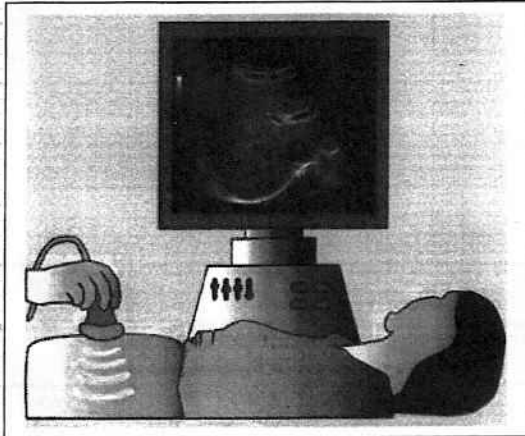


TP 01

PRINCIPE DE L'ECHOGRAPHIE

I Contexte du sujet



L'image échographique est obtenue à l'aide d'un faisceau d'ultrasons, ondes sonores imperceptibles à l'oreille humaine.

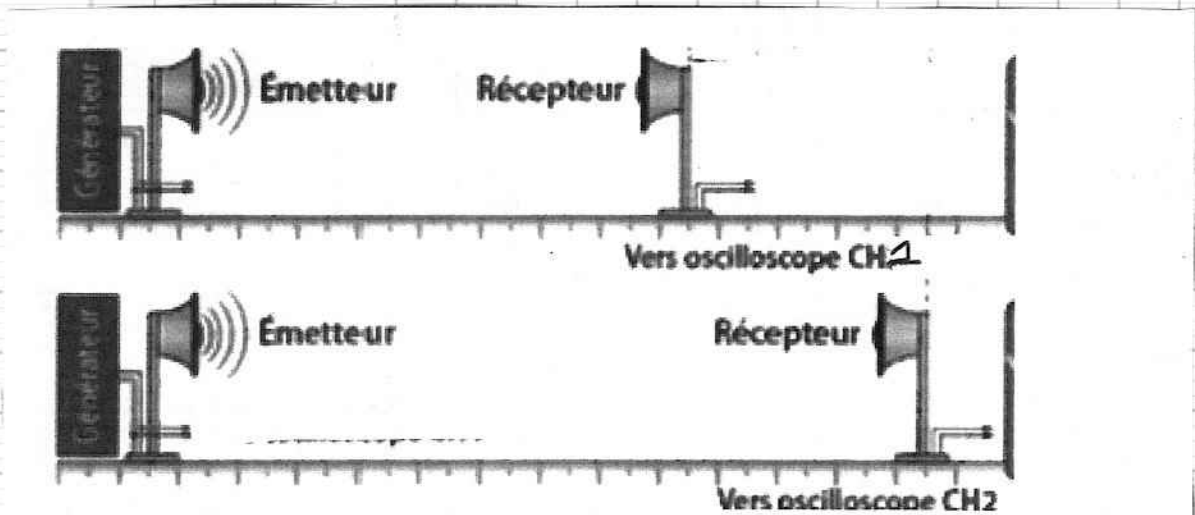
Dans l'air, la vitesse des ultrasons est de 340 m.s^{-1} , de 1480 m.s^{-1} dans l'eau et dans les tissus mous (peau, graisse, foie, muscle...), elle varie de 1450 à 1600 m.s^{-1} et dans les os, de 2100 à 5000 m.s^{-1} .

Chaque fois qu'un faisceau d'ultrasons rencontre une interface, c'est-à-dire un changement de milieu de propagation, une partie des ultrasons est réfléchi.

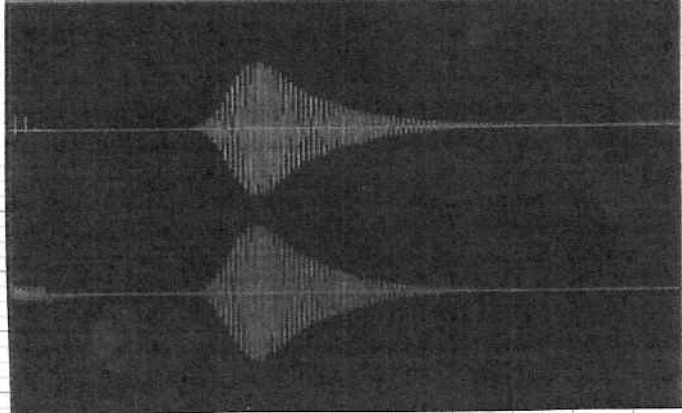
La proportion d'ultrasons réfléchis entre deux tissus mous est faible, elle est importante entre tissus mous et os et quasi-totale entre tissus mous et air.

Une sonde au contact de la peau sur laquelle on a appliqué un gel est déplacée sur la zone à étudier. Elle émet de brèves salves (paquet d'ondes) d'ultrasons puis recueille les échos réfléchis. La durée qui sépare l'émission et la réception de chaque écho est mesurée et interprétée informatiquement. On obtient finalement des images représentant des coupes de l'organe visualisé à différentes profondeurs. L'échographie est un examen indolore et sans danger.

II Vérifier expérimentalement la vitesse des ultrasons dans l'air



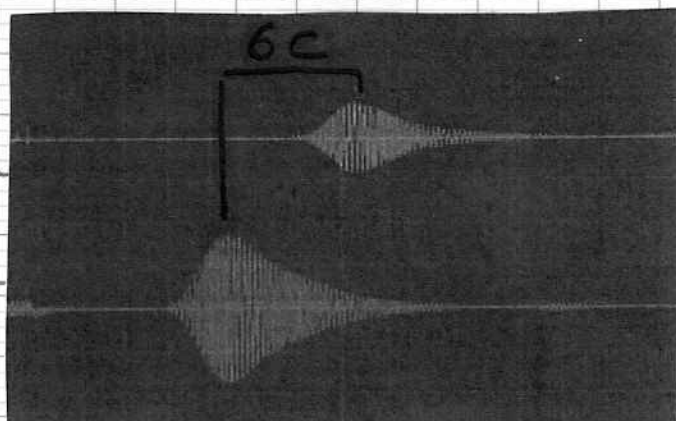
• Un émetteur d'ondes ultrasonores est placé face à deux récepteur côte à côte. Je visualise sur l'écran la figure ci-dessous:



Les deux récepteurs captent le même signal en même temps.

J'élisigne un des deux récepteurs d'une distance $d = 40 \text{ cm}$ et je visualise l'écran suivant :

Le premier signal perçu correspond au signal capté par le récepteur le plus proche de l'émetteur



Sur mon écran, je compte un décalage de 6 carreaux entre les deux signaux perçus. Hors on m'indique qu'un carreau représente $200 \mu\text{s}$. Je peux calculer le décalage de temps $\Delta t = 6 \times 200 = 1200 \mu\text{s}$ entre les deux signaux perçus.

Exploitation Je peux maintenant calculer la vitesse des ondes émises par l'émetteur

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{40 \text{ cm}}{1200 \mu\text{s}} = \frac{40 \times 10^{-2}}{1200 \times 10^{-6}} = 333,3 \text{ m/s.}$$

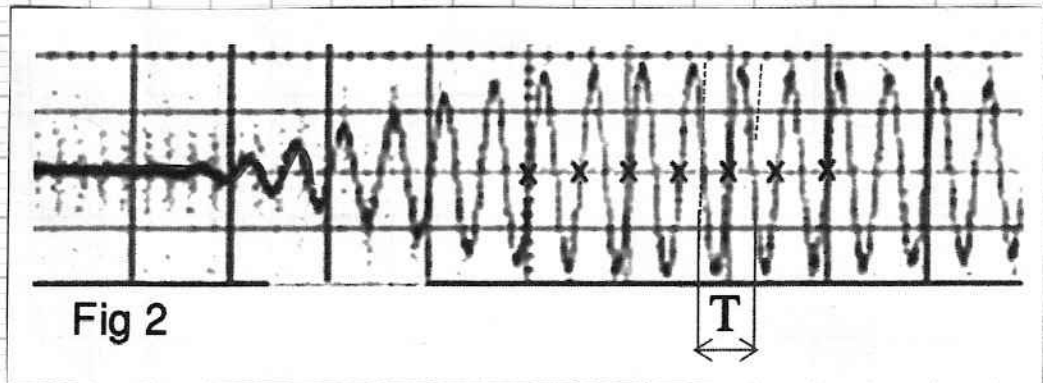
↑ vitesse expérimentale des ultrasons dans l'air

Conclusion

La valeur expérimentale est cohérente par rapport à la valeur donnée dans l'énoncé $v = 340 \text{ m/s}$

III Vérifier que l'onde émise est ultrasonore

Dispositif: Je change d'échelle de temps pour "zoomer" sur le signal perçu par un des récepteurs. Je visualise la figure suivante:

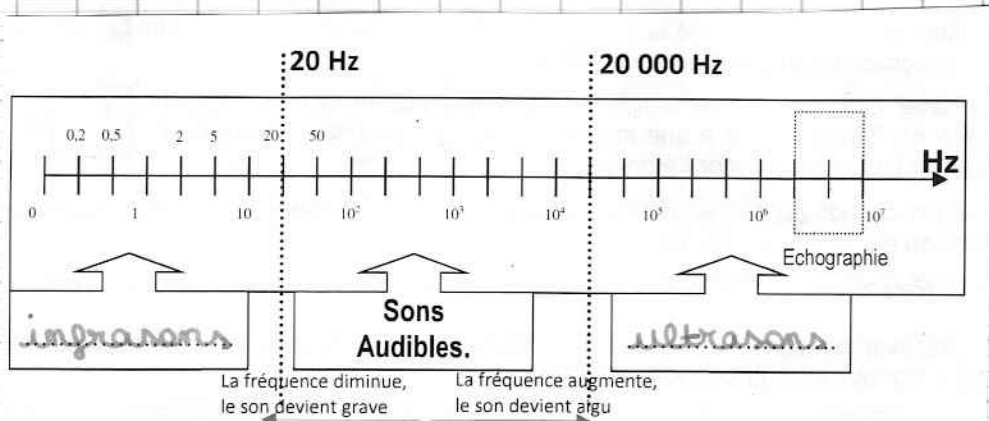


Je peux à l'aide de l'outil informatique déterminer la valeur de la période $T = 25 \mu s$.

Je peux calculer la fréquence des ondes émises.

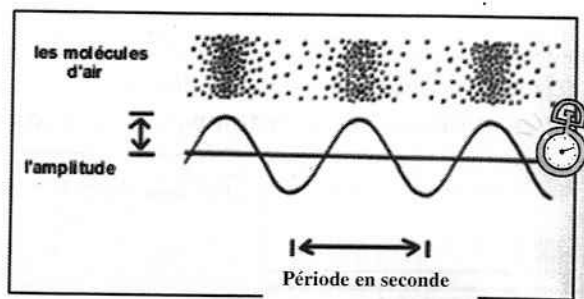
$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{25 \mu s} = \frac{1}{25 \times 10^{-6}} = 40 \times 10^3 \text{ Hz.}$$

Les ondes émises sont bien des ondes ultrasonores car leur fréquence est supérieure à 20 000 Hz.



Je peux maintenant calculer la longueur d'onde λ des ondes ultrasonores émises

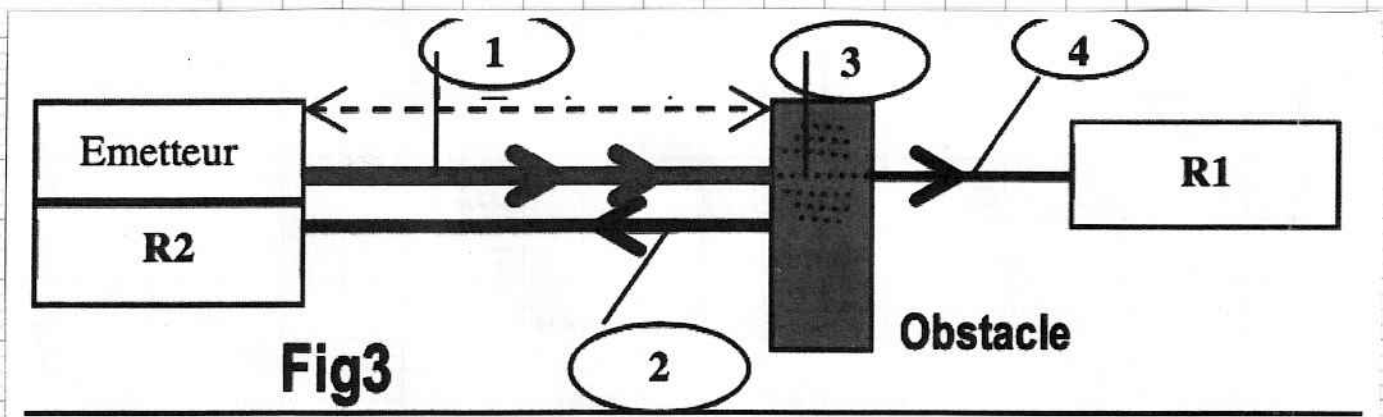
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times F \text{ donc } \lambda = \frac{v}{F} = \frac{333,3}{40\,000} = 8,33 \times 10^{-3} \text{ m} = 8,33 \text{ mm}$$



Cela signifie qu'entre chaque tranche d'air comprimée lors du déplacement d'une onde ultrasonore, il y a une distance d'environ 8 mm

IV Interaction des ondes ultrasonores avec la matière

Dispositif:



L'émetteur envoie une onde n°1 vers un obstacle n°3. Un récepteur R1 perçoit le signal n°4 transmis à travers l'obstacle, alors que le récepteur R2 perçoit le signal réfléchi n°2 par l'obstacle.

Je place des obstacles de différentes natures:

| | Air | Main (peau) | Papier | Mousse | Carton | Verre | Polystyrène |
|-----------|-----|-------------|--------|--------|--------|-------|-------------|
| Réflexion | f | M | F | f | F | M | M |

F = fort

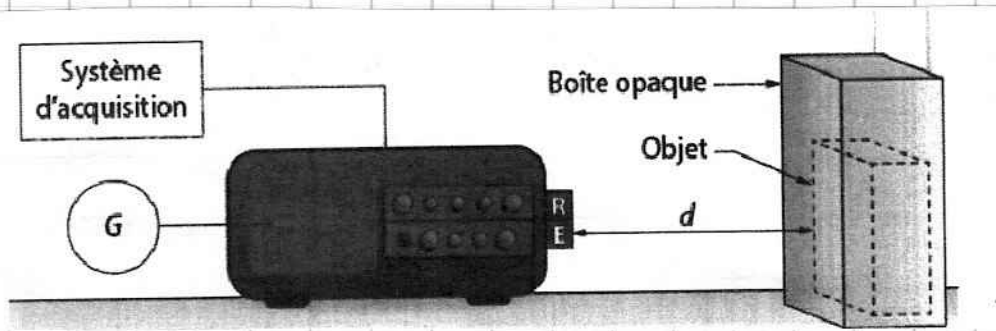
M = moyen

f = faible

Conclusion: Selon l'obstacle rencontré, on a une réflexion plus ou moins forte de l'onde incidente. C'est le principe de l'échographie

IV Principe de l'échographie

Dispositif:



A l'aide de l'émetteur à onde ultrasonores, j'essaie de déterminer l'objet caché dans la boîte opaque.

Résultats

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ■ | ■ | ■ | □ | □ |
| ■ | □ | ■ | □ | □ |
| ■ | ■ | ■ | □ | □ |
| ■ | □ | ■ | □ | □ |
| ■ | ■ | ■ | □ | □ |
| □ | □ | □ | □ | □ |
| □ | □ | □ | □ | □ |

L'échographie permet d'identifier le chiffre caché dans la boîte. De manière plus générale, elle permet de visualiser le fœtus dans le ventre de la mère.