EXERCICE III : DU CLAIRON À LA TROMPETTE (4 points)
BAC S 2011 Polynésie Spécialité

Les deux textes encadrés s'inspirent d'extraits tirés du livre « La physique buissonnière » de Jean-Michel Courty et Edouard Kierlik.

Données : quelques notes et leur fréquence.

Note	do	ré	mi	fa	sol	la	si
Fréquence (Hz)	262	294	330	349	392	440	494

1. Le clairon.

Le clairon est un tube conique replié sur lui-même, long d'environ 1,2 m. Sa fréquence fondamentale est de 131 Hz, mais la note correspondante est difficile à produire. En ajustant la tension de ses lèvres, le musicien peut en revanche jouer les harmoniques successifs à 262 Hz, 393 Hz ...

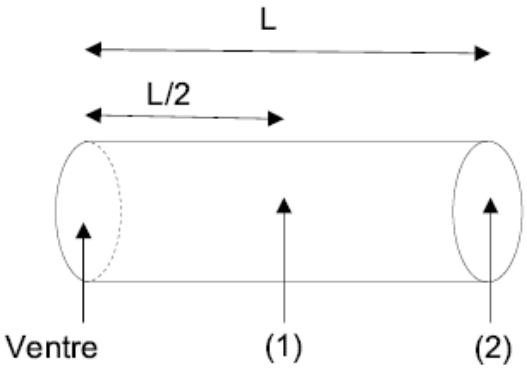


1.1. Modes de vibration du clairon :

1.1.1. Quelles sont les deux premières notes que l'on peut aisément jouer avec le clairon ?

1.1.2. Comment peut-on qualifier les modes de vibrations correspondants ?

1.2. On peut représenter le clairon par un tuyau ouvert aux deux extrémités (voir schéma ci-dessous). Les effets du bec et du pavillon sont alors à prendre en compte.



La fréquence fondamentale f est égale à $\frac{v}{2L}$, où v est la vitesse de propagation du son dans l'air et L la longueur du tuyau.

1.2.1. Déterminer la longueur L du tuyau équivalent au clairon étudié.
On prendra v = 340 $m.s^{-1}$.

1.2.2. Dans le cas où la fréquence est égale à la fréquence fondamentale f, préciser pour chacune des positions (1) et (2) dans ce tuyau, s'il s'agit d'un nœud de vibration ou d'un ventre de vibration.

1.2.3. En déduire la longueur d'onde λ correspondant à la fréquence fondamentale f.

2. La trompette.

Dans une trompette, un piston actionné bouche le tuyau principal et ouvre une dérivation vers une coulisse. L'onde sonore doit ainsi parcourir une longueur de tube supplémentaire, ce qui abaisse la hauteur de la note jouée. La trompette a trois pistons, qui libèrent des coulisses de longueurs égales respectivement à environ 6, 12 et 18 pour cent de la longueur du corps principal.
[...] Par combinaisons, on produit six notes supplémentaires (d'un demi-ton à trois tons), les six notes qui manquaient à notre clairon entre la première et la seconde !



2.1. Longueur du tube et note jouée :

2.1.1. Nommer la grandeur physique qui mesure la hauteur d'un son.

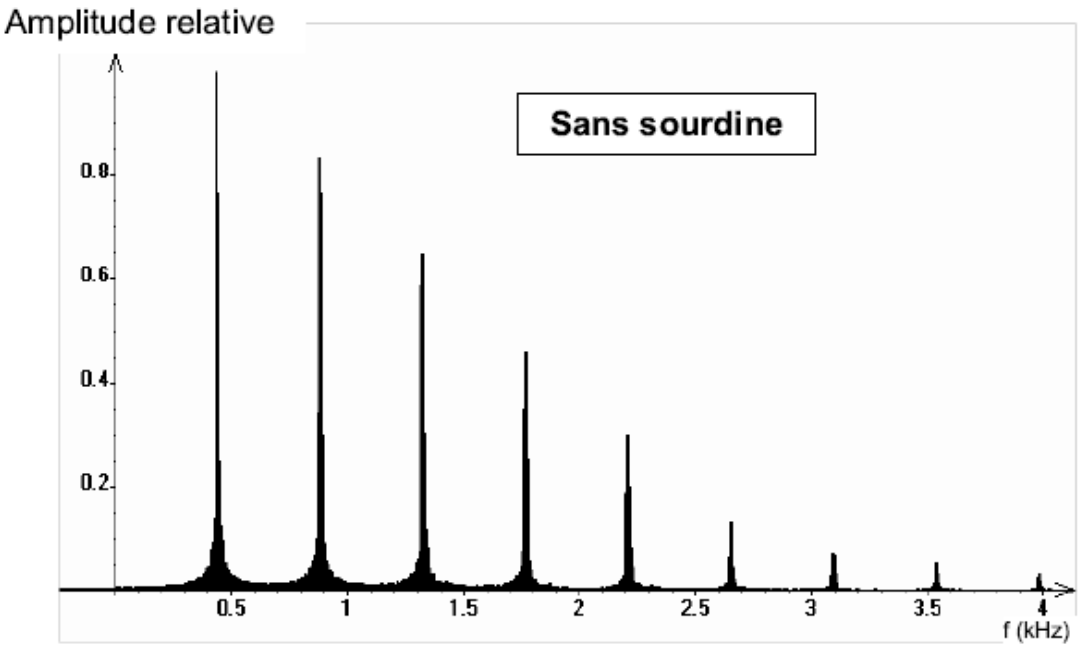
2.1.2. Dans le texte ci-dessus on précise le lien entre la longueur du tube et la hauteur de la note jouée. Cette information est-elle cohérente avec la relation fournie dans la question 1.2. ? Justifier.

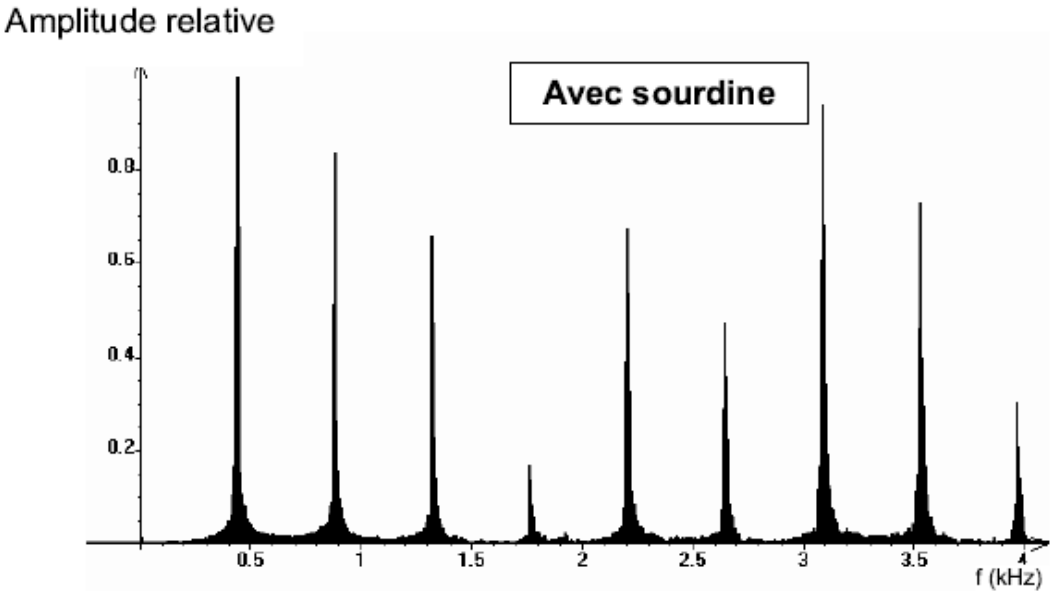
2.1.3. Sans agir sur aucun piston, on joue un sol. En enfonçant l'un des pistons, la nouvelle longueur L' de la colonne d'air est liée à sa longueur initiale L par la relation L' = 1,12.L.
Quelle est alors la fréquence f ' du son émis? À quelle note correspond-elle ?

2.2. Une trompette peut être munie d'une sourdine. Cette dernière réduit la transmission d'énergie à l'air ambiant.

2.2.1. Quelle grandeur caractéristique du son émis par la trompette voit sa valeur alors diminuée ?

2.2.2. On propose ci-dessous les spectres de deux sons émis par une trompette avec et sans sourdine.





En comparant les deux spectres, préciser en justifiant :

- si la trompette émet la même note dans les deux cas ;
- quelle autre grandeur caractéristique d'un son est également modifiée par la sourdine.