

## Partie Observer : Ondes et matière

### CHAP 02-ACT EXP Caractéristiques des ondes ultrasonores

#### Objectifs :

- Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité pour une onde progressive sinusoïdale.
- Connaître les caractéristiques des ondes sonores et ultrasonores.
- Mesurer la longueur d'onde et la célérité d'une onde ultrasonore
- Mesurer une distance à l'aide de salves ultrasoniques

#### I. Branchements PRÉLIMINAIRES

##### On dispose du matériel suivant :

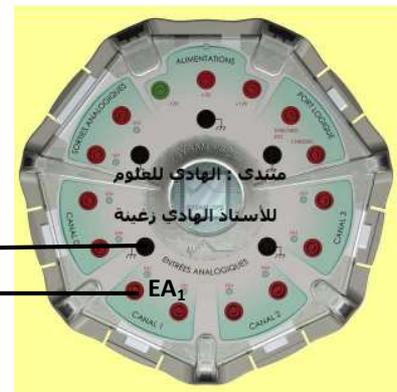
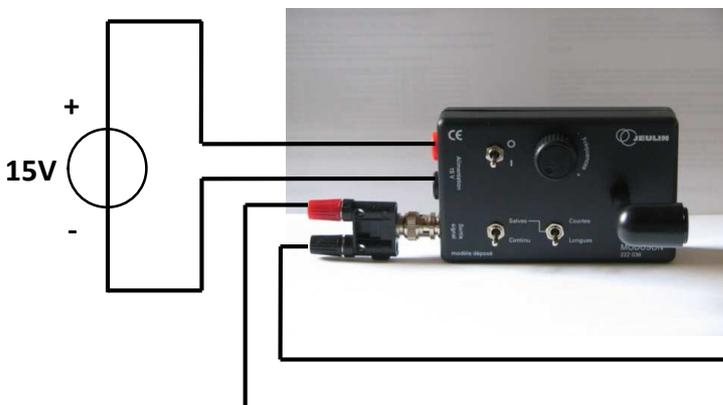
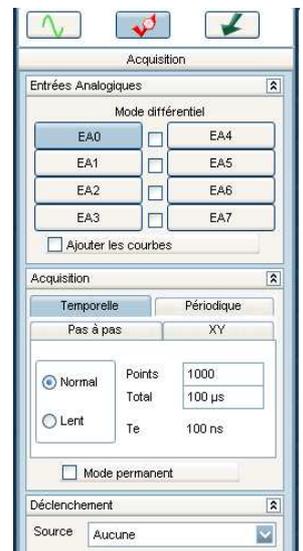
- Un ruban métallique gradué.
- Deux récepteurs
- Un boîtier contenant l'émetteur.
  - Mettre l'interrupteur de l'émetteur en mode « **continu** » et régler la fréquence en face de la position « + » (Ne pas tourner à fond, ni dépasser le + !)
  - Branchez l'alimentation continue de 15 V aux bornes de l'émetteur (**attention à la polarité**). (Voir dessin ci-dessous)
  - Allumer l'émetteur : interrupteur sur la position « I » (on).
- Une fois alimenté, l'émetteur délivre des ultrasons (US) de fréquence  $f$

##### 1) Visualisation des US émis par l'émetteur

- Relier le signal de sortie de l'**émetteur** à la voie EA<sub>1</sub> et à la masse de l'interface d'acquisition SYSAM (Voir dessin ci-dessous)
- Lancer le logiciel LATISPRO. Activer la voie d'acquisition EA<sub>1</sub> et la renommer éventuellement Ue (émetteur).
- Paramétrer l'acquisition avec 1000 points sur une durée totale de 100  $\mu$ s SANS synchronisation (Déclenchement /Source /Aucune).
- Appuyer sur la touche F10 ou par un clic sur l'icône  de la barre des tâches



pour lancer les mesures.



- a) A partir de la courbe représentant les variations de la tension délivrée par l'émetteur en fonction du temps  $U_e = f(t)$ , mesurer la période  $T$  des US.

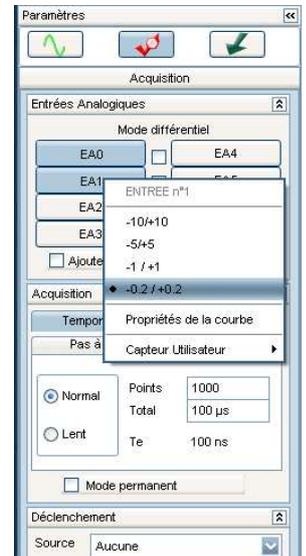
### Quelques fonctionnalités disponibles dans Latispro :

- ECHELLE AUTOMATIQUE : Faire un clic droit sur la courbe puis calibrage
- COORDONNEES D'UN POINT: Faire un clic droit sur la courbe puis réticule
- CHANGEMENT D'ORIGINE : Faire un clic droit sur la courbe puis nouvelle origine (clic droit/Terminer pour annuler)

b) En déduire la fréquence  $f$  des US.

## 2) Visualisation des US captés par le récepteur

- Mettre l'émetteur et le récepteur l'un en face de l'autre à une distance d'environ 5 cm.
- Relier le signal de sortie du **récepteur** à la voie EA<sub>0</sub> et la masse de l'interface Sysam.
- Activer les voix d'acquisition EA<sub>0</sub> et EA<sub>1</sub>, les renommer éventuellement Ue (émetteur) et Ur (récepteur)
- Modifier le calibre de la voie EA<sub>0</sub> (clic droit sur EA<sub>0</sub> puis choisir -1V/+1V)
- Paramétrer l'acquisition avec 1000 points sur une durée totale de 100  $\mu$ s SANS synchronisation (Déclenchement /Source /Aucune).
- Appuyer sur la touche F10 ou par un clic sur l'icône  de la barre des tâches  pour lancer les mesures.



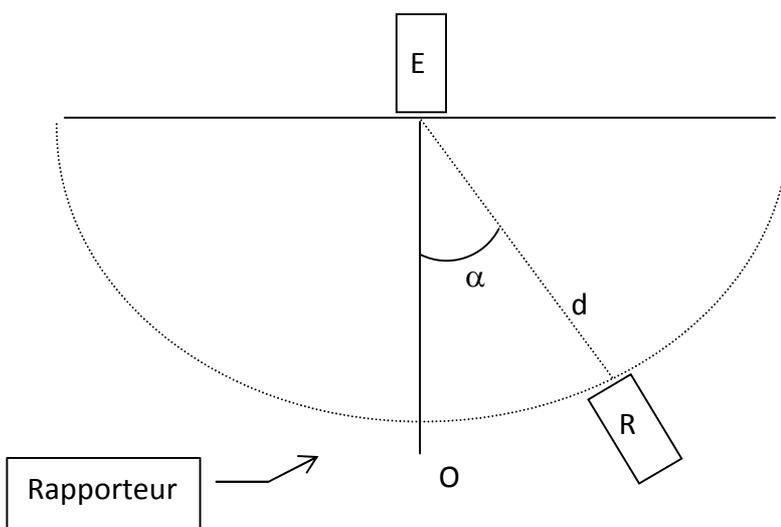
### Quelques fonctionnalités disponibles dans Latispro :

- REPRESENTATION DE 2 COURBES SUR LE MEME GRAPHIQUE AVEC DES ECHELLES DIFFERENTES EN ORDONNEES : Faire un clic droit sur l'une des ordonnées (EA<sub>0</sub> ou EA<sub>1</sub>) sélectionner « passer sur l'autre ordonnée » puis faire un CALIBRAGE.

c) Sans faire de calculs, déterminer la fréquence des ondes ultrasonores captées par le récepteur. Justifier votre démarche.

## II. Directivité des ultrasons

**Définition :** une onde est directive lorsqu'elle se propage dans un cône étroit autour de l'émetteur



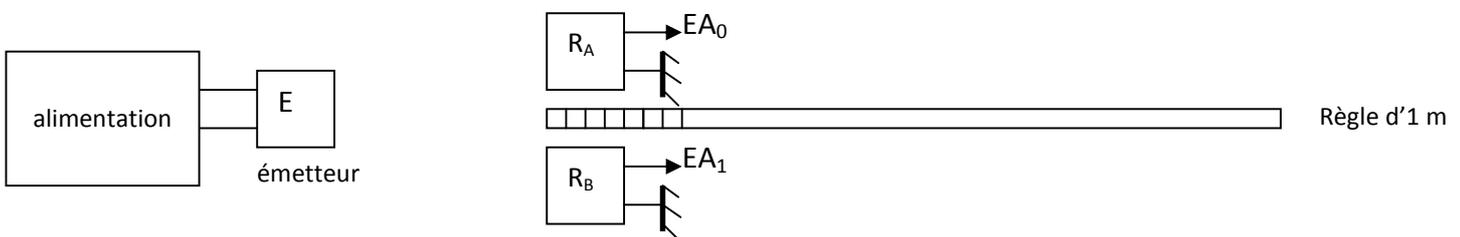
- Désactiver la voie EA<sub>1</sub>
  - Activer le mode permanent d'acquisition avec Déclenchement sur la source : EA<sub>0</sub>; sens : montant ; seuil : 0V
  - Déplacer le récepteur R à une distance  $d$ , fixe sur un arc de cercle autour de l'émetteur, et observer l'amplitude de l'onde reçue en fonction de l'angle entre l'émetteur et le récepteur (angle noté  $\alpha$ ).
- a) Notez vos observations
  - b) Pour quelle valeur de  $\alpha$ , l'amplitude est-elle maximale ?
  - c) Est-ce que les US sont directives ? Justifiez
  - d) D'après vous, les ondes audibles sont-elles directives ? Justifier

### III. Mesure de la longueur d'onde et calcul de la célérité d'une onde ultrasonore

#### 1) Visualisation des US captés par le récepteur

- Placer le premier récepteur(A), relié à la voie EA<sub>0</sub>, à une dizaine de cm de l'émetteur.
- Placer maintenant le deuxième récepteur (B), à côté du récepteur et relier le à la voie EA<sub>1</sub> de l'interface Sysam.

Les deux récepteurs seront placés sur la réglette graduée comme le montre le schéma suivant.



- les 2 voies EA<sub>0</sub> et EA<sub>1</sub> seront activées sur le même calibre -1V/+1V
- Conserver le mode permanent d'acquisition avec Déclenchement sur la source : EA<sub>0</sub>; sens : montant ; seuil : 0V

a) Eloigner lentement le récepteur B du récepteur A en veillant à conserver l'axe du récepteur dans celui de l'émetteur

Qu'observez-vous à l'écran ?

#### 2) Mesure de la longueur d'onde des US

- Faire glisser le récepteur le long du ruban métallique de façon à retrouver des signaux en phase après X longueurs d'onde (voir tableau) : repérer la distance L entre les deux récepteurs.

X	10	15	20	25	30	35	40
L (cm)							
$\lambda = \frac{L}{X}$ (cm)							

b) Calculer la longueur d'onde moyenne  $\lambda_{\text{moyen}}$

#### 3) Calcul de la célérité de l'onde ultrasonore

c) A l'aide de  $\lambda_{\text{moyen}}$ , calculer la célérité v de l'onde ultrasonore.

d) Comparer à la vitesse des ondes sonores. Calculer l'écart relatif :  $\Delta (\%) = \left| \frac{v_{\text{us}} - v}{v_{\text{us}}} \right| \cdot 100$ . Conclusion

**Données : Vitesse des ondes sonores : Environ  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$  dans l'air, à température ambiante**

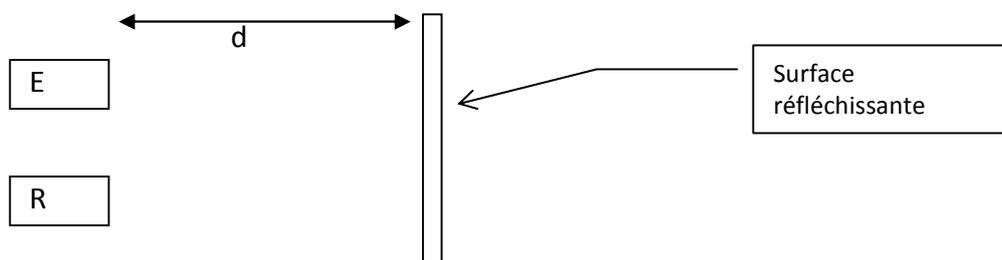
### IV. Télémétrie : mesure de distances

Le but est de mesurer une distance d à l'aide de salves ultrasoniques se réfléchissant sur une paroi connaissant la célérité v des U.S.

- Mettre l'interrupteur de l'émetteur en mode **COURTES** et **SALVE**.
- Placer l'émetteur et le récepteur côte à côte.
- Mettre à une certaine distance **d** un écran métallique (voir montage 1).
- Régler les paramètres de l'acquisition comme suit :

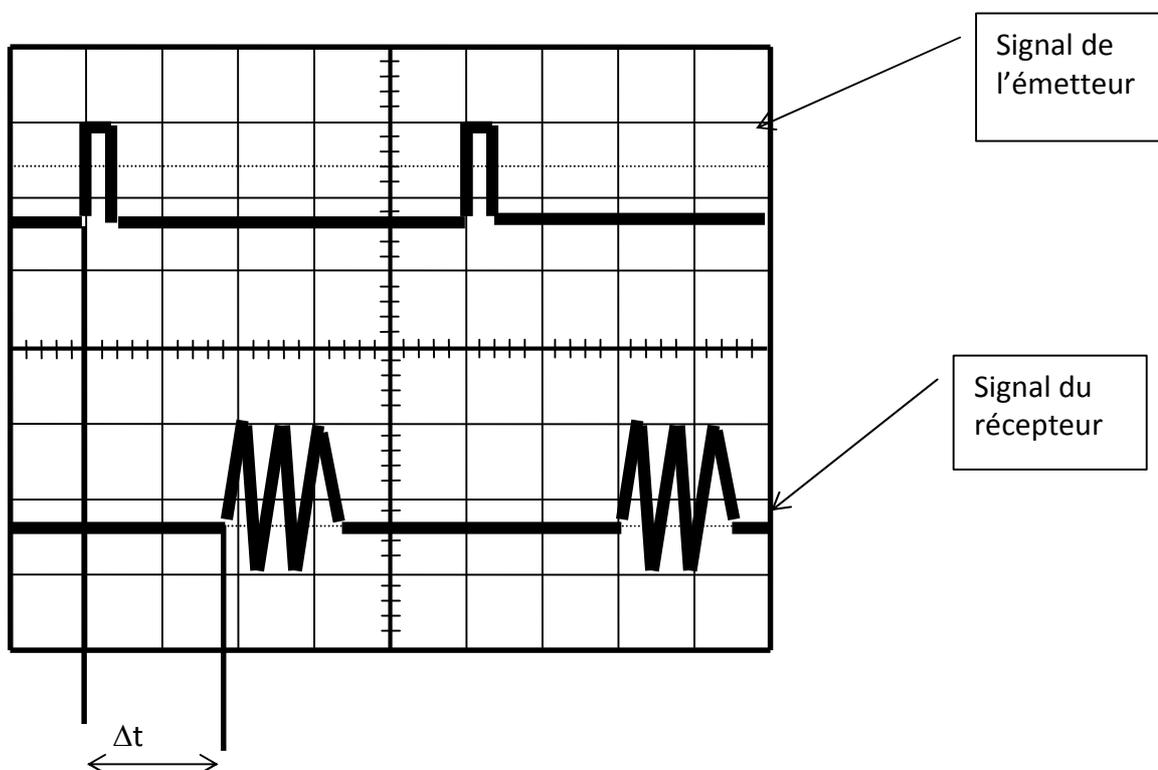
- Emetteur sur la voie EA0 ; calibre -10/+10

- Récepteur sur la voie EA1 ; calibre -0,2/+0,2
- DECOCHER mode permanent
- acquisition temporelle : 2000 points de mesures sur une durée totale de 10 ms
- Déclenchement sur la Source : EA0 (émetteur) ; Sens : montant ; seuil : 0V



Montage 1

- a) Mesurer à l'oscilloscope la durée  $\Delta t$  de l'aller-retour entre l'émetteur et le récepteur (voir schéma ci-dessous pour calculer  $\Delta t$ )



- b) Déterminer la distance  $d_{\text{calculée}}$  à laquelle est placé l'obstacle (**attention vous avez mesuré la durée d'un aller retour**)

- c) Mesurer avec le ruban métallique gradué cette distance notée :  $d_{\text{mesurée}}$ .

- d) Calculer l'écart relatif :  $\Delta (\%) = \left| \frac{d_{\text{calculée}} - d_{\text{mesurée}}}{d_{\text{calculée}}} \right| \cdot 100$ . Conclusion

- e) Refaites (si vous avez le temps) l'expérience pour deux autres valeurs de la distance  $d$