

**CORRECTION**

**I – PRESENTATION DES ULTRASONS.**

**Compétence travaillée : S'approprier**

Découverts en 1883 par F. Galton (anglais) qui invente le sifflet à ultrasons, les ultrasons sont des ondes **progressives mécaniques** (transport de l'énergie dans un milieu matériel sans transport de matière), Ce sont des ondes **longitudinales** (déplacement des points est parallèle à la direction de la propagation de l'onde), **tridimensionnelles** (dans toutes les directions). Les ultrasons sont des ondes **inaudibles pour l'Homme, périodiques de fréquence supérieure à 20000 Hz.** Leur **célérité dépend du milieu de propagation** ainsi que **de la température de ce milieu.**

**Compétence travaillée : Communiquer**

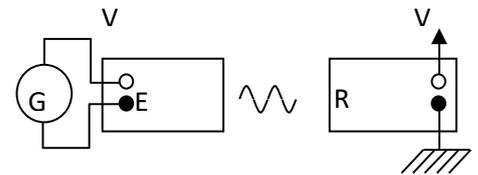
Rédiger le paragraphe de manière argumentée en répondant à la question posée.  
Utilisation du vocabulaire scientifique adapté. Rédaction (plan, compétence langagière, ...)  
Respect des consignes (nb de lignes)

**II – L'EMETTEUR UTILISE EMET-IL DES ONDES ULTRASONORES ?**

**Compétences travaillées : communiquer, analyser, réaliser.**

Lors de l'appel 1, on attend :

- On va mesurer la fréquence des ondes émises par l'émetteur. Pour cela :
- On place le récepteur en face de l'émetteur,
- On enregistre le signal reçu par le récepteur relié à l'ordi.,
- On mesure le plus précisément possible la période des ondes reçues par le récepteur,
- On calcule la fréquence des ondes reçues par le récepteur avec la formule  $f = 1/T$ ,
- On compare avec les indications du document 2



Lors de l'appel 2, on attend :

- Le montage correct,
- Visualisation correcte du signal reçu par le récepteur avec l'ordi
- Mesure précise de la période des ondes reçues par le récepteur,
- La fréquence est  $f = 1/T$ ,
- Calcul correct de  $f$  avec les unités du système international,
- Comparaison  $f_{calculée}$  et  $f_{doc 2}$ ,
- Conclusion.

**SUR LATIS-PRO, concrètement :** Entrées analogiques :

Cliquer EA1

Acquisition :

3000 points

$T(\text{total}) = 0.3 \text{ ms}$

Acquisition temporelle mode permanent, puis Echap pour figer.

Valeurs : Aller dans outils mesures automatiques faire glisser EA1 dans le tableau pour obtenir les valeurs voulues ou les mesurer avec le réticule.

**III – QUELLE EST LA CELERITE DES ONDES ULTRASONORES ?**

**Compétences travaillées : analyser, réaliser, valider.**

On utilise maintenant l'émetteur en salves courtes alimenté en 15 volts (arrière du GBF) et on mesure le retard avec lequel arrive la salve sur le récepteur 2 par rapport au récepteur 1.

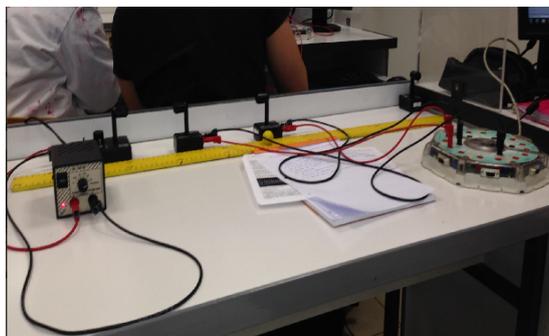
Lors de l'appel 1, on attend :

- On place les 2 récepteurs en face de l'émetteur,
- On mesure la distance  $D$  entre les récepteurs,
- On enregistre les signaux reçus par chaque récepteur,
- On mesure le plus précisément possible la durée  $\Delta t$  mise par les signaux pour parcourir la distance  $D$  entre

les 2 récepteurs,  
 → On calcule la vitesse avec la formule  $V = D/\Delta T$ .

Lors de l'appel 2, on attend :

- Le montage correct,
- Visualisation correcte des signaux sur latis pro,
- Mesure précise de la distance et de la durée,
- La célérité est  $V = D/\Delta T$ ,
- Calcul correct de V avec les bonnes unités.
- La comparaison avec la valeur du document 4,
- La formule de l'écart relatif,
- Le calcul correct de l'écart relatif,
- Quelques sources d'erreurs.



Le montage

### **SUR LATIS-PRO, concrètement :**

Récepteur ultrason 1 branché sur EA0 et Récepteur ultrason 2 branché sur EA1

Dans Latispro cliquer sur EA0 et EA1

Dans acquisition prendre 20 000 pts sur  $T(\text{total}) = 4 \text{ ms}$

Mode permanent décoché

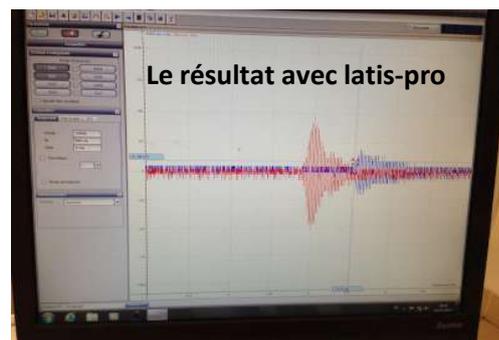
Source EA0 sens montant 0.1mV + F10 déplacer le récepteur 2.

On peut alors mesurer le décalage temporel entre les deux courbes. Quand séparation suffisante « Echap », clic droit « réticule » fixer le 0 (origine initiale) sur un endroit ou la variation du signal est importante et déplacer le réticule sur signal 2 au même endroit. Lire le résultat. Aller dans tableur icône bleue machine à calculer et calculer C

Pour une distance mesurée  $d = 19.0 \text{ cm}$  Retard lu : 556,25 ms.

$C = d/\Delta t$  ; A.N :  $c = 19,0 \times 10^{-2} / (0,55625 \times 10^{-3})$

$C(\text{air}) = 342 \text{ m.s}^{-1}$  (avec 3 chiffres significatifs). Pour 20°C, la vitesse théorique est de 343 m/s



**Comparaison :** L'incertitude relative est :  $r = \frac{|V_{\text{mesurée}} - V_{\text{référence}}|}{V_{\text{référence}}}$

On trouve  $r = (343-342)/343 = 0,003$  soit 0,3 % ce qui est très bien.

Les différentes sources des incertitudes :

- Lecture du début du signal reçu : le signal départ est le signal électrique envoyé à l'émetteur, possède donc une "attaque" franche, en revanche les récepteurs possèdent une certaine inertie, qui fait qu'ils commencent à vibrer avec une "attaque douce" avec des rebonds,
- Les ultra-sons se propagent beaucoup plus rapidement dans le support, table ou règle graduée sur laquelle sont posés émetteur et récepteurs que dans l'air. On perçoit donc un signal récepteur avant l'arrivée du signal se propageant dans l'air.

L'interface ne peut discriminer 2 signaux séparés de moins de 0,02 ms,  $\Delta t$  sera donc entaché d'une incertitude de 0,04 ms.

### **IV – QUELLE EST LA LONGUEUR D'ONDE DES ONDES ULTRASONORES ?**

Compétences travaillées : analyser, réaliser, valider.

Lors de l'appel 1, on attend :

- le montage correct,
- explication de la méthode pour trouver d,
- valeur de la distance parcourue cohérente

Lors de l'appel 2, on attend :

- refaire la même expérience avec passage par un grand nombre de  $\lambda$
- la bonne longueur d'onde expérimentale,
- la bonne analyse dimensionnelle, On vérifie que  $\lambda = V \cdot T$
- la bonne relation avec la fréquence, On vérifie que  $\lambda = V / f$
- le bon calcul avec les bonnes unités.

**SUR LATIS-PRO, concrètement :** On a un récepteur n°1 en EA0 et un autre n°2 en EA1

Acquisition : 1000points  $T(\text{total}) = 0.3 \text{ ms}$

Acquisition temporelle mode permanent NE PAS LAISSER LONGTEMPS SUR PERMANENT sinon la platine bug...  
 Déclenchement : EA0 montant seuil 0. Bouger le récepteur si l'enregistrement ne démarre pas

**La manip à savoir refaire :**

Placer les 2 récepteurs côte à côte sur une graduation « entière » de la règle de telle façon que les signaux reçus soient en phase (voir dessin)  
 Ne plus toucher à l'émetteur.

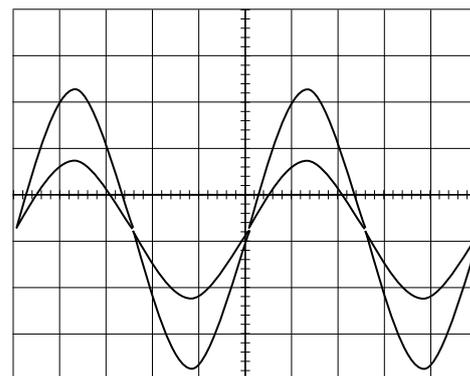
A partir de cette position 0, éloigner lentement un des récepteurs de l'émetteur pour obtenir à nouveau les signaux en phase.

En ces 2 positions l'état de l'onde est donc exactement le même.

La distance qui sépare la position 0 et la position 1 représente donc la **période spatiale** ou **longueur d'onde**  $\lambda$  de l'onde sonore.

Pour améliorer la précision déplacer non pas une fois mais 10 fois le récepteur de suite pour retrouver les signaux en phase à partir de la position 0. Noter la distance séparant les positions 0 et 10.

On trouve pour 10 longueurs d'onde : 9,0 cm d'où  $\lambda = \underline{9,0 \text{ mm}}$



**Évaluation de l'incertitude sur la longueur d'onde**

(en ne tenant compte que de l'incertitude sur l'utilisation de la règle)

On mesure la longueur  $L$  correspondant à 10 longueurs d'onde. On néglige l'erreur due au comptage sur l'écran, et l'on ne prend en compte que la mesure sur la règle, sur le bureau, pour évaluer l'incertitude sur la mesure de  $L$ .

On estime que l'on mesure le début de  $L$ , et aussi sa fin, avec une précision de 1 mm, car les graduations de la règle sont en millimètres, et l'on estime que l'on sait entre quelles graduations l'on se trouve.

D'après la formule donnée, l'incertitude-type pour chacune des deux mesures (deux placements de la règle, au zéro et à la valeur mesurée) est  $u_1 = \frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{12}}$ , c'est-à-dire  $u_1 = \frac{2 * 1 \text{ mm}}{\sqrt{12}}$ .

Comme les deux mesures sont indépendantes et que  $L$  est le résultat de la différence de ces deux mesures, l'incertitude-type sur  $L$  est égale d'après la formule donnée à  $\sqrt{2} \times u_1 = \sqrt{2} \times \frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{12}}$ , c'est-à-dire à  $\frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{6}}$ .

L'incertitude à 95% sur  $L$  est donc égale à  $\frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{6}}$ .

L'incertitude à 95% sur  $\lambda$  est naturellement égale à un dixième de cette valeur, c'est à dire, au final, à :

$$\frac{\frac{2 \text{ graduations}}{\sqrt{6}}}{10} = \frac{2 \text{ mm}}{10} = 0,082 \text{ mm}$$

On pourrait donc écrire le résultat :  $\lambda = 9,0 \pm 0,08 \text{ mm}$ , mais on voit que notre incertitude sur la mesure est trop faible : nous n'avons pas pris en compte les autres sources d'incertitude.