

Séquence n° 3 : Utilisation de l'imagerie dans le domaine de la santé

L'échographie

1) Historique :

Voici quelques scientifiques qui par leurs découvertes ont permis, entre autre, l'invention de l'échographie.

Le mot « échographie » provient de la nymphe Echo dans la mythologie grecque et d'une racine grecque *Graphô* (écrire). Il se définit donc comme étant « un écrit par l'écho ».

Jean Daniel Colladon (1802-1893-Genève), physicien suisse, effectue en 1830 les premières études sur la propagation des sons dans l'eau du lac Léman, à Genève.

Christian Andreas Doppler (Salzbourg 1803 - Venise 1853) était un mathématicien et un physicien autrichien, célèbre pour sa découverte de l'effet Doppler. *L'effet Doppler se manifeste par exemple pour les ondes sonores dans la perception de la hauteur du son d'un moteur de voiture, ou de la sirène d'un véhicule d'urgence. Le son est différent selon que l'on est dans le véhicule (l'émetteur est immobile par rapport au récepteur), que le véhicule se rapproche du récepteur (le son est plus aigu) ou qu'il s'éloigne (le son est plus grave).*

La découverte de l'effet piézoélectrique (déformation d'un cristal soumis à impulsion électrique) en 1880 par le physicien Pierre Curie (1859 - 1906 - Paris) permet au physicien Paul Langevin (1872-1946 - Paris) d'étudier la propagation des ultrasons dans l'eau et leurs réflexions (échos) sur des objets. Ces recherches donnèrent naissance au système de détection anti sous-marins SONAR (**s**ound **n**avigation **a**nd **r**anging).

Dans les années 1950 débute l'échographie diagnostique au niveau du cerveau, du cœur et du sein, notamment avec l'américain Wild (1914-2009). Des développements intéressants ont lieu surtout dans le domaine de la gynécologie-obstétrique.

2) Principe :

Une source d'ultrasons envoie un signal qui se réfléchit sur les obstacles qu'il rencontre. Les appareils modernes comportent tous une fonction Doppler. C'est pourquoi on parle d'« échographie-doppler ».

Le principe de l'échographie est donc l'application au corps humain du sonar.

L'échographie permet l'étude de multiples organes de l'abdomen, du petit bassin, du cou (thyroïde, ganglions, foie, rate, pancréas, reins, vessie, organes génitaux) mais aussi les vaisseaux (artères et veines), les ligaments et le cœur. Elle recherche des anomalies qui pourraient les atteindre (tumeurs, infections, malformations) et peut parfois guider un prélèvement en profondeur.

Au cours d'une grossesse, elle permet d'étudier la vitalité et le développement du fœtus, de dépister des anomalies ou encore de déterminer le sexe de l'enfant.



Son principe consiste à appliquer une sonde contre la peau en regard de l'organe à explorer. Pour des raisons mécaniques, on considère que le contact entre la sonde et le ventre ne peut pas être parfait et qu'il existe donc une fine couche d'air entre la sonde et le ventre. Il y a alors une atténuation du signal importante entre l'émission et la réception des ultrasons par la sonde. C'est pour remédier à ce problème que le médecin applique un gel, pour obtenir une atténuation plus faible.

Exemple de composants d'un gel pour échographie : Eau, Triethanolamine, Carbomer, Glycol de Propylène, Alcool Benzylïque, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone, Parfum

Cette sonde émet des ultrasons qui traversent les tissus puis lui sont renvoyés sous la forme d'un écho ; ceux sont les ondes réfléchies. Ce signal, une fois recueilli va être analysé par un système informatique qui retransmet en direct une image sur un écran vidéo.

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 :

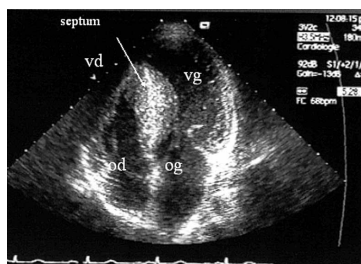
- 1,5 à 4,5 Mhz en usage courant pour le secteur profond (abdomen et pelvis), avec une définition de l'ordre de quelques millimètres ;
- 5 Mhz pour les structures intermédiaires (cœur d'enfant par exemple), avec une résolution inférieure au millimètre ;
- 7 Mhz pour l'exploration des petites structures 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).

Les échographies sont généralement en gris, noir et blanc :

- le noir correspond aux ondes réfléchies de plus faibles amplitudes,
- le blanc correspond aux ondes réfléchies de plus grandes amplitudes,
- le gris correspond aux ondes réfléchies d'amplitudes intermédiaires.

Les liquides simples, dans lesquels il n'y a pas de particules en suspension, se contentent de laisser traverser les sons. Ils ne se signalent donc pas par des échos. Ils seront noirs sur l'écran. Les liquides avec particules (le sang, le mucus), contiennent de petits échos. Ils apparaîtront donc dans les tons de gris plus ou moins homogènes.

Les structures solides, l'os par exemple, captent et renvoient beaucoup les échos. Ils n'en laissent passer que très peu. 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 apparaissent comme l'os, très blanc.



Cœur



Fœtus 3D de 12 semaines

Séquence n° 3 : Utilisation de l'imagerie dans le domaine de la santé

L'échographie

Applications :

Vous disposez du matériel suivant :

- Haut-parleur. Bougie. GBF
- Diapason
- Emetteur à ultrasons avec son alimentation
- Récepteurs à ultrasons
- Banc à ultrasons gradué en **mm**
- Oscilloscope
- Boîte à chaussures.



- a) Proposer des expériences montrant qu'un son est dû à la propagation d'une vibration.
- b) Proposer une expérience permettant de vérifier la nécessité d'un milieu matériel pour qu'un son se propage.
- c) L'Homme entend-il tous les sons ?
- d) Proposez une expérience permettant de déterminer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air.
- e) Proposer une expérience montrant que les ultrasons émis par l'émetteur peuvent se réfléchir sur la peau.
- f) Comment procède-t-on pour éviter ce problème lors d'une échographie?
- g) Déterminer la fréquence des ultrasons mis à votre disposition et la comparer avec celles des ultrasons utilisés par les échographistes.
- h) Proposez une méthode pour réaliser l'échographie de votre boîte à chaussures et déceler la présence éventuelle d'un objet ainsi que sa position.