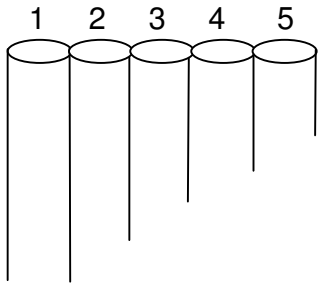
EXERCICE 3 : Quelques propriétés de la flûte de Pan (4 points) - Spécialité

Pondichéry 2008

La flûte de Pan est très certainement un des instruments les plus faciles à fabriquer. Il suffit de quelques bouts de roseau bien évidés, d'un peu de bougie et d'un bon couteau !

Cette flûte consiste en une série de tuyaux de longueurs différentes qui sont maintenus ensemble par des ligatures (voir figure ci-dessous). Une extrémité de chaque tuyau est à l'air libre, l'autre (le fond) est fermée.



Une fois construite, cette flûte doit jouer les notes do_3 , mi_3 , sol_3 , do_4 et mi_4.

Les deux dernières notes sont à l'octave respectivement des notes do_3 et mi_3, c'est-à-dire qu'il y a une octave entre do_3 et do_4 (idem pour mi_3 et mi_4), la note do_4 étant plus aiguë que do_3 (idem pour mi_4 plus aiguë que mi_3).

Une recherche documentaire a permis de connaître les fréquences des trois premières notes :

notes	do_3	mi_3	sol_3
Fréquence en Hz	262	328	393

3.1 Rappeler la définition de deux sons à l'octave et déterminer les fréquences des deux notes do_4 et mi_4.

On rappelle que :

- les sons sont produits par les vibrations des colonnes d'air contenues dans les tuyaux ;
- la vitesse de propagation (célérité) des sons dans l'air est $c = 340\ m.s^{-1}$.

Une étude plus fine montre qu'il y a toujours un nœud de vibration à une extrémité fermée d'un tuyau et un ventre de vibration à une extrémité ouverte.

3.2.a Définir ce qu'on appelle nœud de vibration et ventre de vibration.

3.2.b Dans quel type d'ondes peut-on observer des nœuds et des ventres de vibration ?

3.3 On note λ la longueur d'onde du son de fréquence f.

On rappelle qu'un nœud et un ventre consécutifs sont distants de $\frac{\lambda}{4}$.

3.3.a Exprimer λ en fonction de f et des données du problème.

3.3.b Montrer que le tuyau de la flûte de longueur L est accordé sur le son de longueur d'onde λ si $L = n\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$, n étant un nombre entier positif ou nul.

3.3.c. On appelle mode chaque valeur de n.
Qu'appelle-t-on mode fondamental ? Que vaut L dans ce cas ?

3.3.d. Déterminer la longueur de chacun des 5 tuyaux de la flûte de Pan dont le fondamental est accordé sur chacune des 5 notes do_3 , mi_3 , sol_3 , do_4 et mi_4.

3.4. On dit parfois que les seuls sons possibles pour une flûte de Pan sont les harmoniques impairs. Justifier cette affirmation.

3.5. Un microphone enregistre le son produit par le tuyau n°3. La tension-image de ce son est ensuite analysée par un ordinateur.
Représenter ce que donnerait une analyse fréquentielle (ou spectre fréquentiel) du son produit par le tuyau n°3 : en abscisses les fréquences des modes et en ordonnées les amplitudes (arbitraires). Votre schéma devra comporter au moins 4 harmoniques.

3.6 La célérité du son dans l'air augmente (faiblement) avec la température.
Prévoir qualitativement si les notes jouées vont être toutes légèrement plus aiguës ou plus graves quand la température augmente. On ne raisonnera que sur le mode fondamental de vibration et on négligera la dilatation des tuyaux.