

# L'échographie

## Le principe général de l'échographie

seconde

L'échographie est une technique d'imagerie médicale utilisant les phénomènes de réflexion partielle (écho) et de transmission des ultrasons par les différents milieux de l'organisme.

Les ultrasons se propagent dans le corps humain en traversant différents milieux (fluides, tissus biologiques et os). La célérité de l'onde ultrasonore dépend de la densité et de la rigidité du milieu. En se propageant, les ultrasons interagissent avec la matière, ils s'atténuent suivant deux phénomènes :

Activité Documentaire N°3

### Par absorption dans les milieux homogènes

L'énergie du faisceau diminue en fonction de la profondeur d'exploration et dépend de la capacité d'absorption du tissu traversé.

L'absorption des ultrasons est plus importante dans les os et les tissus contenant de l'air (poumons, tube digestif) que dans les muscles et le sang. Elle est très faible dans l'eau.

L'absorption des ultrasons dépend de la nature et de l'épaisseur du milieu traversé. Dans un milieu donné, l'absorption des ultrasons augmente avec la fréquence, mais dans ce cas, la profondeur d'exploration diminue.

### Par réflexion et par transmission à la traversée d'une interface

La onde émetteur-récepteur émet des salves d'ultrasons qui sont en partie réfléchies (échos) et en partie transmises (ou réfractées) à l'interface de deux milieux de comportements acoustiques différents.

Selon les caractéristiques des interfaces, les proportions d'énergie transmise et réfléchi varient. Pour une interface tissu mou/air, l'exploration est impossible car la réflexion est quasi-totale, l'énergie n'est pas transmise. Pour limiter la réflexion et faciliter la transmission entre la sonde et le tissu mou, on interpose un gel.

Les tissus qui ne renvoient pas d'échos paraissent noirs à l'écran, l'air et les os sont blancs car la réflexion est importante.

La qualité de l'image dépend de la longueur d'onde de la source donc de sa fréquence. Pour observer les détails d'un tissu, on utilisera une sonde délivrant des ultrasons de petite longueur d'onde donc de fréquence élevée.

Les fréquences élevées sont adaptées pour des études fines (images nettes) et sont réservées à l'exploration des tissus superficiels car l'absorption des ultrasons augmente avec la fréquence (images peu intenses).

Pour explorer un organe profond, on emploie des ultrasons de plus faible fréquence qui sont moins absorbés par les tissus, l'image sera plus intense mais floue.

Dans le domaine médical, les fréquences utilisées sont comprises entre 2 MHz et 15 MHz.

Pour une exploration :

- de l'abdomen  $f = 3,5$  MHz ;
- de la thyroïde  $f = 6$  MHz ;
- de l'œil  $f = 10$  MHz.

L'interaction des ultrasons avec les tissus biologiques produit deux effets, thermique et mécanique, d'autant plus marqués que la puissance du faisceau est élevée et que la durée d'exposition est grande.

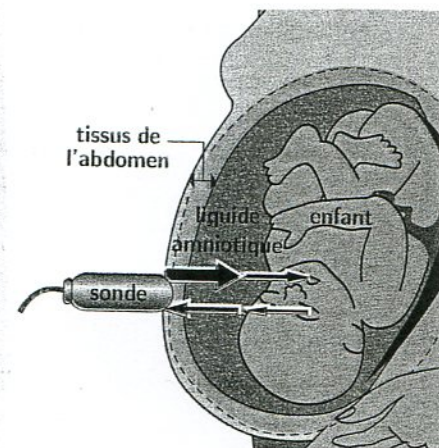
Les ultrasons de faible puissance sont utilisés en échographie médicale de dépistage, la sonde est constamment déplacée par rapport à l'organe cible, l'exposition aux ultrasons de chaque zone est donc très brève et n'entraîne pas d'effet notable.

Les ultrasons de forte puissance modifient le milieu dans lequel ils se propagent et peuvent être utilisés pour traiter certaines lésions.

Les applications des ultrasons sont nombreuses en médecine. Les progrès technologiques permettent de réaliser différents types d'exploration : échographie rapide et Doppler pour des structures en mouvement, échographie par voie endocavitaire pour se rapprocher de l'organe, échographie 3D pour une intervention.



Milieu	$v(m \cdot s^{-1})$
Air	343
Eau	1 500
Tissus mous	$\approx 1 540$
Os	2 000 à 4 000



Mesure de la célérité du son ou des ultrasons

● Pour distinguer la propagation d'une onde, qui s'effectue sans transport de matière, du déplacement d'un mobile, on emploie le mot célérité au lieu du mot vitesse.

Pour déterminer la célérité  $v$  du son dans l'air, on mesure la durée de propagation  $\Delta t$  de la vibration sonore, soit un « clap » entre deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  séparés par une distance  $d$  et reliés à un système d'acquisition informatique.  $M_1$  enregistre le passage de la vibration sonore à l'instant  $t_1$  et  $M_2$  à l'instant  $t_2 = t_1 + \Delta t$ . On note la température de l'air.

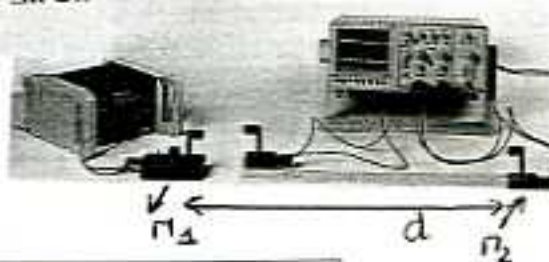
$v = \frac{d}{\Delta t}$  avec  $d$  en m,  $\Delta t$  en s et  $v$  en  $m \cdot s^{-1}$ .

À 20 °C, on trouve pour la célérité  $v$  du son ou des ultrasons  $v = 340 m \cdot s^{-1}$ .

La célérité du son dans l'air dépend de la température de l'air.

La célérité du son et des ultrasons dépend de la nature du milieu de propagation.

Les sons et ultrasons se propagent plus ou moins vite selon la nature du milieu.



Milieu de propagation de plus en plus dense	Célérité des sons et ultrasons
Air à 0°C	331 $m \cdot s^{-1}$
Air à 20 °C	343 $m \cdot s^{-1}$
Eau	1 500 $m \cdot s^{-1}$
Acier	5 000 $m \cdot s^{-1}$
Aluminium	6 400 $m \cdot s^{-1}$

4

L'oreille humaine

Comment entendons-nous les sons ?

L'oreille est un organe de perception constitué de trois parties dont les rôles sont bien précis:

- l'oreille externe (pavillon, conduit auditif) ;
- l'oreille moyenne (tympan, osselets, fenêtre ovale) ;
- l'oreille interne (liquide endolymphe et cellules ciliées de la cochlée).

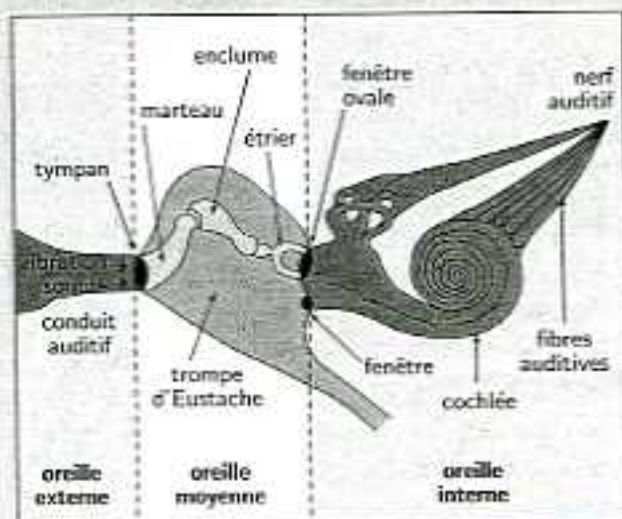


Figure 1. L'anatomie de l'oreille.

Les vibrations des émetteurs se propagent dans l'air. Le son, canalisé par le pavillon et guidé par le conduit auditif, parvient au tympan, membrane élastique, qui vibre à son tour. Les osselets amplifient les vibrations qui sont transmises à la fenêtre ovale puis à la cochlée dans laquelle le liquide met en mouvement les cellules ciliées qui produisent des signaux électriques lesquels parviennent au cerveau par le nerf auditif.

Toutes les vibrations sonores n'engendrent pas une sensation sonore.

Une oreille normale perçoit des sons dans un domaine de fréquences qui s'étend de 20 à 20 000 Hz.

Le domaine de perception des sons diminue avec l'âge et les affections de l'oreille.

L'oreille humaine n'est pas sensible aux ultrasons ( $f > 20\ 000$  Hz) ni aux infrasons ( $f < 20$  Hz). La sensibilité de l'oreille est meilleure pour des fréquences voisines de 3 000 Hz.