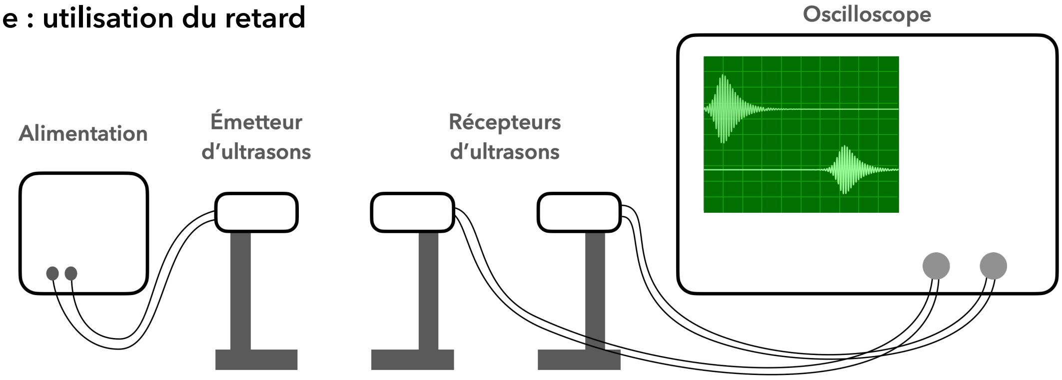
1 SPÉ	RETARD, LONGUEUR D'ONDE ET CÉLÉRITÉ	TP

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
- deux récepteurs d'ultrasons
- une alimentation pour l'émetteur d'ultrasons avec un réglage « salves » et un réglage « continu » (qui correspond en fait à un signal sinusoïdal)

1re 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
$c_{th} = 20{,}05\sqrt{T\,(\text{en K})}$ où $T\,(\text{en K}) = \theta\,(\text{en °C}) + 273{,}15$

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 calculette la moyenne des résultats et l'écart-type expérimental (voir ici pour la méthode)

$\bar{c} =$

$\sigma_{exp} =$

L'incertitude-type sur la moyenne s'obtient en divisant σ_{exp} par la racine carrée du nombre de mesures réalisées.

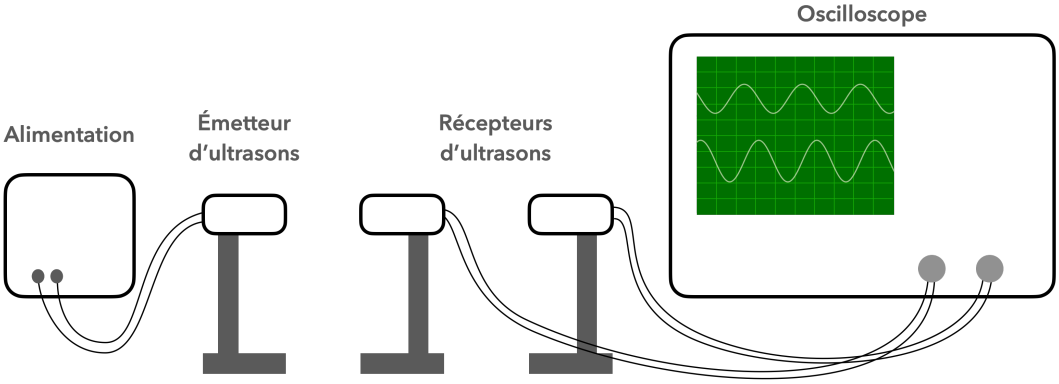
Le résultat final se note : $c = \bar{c} \pm u(\bar{c})$ avec $u(\bar{c}) = \dfrac{\sigma_{exp}}{\sqrt{n}}$ ($u(\bar{c})$ s'écrit avec 2 chiffres significatifs).

6. Donner le résultat final de l'expérience.

c = ± m·s⁻¹

2e méthode : utilisation de la longueur d'onde

L'émetteur d'ultrasons est maintenant en mode « continu ». Écouter les consignes pour adapter le réglage de l'oscilloscope.



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

T =
f =

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 2e 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 2e 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.

n =
d =

Procédons à une évaluation de l'incertitude sur λ 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.

λ = ±

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

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 = ± m·s⁻¹