

ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE
SUJET ZÉRO

L'histoire de la contrebasse remonte à la création de la famille des violons au XVI^e siècle en Italie. La recherche d'instruments à cordes avec ce timbre particulier mais capables de jouer des notes plus graves a conduit à l'élaboration de la contrebasse, puis de l'octobasse.

Doc. 1 Corde vibrante

Une corde de longueur L vibrant dans son mode fondamental vérifie la relation $L = \frac{\lambda}{2}$ avec λ la 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 μ par la relation : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ avec T en N et μ en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$.

La masse linéique μ d'une corde est sa masse par unité de longueur, soit la masse d'un mètre de corde. Elle s'exprime en kg/m ou en g/m .

Doc. 2 Fréquences de quelques notes dans la gamme tempérée

Fréquences des notes (Hz)			
Numéro d'octave	-1	0	1
<i>Do (ut)</i>	16,3	32,6	65,4
<i>Ré</i>	18,3	36,7	73,4
<i>Mi</i>	20,6	41,2	82,4
<i>Fa</i>	21,8	43,6	87,3
<i>Sol</i>	24,5	49,0	98,0
<i>La</i>	27,5	55,0	110
<i>Si</i>	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.

- 1) En vous aidant du document 1, 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 : $f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

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} .

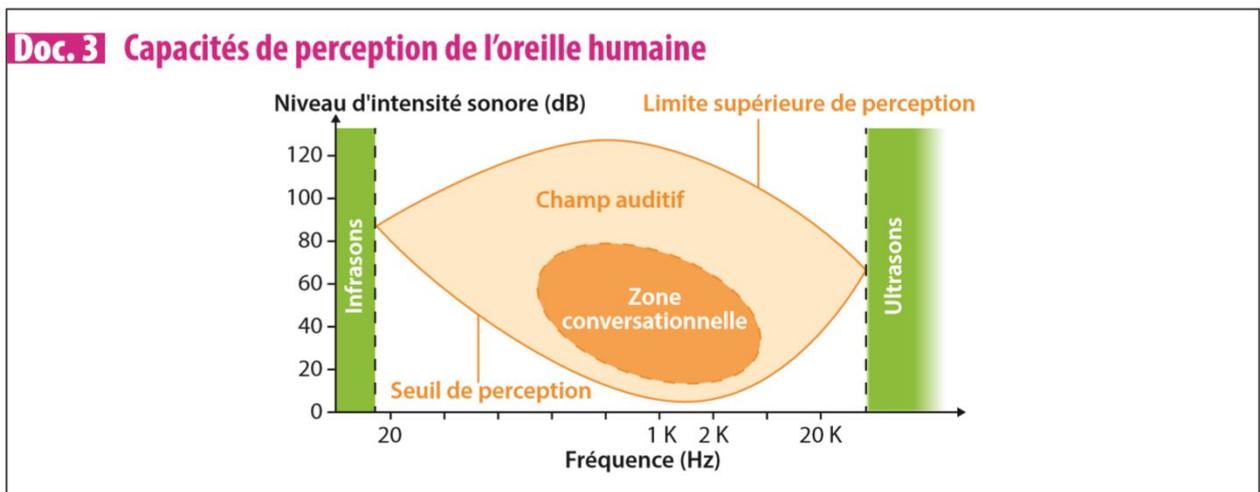
- 2) En faisant l'hypothèse que l'octobasse possède une corde de même masse linéique μ et de même tension que la corde mi_0 de la contrebasse, montrer que la fréquence f de la note est inversement proportionnelle à la longueur L de la corde.

- 3) Exprimer alors la longueur de la corde L_{-1} de l'octobasse nécessaire pour émettre la note do_{-1} en fonction de la longueur de la corde L_0 nécessaire pour émettre la note mi_0 et des fréquences de ces notes.

- 4) Sachant que la longueur des cordes de l'octobasse est de 2,18 m, expliquer pourquoi le luthier doit changer de corde pour la corde L-1 ? Quelle corde doit-il prendre ?

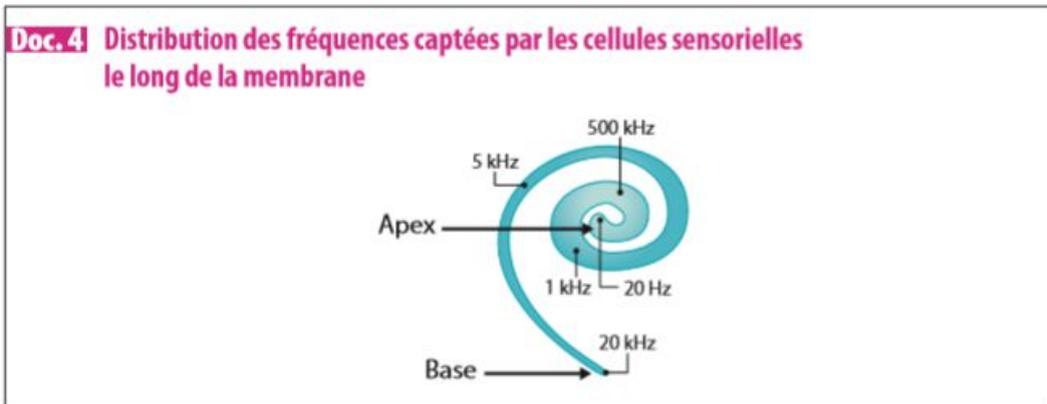
- 5) Dans un concert, l'octobasse émet la note do_{-1} . En déduire la fréquence fondamentale et celle du premier harmonique. À quelle note correspond cette dernière ? Justifier.

- 6) En se basant sur le document 3, peut-on conclure que la note do-1 est audible ? En déduire l'ordre de grandeur du niveau d'intensité sonore pour lequel cette note pourrait être entendue.

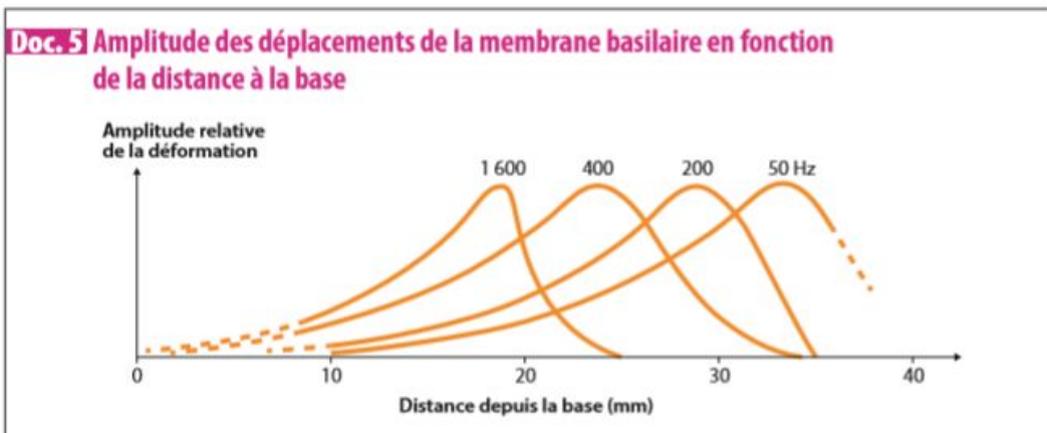


- 7) Un des spectateurs souhaite faire un commentaire à sa voisine sans gêner son environnement. Dans quelle gamme de fréquences doit-il chuchoter ? Justifier.

Dans l'oreille interne, les cellules ciliées, cellules sensorielles de la cochlée, convertissent les vibrations sonores en messages nerveux. On a représenté sur le **document 4** la distribution de ces cellules sensorielles le long de la cochlée selon la fréquence sonore qu'elles captent.



Ces cellules ciliées sont portées par une membrane, la membrane basilaire, qui elle-même se déforme sous l'action de l'onde sonore. La déformation se propage avec une amplitude variable depuis la base de la cochlée jusqu'à son extrémité (apex). Le **document 5** montre la façon dont varie l'amplitude de cette déformation, le long de la membrane basilaire, pour des sons de différentes fréquences.



Remarque : la membrane basilaire se déforme plus ou moins selon sa position dans la cochlée car ses propriétés physiques, notamment son épaisseur et son élasticité, ne sont pas les mêmes d'une extrémité à l'autre de la cochlée.

- 8) À partir du document 4, décrire comment sont captées les fréquences sonores de la base à l'apex de la cochlée.

9) Indiquer comment varie la déformation de la membrane basilaire, depuis la base vers l'apex de la cochlée, pour un son de fréquence 1 600 Hz (Doc. 5).

10) Comparer les déformations de la membrane pour les différentes fréquences sonores. En mettant en relation les documents 4 et 5, expliquer comment l'oreille humaine permet de distinguer les sons selon la fréquence sonore.

L'octobasse joue maintenant un *la*₁₁₀ avec un niveau sonore de 40 dB, et un autre instrument l'accompagne avec la même note dont le niveau est de 45 dB.

11) Quelles différences pourrait-on observer au niveau des enregistrements temporels de ces deux notes ?

12) Calculer le niveau sonore total.

