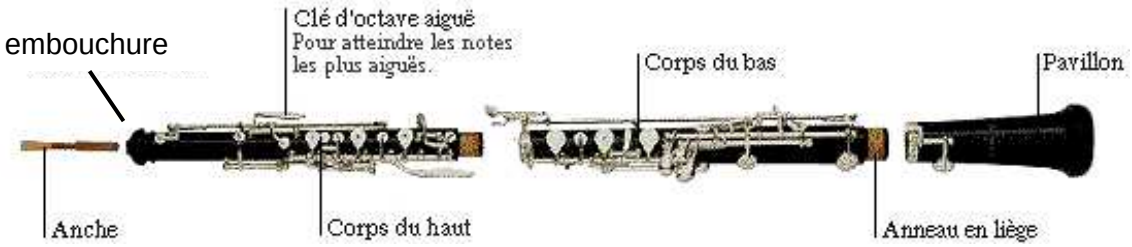
EXERCICE III. ÉTUDE D'UN INSTRUMENT À VENT (5 points)

Le hautbois est présent dans de nombreux orchestres. Autrefois en bambou ou en roseau, il est aujourd'hui fabriqué en ébène ou en palissandre, bois beaucoup plus résistants.

D'une soixantaine de centimètres de longueur, il fait partie de la famille des instruments à vent : le son est produit par la mise en vibration du tube d'air ainsi constitué.



http://www.instrumentsdumonde.fr/finstrument/105-Hautbois.html

On propose, dans cet exercice d'étudier, avec un modèle simplifié, le fonctionnement d'un hautbois.

Questions préliminaires

1. Montrer que la fréquence fondamentale dans un hautbois est égale à $f_1 = \frac{v}{4L}$,

v étant la vitesse de l'onde sonore dans le tube.

2. Quelle devrait être la longueur d'un hautbois si l'on voulait jouer la note Mi_1 (note Mi à l'octave 1) lorsque tous les trous sont bouchés ? Commenter le résultat.

Problème

La position des trous joue sur la longueur effective *L* du tube dans lequel les ondes se propagent. Un trou ouvert diminue la longueur de ce tube. On considère que l'on a une extrémité ouverte au niveau du trou ouvert.
Le hautbois étudié a maintenant un tube de longueur 66,8 cm quand tous les trous sont bouchés.
Quelle doit être la longueur du tube pour jouer la note Fa à l'octave 2 ?

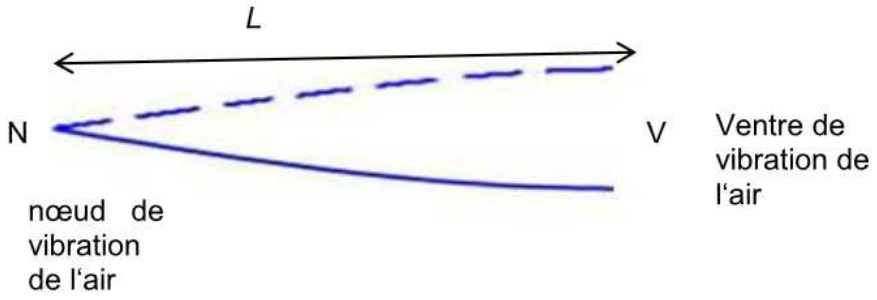
Données :

- vitesse de l'onde sonore dans les conditions d'étude : 350 $m.s^{-1}$;
- conditions aux limites dans un tube d'air : l'extrémité d'un tube d'air fermé est le siège d'un nœud de vibration alors que l'extrémité ouverte sera le siège d'un ventre de vibration.

Document 1 : modes de vibration de la colonne d'air dans un hautbois

• Pour le hautbois, le tube est modélisé par une cavité fermée au niveau de l'anche et ouverte au niveau du pavillon.

• Pour le mode de vibration fondamental, la longueur *L* du tube est égale à un quart de longueur d'onde de l'onde.



Document 2 : Notes et octaves

En musique, une octave est l'intervalle séparant deux sons dont la fréquence de l'un vaut le double de la fréquence de l'autre. Monter d'une octave correspond à doubler la fréquence de la note.

Fréquences (en Hz) de quelques notes à l'octave 1 :

Do_1	$Ré_1$	Mi_1
65,4	73,3	82,4

Document 3 : Demi-ton

Dans la musique occidentale, le demi-ton désigne le plus petit intervalle séparant deux notes successives de la gamme tempérée de la même octave.

Notes	Do	Do#	Ré	Ré#	Mi	Fa	Fa#	Sol	So|#	La	La#	Si	Do

À partir de l'extrémité du pavillon, un raccourcissement de la longueur du tube de 6 % fait monter la note d'un demi-ton.