

NOM :

Prénom :

Classe : TS ...

NOM :

Prénom :

Classe : TS ...

TS

Thème : Observer

TP 1

Physique

Les capteurs et détecteurs d'onde et de particules

Chap.1

➤ **But du TP** : Mettre en œuvre un dispositif de détection d'onde ultrasonore. Extraire et exploiter des informations sur les sources d'onde et de particules

➤ **Matériel** :

- Oscilloscope + notice de l'oscilloscope
- Emetteur ultrasonores (E) + alimentation 0-15V
- 2 récepteurs ultrasonores (R1 et R2)
- Fils de connexion
- Notice de Regressi
- Thermomètre électronique.

Barème et NOTE :

Critère A = 2 (aucune aide) ; Critère B = 1 (légère aide)

Critère C = -1 (aide partielle donnée) ; Critère D = -2 (aide totale ou question non traitée)

| | I.1 | I.2 | I.3 | II | Rédaction – CHS - Rangement | NOTE |
|-------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|----------|
| Critère | A-B-C-D | A-B-C-D | A-B-C-D | A-B-C-D | A-B-C-D |/20 |
| Coefficient | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | |

NOTE = ENT($\frac{20}{4 \times SCF} \times (\text{SOMMEPROD}(\text{critère});(\text{coefficient})) + 2 \times \text{SCF}$) où ENT est la partie entière du nombre et SOMMEPROD la somme des produits entre la valeur du critère et le coefficient et SCF la somme des coefficients

I. Etude expérimentale

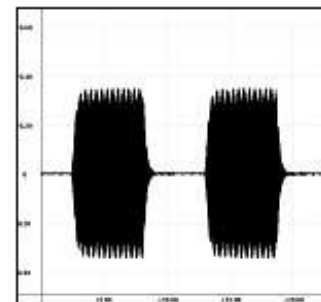
- Les ultrasons sont des ondes mécaniques inaudibles pour l'oreille humaine ($f > 20 \text{ kHz}$) qui se propagent dans les milieux matériels.

1. Réception d'ultrasons - Calcul de la période et de la fréquence des ultrasons

- Un émetteur E d'ondes ultrasonores (US) émet des salves d'ondes US à intervalles de temps réguliers (choisir *Salves / Courtes*). Ces ondes se propagent dans l'air et sont reçues par un récepteur R qui les convertit en tension électrique.

1.1. Proposer un protocole expérimental pour visualiser à l'oscilloscope le signal reçu par R. Indiquer la place de l'émetteur.

Tenter de visualiser le signal reçu semblable à celui ci-contre.



➤ **Appeler le professeur pour vérifier le montage ou obtenir une aide.**

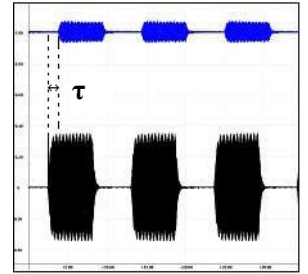
- 1.2. A partir de la visualisation d'une salve, mesurer précisément, la période T du signal.
- 1.3. En déduire la fréquence f des US. Vérifier qu'il s'agit bien d'ondes ultrasonores.

2. Célérité des ultrasons

- A présent, deux récepteurs R_1 et R_2 séparés d'une distance d reçoivent une même salve émise par l'émetteur E . Cependant, chaque récepteur reçoit la salve avec un décalage temporel τ (tau) mesuré à l'oscilloscope.

2.1. Schématiser le montage expérimental pour visualiser à l'oscilloscope les signaux reçus par R_1 et R_2 . Indiquer la place de l'émetteur, des deux récepteurs, de la distance d et des voies de branchements à l'oscilloscope.

Tenter de visualiser le signal reçu semblable à celui ci-contre.



➤ Appeler le professeur pour vérifier le montage ou obtenir une aide.

- Les mesures de d et τ permettent de déterminer la célérité v des ondes ultrasons.
- Ouvrir le logiciel *Regressi*. Entrer les valeurs expérimentales d (en m) et τ (CTRL+G puis t) (en s).
- Déplacer un récepteur et mesurer la distance d et le décalage temporel τ .
- Utiliser les curseurs sur l'oscilloscope pour une meilleure précision (voir notice).
- Déplacer de nouveau le récepteur et entrer les nouvelles mesures (≈ 5) dans le tableau.

2.2. Visualiser la courbe $d = f(\tau)$. Quelle est son allure ? La modéliser et l'imprimer après accord du professeur.

2.3. Quelle est la valeur expérimentale v_{exp} de la célérité des US ?

- La valeur théorique de la célérité des US dans l'air peut se calculer par la formule suivante :

$$v_{\text{théo}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \text{avec } \gamma = 1,4 \quad R = 8,314 \text{ S.I. ; } M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol ; } T : \text{ la température absolue (en K)}$$

2.4. Calculer la valeur $v_{\text{théo}}$ à la température de l'expérience. *Rappel* : T (en K) = θ (en °C) + 273.

2.5. Calculer l'incertitude absolue $U(v) = |v_{\text{exp}} - v_{\text{théo}}|$. La valeur expérimentale de la célérité des US est-elle cohérente ? Justifier.

3. Echodétection

- L'échodétection est utilisée dans les sonars des bateaux, en échographie, mais aussi chez les animaux (dauphins, chauve-souris...) pour déterminer une distance grâce à la réflexion d'ultrasons sur les obstacles rencontrés.

3.1. Proposer un schéma légendé à l'aide du matériel présent qui permette de réaliser la mesure de la distance par échodétection.



➤ Appeler le professeur pour vérifier le montage proposé ou obtenir une aide.

3.2. À partir de ce dispositif, comment déterminer la distance **D** qui sépare le binôme **E/R** de l'écran. Indiquer les mesures à effectuer et le calcul à mener.

3.3. L'incertitude absolue notée $U(\tau)$ sur le décalage temporel τ mesuré correspondra au décalage indiqué par le bouton qui sert à mesurer la durée τ .

Déterminer l'incertitude relative $\frac{U(D)}{D}$ sachant que : $\frac{U(D)}{D} = \sqrt{\left(\frac{U(v)}{v}\right)^2 + \left(\frac{U(\tau)}{\tau}\right)^2}$.

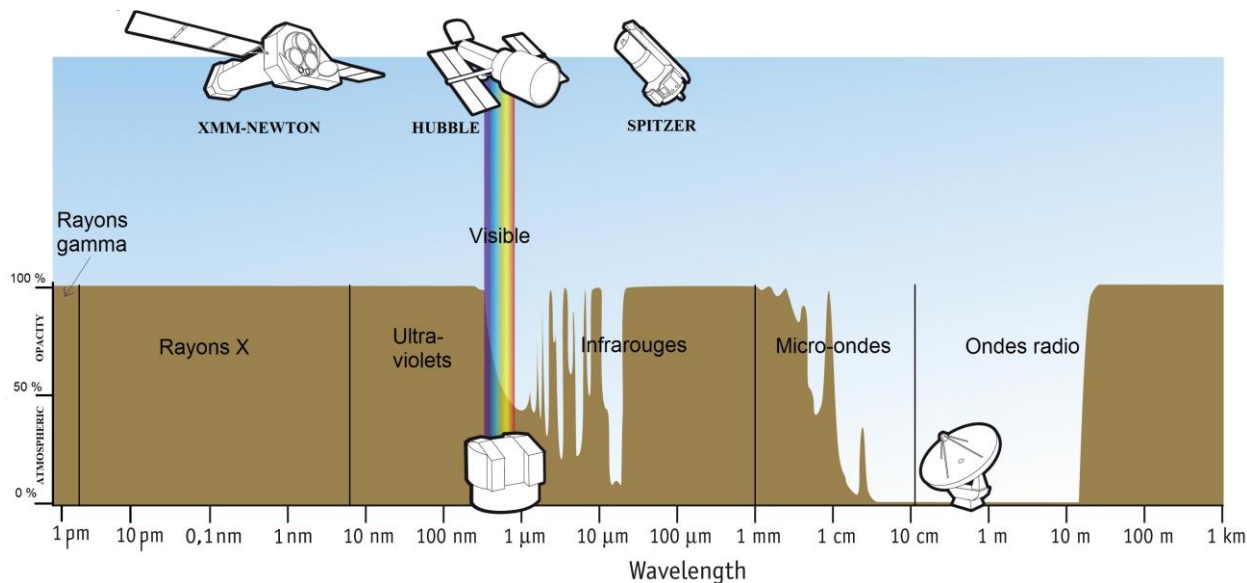
3.4. Avec la règle, mesurer la distance D_{mes} . Indiquer son incertitude absolue $U(D_{mes})$. Conclure.

II. Pourquoi observer les rayonnements de l'Univers ?

- La Terre reçoit de l'espace des rayonnements électromagnétiques ainsi qu'une pluie de particules. Si ce flot ininterrompu n'était pas en grande partie arrêté par l'atmosphère, ses effets destructeurs interdiraient toute vie. Ces rayonnements et ces particules sont les seules informations qui nous parviennent de l'Univers (distances, vitesses, constitution des étoiles ou d'autres corps célestes).
- En 1610, Galilée fut l'un des premiers astronomes à pointer sa lunette vers le ciel pour en deviner ses secrets. Dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, l'invention du radiotélescope, puis l'envoi de télescopes spatiaux au-delà des couches denses de l'atmosphère (*Hubble* en 1990, *Herschel* en 2009...) ont permis aux astronomes d'exploiter beaucoup plus largement le domaine des ondes électromagnétiques (voir *doc.1*) et d'étudier des objets peu lumineux.
- Selon la théorie du *Big-Bang*, les physiciens pensent qu'il y a 13,7 milliards d'années, l'Univers était extrêmement chaud et dense. Or, si cette théorie est vraie, il devrait subsister un rayonnement thermique, appelé *rayonnement fossile* dont le maximum d'intensité correspond à un rayonnement thermique de température 2,73 K. En 1965, deux astronomes américains, Penzias et Wilson, découvrirent par hasard un rayonnement électromagnétique de fréquence 273 GHz.

Questions :

1.1. Que représente l'axe des abscisses du document ci-dessous ?



Absorption des rayonnements électromagnétiques par l'atmosphère terrestre.

1.2. A quel domaine d'ondes électromagnétiques appartient le rayonnement découvert par Penzias et Wilson ?

Rappel : $\lambda = \frac{c}{f}$ avec $c = 3,0 \times 10^8$ m.s⁻¹ et f en Hz pour obtenir λ en m.

1.3. Ce rayonnement peut-il confirmer la théorie du *Big-Bang* ? Justifier par un calcul.

Donnée : D'après la *loi de Wien*, un corps à la température T émet un rayonnement thermique dont la longueur d'onde λ_{max} correspondant au maximum d'émission est donnée par la relation :

$\lambda_{max} = \frac{2,9 \times 10^{-3}}{T}$ avec T en kelvin et λ_{max} en m.