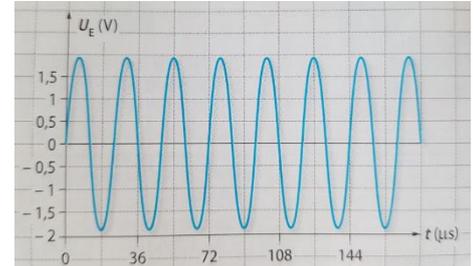




L'ECHOGRAPHIE

LES ONDES ULTRASONORES

1. Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques longitudinales.
 - a. Qu'appelle-t-on une onde mécanique ?
 - b. Donner la définition d'une onde longitudinale.
 - c. Sur l'enregistrement ci-contre, tracer une période de l'onde ultrasonore représentée.
Donner sa valeur.
 - d. Cette période correspond-elle à une période spatiale ou temporelle ?

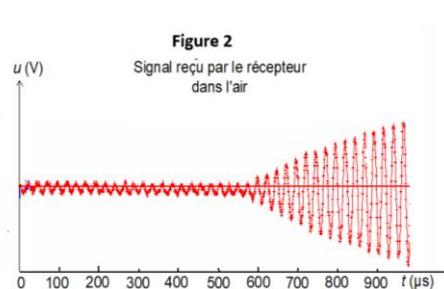
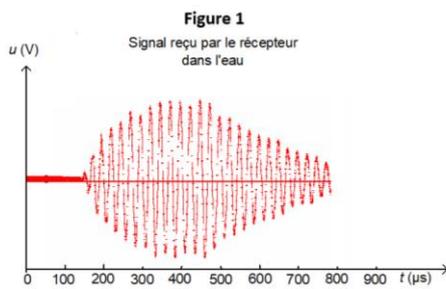


VITESSE DE PROPAGATION ET MILIEU DE PROPAGATION

Un émetteur et un récepteur ultrasonores sont placés face à face à une distance ℓ l'un de l'autre. Ils sont tous deux reliés à un oscilloscope. Le récepteur émet des salves.

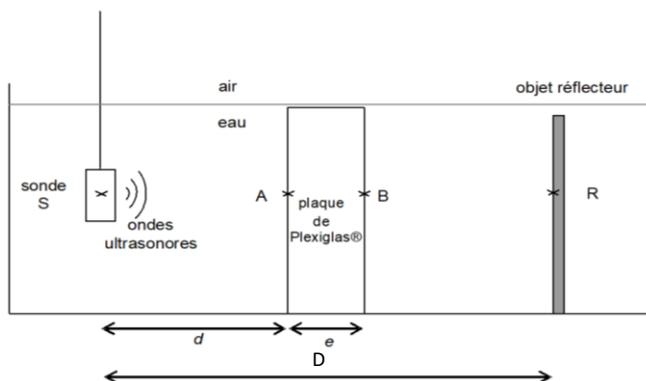
Les graphes ci-dessous donnent le signal capté par le récepteur selon les milieux traversés.

L'origine des dates $t = 0$ s est l'instant de l'émission.



2. Sans calcul, expliquer à l'aide des graphiques dans quel milieu la propagation des ultrasons est la plus rapide.
3. L'émetteur et le récepteur sont séparés par une distance $\ell = 20,0$ cm.
Calculer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'eau.

COMPRENDRE LE PRINCIPE DE L'ECHOGRAPHIE



Dans un récipient rempli d'eau, on place une plaque de Plexiglas® d'épaisseur e . L'eau simule le corps humain dont la composition est de 65 à 90 % d'eau (excepté pour les os et les dents). La plaque de plexiglas simule un muscle dense. Une sonde échographique constituée d'un émetteur et d'un récepteur est plongée dans l'eau.

Les signaux émis et reçus par la sonde sont très brefs. Sur les oscillogrammes, on représente par un pic simple ces signaux. On choisit sur les oscillogrammes l'origine des dates à l'instant de l'émission du signal.



4. L'oscillogramme **figure 3** est obtenu sans la plaque de Plexiglas[®].
 À l'instant $t = 0$ s on visualise le signal émis par la sonde.
 À l'instant t_R , on visualise l'écho réfléchi sur l'objet réflecteur, on l'appellera écho de référence.
- À l'aide de la figure 3 déterminer la date t_R .
 - Établir que l'expression de la date t_R en fonction de la distance D et de la célérité v des ultrasons dans l'eau est : $t_R = \frac{2.D}{v}$.

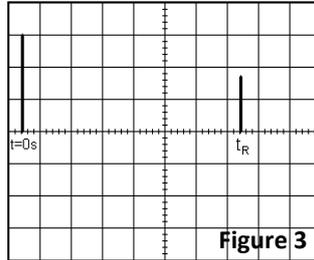
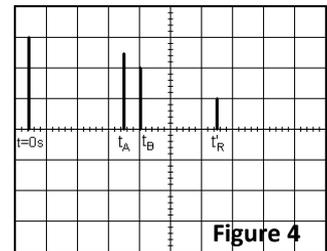


Figure 3
 La sensibilité horizontale est de $20 \mu\text{s}.\text{div}^{-1}$.

5. L'oscillogramme **figure 4** est obtenu avec la plaque de Plexiglas[®].
 t_A et t_B sont les dates auxquelles la sonde détecte les ondes réfléchies par les faces de la plaque de Plexiglas[®].
 Le nouvel écho de référence arrive à la date t'_R .
 La sensibilité horizontale n'a pas changé.



- Les ultrasons se propagent-ils plus vite dans l'eau ou dans le Plexiglas[®]? Justifier.
 - On appelle v' la vitesse de propagation des ultrasons dans le Plexiglas[®].
 - Montrer que, la longueur L du trajet total aller-retour du signal dans l'eau est : $L = 2x(D-e)$
 - Exprimer alors t'_R en fonction de D , e , v et v' .
 - Donner l'expression de la date t_A , date à laquelle la sonde reçoit l'écho dû à la réflexion partielle au point A, en fonction de d et v .
 - Donner l'expression de la date t_B , date à laquelle la sonde reçoit l'écho dû à la réflexion partielle au point B, en fonction de d , e , v et v' .
6. On montre que $t_R - t'_R = \frac{2e}{v} - \frac{2e}{v'}$ (relation 1) et que $t_B - t_A = \frac{2e}{v'}$ (relation 2).
- En utilisant les relations 1 et 2, montrer que $e = \frac{v}{2} \times (t_R - t'_R + t_B - t_A)$.
 - AN : $t'_R = 1,2 \times 10^{-4}$ s ; $t_A = 6,2 \times 10^{-5}$ s ; $t_B = 7,2 \times 10^{-5}$ s.
 Calculer la valeur de l'épaisseur de la plaque en prenant $v = 1,43 \times 10^3 \text{ m}.\text{s}^{-1}$
 - À partir de la relation 2, exprimer v' en fonction de e , t_A et t_B puis calculer sa valeur.
 Ce résultat est-il en accord avec ce qui a été vu précédemment (5.a) ?