

THEME 01 ANALYSER & DIAGNOSTIQUER

Td 02 – Ondes non périodiques – Principe de l'échographie

Exercice 1.

1. Rappeler la relation qui lie vitesse v d'une onde qui parcourt une distance d pendant un intervalle de temps Δt .
2. Découper et coller le document 1.
Déterminer l'intervalle de temps Δt nécessaire à une onde pour parcourir la distance $d = 30,0$ cm qui sépare un émetteur d'onde sonore et un récepteur à la vitesse $v = 340$ m/s. Exprimer le résultat en ms.
On rappelle $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$ et $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$.
3. Déterminer la distance d qui sépare le Soleil de la Terre, sachant que la lumière effectue le parcours en un temps d'environ 8 min et 7 s à la vitesse $v = 300\,000$ km/s.
Exprimer le résultat en km.
On rappelle $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ et $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$

Exercice 2.

Découper et coller le document 2.

Un émetteur et un récepteur d'ondes ultrasonores sont placés face à face dans l'air puis dans l'eau à une distance $d = 20$ cm

Selon les milieux traversés, les deux enregistrements sont donnés ci-contre.

Le son se propage à la vitesse :

- $v_{\text{air}} = 340$ m/s dans l'air
- $v_{\text{eau}} = 1\,340$ m/s dans l'eau

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

1. Comparer les vitesses du son dans l'air et dans l'eau. Dans quel domaine le son se propage-t-il le plus rapidement ? Avez-vous une explication ?
2. Indiquer quel oscillogramme correspond à chaque milieu traversé. Justifier votre réponse
3. Exprimer Δt , temps de parcours entre l'émission et la réception des ultrasons en fonction de d et v .
4. Calculer Δt dans l'air et dans l'eau. Donner le résultat en microseconde. Les résultats sont-ils cohérents avec les oscillogrammes ? On rappelle $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$.

Exercice 3.

1. Un enfant se trouve face à un mur, situé à une distance d . Représenter par un schéma la situation, en faisant apparaître la distance d sur votre schéma.
2. Il se dirige en courant vers le mur à la vitesse v et effectue un aller-retour pour revenir à sa position de départ en un temps Δt .
Exprimer la distance D totale parcourue par l'enfant en fonction de la distance d qui le sépare du mur.
3. Donner l'expression de la vitesse en fonction de la distance D et de l'intervalle de temps Δt .
4. Puis, en vous aidant de la réponse à la question 2, donner l'expression de la vitesse en fonction de la distance d qui le sépare du mur et de l'intervalle de temps Δt .
5. Effectuer le calcul de la vitesse, sachant que $d = 8$ m et $\Delta t = 8$ s. L'exprimer en km/h.
On rappelle $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$.
Ce résultat est-il cohérent ?

Exercice 4. Découper et coller le document 3.

1. Exprimer Δt , temps de parcours entre l'émission et la réception des ultrasons en fonction de d et v .
2. Calculer Δt sachant que $v = 340$ m/s. On rappelle $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$.
Donner le résultat en ms sachant $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$.

Exercice 5.

Pour déterminer la position du fœtus dans l'utérus on réalise une échographie. Les ondes ultrasonores, de fréquence $f = 5,0 \text{ MHz}$, émis par la sonde sont réfléchis par le fœtus. Le temps Δt qui s'écoule entre l'émission et sa réception de l'onde est $\Delta t = 90 \mu\text{s}$.

1. Rappeler les limites du domaine audible en Hz. On précisera les domaines Ultrasons (US) et Infrasons (IS).
2. Justifier que les ondes utilisées sont des ultrasons. On rappelle $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$.
3. Exprimer la distance d qui sépare la sonde du fœtus en fonction de Δt et de la vitesse v des ultrasons.
4. Calculer la distance sonde-fœtus, sachant que $v = 1540 \text{ m/s}$.
Donner le résultat en cm.
5. Expliquer pourquoi la peau doit être recouverte d'un gel lors d'une échographie.

Exercice 6.

Découper et coller le document 4.

Les calculs rénaux sont des cristaux durs qui se forment au niveau des reins. On peut les détecter par échographie. Les ultrasons réfléchis au point A sont reçus par la sonde après un temps $\Delta t = 180 \mu\text{s}$.

1. Exprimer la distance OA en fonction de Δt et v .
2. Calculer OA sachant que $v = 1540 \text{ m/s}$. Donner le résultat en cm. On rappelle $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$.

Exercice 7.

On mesure le diamètre BC d'un organe par échographie.

Les ondes ultrasonores se réfléchissent aux points B et C de l'organe.

On obtient l'oscillogramme du document 5.

1. Expliquer à quoi correspondent respectivement les temps Δt_B et Δt_C .
2. On compte 1 division horizontale pour Δt_B et 3 divisions horizontales pour Δt_C .
On me donne 1 div = $40 \mu\text{s}$. En déduire les valeurs de Δt_B et Δt_C .
3. Calculer les distances AB et AC.
Donnée $v = 1540 \text{ m/s}$.
4. En déduire le diamètre BC de l'organe.

Correction.

Exercice 5. 1.- Domaine audible est compris entre 20 Hz et 20 000 Hz. En deçà de 20 Hz = Infra Sons. Au-delà de 20 000 Hz = Ultras Sons. 2.- On m'indique une fréquence $f = 5,0 \text{ MHz} = 5,0 \times 10^6 \text{ Hz}$ donc au-delà de 20 000 Hz donc les US.

3.- On applique $v = \frac{2 \times d}{\Delta t}$ ce qui donne $d = \frac{v \times \Delta t}{2}$

Soit $d = \frac{v \times \Delta t}{2} = \frac{1540 \times 90 \times 10^{-6}}{2} = 0,069 \text{ m} = 6,93 \text{ cm}$

5.- Les ultrasons émis par la sonde ont du mal à traverser la peau. Ils sont facilement réfléchis. On va donc appliquer un gel pour faciliter le passage air-peau.

Exercice 6. On a la relation $0A = \frac{v \times \Delta t}{2} = \frac{1540 \times 180 \times 10^{-6}}{2} = 13,9 \text{ cm}$

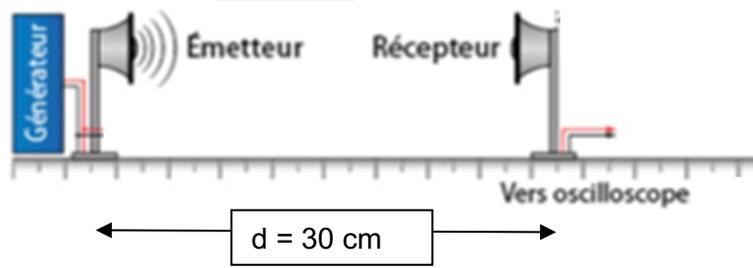
Exercice 7.

1.- Les temps Δt_B et Δt_C correspondent aux temps respectifs pour que l'onde émise de la sonde rebondisse au point B et au point C. 2.- On compte 1 division horizontale pour Δt_B soit $\Delta t_B = 40 \text{ ms}$ et pour Δt_C on mesure 3 divisions, soit $\Delta t_C = 3 \times 40 = 120 \text{ ms}$.

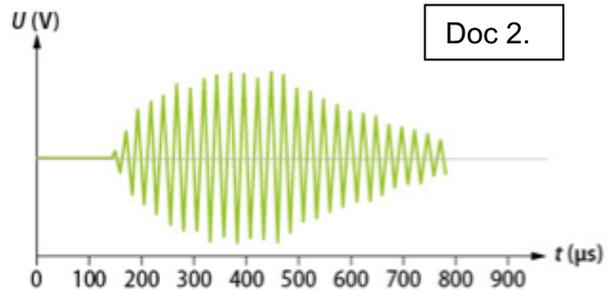
3.- On en déduit $AB = \frac{v \times \Delta t}{2} = \frac{1540 \times 40 \times 10^{-6}}{2} = 30,8 \text{ cm}$ et $AC = \frac{1540 \times 120 \times 10^{-6}}{2} = 92,4 \text{ cm}$.

4.- On peut en déduire le diamètre BC = $92,4 - 30,8 = 61,6 \text{ cm}$.

Doc 1.

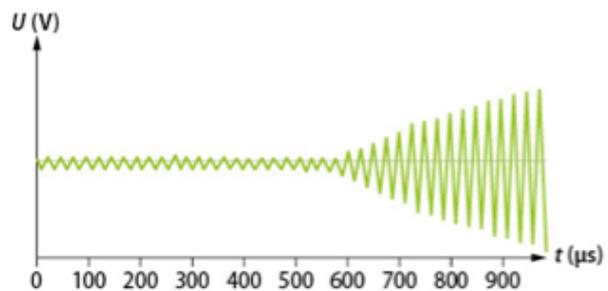
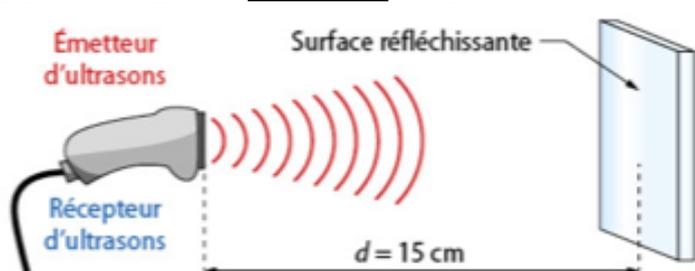


Doc 2.



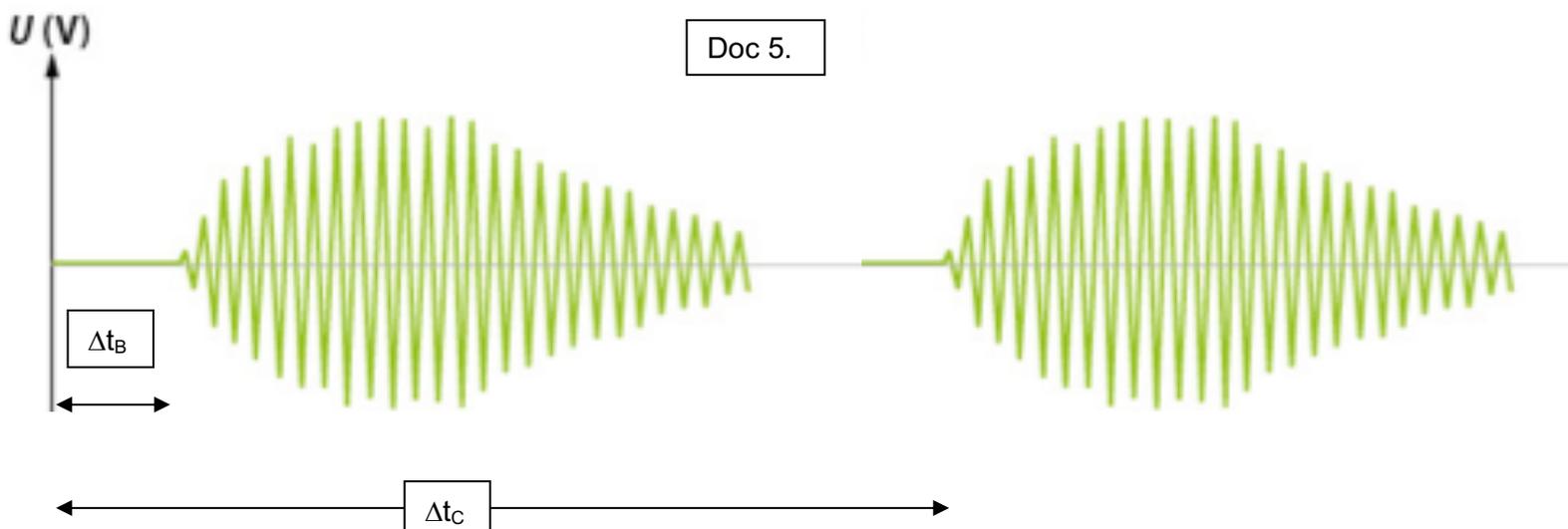
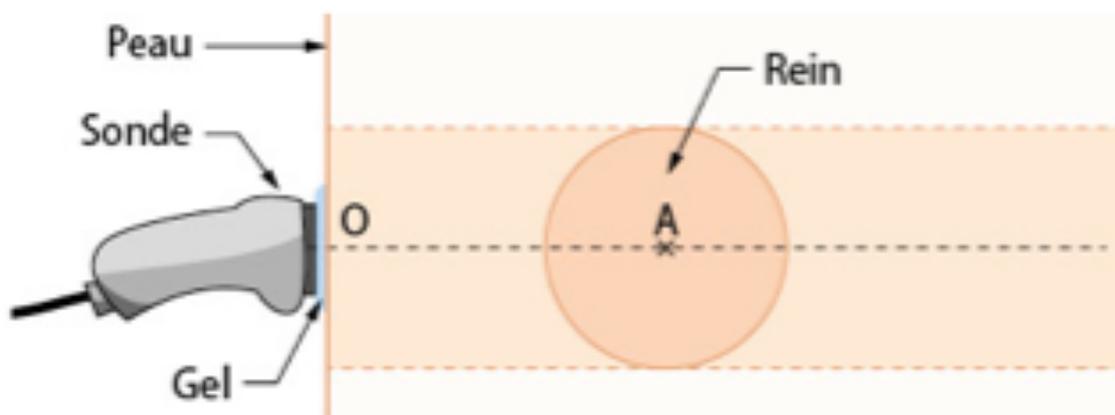
Oscillogramme 1

Doc 3.



Oscillogramme 2

Doc 4.



Doc 5.