

## AP : MESURE DE LA VITESSE DU SON... AVEC UN TUYAU

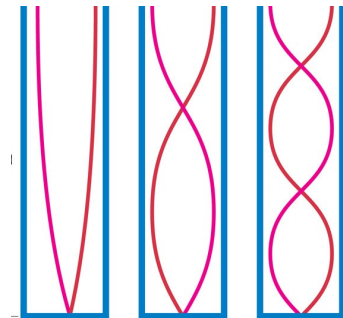
Une vidéo publiée sur le site du Palais de la découverte à Paris montre que l'on peut mesurer la vitesse du son dans l'air avec du matériel très simple. Nous allons le vérifier et voir comment c'est possible.

### ❖ DOCUMENTS:

#### DOCUMENT 1 : REFLEXION D'UNE ONDE SONORE DANS UN TUYAU.

Une onde sonore pénètre dans un tuyau fermé à une extrémité sur laquelle elle se réfléchit. L'onde incidente et l'onde réfléchie interfèrent comme le montre la vidéo disponible sur le site : [www.fredpeuriere.com](http://www.fredpeuriere.com)  
Observez attentivement la *superposition de deux ondes se propageant en sens contraire* et la *réflexion sur une extrémité*.  
L'onde bleue résultante est « stationnaire », elle présente des maxima (ventres de vibration) et des minima (nœuds de vibration). Si on place un micro ou son oreille sur un ventre de vibration, l'intensité sonore est maximum, sur un nœud, elle est nulle.

#### DOCUMENT 2 : MODES DE VIBRATION



fondamental (f1) harmonique (f2) harmonique (f3)

Une onde sonore étant généralement composé d'une fréquence fondamentale  $f_1$  et de fréquences harmoniques  $f_n$  (avec  $n$  entier supérieur à 1), il existe plusieurs modes possibles de vibration de l'air dans un tuyau de longueur  $L$ . Le schéma ci-contre montre les positions des ventres et des nœuds pour quelques fréquences. L'onde pénètre par le haut du tuyau, puis elle est réfléchie au fond.

$$\text{Rappel: } f = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda}$$

Vitesse du son dans l'air :  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$

### ❖ MATERIEL DISPONIBLE:

- Un **TUBE EN PVC**, on peut faire varier la longueur  $L$  de la colonne d'air en le plongeant plus ou moins profondément dans un **GRAND BECHER** rempli d'eau.  
- Un **DIAPASON** pour produire l'onde sonore à l'entrée du tuyau. L'onde sonore produite est réfléchie à la surface de l'eau.

- Une **REGLE** ou **METRE RUBAN** pour mesurer la longueur ( $L$ ) de la colonne d'air dans le tuyau (entre l'entrée du tuyau et la surface de l'eau).
- Un **MARQUEUR**.
- Pour repérer les ventres de vibration, on utilisera un capteur simple : **NOTRE OREILLE** ! On la placera, comme le diapason, à l'entrée du tuyau.
- Un **MICRO** dynamique et **AUDACITY**.

### ❖ TRAVAIL A REALISER:

- 1) Déterminer précisément la fréquence de vibration de votre diapason. Donnez votre résultats en montrant les calculs puis vérifiez que le son produit ne contient que très peu d'harmoniques.  
Expliquez succinctement la démarche suivie.

↳ *APPELEZ LE PROFESSEUR EN CAS DE DIFFICULTÉ*

- 2) A l'aide des documents, déterminez (en fonction de  $\lambda$ ), la longueur  $L$  d'un tuyau permettant d'entendre un ventre vibration produit par le son du diapason en plaçant son oreille à l'entrée du tuyau. Détaillez votre réponse.

↳ *APPELEZ LE PROFESSEUR EN CAS DE DIFFICULTÉ*

- 3) Proposez un protocole expérimental permettant de mesurer la vitesse du son dans l'air à l'aide du matériel disponible.

↳ *APPELEZ LE PROFESSEUR POUR PROPOSER VOTRE PROTOCOLE OU EN CAS DE DIFFICULTÉ*

- 4) Donnez vos résultats en montrant vos éventuels calculs. Quelles sont les principales causes d'erreurs dans cette expérience ?

- 5) L'incertitude sur la fréquence du diapason et la mesure de  $L$  peuvent être estimée à :

$$U_f = 3Hz$$

$$U_L = 4cm$$

Calculez l'incertitude sur la mesure de  $v$  et son incertitude relative :  $\frac{U_v}{v}$

*Rappel:*

Lorsqu'on a une relation du type:  $a = \frac{b}{c}$  ou  $a = b \times c$ , l'incertitude sur  $a$  peut se calculer à l'aide de la relation :

$$\frac{U_a}{a} = \sqrt{\left(\frac{U_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{U_c}{c}\right)^2}$$