



TP S3BIS – COMPTE-RENDU

D.Malka – MPSI 2015-2016 – Lycée Saint-Exupéry

28.09.2015

Mesure de la célérité du son par temps de vol

1 But de l'expérience

Nous cherchons à mesurer la célérité du son dans l'air par la méthode du temps de vol.

2 Protocole expérimental

Le dispositif expérimental est représenté fig.1.

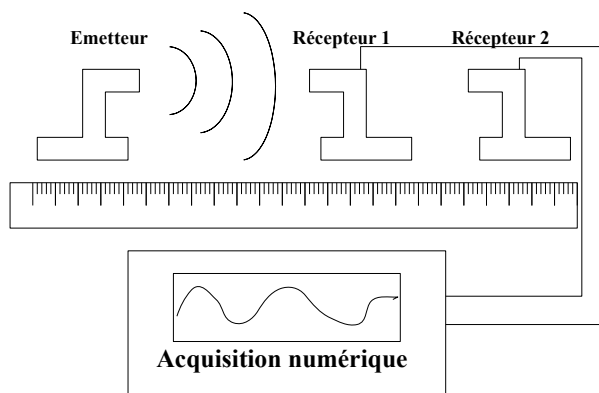


FIGURE 1 – Dispositif expérimental

Un émetteur d'ondes ultra-sonore émet périodiquement des impulsions ultrasonores courtes. Un récepteur situé à une distance d de l'émetteur permet de mesurer le retard à la propagation τ (voir fig.2). On en déduit la célérité C_s du son par la relation :

$$C_s = \frac{d}{\tau}$$

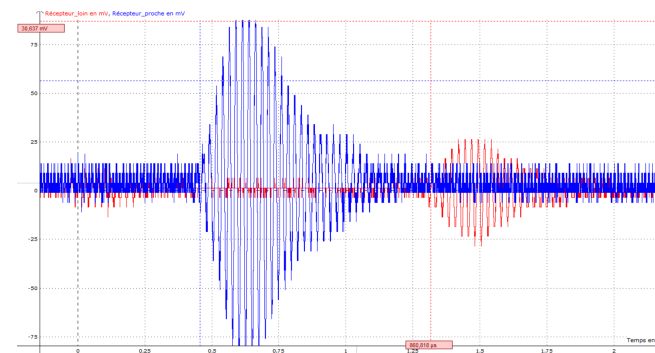


FIGURE 2 – Mesure du retard τ à la propagation entre l'émetteur et le récepteur

La distance d est mesurée à la règle graduée en mm .

Nous répétons dix fois la mesure pour différentes valeurs de d . L'incertitude est estimée par la méthode de type A (incertitude statistique).

3 Résultats expérimentaux

Les mesures sont consignées dans le tableau fig.3.

$d(m)$	$\tau(\mu s)$	C_s
0,14	392	357,1
0,16	464	344,8
0,18	536	335,8
0,20	584	342,5
0,22	632	348,1
0,24	704	340,9
0,26	760	342,1
0,28	824	339,8
0,30	872	344,0
0,32	944	339,0

FIGURE 3 – Mesures

4 Célérité du son dans l'air

La moyenne des mesures est la meilleure estimation de C_s . Avec un intervalle de confiance à 95% (fig.4) :

$$C_s = 343 \pm 4 \text{ m.s}^{-1}$$

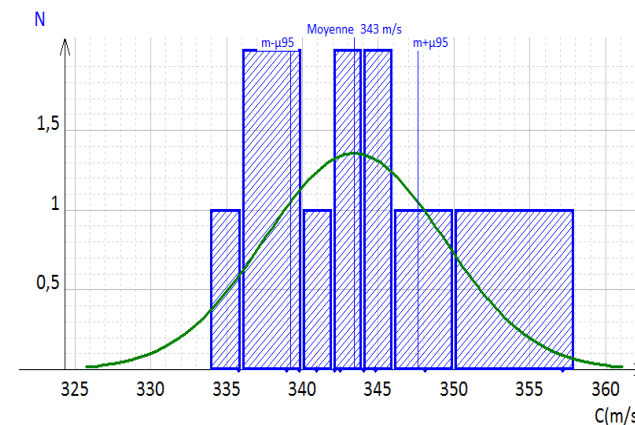
Pour mesurer la célérité C_s du son dans l'air, nous utilisons la relation :

$$C_s = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad (2)$$

avec $\gamma = 1,4$, $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$, $M = 29,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $T = 295 \pm 0,6 \text{ K}$:

$$C_s = 344,1 \pm 0,7 \text{ m.s}^{-1}$$

Les deux mesures sont cohérentes.

FIGURE 4 – Distribution statistique des mesures de C_s

Annexe - Détails du calcul des incertitudes

- Incertitude sur C_s (via les mesures de temps de vol). Elle est évaluée par traitement statistique des mesures (incertitude-type de type A).
- Incertitude sur la température. L'erreur de justesse du thermomètre utilisé est de 1 K . L'erreur de résolution est de $0,1 \text{ K}$. Nous retenons $\sigma_T = \frac{1,1}{\sqrt{3}} \approx 0,6$.
- Incertitude sur la célérité du son. La différenciation de la relation (2) donne, en négligeant les incertitudes sur γ , M et R :

$$\sigma_{C_s} = \sqrt{\frac{\gamma R}{MT}} \sigma_T \approx 0,7 \text{ m.s}^{-1}$$