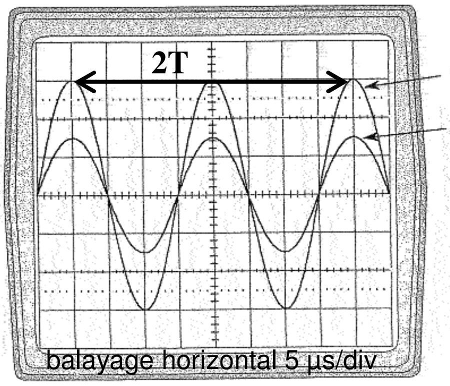
EXERCICE III. ONDES ULTRASONORES ET DEUX APPLICATIONS (4 points).
Asie 2007 – Correction © http://labolycee.org **Sans calculatrice**

Partie A

1.1. fréquence des ultrasons émis

Sur l'oscillogramme, on mesure 2T = 8,0 × 5 µs

T = 20 µs = 2,0 × 10^{-5} s



f = $\frac{1}{T}$ avec f en Hz et T en s.

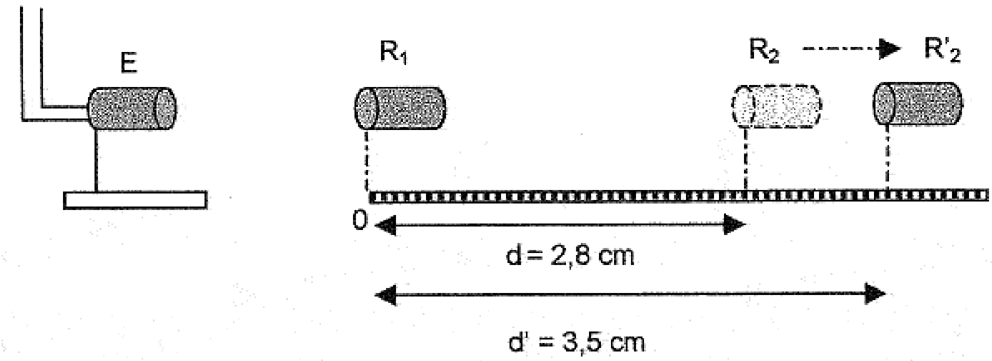
f = $\frac{1}{2\times10^{-5}}$ = 0,5 × 10^5 = **5 × 10^4 Hz** = 5 × 10^1 kHz.

Remarque : f > 20 kHz, il s'agit bien d'ondes ultrasonores.

1.2. La longueur d'onde λ appelée aussi **période spatiale de l'onde,** est la distance parcourue par l'onde à la célérité v pendant la durée T.

λ = v . T.

1.3. R_2 à la distance d de R_1 : les deux signaux reçus sont en phase.
R_2 en R'_2 à la distance d' de R_1 : les deux signaux reçus sont de nouveau en phase.



Le retard τ du signal reçu par R'₂ par rapport à celui reçu par R_2 est égal à T : **τ = T** .

Or $\tau = \frac{d'-d}{v}$ et τ = T donc $T = \frac{d'-d}{v}$ ⇔ d'-d = v.T (1)

D'autre part λ = v.T (2)

En identifiant les expressions (1) et (2), il vient $\boxed{\lambda = d' - d}$

λ = 3,5 – 2,8 = **0,7 cm** = **7×10^{-3} m** (1 seul chiffre significatif car la précision des mesures est de 0,1 cm).

1.4. Célérité des ultrasons dans l'air : $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda . f$

v = 7×10^{-3} × 5×10^4 = **3,5×10^2 m.s^{-1} = 4.10^2 m.s^{-1}**
(en respectant le nombre de chiffres significatifs)

1.5. On a v = λ.f avec λ = d' – d donc $\boxed{\mathbf{v = (d' - d).f}}$

Or f reste constante donc si la distance d'-d quadruple alors la célérité v doit quadrupler aussi.

Ainsi $v_{eau} = 4v_{air}$

$\mathbf{v_{eau}}$ = 4 × 3,5×10^2 = **1,4×10^3 m.s^{-1} = 1×10^3 m.s^{-1}** (en respectant le nombre de chiffres significatifs).

Partie B

2.1. Une onde mécanique progressive est la propagation de proche en proche d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

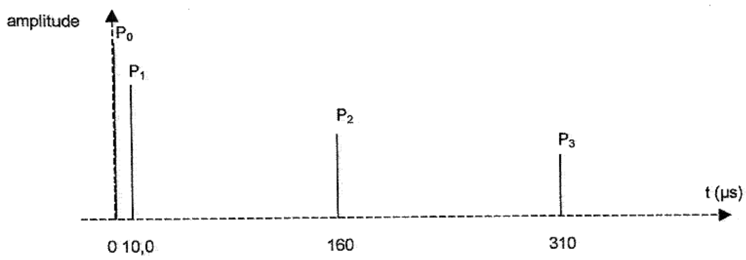
2.2. Il s'agit d'une onde longitudinale car la direction de la perturbation est de même direction que celle de propagation de l'onde.

2.3. Dans les zones de dépression du liquide, suite au passage de l'onde acoustique, la pression est localement très inférieure à la pression moyenne régnant dans le liquide. Or "*la température d'ébullition d'un liquide diminue quand la pression diminue*" donc dans les zones de dépression, le liquide se vaporise localement créant ainsi des microbulles de vapeur.

Ces microbulles formées (= corps creux) implosent immédiatement lorsqu'une zone de surpression arrive, en effet la pression dans les microbulles de vapeur est nettement inférieure à la pression régnant dans les zones de surpression du liquide.

3. L'échogramme du cerveau.

« P_0 correspond à l'émission à l'instant de date t = 0 s de l'impulsion; P_1 à l'écho dû à la réflexion sur la surface externe de l'hémisphère gauche (G sur le schéma); P_2 a l'écho sur la surface de séparation des deux hémisphères; P_3 à l'écho sur la surface interne de l'hémisphère droit (D sur le schéma).
La célérité des ultrasons dans les hémisphères est $v = 1500\ m.s^{-1}$. »



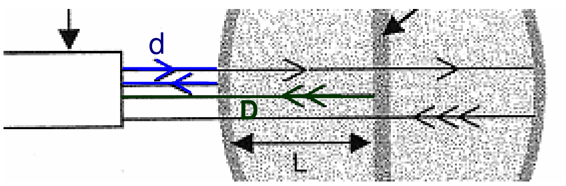
3.1. La durée Δt du parcours de l'onde dans l'hémisphère gauche est la différence des instants correspondant aux pics P_1 et P_2 :

$$\mathbf{\Delta t = 160 - 10{,}0 = 150\ \mu s.}$$

Pour l'hémisphère droit on a de même, entre les pics P_2 et P_3 :

$$\mathbf{\Delta t = 310 - 160 = 150\ \mu s.}$$

3.2.



À la date t_1 = 10,0 µs, le 1er écho (pic P_1) est perçu, l'onde a parcouru une distance égale à 2d.
À la date t_2 = 160 µs, le 2nd écho (pic P_2) est perçu, l'onde a parcouru une distance égale à 2D = 2(d+ L).

Entre les dates t_1 et t_2, donc pendant la durée $\Delta t = t_2 - t_1$, l'onde a parcouru la distance 2d+2L–2d = 2L dans le cerveau à la célérité $v = 1500\ m.s^{-1}$.

Alors $v = \dfrac{2L}{\Delta t}$ ou $\boxed{\mathbf{L =} \dfrac{v.\Delta t}{2}}$

$$L = \frac{1500 \times 150 \times 10^{-6}}{2} = \frac{15 \times 10^{2} \times 15 \times 10^{1} \times 10^{-6}}{2} = \frac{225}{2} \times 10^{-3}$$

$L = 113 \times 10^{-3}$ m = $1{,}13.10^{-1}$ = **11,3 cm.**