

## EXERCICE III - La quête du GRAVE

L'histoire de la contrebasse remonte à la création de la famille des violons au XVI<sup>ème</sup> siècle en Italie. La recherche d'instruments à cordes avec ce timbre particulier mais capable de jouer des notes plus graves a conduit à l'élaboration de la contrebasse puis de l'octobasse. En 2010 l'atelier de lutherie de Mirecourt de J.J. Pagès a reproduit à l'identique l'octobasse.

L'objectif de cet exercice est de répondre au problème que se pose le luthier : comment peut-il produire des notes de plus en plus graves avec l'instrument qu'il fabrique, l'octobasse ?

Pour répondre aux questions suivantes, vous vous aiderez des documents 1 à 3 page suivante.



### Résolution de problème

#### Questions préalables

- Donner la relation liant la fréquence  $f$  du mode de vibration fondamental, la longueur de la corde  $L$  et la célérité  $v$  de l'onde sur la corde. Montrer que cette relation peut s'écrire :  $f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ .
- Le son le plus grave de la contrebasse jouant à vide est un  $mi_0$ . La longueur de la corde émettant cette note vaut  $L_0 = 1,05$  m. On souhaite construire une octobasse qui puisse émettre la note  $do_{-1}$ . En faisant l'hypothèse que l'octobasse possède une corde de même masse linéique et de même tension que la corde «  $mi_0$  » de la contrebasse, que peut-on dire de la longueur de la corde  $L_{-1}$  de l'octobasse nécessaire pour émettre la note  $do_{-1}$ . À quelle difficulté se trouve confronté le luthier ?

#### Problème

En s'affranchissant de l'hypothèse précédente, quelle(s) solution(s) technique(s) le luthier peut-il proposer pour que, en respectant le cahier des charges (document 3), une même corde de l'octobasse puisse émettre un  $do_{-1}$  et aussi un  $ré_{-1}$  ?

#### Remarques :

*L'analyse des données ainsi que la démarche suivie sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Les calculs numériques seront menés à leur terme avec rigueur.*

### Document 1. Quelques informations

Une corde de longueur  $L$  vibrant dans son mode fondamental vérifie la relation :

$$L = \frac{\lambda}{2} \quad \text{avec } \lambda : \text{longueur d'onde de la vibration de la corde.}$$

La célérité  $v$  de l'onde sur la corde est liée à la tension  $T$  imposée à la corde et à sa masse linéique  $\mu$  par la relation :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{avec } T \text{ en N et } \mu \text{ en kg.m}^{-1}$$

Le domaine du spectre audible pour l'homme va de 20 Hz à 20 kHz.

### Document 2. Fréquences de quelques notes dans la gamme tempérée

| Fréquences des notes (Hz) |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|
| Numéro d'octave           | -1   | 0    | 1    |
| do (ut)                   | 16,3 | 32,7 | 65,4 |
| ré                        | 18,3 | 36,7 | 73,4 |
| mi                        | 20,6 | 41,2 | 82,4 |
| fa                        | 21,8 | 43,6 | 87,3 |
| sol                       | 24,5 | 49,0 | 98,0 |
| la                        | 27,5 | 55,0 | 110  |
| si                        | 30,9 | 61,7 | 123  |

Les cordes d'un instrument sont nommées d'après la note qu'elles émettent dans le mode fondamental, quand elles sont pincées à vide.

### Document 3. Cahier des charges de l'octobasse d'après le luthier

L'octobasse possède 3 cordes jouant respectivement les notes  $do_{-1}$ ,  $sol_{-1}$  et  $do_0$  et sa taille est d'environ 4 m. La longueur des cordes est de 2,18 m (longueur à vide). L'instrument est si grand que le musicien doit monter sur un escabeau pour frotter les cordes avec un archet. Le musicien peut manipuler, à l'aide de manettes, sept doigts métalliques qui réduisent la longueur des cordes pour jouer les différentes notes.

