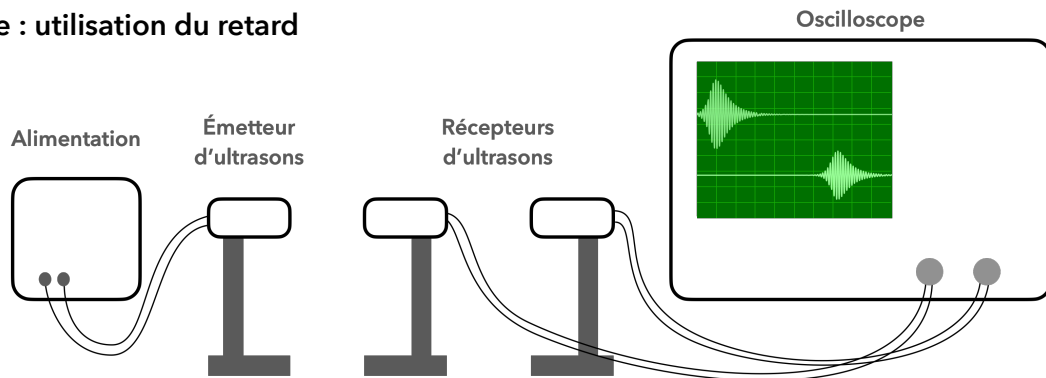


Dans ce TP, on cherche à évaluer la célérité des ultrasons par deux méthodes différentes. En déterminant l'incertitude-type du résultat pour chacune, on va pouvoir comparer les méthodes.

Pour les deux méthodes, on utilisera les mêmes armes :

un oscilloscope, un émetteur d'ultrasons et son alimentation avec un réglage « salves » et un réglage « continu » (qui correspond en fait à un signal sinusoïdal), deux récepteurs d'ultrasons.

### 1<sup>re</sup> méthode : utilisation du retard



1. Mesurer le retard entre les deux signaux :
2. Mesurer la distance correspondante entre les deux récepteurs :
3. En déduire la célérité des ondes ultrasonores :

$$\Delta t =$$

$$d =$$

$$c =$$

La mesure théorique de la célérité des ondes sonores dans l'air sec est donnée par la formule

$$c_{th} = 20,05\sqrt{T(\text{en K})} \text{ où } T(\text{en K}) = \theta(\text{en } ^\circ\text{C}) + 273,15$$

4. Que vaut la valeur théorique  $c_{th}$  des ondes sonores dans la pièce ?

$$c_{th} =$$

Toute mesure physique est entachée d'erreurs. Pour jauger la qualité d'un résultat expérimental et sa compatibilité avec la théorie, il faut pouvoir évaluer son **incertitude-type**.

La meilleure méthode pour cela est de répéter la mesure. Cela a deux avantages :

- la moyenne des mesures est un meilleur estimateur du résultat,
- la dispersion des mesures permet d'évaluer l'incertitude (il s'agit alors d'une estimation de **type A**).

Commençons par récupérer les mesures de chacun des groupes :

--	--	--	--	--	--	--	--	--

5. Déterminer à la calculatrice la moyenne des résultats et l'écart-type expérimental ([voir ici](#) pour la méthode)

$$\bar{c} =$$

$$\sigma_{exp} =$$

L'incertitude-type sur la moyenne  $u(\bar{c})$  s'obtient en divisant  $\sigma_{exp}$  par la racine carrée du nombre de mesures réalisées :  $u(\bar{c}) = \frac{\sigma_{exp}}{\sqrt{n}}$ . L'incertitude-type  $u(\bar{c})$  s'écrit avec **2 chiffres significatifs**.

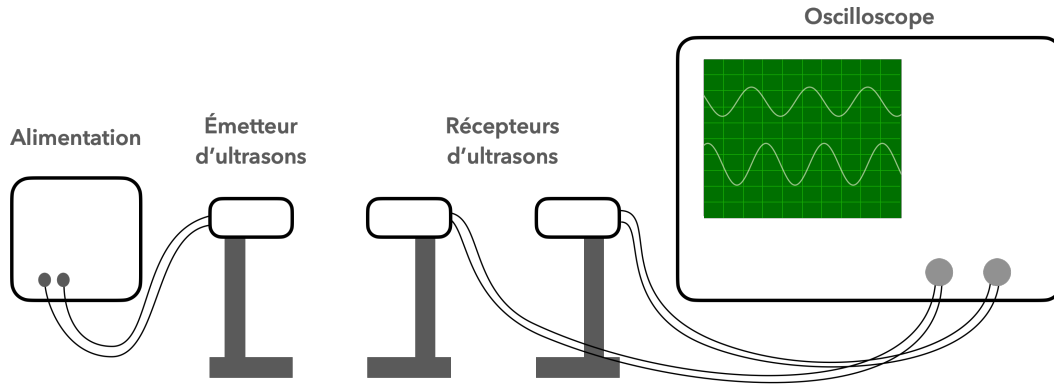
Le résultat final se note :  $c = \bar{c} \pm u(\bar{c})$  (sans oublier l'unité)

6. Donner le résultat final de l'expérience.

$$c = \quad \pm \quad \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

## 2<sup>e</sup> méthode : utilisation de la longueur d'onde

L'émetteur d'ultrasons est maintenant en mode « continu ». Le signal est alors **sinusoïdal**.



7. Mesurer la période du signal en prenant plusieurs motifs et en déduire la fréquence :

$$\begin{aligned} T &= \\ f &= \end{aligned}$$

Lorsque les maxima et minima des deux signaux se correspondent, on dit que les signaux sont **en phase**. Les signaux étant initialement en phase, éloigner le 2<sup>e</sup> récepteur provoque un déphasage progressif. Lorsque le décalage vaut un nombre entier de longueurs d'onde, les signaux sont à nouveau en phase.

8. Décaler le 2<sup>e</sup> récepteur de manière à mesurer le plus grand nombre entier  $n$  de longueurs d'onde. Noter ci-contre la distance  $d$  correspondant à ces  $n$  longueurs d'onde.

$$\begin{aligned} n &= \\ d &= \end{aligned}$$

Procédons à une évaluation de l'incertitude sur  $\lambda$  de **type B** (non statistique) :

La mesure de  $n$  est considérée parfaite et l'incertitude-type  $u(d)$  sur la distance mesurée peut être évaluée comme correspondant à une graduation de la règle. L'incertitude-type  $u(\lambda)$  sur la longueur d'onde vaut alors  $u(d)/n$ .

9. Déterminer la valeur de la longueur d'onde et de son incertitude-type.

$$\lambda = \pm$$

10. Évaluer l'incertitude-type sur la période  $T$  mesurée à la question 7 (on regarde de combien de  $\mu\text{s}$  les curseurs de l'oscilloscope peuvent bouger tout en gardant une position valide pour la mesure et on divise par le nombre de périodes mesurées).

$$u(T) =$$

L'incertitude-type finale sur la célérité vaut alors  $u(c) = c \times \sqrt{\left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(T)}{T}\right)^2}$

(on parle d'incertitude composée pour l'incertitude d'un résultat issu d'un calcul comportant lui-même des incertitudes).

11. Donner le résultat final de l'expérience et comparer les deux méthodes.

$$c = \pm \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$