DEVOIR SURVEILLE N°1 **PHYSIQUE-CHIMIE 2020** **Terminale s** spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **2h00**

L'usage d'une calculatrice <u>EST</u> autorisé

. Exercice Autour d'une voiturure

Le stationnement « ultra-simple» avec les ultrasons

Les ultrasons sont des ondes mécaniques de période plus courte que les ondes sonores audibles. Elles ont été découvertes en 1883 par le physiologiste anglais Francis Galton.

Une des nouvelles applications des ultrasons se trouve dans l'industrie automobile, ou l'on peut les utiliser afin d'éviter les obstacles.

Certains systèmes permettent de se garer automatiquement en quelques secondes : toute place de stationnement parallèle à la file de circulation disponible et mesurant au moins un mètre quarante de plus que le véhicule est reconnue par les capteurs à ultrasons qui permettent de calculer la trajectoire optimale pour effectuer le créneau sans que le conducteur n'ait à toucher le volant.

<u>1. Généralités sur les ondes sonores</u>

1.1. Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

1.2. Rappeler sur un axe horizontal (gradué en mètre) les différents domaines du spectre électromagnétique.

1.3. Dans le cas d'une onde sonore, la direction de la perturbation est parallèle à celle de la direction de la propagation. Comment peut-on alors qualifier ces ondes ?

<u>2. Détermination de la célérité des ultrasons: 1ère méthode</u>

On alimente un émetteur d'ultrasons en mode « Salve ».

*On place face à l'émetteur deux récepteurs A et B comme indiqué sur le schéma simplifié du montage fourni en **ANNEXE**.*

*Le récepteur A est relié à la voie EA0 du boîtier d'acquisition, le récepteur B à la voie EA1. L'enregistrement est présenté en **FIGURE 1 DE L'ANNEXE**.*

La fenêtre 1 correspond au récepteur A, la fenêtre 2 correspond au récepteur B.

2.1. Identifier et indiquer dans la fenêtre 1, les zones d'émission sonore et les zones sans émission.

2.3. Positionner les salves de l'acquisition obtenue dans la fenêtre 2 de la **FIGURE 1 DE L'ANNEXE**. (On ne représentera que leurs enveloppes).

On déplace ensuite le récepteur B, dans la direction émetteur-récepteur, d'une distance d suffisamment grande pour pouvoir mesurer avec précision le retard ultrasonore Δt correspondant au passage de l'onde par les deux récepteurs. Le déplacement s'effectue selon un axe parallèle à l'axe x'x du schéma simplifié du montage.

*Afin de déterminer la célérité des ondes ultrasonores, on réalise une acquisition (sur une durée inférieure à celle d'une salve) pour une distance d = 0,3 m donnant les enregistrements présentés dans la **FIGURE 2 DE L'ANNEXE**.*

2.4. Indiquer sur la figure 2 le retard Δt correspondant et le mesurer.

2.5. En déduire la valeur V_1 de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air.

2.6. Obtiendrait-on le même résultat pour la célérité si on effectuait l'expérience en utilisant l'eau à la place de l'air comme milieu de propagation? Justifier.

3. Détermination de la célérité des ultrasons : 2ème méthode

On fait maintenant fonctionner l'émetteur en mode « Continu ».

On visualise cette fois-ci les signaux à l'aide d'un oscilloscope : le récepteur A est relié à la voie 1 et le récepteur B à la voie 2.

Au départ, on place à nouveau les deux récepteurs en face de l'émetteur, côte à côte, comme sur le schéma simplifié du montage de départ.
Les deux signaux sont alors superposés et confondus.
*En choisissant une sensibilité verticale de 0,10 V.div^{-1} et une sensibilité horizontale de 10 µs.div^{-1} on obtient l'oscillogramme du signal capté par le récepteur A présenté en **FIGURE 3 DE L'ANNEXE**.*

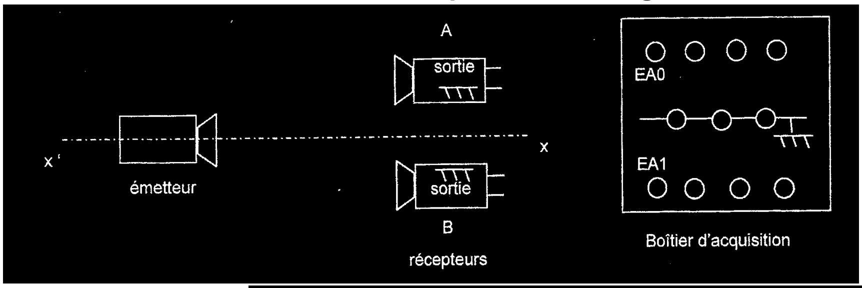
3.1. Déterminer la période et en déduire la fréquence des ultrasons.

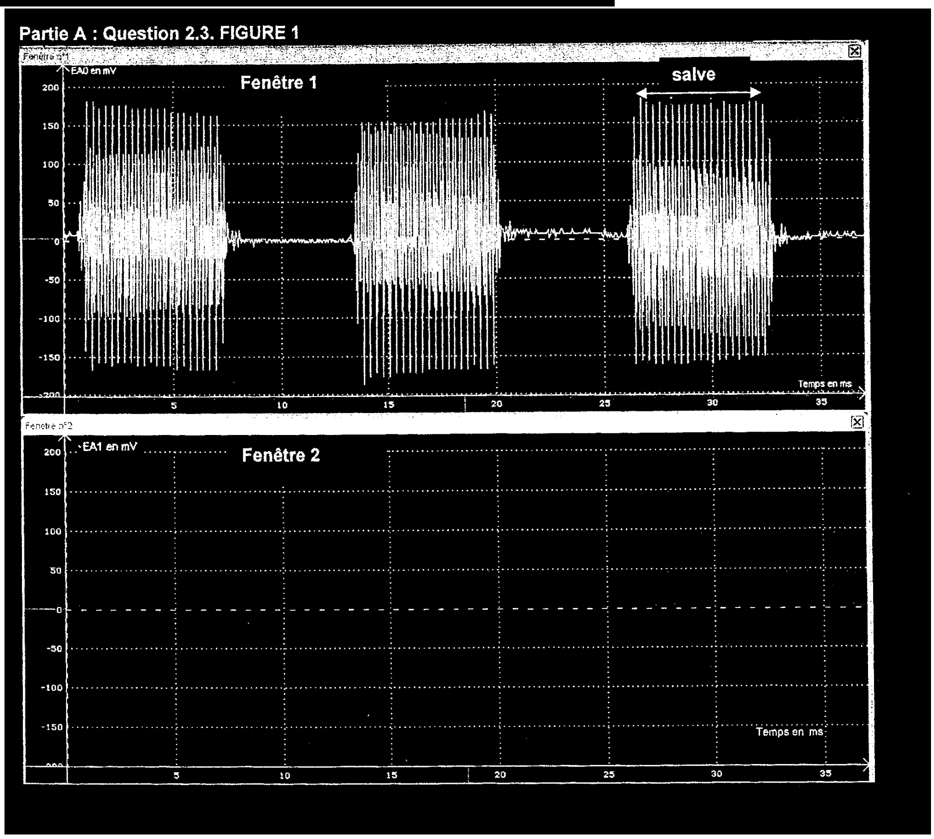
3.2. On déplace le récepteur B en l'éloignant du récepteur A, ce dernier étant fixé. Le déplacement s'effectue dans la direction émetteur-récepteur selon un axe parallèle à l'axe x'x du schéma simplifié du montage: les deux sinusoïdes se décalent puis se superposent à nouveau.
On répète l'opération d'éloignement du récepteur B jusqu'à la 10ème superposition des courbes. La distance d_1 entre A et B est alors de 8,4 cm.
Utiliser ces données pour déterminer la valeur d'une grandeur caractéristique de l'onde que l'on nommera.

3.3. Utiliser les questions 3.1 et 3.2 pour déterminer une valeur V_2 de la célérité des ultrasons. On précisera la démarche et les calculs effectués.

ANNEXE EXERCICE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

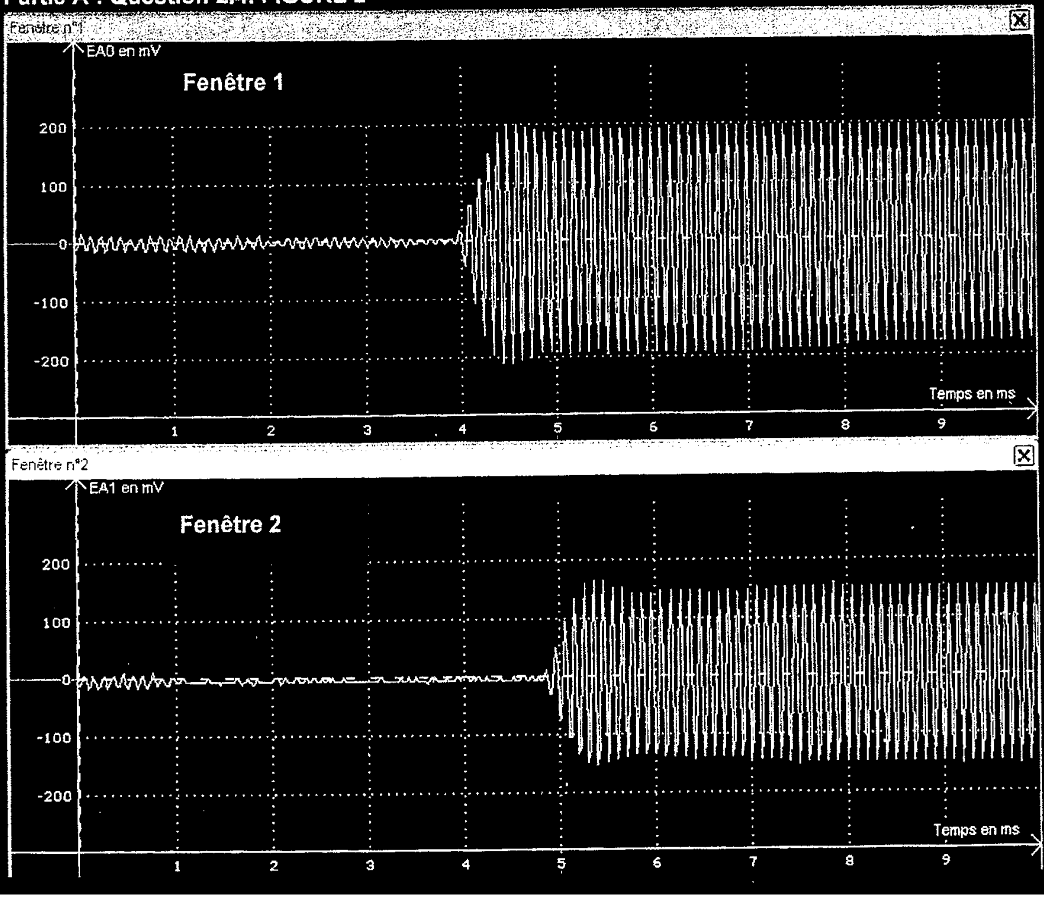
Partie A Question 2.1. Schéma simplifié du montage



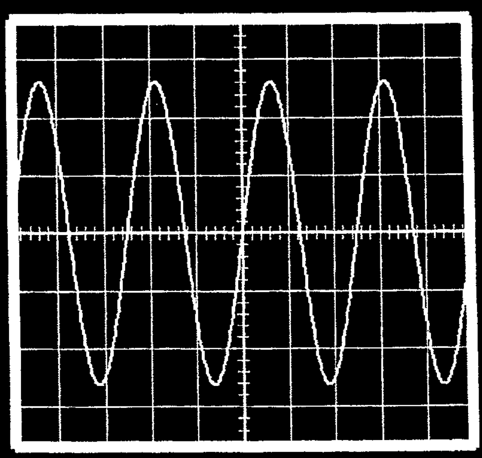


ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Partie A : Question 2.4. FIGURE 2



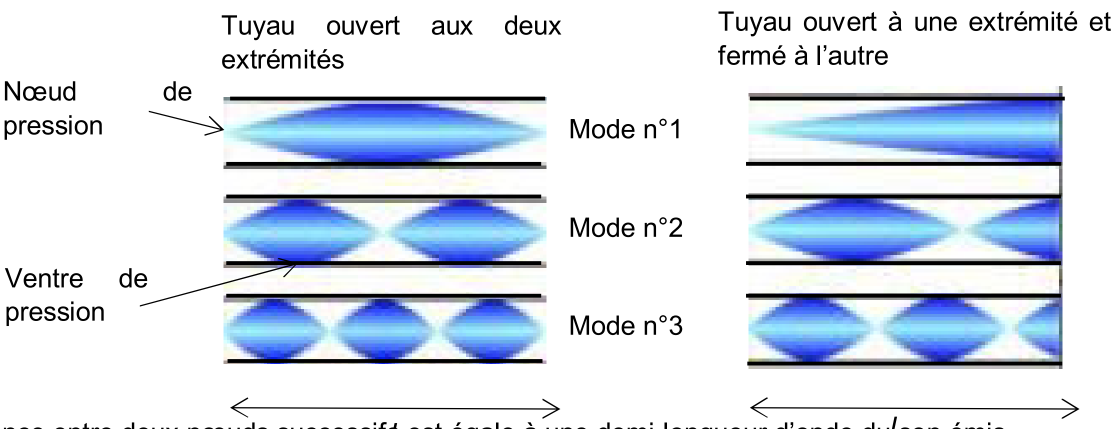
Partie A : Question 3.1 Figure 3



EXERCICE II : INSTRUMENTS À VENT : DES TUYAUX SONORES DE TOUTES LES LONGUEURS (5 points)

La clarinette et la flûte à bec sont deux instruments à vent appartenant à deux familles différentes. Leur fonctionnement est assimilable à celui d'un tuyau sonore, mais la clarinette appartient à la famille des tuyaux fermés à une extrémité et ouverts à l'autre alors que la flûte à bec appartient à celle des tuyaux ouverts aux deux extrémités.

Les valeurs des fréquences des sons émis par un tuyau sonore dépendent de la longueur L du tuyau et des conditions dans lesquelles s'établit la vibration : tuyau ouvert aux deux extrémités ou tuyau ouvert à une seule extrémité et bouché à l'autre. À une extrémité ouverte d'un tuyau correspond un nœud de pression tandis qu'à une extrémité fermée correspond un ventre de pression.



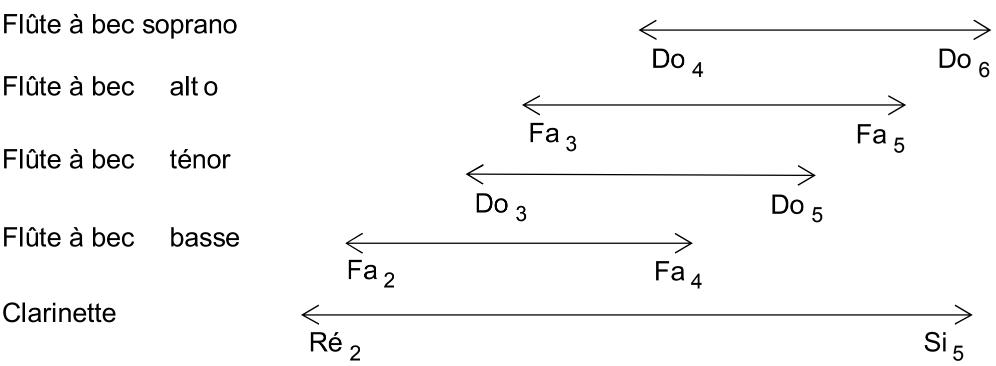
La distance entre deux nœuds successifs est égale à une demi-longueur d'onde du son émis.

Données :

- Célérité du son dans l'air : v = 340 m.s^{-1}.
- Fréquences (en Hz) de notes de la gamme tempérée :

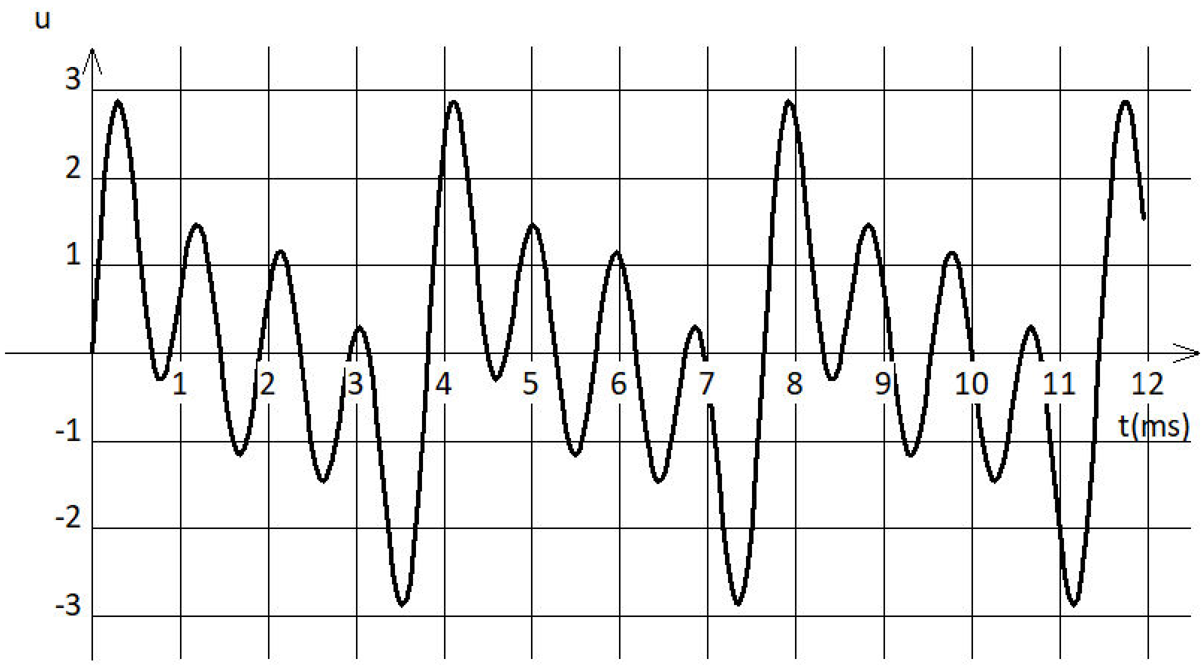
octave	Do_3	$Ré_3$	Mi_3	Fa_3	Sol_3	La_3	Si_3
3	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	493,9

- Les fréquences f_a et f_b de deux notes séparées par une octave sont liées par la relation : $f_b = 2f_a$. Par exemple : $f_{La4} = 2f_{La3}$
- La fréquence de la note émise par un instrument de musique correspond au mode n°1 aussi appelé fondamental.
- Tessiture d'un instrument de musique : ensemble des notes que peut émettre cet instrument.



Questions préalables :

1. On enregistre le son émis par un instrument à vent :



1.1. Indiquer si l'enregistrement proposé ci-dessus correspond à un son pur ou à un son complexe. Justifier.
1.2. Parmi les instruments cités, quels sont ceux qui peuvent jouer cette note ?
Justifier.
1.3. Rappeler la définition de la hauteur et du timbre d'un son.

2. Si le tuyau est ouvert aux deux extrémités, ou ouvert à l'une et fermé à l'autre, la relation entre la longueur L du tuyau et la longueur d'onde λ du son émis n'est pas la même.
Attribuer à chaque instrument, clarinette et flûte à bec, la relation (a) ou (b) qui convient. Justifier.

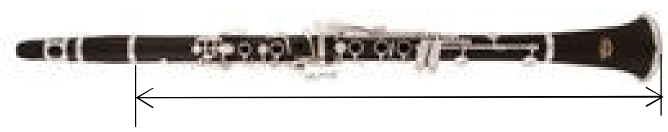
$$L = n\frac{\lambda}{2} \quad (a) \qquad\qquad L = (2n-1).\frac{\lambda}{4} \quad (b)$$

n est un entier supérieur ou égal à 1.

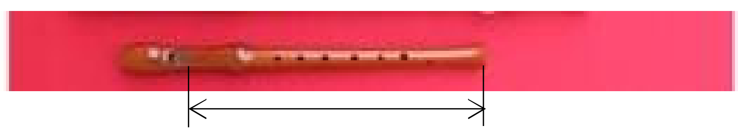
Problème :

Une clarinette et une flûte à bec ont été photographiées à la même échelle.

Clarinette :



Flûte à bec :



Déterminer si cette flûte à bec est une flûte basse, une flûte ténor, une flûte alto ou une flûte soprano.

Données :

- Lorsque tous les trous de l'instrument sont bouchés, c'est le son le plus grave qui est émis.
- On admettra que la clarinette et la flûte sont modélisées par des tuyaux sonores de longueurs égales à celles repérées par le segment fléché sur la photographie.

Le candidat est évalué sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre une démarche de résolution.
Toutes les prises d'initiative et toutes les tentatives de résolution, même partielles, seront valorisées.

correction devoir surveillé 1 sciences physiques terminales S 2018

Exercice I. AUTOUR DE LA VOITURE (7 points)

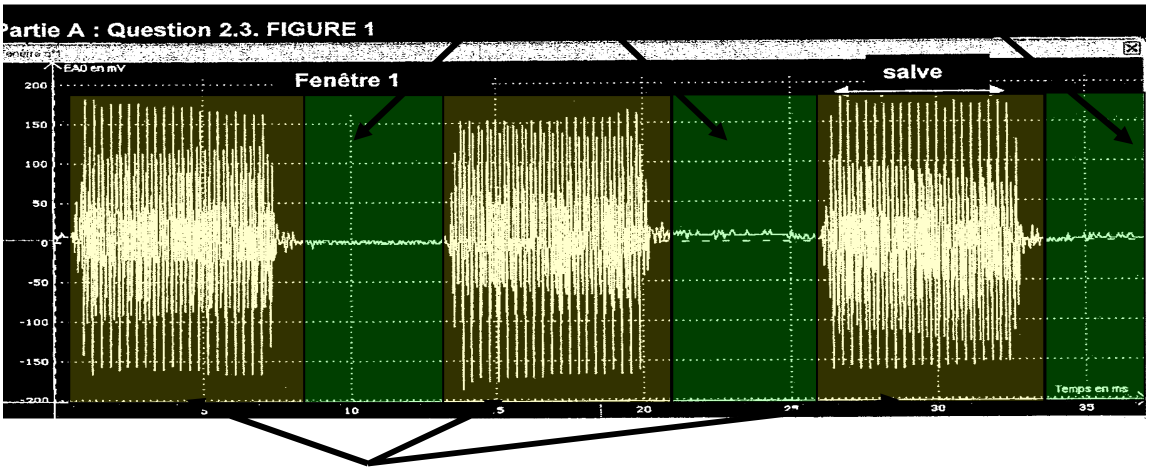
1.1. Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière.

1.2.

1.3. La direction de la perturbation est parallèle à celle de la direction de la propagation, c'est une onde **longitudinale**.

2. Détermination de la célérité des ultrasons: 1ère méthode

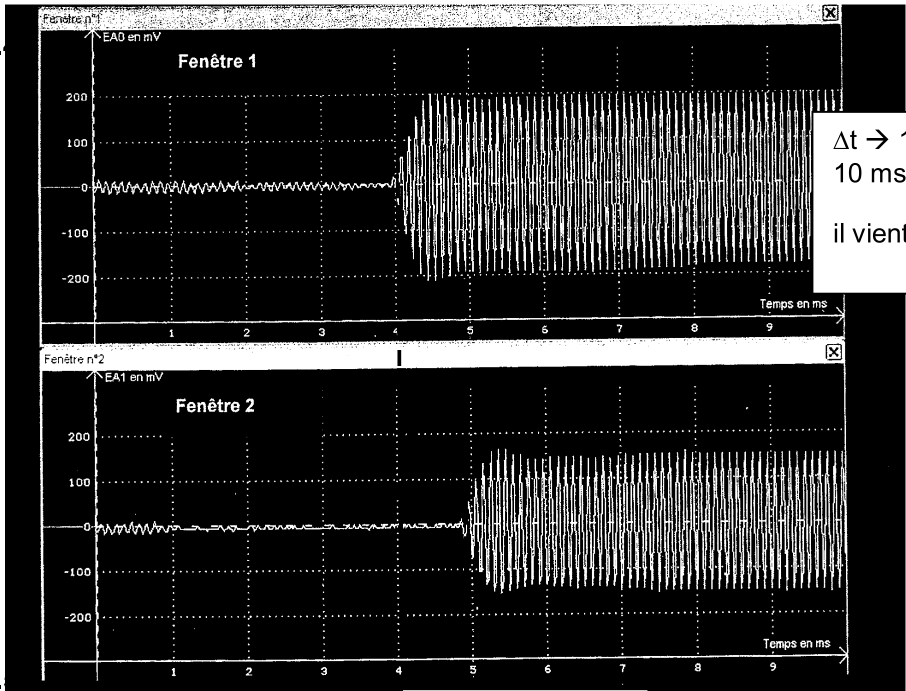
2.2. En absence de son, l'amplitude de la tension aux bornes du récepteur est nulle.



Zones d'émission

2.3. Les deux récepteurs sont à la même distance de l'émetteur, on aura donc des salves de même amplitude, et reçues aux mêmes dates :

2.



$\Delta t \rightarrow$ 1,1 cm
10 ms → 13,2 cm,
il vient $\Delta t = \dfrac{1,1 \times 10}{13,2}$ = **0,83 ms**

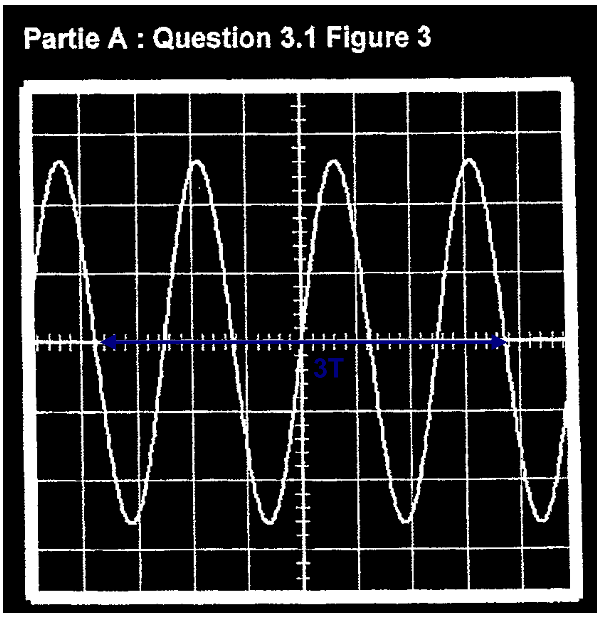
2.

Δt 0,83×10

(10 ms → 13,2

2.6. La célérité des ondes dépend du milieu de propagation, la célérité obtenue serait **différente**.

3.1.



3T correspond à 7,5 divisions, or une division correspond à 10 µs

Il vient T = $\dfrac{75}{3}$ = **25 µs**

f = $\dfrac{1}{T}$

f = $\dfrac{1}{25\times10^{-6}}$ = **40 kHz**

3.2. Lorsque les sinusoïdes se superposent, cela signifie que les deux récepteurs sont situés dans deux zones où l'air est dans le même état vibratoire aux mêmes instants. À chaque fois qu'il y a superposition, le récepteur B a été déplacé d'une distance égale à la longueur d'onde λ de l'onde ultrasonore.

Pour la $10^{\text{ème}}$ superposition $d_1 = 10\ \lambda$. Ainsi λ **=** $\dfrac{d_1}{10}$. λ **=** $\dfrac{8,4}{10}$ = 0,84 cm = **$8,4\times10^{-3}$ m**

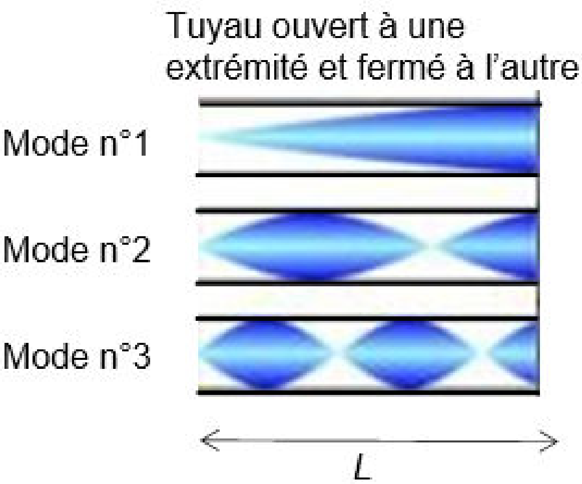
3.3. $V_2 = \dfrac{\lambda}{T} = \lambda.f$ **V_2** $= 8,4\times10^{-3}\times40\times10^{3}$ = **$3,4\times10^{2}$ m.s^{-1}**

EXERCICE III : INSTRUMENTS À VENT : DES TUYAUX SONORES DE TOUTES LES LONGUEURS (5 points)

<u>Questions préalables</u>

1.1. L'enregistrement proposé correspond à un son complexe car la courbe n'est pas une sinusoïde.
1.2. Il faut calculer la fréquence du son émis donc la période T du son émis.
Pour plus de précision, on mesure la durée de 3 périodes et on mesure la distance correspondant à 10 ms
3 T ⇔ 13,3 cm
10 ms ⇔ 11,7 cm

Soit 3T = $\dfrac{13,3\times10}{11,7}$, soit T = $\dfrac{13,3\times10}{3\times11,7}$ = 3,79 ms = $3,79\times10^{-3}$ s $f = \dfrac{1}{T}$ $f = \dfrac{1}{3,79\times10^{-3}}$ = 264 Hz ce qui correspond à la note Do_3.
Les instruments qui peuvent jouer cette note sont la flûte à bec ténor, la flûte à bec basse et la clarinette.
2. On nous indique que deux nœuds successifs sont distants de $\lambda/2$.
La clarinette appartient à la famille des tuyaux fermés à une extrémité et ouverts à l'autre.



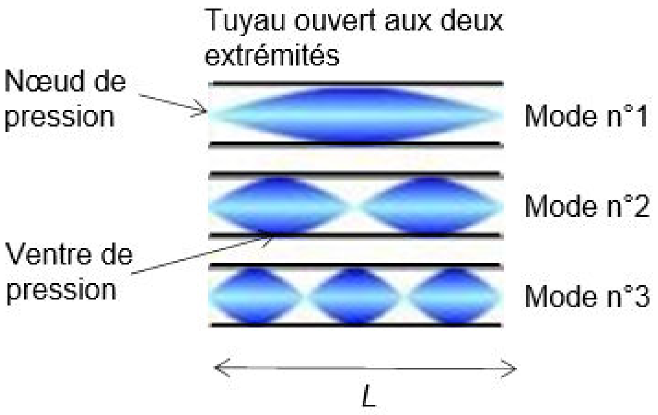
L = $\lambda/4$ n = 1

L = $\lambda/2 + \lambda/4 = 3\lambda/4$ n = 2

L = $\lambda/2 + \lambda/2 + \lambda/4 = 5\lambda/4$ n = 3

La relation (b) $L = (2n-1).\dfrac{\lambda}{4}$ est en accord avec les nœuds représentés.

La flûte à bec appartient à celle des tuyaux ouverts aux deux extrémités.



$L = \lambda/2$ $\quad$ n = 1

$L = \lambda/2 + \lambda/2 = 2\lambda/2$ $\quad$ n = 2

$L = 3\lambda/2$ $\quad$ n = 3

Donc la relation (a) $L = n\dfrac{\lambda}{2}$ convient.

Problème ***Déterminer si cette flûte à bec est une flûte basse, une flûte ténor, une flûte alto ou une flûte soprano.***

Pour résoudre le problème, il est possible de suivre ce raisonnement :

❶ Déterminer la longueur $L_{\text{clarinette}}$ de la clarinette en se basant sur la fréquence du son le plus grave émis par la clarinette et à l'aide de la relation (b).

❷ À partir de la photographie, on détermine la longueur $L_{\text{flûte}}$ de la flûte à bec.

❸ En se basant sur le son le plus grave émis par la flûte à bec, on peut trouver la fréquence émise à l'aide de la relation (a).

❹ À partir du tableau des fréquences de notes de la gamme tempérée, on détermine la note jouée par la flûte à bec.

Résolution du problème :

❶ Le son le plus grave émis par la clarinette est la note $Ré_2$ qui correspond à la moitié de la fréquence de la note $Ré_3$, les deux notes étant séparées d'une octave.

Cette fréquence est donc $f = f(Ré_2) = \dfrac{f(Ré_3)}{2}$ $\qquad$ $f = f(Ré_2) = \dfrac{293{,}7}{2} = 146{,}9$ Hz

La fréquence de la note émise la clarinette correspond au mode n°1 soit à n = 1.

D'après la relation (b), $L_{\text{clarinette}} = \dfrac{\lambda}{4}$ or $\lambda = \dfrac{v}{f}$ $\qquad$ soit $L_{\text{clarinette}} = \dfrac{v}{4f}$. $\qquad$ $L_{\text{clarinette}}$ = **0,579 m**.

❷ La longueur repérée sur la photographie est de 8,9 cm pour la clarinette et de 5,0 cm pour la flûte. Donc, par proportionnalité, la longueur de la flûte est de $L_{\text{flûte}} = \dfrac{5{,}0}{8{,}9} \times \dfrac{v}{4f}$

$L_{\text{flûte}}$ = **0,325 m** arrondie à 0,33 m en ne prenant que 2 chiffres significatifs.

❸ À partir de la relation (a), pour le mode n°1 ou fondamental, $L = \dfrac{\lambda}{2}$ soit $L_{\text{flûte}} = \dfrac{v}{2f_{\text{flûte}}}$ soit $f_{\text{flûte}} = \dfrac{v}{2\,L_{\text{flûte}}}$

$f_{\text{flûte}} = \dfrac{v}{2} \times \dfrac{8{,}9}{5{,}0} \times \dfrac{4f}{v} = \dfrac{8{,}9}{5{,}0} \times 2f$. $f_{\text{flûte}} = \dfrac{8{,}9}{5{,}0} \times 2 \times 146{,}9 = \mathbf{5{,}1 \times 10^2\ Hz}$ (2 chiffres significatifs)

❹ Pour trouver la note jouée, la fréquence $f_{\text{flûte}}$ = 510 Hz ne correspond pas à l'octave n°3 mais à l'octave supérieure.
La note à l'octave n°3 a une fréquence $f' = f_{\text{flûte}}/2$ = 255 Hz.
Cette fréquence de 255 Hz est très proche de la note Do_3.
Donc la note jouée par la flûte à bec est un Do_4, note la plus basse dans la tessiture de cette flûte à bec.
La flûte à bec soprano est la flûte qui a une tessiture dont la note la plus grave est Do4.

Regard critique : Les valeurs des fréquences trouvées pour la note sont légèrement plus faibles. La précision de l'échelle en est certainement la cause. Une erreur de 1 mm sur la longueur de la flûte (4,9 cm au lieu de 5,0 cm) entraine une valeur de *f '* = 267 Hz