube troué sur toute la longueur, fermé d'un côté avec un piston afin de pouvoir changer sa longueur, et ouvert de l'autre. Une membrane souple est tendue sur cette ouverture afin de pouvoir transmettre les vibrations du son de notre haut-parleur. Le tube est ensuite rempli de propane, et le gaz s'échappant par les petits trous est enflammé.



Lorsque nous allons envoyer du son dans le tube, celui-ci va se propager puis se réfléchir, et l'onde réfléchie va interférer avec la nouvelle onde émise par le haut-parleur entre temps.



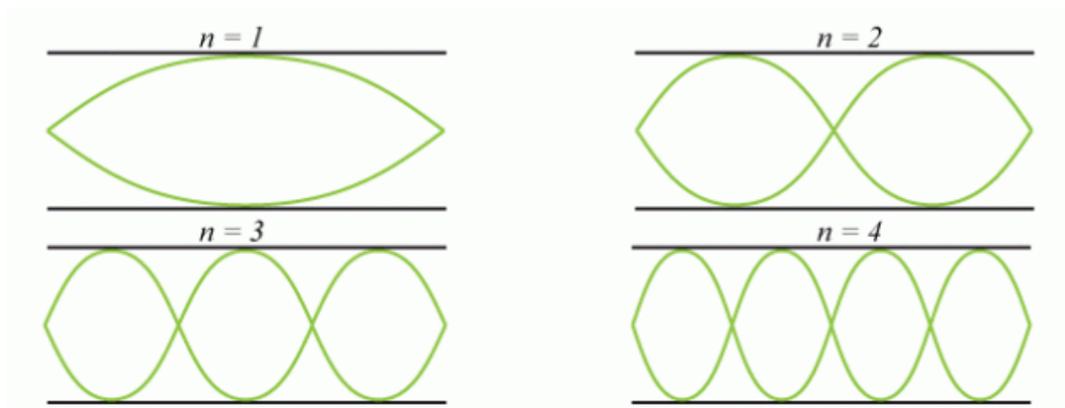
Vu que les deux ondes ont des amplitudes et des fréquences identiques, il va se créer des endroits où la pression ne varie jamais, appelés nœuds, qui entourent des endroits où la pression varie. L'augmentation de la variation de pression en fonction de la position sur le tube est toujours continue, et atteint des maxima appelés ventres.

Il se passe la même chose avec le déplacement des particules : il existe des endroits où elles sont immobiles, des nœuds de déplacement (qui correspondent à un ventre de pression) entre lesquels le déplacement augmente progressivement avant d'attendre un maximum (qui correspond à un nœud de pression). Sur l'image de gauche, la courbe noire représente la somme de l'onde émise (rouge) et de la réfléchie (bleue). Deux des nœuds sont indiqués par des pointillés, et deux des ventres sont indiqués par des petits traits.

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Standingwaves.s>

Nous sommes en présence d'un tube fermé-fermé, la membrane souple empêche en effet l'échange de matière entre le tube et le milieu extérieur. Ceci impose donc des ventres de pression (et des nœuds de déplacement) à chaque extrémité. La contrainte se traduit par

$L = n \left(\frac{\lambda}{2} \right)$, avec L la longueur du tube et λ la longueur d'onde du son (égale deux fois la distance entre deux nœuds).



http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_E_M02_G03_07/co/NLP_E_M02_G03_07.html

La hauteur de flamme est proportionnelle à la racine de la différence de pression entre l'extérieur et la zone du tube sous le trou de la flamme. On a alors que pour une augmentation et une diminution de pression dans le tube de même amplitude (ce qui se passe de manière régulière aux ventres de pression), la flamme va être agrandie d'une certaine hauteur, puis diminué d'une hauteur plus grande. En moyenne, la hauteur de flamme va donc être diminuée aux ventres de pression. Elle ne changera cependant pas aux nœuds de pression. Ceci nous donne la figure sinusoïdale tant attendue.

On peut mesurer la hauteur entre deux nœuds de pression, qui correspond à la longueur d'onde λ . Conformément à la formule $v = \lambda * f$, où v est la vitesse du son dans le milieu, λ la longueur d'onde du son et f la fréquence du son, et sachant que l'on connaît la fréquence du son émis, on peut trouver la vitesse du son dans le milieu (ici du propane).