

Objectifs du TP :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour comprendre le principe de méthodes d'exploration et l'influence des propriétés des milieux de propagation. Savoir mesurer une durée avec l'oscilloscope.
- Savoir utiliser la relation vitesse, distance, durée.

PRINCIPE DE L'ÉCHOGRAPHIE

Cette technique utilise les ultrasons, des ondes de même nature que les sons, mais inaudibles par l'oreille humaine car de fréquence supérieure à 20 000 Hz.

Les ondes sonores se propagent dans l'air (à une vitesse d'environ 350 m.s^{-1}) et dans certains matériaux, mais pas dans le vide.

Les ultrasons se propagent assez facilement dans les corps mous et les liquides. Ils se réfléchissent bien sur les objets durs, qu'ils soient métalliques ou non.

En bombardant le corps humain avec des ultrasons, on observera selon les matériaux rencontrés une quantité plus ou moins importante d'ultrasons réfléchis. Si on détecte des ultrasons qui reviennent en direction de la source émettrice cela signifie qu'ils ont été réfléchis par un matériau réfléchissant : la zone correspondante apparaîtra blanche sur l'image (os). Si on ne détecte pas ou peu d'ultrasons réfléchis, c'est qu'ils ont pu se propager dans les tissus : la zone apparaîtra sombre ou noire sur l'image.

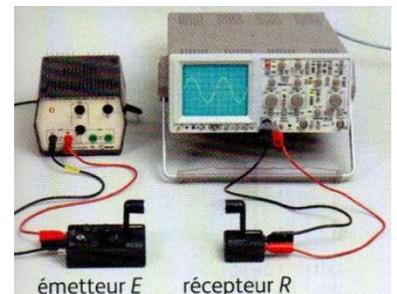
Vis-à-vis des ultrasons, chaque matériau est caractérisé par :

- Son pouvoir de transmission : ou comment les ultrasons parviennent à traverser le matériau. Une partie des ultrasons qui pénètrent dans le matériau sont absorbés, mais une bonne partie parvient à traverser. On regarde l'amplitude du signal après la traversée. Le pouvoir de transmission est mauvais ou bon.
- Son pouvoir réfléchissant : ou comment l'onde est réfléchi sur le matériau (donc repart en sens inverse) car elle ne peut pas pénétrer dedans.

Sans faire de généralités, on sait que les matériaux durs et/ou homogènes auront plutôt un pouvoir réfléchissant, à l'inverse des matériaux mous et/ou hétérogènes auront plutôt un pouvoir absorbant.

I. COMPORTEMENT DES ULTRASONS FACE À UN OBSTACLE

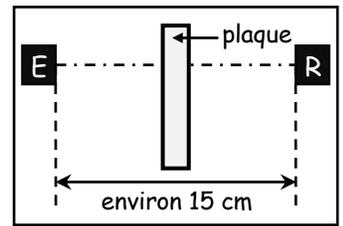
- On dispose d'un générateur 15 V continu, d'un oscilloscope, d'un émetteur (E) et d'un récepteur (R) d'ondes ultrasonores et de fils de connexion.
- On alimente l'émetteur (E) d'ultrasons en mode « continu » et on le relie à la voie 1 de l'oscilloscope.
- On place le récepteur (R) à environ 15 cm en face de l'émetteur que l'on relie à la voie 2 de l'oscilloscope.
- On règle l'oscilloscope pour qu'il affiche les signaux des deux voies.



1. Comparer la fréquence des signaux émis par l'émetteur (E) et reçus par le récepteur (R). Comparer la tension maximale des signaux émis par l'émetteur (E) et reçus par le récepteur (R). Proposer une explication possible de ces résultats.

- On change le calibre de la voie 2 pour augmenter la sensibilité verticale (en Volt par division : V/div) et obtenir 2 signaux de taille similaire à l'écran.

→ L'émetteur (E) et le récepteur (R) étant distants d'environ 15 cm, on place entre eux deux des obstacles différents (carton, bois, métal, papier, verre...).



2. Observer le signal voie 2. Compléter le tableau concernant le pouvoir de transmission des différents matériaux en utilisant les adjectifs : bon, moyen, mauvais.

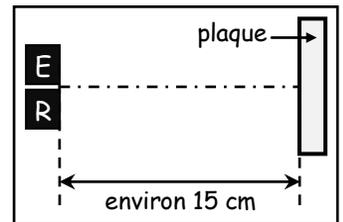
Matériau					
Pouvoir de transmission					

3. Quelle est la forme du signal du récepteur ?

4. La forme de ce signal est-elle modifiée lorsqu'on change les obstacles ?

II. PHÉNOMÈNE D'ÉCHO ET DÉTERMINATION DE DISTANCES

→ On alimente l'émetteur (E) d'ultrasons en mode « salve » et on positionne le récepteur (R) à côté à l'aide d'un élastique.



5. Que constate-t-on sur la voie 2 ? On place la main devant l'ensemble (E+R), à quelques centimètres. Qu'observe-t-on ? Comment expliquer ce résultat ?

→ On pose devant l'ensemble (E+R) des plaques de divers matériaux.

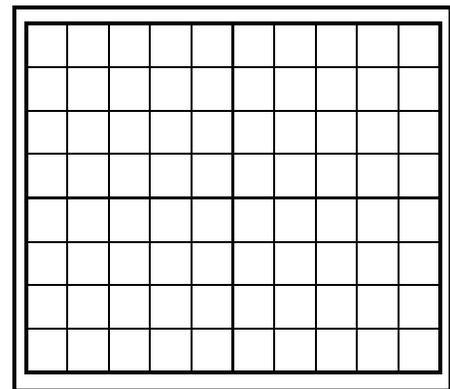
6. Observer puis compléter le tableau concernant le pouvoir réfléchissant des différents matériaux en utilisant les adjectifs : bon, moyen, mauvais.

Matériau					
Pouvoir réfléchissant					

7. Dessiner, ci-contre, l'oscillogramme des tensions des voies 1 et 2.

8. Mesurer la durée (en seconde) mise par les ultrasons pour faire l'aller-retour : $\Delta t = \dots\dots\dots$

9. Trouver une relation simple entre la vitesse v de la salve d'ultrasons, le temps Δt que met la salve d'ultrasons pour faire un aller-retour et la distance d entre l'émetteur-récepteur et l'obstacle.



10. Utiliser cette formule pour calculer la valeur de d .

Donnée : $v(\text{son et ultrasons dans l'air}) = 340 \text{ m.s}^{-1}$

11. On vérifie la valeur de d à l'aide d'une règle

III. APPLICATION À L'ÉCHOGRAPHIE

Afin de comprendre le fonctionnement de cette analyse médicale, on dispose d'une sonde (un boîtier contenant un émetteur d'ultrasons et un récepteur) et d'un oscilloscope pour écran vidéo sur lequel sont visionnées les "images". Le système informatique qui traite les signaux reçus, c'est vous ! Une boîte en carton (ventre) contient un objet (foetus).



12. Quelle est la position de cet objet ?

13. À quelle distance ce situe-t-il ?

→ Sur votre compte-rendu, votre démarche sera indiquée pour identifier la position de cet objet.