

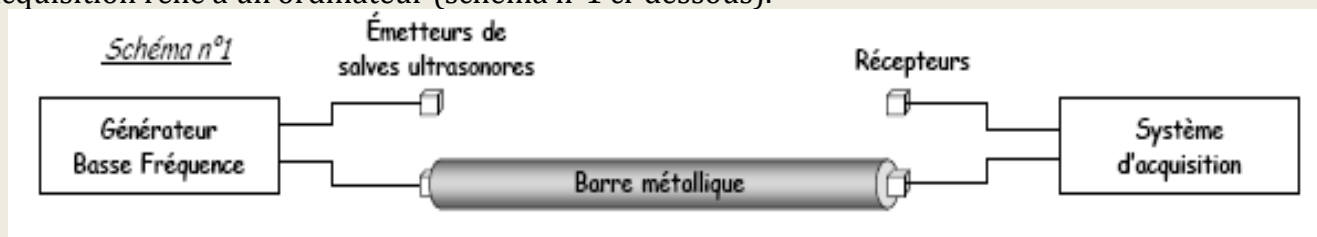
Série 3 : Les ondes mécaniques progressives



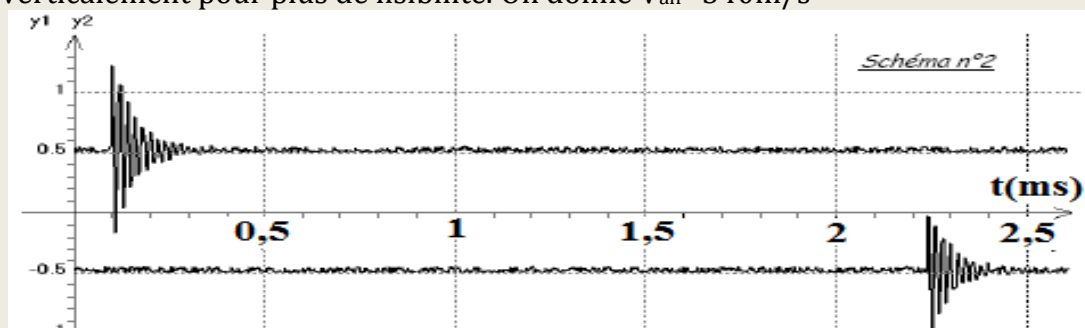
EXERCICE 1 :

Karim, se propose de déterminer la célérité v_m des ondes ultrasonores dans une barre, métallique de longueur $L = 80 \text{ cm}$, et de la comparer à v_{air} .

Pour cela, il dispose un émetteur de salve ultrasonore permettant d'émettre à la fois dans l'air et dans la barre. Les salves émises dans l'air et dans le métal sont émises simultanément et sont d'égale amplitude. À l'autre extrémité de la barre, il place deux récepteurs : un dans l'air, et l'autre en contact avec le métal. Les signaux aux bornes des deux récepteurs sont enregistrés à l'aide d'un système d'acquisition relié à un ordinateur (schéma n°1 ci-dessous).



Il réalise l'expérience et obtient l'enregistrement donné ci-dessous (schéma n°2). Les deux signaux ont été décalés verticalement pour plus de lisibilité. On donne $V_{\text{air}} = 340 \text{ m/s}$



1-Exploitation de l'enregistrement

1-1- Sur le schéma n°2, identifier la trace n°1 et la trace n°2.

1-2- Le déclenchement du système d'acquisition ($t = 0 \text{ ms}$ en abscisse) s'est-il produit à la date d'émission de la salve ?

1-3- Mesurer la durée Δt qui sépare la détection d'une même salve dans l'air et dans le métal.

1-4- Proposer une explication à la différence d'amplitude des deux signaux.

2- Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans le métal

On appelle respectivement t_{air} et t_m , les durées de propagation des salves ultrasonores dans l'air et dans le métal.

2-1- Exprimer Δt en fonction de L , V_{air} et V_m

2-2- Donner l'expression littérale de v_m .

2-3- Calculer la valeur de v_m .

2-4- Proposer une explication à la nette différence des deux célérités.

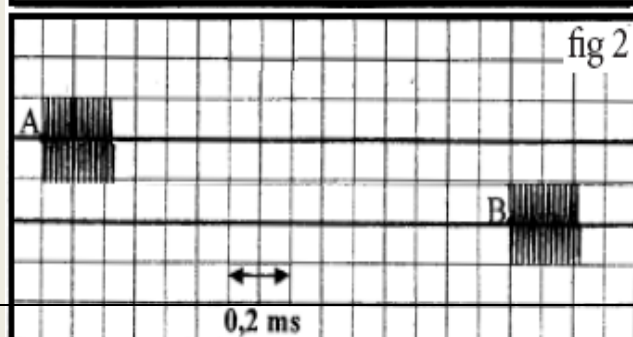
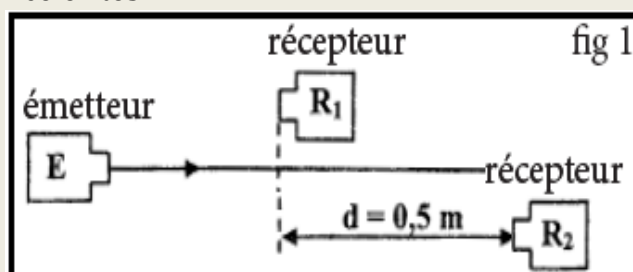
EXERCICE 3:

La prospection par échographie qui utilise les ondes ultra sonores est l'une des méthodes utilisées pour déterminer l'épaisseur des couches souterraines

1- Détermination de la célérité des ondes ultra sonores dans l'air :

On met sur une même ligne droite un émetteur d'ondes sonores E et deux récepteurs R_1 et R_2 séparés par la distance $d = 0,5 \text{ m}$.

On visualise sur un oscilloscope à travers les entrées Y_1 et Y_2 les deux signaux reçus par R_1 et R_2 et on obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 2 . A représente



le début du signal reçu par R₁ et B le début du signal reçu par R₂.

1-1- En se basant sur la figure 2, déterminer le retard temporel τ entre les signaux reçus par R₁ et R₂.

1-2- Déterminer V_{air} la célérité des ondes ultra sonores dans l'air.

1-3- Écrire l'expression de l'élongation y du point B à l'instant t en fonction de l'élongation du point A.

2- Détermination de l'épaisseur d'une couche souterraine de pétrole :

Pour déterminer l'épaisseur L d'une couche souterraine de pétrole, un des ingénieurs a utilisé une sonde de prospection par échographie.

La sonde émet à l'instant $t_0 = 0$ un signal ultra sonore de courte durée dans la direction perpendiculaire à la surface libre de la couche de pétrole. Une partie de ce signal est réfléchi par la surface libre, tandis que la deuxième partie se propage dans la couche pour subir une deuxième réflexion sur le fond de la couche et revenir vers la sonde en se transformant en un signal de courte durée aussi. (fig 3)

La sonde détecte à l'instant t_1 la raie P_1 qui correspond à l'onde réfléchi sur la surface de la couche de pétrole, et à l'instant t_2 la raie P_2 qui correspond à l'onde réfléchi sur le fond de la couche de pétrole.

La figure 4 représente le diagramme des deux raies correspondant aux deux ondes réfléchies.

Déterminer l'épaisseur L de la couche de pétrole sachant que la célérité des ondes ultra sonore dans le pétrole brute est $v = 1,3 \text{ km.s}^{-1}$.

EXERCICE 4:

L'échographe numérique à ultrasons est un dispositif qui permet le contrôle de qualité de béton. Son principe de fonctionnement consiste en l'émission d'ultrasons vers la paroi d'un mur et leur réception après avoir traversé le mur.

1- Détermination de la célérité des ultrasons dans l'air.

Nous disposons sur une même droite un émetteur (E) et un récepteur (R) d'ultrasons, séparés d'une distance $d = 0,5 \text{ m}$.

L'émetteur émet des ondes ultrasonores qui se propagent dans l'air et qui sont reçues par le récepteur après une durée $\tau = 1,47 \text{ ms}$

1.1. L'onde ultrasonore est-elle transversale ou longitudinale ?

1.2. Donner la signification physique de la grandeur τ .

1.3. Calculer la valeur de v_{air} la célérité des ultrasons dans l'air.

1.4. Considérons un point B séparé de l'émetteur d'une distance EB choisir la bonne réponse :

$y_B(t) = y_E(t - \tau_B)$	$y_B(t) = y_E(t + \tau_B)$	$y_B(t) = y_E(t - 2\tau_B)$	$y_B(t) = y_E(t - \tau_B/2)$
----------------------------	----------------------------	-----------------------------	------------------------------

2- L'oscillogramme présenté dans la figure ci-dessous, montre, à la fois, le signal transmis par l'émetteur (E) d'un échographe numérique installé sur la face avant d'un mur, et le signal reçu par le récepteur (R) installé sur la seconde face. L'épaisseur du mur $e = 60 \text{ cm}$

Le tableau suivant représente la qualité du béton en fonction de la célérité des ultrasons :

célérité des ultrasons (m/s)	Supérieure à 4000	De 4000 à 3200	De 3200 à 2500	Inférieure à 2500
qualité du béton	Excellente	bonne	Acceptable	mauvaise

2.1. Calculer la célérité des ultrasons à travers le béton constituant le mur.

2.2. Dédire la qualité du béton examiné.

