

tp 12 : Ondes & médecine - LES ultrasons

I) les ultrasons en médecine

1) descriptif

L'échographie est une technique d'**imagerie** employant des **ultrasons**. Elle est utilisée de manière courante en **médecine** mais peut être employée en recherche, en exploration **vétérinaire**, en **industrie**. L'échographe est constitué de :

- une sonde, permettant l'émission et la réception d'**ultrasons** ;
- un système informatique, transformant le délai entre la réception et l'émission de l'ultrason en image ;
- une console de commande, permettant l'introduction des données du patient et les différents réglages ;
- un système de visualisation : moniteur ;
- un système d'enregistrement des données sous forme numérique généralement.

Le tout est disposé sur un chariot mobile, permettant d'effectuer l'examen au lit même du patient. Les besoins sont différents suivant l'organe étudié. Le plus exigeant est le **cœur**, mobile par essence, qui exige une bonne définition de l'image spatiale mais aussi temporelle.

La sonde : Les premières études sur les ultrasons n'étaient pas appliquées à la médecine, mais visaient à permettre la

détection des sous-marins à l'occasion de la **Première Guerre mondiale**. En 1951, deux britanniques, J.J. Wild (médecin) et J. Reid (électronicien), présentèrent à la communauté médicale un nouvel appareil :

l'échographe. Il était destiné à la recherche des tumeurs cérébrales mais fera carrière dans l'**obstétrique**. L'usage en obstétrique date du début des années 1970 avec les appareils permettant de capter les bruits du cœur fœtal. L'élément de base de l'échographie est une **céramique piézoélectrique (PZT)**, situé dans la sonde, qui, soumis à des impulsions électriques, vibre générant des **ultrasons**. Les échos sont captés par cette même céramique, qui joue alors le rôle de récepteur : on parle alors de transducteur ultrasonore. La fréquence des ultrasons peut être modulée : augmenter la fréquence permet d'avoir un signal plus précis (et donc une image plus fine) mais l'ultrason est alors rapidement amorti dans l'organisme examiné et ne permet plus d'examiner les structures profondes. En pratique l'échographe a, à sa disposition, plusieurs sondes avec des fréquences différentes :

1,5 à 4,5 Mhz en usage courant pour le secteur profond (abdomen et pelvis), avec une définition de l'ordre de quelques millimètres ;

5 Mhz pour les structures intermédiaires (cœur d'enfant par exemple), avec une résolution inférieure au millimètre ;

7 Mhz pour l'exploration des petites structures assez proches de la peau (artères ou veines) avec une résolution proche du dixième de millimètre ;

De 10 Mhz à 18 Mhz plus par exemple pour l'étude, en recherche, de petits animaux, mais aussi, dans le domaine médical, pour l'imagerie superficielle (visant les structures proches de la peau).

L'électronique de l'échographe se charge d'amplifier et de traiter les signaux provenant de la sonde afin de les convertir en signal vidéo. L'image se fait en niveaux de gris selon l'intensité de l'écho en retour.

Comment apparaissent les différents tissus de l'**organisme** ?

Les liquides simples, dans lesquels il n'y a pas de particules en suspension, se contentent de laisser traverser les ultrasons. Ils ne se signalent donc pas par des échos. Ils seront noirs sur l'écran (Structures hypoéchogènes).

Les liquides avec particules, le sang, le mucus, renvoient de petits échos. Ils apparaîtront donc dans les tons de gris, plus ou moins homogènes.

Les structures solides, l'os par exemple, renvoient mieux les échos. On verra donc une forme blanche avec une ombre derrière. Une exception cependant, la **voûte crânienne**, très fine et perpendiculaire aux échos, en laisse passer.

Les tissus mous sont plus ou moins échogènes : le placenta est plus blanc que l'utérus, qui est plus blanc que les ovaires.

Le gaz et l'air, sont comme l'os, très blanc.

Q1 A quoi sert l'échographie ?

Q2 Dans quel domaine est-elle le plus employé ?

A faire plus tard !!!!

Q3 Faire un schéma donnant les différents éléments permettant d'obtenir une échographie dans le monde médical **patient** ---> **sonde** ...

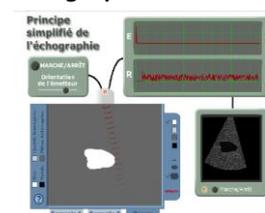
Q4 Qu'elle est la définition d'un ultrason ? Comment est-il produit dans la sonde ?

Q5 La sonde est-elle un émetteur d'ultrason ? Un récepteur d'ultrason ? Les deux ?

Q6 Sur l'échographie, à quelles teintes correspondent : les tissus mous, les os, les liquides avec particules, les gaz ?

2) utilisation de l'animation échographie sur le site ostralo.net

Accède à **exovideo**, **seconde**, **santé sport univers**, **ch12 : ondes et imageries médicales**, puis clique sur l'animation **7. échographie**.



Q7 Accède au menu dessin puis dessine une forme quelconque correspondant à un gaz. Déplace l'émetteur. L'onde ultrasonore

est-elle renvoyée par le gaz ? Quelle est la couleur d'une matière gazeuse à l'échographie ? Même question pour un solide, un liquide homogène, hétérogène et un solide.

II) Etude d'un ultrason avec une carte d'acquisition

Vous disposez d'un émetteur E de salves ultrasonores et de deux récepteurs A et B d'ultrasons pouvant être reliés à une carte d'acquisition. Le récepteur peut coulisser sur un support millimétré.

1) Mise en place du dispositif :

- Positionnez l'émetteur E sur son emplacement réservé et reliez-le à son générateur d'alimentation, si cela n'est pas déjà fait.
- positionnez l'émetteur
- mettre en marche l'émetteur d'ultrasons puis le régler en mode "continu" (il émet alors des ultrasons en continu).
- Placer le **récepteur** à 10 cm en face de l'émetteur et le relier à la voie EAO de la carte d'acquisition.

Q1 Pouvez-vous entendre les ultrasons ? Pourquoi ?

2) Paramétrage de l'acquisition

Le récepteur d'ultrasons convertit les ultrasons de fréquence f en tension électrique de même fréquence. Ces tensions électriques sont envoyées dans la carte d'acquisition reliée à l'ordinateur. Le logiciel Latispro va gérer le signal électrique et l'afficher à l'écran. Ce que vous verrez à l'écran, est le signal correspondant aux ultrasons.

- ouvrir le logiciel Latis Pro qui se trouve dans le dossier _____ présent sur le bureau de l'ordinateur.
- appuyer sur ECHAP
 - cliquer sur le bouton EAO. Le signal électrique correspondant à l'ultrason va s'afficher dans la fenêtre 1. L'abscisse correspond au temps, l'ordonnée correspond à la tension en volt (comme sur l'oscilloscope).
 - la tension EAO étant de faible amplitude régler le calibre de la voie EAO sur +1/- 1 V (cliquer droit sur EAO puis sélectionner - +1/+ 1.

- Cliquer bouton droit sur le titre de l'axe des ordonnées EAO, choisir **propriétés** cliquer sur **style** puis choisir **trait**.

5. Laisser **200 points** de mesure et cocher **mode permanent**. Le logiciel se comporte alors comme un oscilloscope lors de l'acquisition.

6. Régler source déclenchement sur EAO.

7. Lancer l'acquisition en appuyant sur la **touche F10** du clavier. **Stopper l'acquisition** au bout de quelques secondes (touche **ECHAP**). Si le signal vous semble peu exploitable, vous pouvez relancer l'acquisition par F10.

8. Clic droit sur la courbe et mettre à l'échelle en cliquant sur **calibrage**.

3) fréquence et période de l'ultrason

Q2 Comment appelle-t-on la forme du signal ultrasonore ?

Q3 Cliquez bouton droit sur la courbe choisi **réticule**, cliquez 2 fois sur le point correspondant à un maximum de tension (U_{max}), l'abscisse de ce point vaut $t = 0$. Déplacer le réticule sur le point suivant correspondant à nouveau à un maximum de tension et en déduire la valeur de la période T des ultrasons.

Q4 A partir de la période T , déterminer la fréquence f des ultrasons.

4) amplitude des ultrasons

L'amplitude U_m de la tension est donnée par la

$$\text{formule : } U_m = \frac{U_{max} - U_{min}}{2}$$

U_{max} : tension maximale en volt ; U_{min} : tension minimale en volt.

Q5 A l'aide du curseur (**clique droit** sur la courbe puis curseur) mesurer les valeurs de U_{max} et U_{min} et en déduire la valeur de l'amplitude U_m de la tension.

Q6 Eloigner le récepteur ultrasonore progressivement de la source. Quelle grandeur (période, fréquence, amplitude) varie et dans quel sens ? Pourquoi ?

III) Absorption des ultrasons

1) étude expérimentale

L'émetteur E et le récepteur R étant distants de 10 cm, placer entre eux deux des obstacles différents (voir tableau suivant).

Q1 Compléter le tableau concernant le pouvoir de transmission des différents matériaux (ceux disponibles) en utilisant les adjectifs : *bon, moyen, mauvais* :

obstacle	mousse	céramique	1 papier	3 papiers	polystyrène	main	bois
Qualité du signal transmis							

2) Conclusion

Q2 L'absorption des ultrasons dépend du

Le matériau le plus absorbant est Le matériau le moins absorbant est

Pour un même matériau, l'absorption augmente quand l'épaisseur du matériau

FICHE TP 2^{nde} : MATERIEL :
ULTRASONS (Version 2012)

Paillasse élève : x 9

Générateur d'alimentation de l'émetteur.

Dispositif émetteur + 2 récepteurs libres avec support règle graduée.

Règle graduée.

Planche obstacle + obstacles divers : papier bulle, mousse, bois, céramique...

Plaque SYSAM d'acquisition + câbles + ordi + Latis Pro.

« Paillasse professeur » :

Un poste complet équivalent à un poste élève ! Pour démonstration et aide.

Ordi - Vidéoprojecteur.