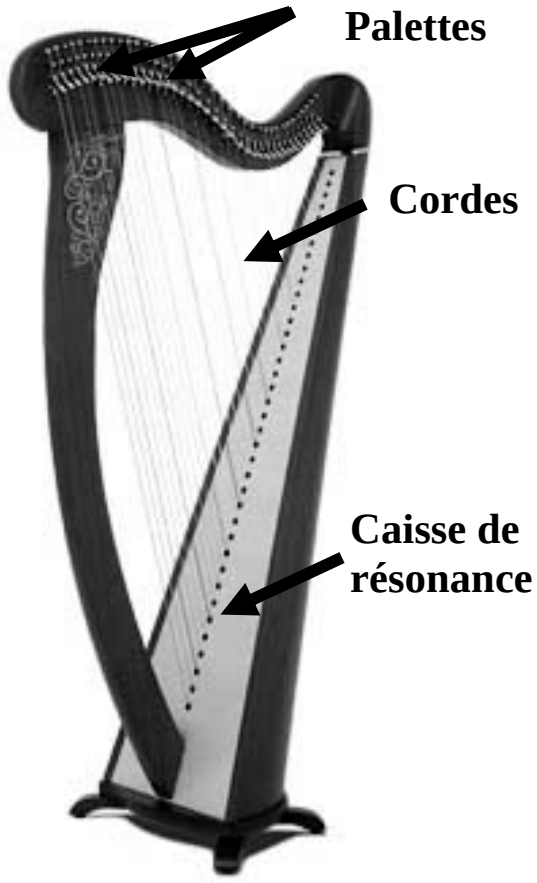
**Amérique du nord 2009 EXERCICE III : LA HARPE CELTIQUE (4 POINTS)**

*La harpe est un instrument triangulaire à cordes pincées. La harpe celtique est munie de 32 à 38 cordes de longueurs variables. Des chevilles, non visibles sur la photographie, permettent de tendre plus ou moins les cordes et ainsi d'accorder la harpe. En soulevant les palettes ( en position basse sur la photographie), on raccourcit de quelques centimètres la longueur de chaque corde ce qui permet d'obtenir des notes altérées (dièses, bémols).*




*Données :*

| *notes* | *$la_1$* | *$la_3$* |
|---|---|---|
| *Fréquences (Hz)* | *110* | *440* |

*Relation entre la célérité* v *de l'onde sur la corde, la tension* T *de la corde, et la masse linéique* μ *de cette corde :* $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, *avec* T *en N et* μ *en* $kg.m^{-1}$.

1. Émission d'un son
   1.1. Quelles sont les deux fonctions que doit remplir un instrument de musique pour produire un son ?
   1.2. Parmi les différents éléments qui constituent la harpe, quels sont ceux qui assurent ces fonctions ?

2. On considère la corde « $la_3$ » de longueur L = 72 cm. Lorsque l'on pince la corde, elle vibre suivant ses différents modes propres de vibration.

   2.1. Représenter l'allure de la corde lorsqu'elle vibre dans le mode fondamental.

   2.2. En déduire, pour ce mode, la relation entre la longueur L de la corde et la longueur d'onde $\lambda$.

   2.3. Établir la relation liant la fréquence f du fondamental et la célérité v de l'onde sur la corde.

   2.4. En déduire la valeur de la célérité de l'onde se propageant sur la corde.

   2.5. Quelle devrait être la longueur $L_1$ d'une corde de même nature que la précédente et utilisée dans les mêmes conditions pour émettre le son « $la_1$ » ? Une telle longueur est-elle envisageable ?

   2.6. Sur quels paramètres est-il possible d'agir et dans quels sens pour obtenir le son « $la_1$ », avec une corde de longueur proche de 72 cm ?

   2.7. Si le musicien soulève la palette de l'une des cordes, le son émis par cette corde sera-t-il plus grave ou plus aigu ? Justifier.

3. Le musicien joue un « $do_2$ ». On analyse le son émis et on obtient le spectre n°1 figurant page suivante.

   3.1. Quelle est la hauteur du son émis ?

   3.2. À quoi correspondent les différentes fréquences obtenues ? Par quelle(s) relation(s) sont-elles liées ?

4. *Lorsque le musicien joue deux notes simultanément, l'effet produit à l'oreille dépend de l'intervalle entre les deux notes jouées. On appelle intervalles consonants, ou consonances, les intervalles agréables à l'oreille, et intervalles dissonants, ou dissonances, ceux pour lesquels l'impression est plus ou moins désagréables. L'effet de consonance de deux notes peut s'expliquer par le recouvrement plus ou moins important des harmoniques de chacune d'elles, autrement dit, les deux notes doivent avoir des harmoniques en commun.*

   4.1. Choisir parmi les deux ensembles de notes proposés, $do_2$-$do_3$ ou $do_2$-$ré_2$, celui que doit jouer le musicien pour obtenir un intervalle consonant. On s'appuiera sur les spectres de fréquences donnés page suivante et on justifiera la réponse.

   4.2. On rappelle que le niveau sonore en décibels est défini par la relation $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$, où I est l'intensité sonore et $I_0$ l'intensité sonore de référence. Si deux notes sont jouées simultanément avec la même intensité sonore, le niveau sonore doublera-t-il ?

## Spectres de fréquence

