

1 Objectifs :

- Déterminer la célérité d'une onde ultrasonore.
- Etudier les phénomènes de réflexions, transmission et atténuation.
- Savoir interpréter l'écho d'une onde ultrasonore
- Comprendre le principe d'une échographie

2 Matériel.

- Banc pour étude des US proposé par le CRES (BAPUS)
- Interface reliée à un ordinateur ou oscilloscope à mémoire.

3 Détermination de la célérité des US.

Afin de mesurer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air, utiliser le dispositif « BAPUS » proposé par le CRES :

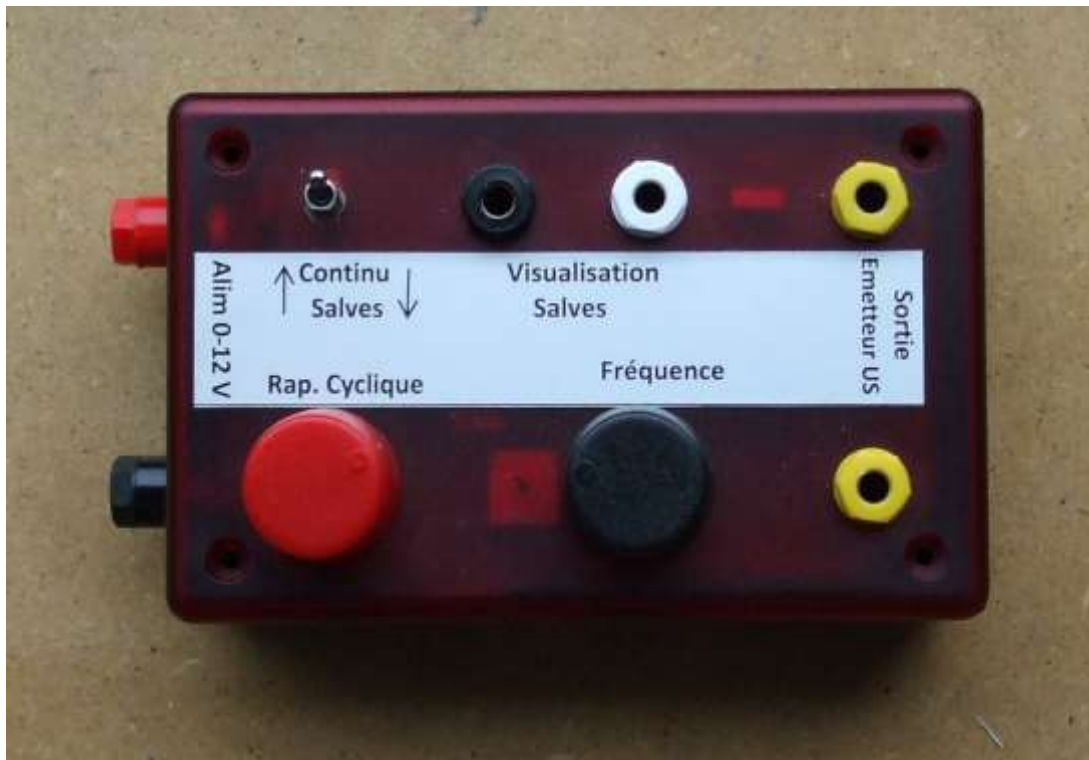


Le boîtier « Générateur US » livré avec le banc « BAPUS » doit être alimenté par une tension 12 V (ou 15 V).

Le potentiomètre « Fréquence » permet d'ajuster la fréquence d'alimentation de l'émetteur autour d'une valeur de 40 kHz, ceci permet une meilleure sensibilité du signal retour (donné par le récepteur US).

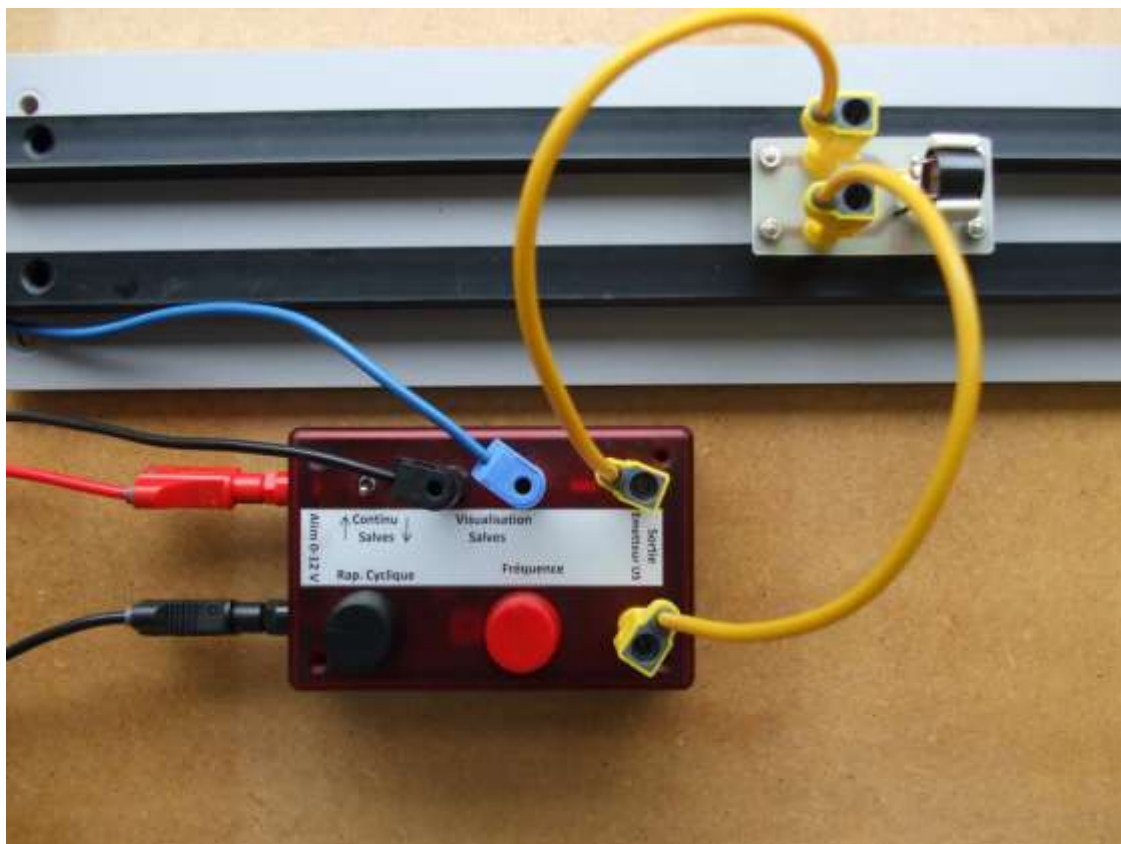
L'interrupteur placé sur le boîtier permet de commuter le générateur en **Continu** d'une part et **Salves** d'autre part. Dans le cas d'utilisation en **Salves**, le potentiomètre « **Rap. Cyclique** » permet le réglage du rapport cyclique des salves.

Ci-dessous la photo du boîtier « Générateur US » seul :



Les bornes jaunes (Sortie) permettent de relier l'Emetteur US à l'aide de fils de connexion sur le banc.

Les bornes « Visualisation Salves » permettent de visualiser les tensions aux bornes de l'émetteur US.



Mise en œuvre du banc US :

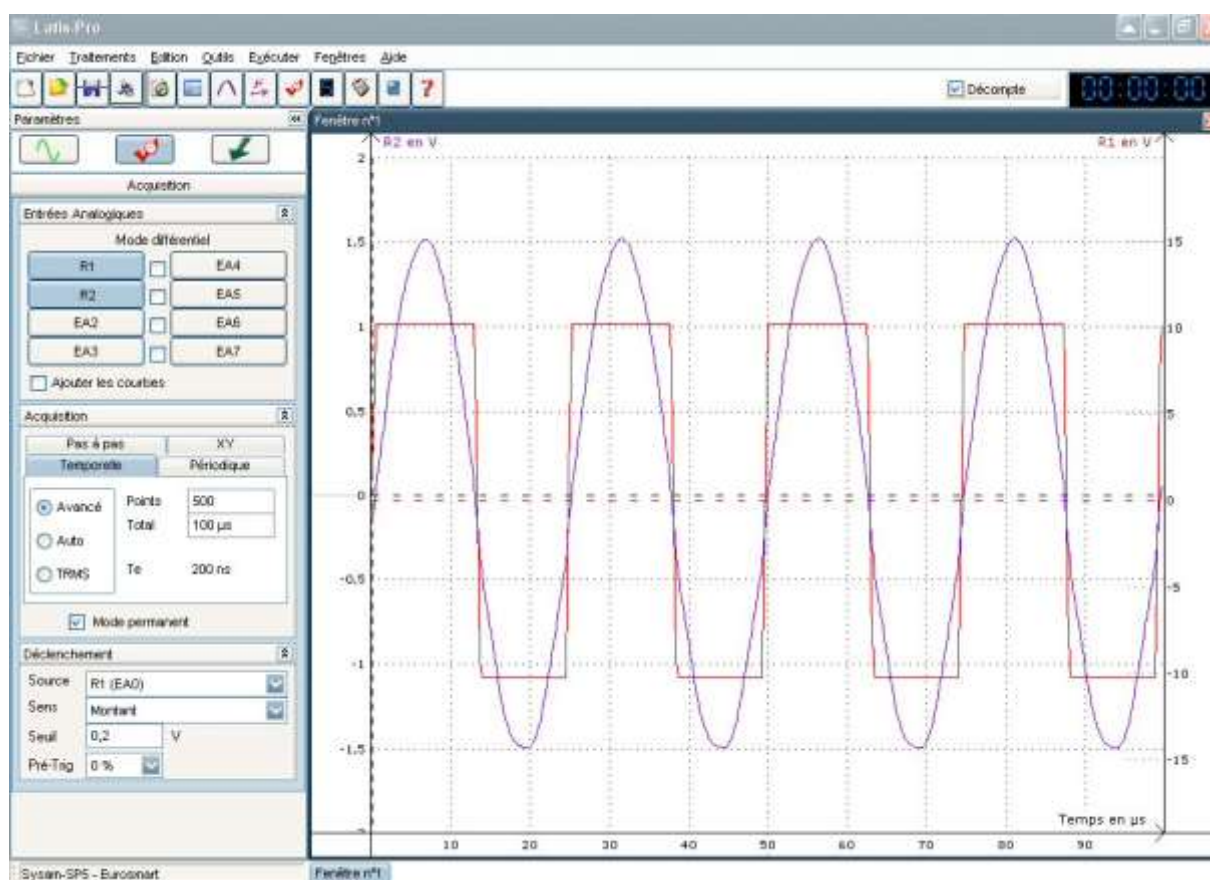
Brancher une tension continue de 12 ou 15 V aux bornes « Alim » du boîtier.

Relier à l'aide de fils de connexion les bornes jaunes (Sortie Emetteur US) aux bornes jaunes du banc US ou vous aurez préalablement placé l'Emetteur US. Relier également les bornes « Visualisation Salves » à l'interface de l'ordinateur (EA0) ou à la voie 1 de l'oscilloscope à mémoire.

Placer un récepteur US sur le banc et relier ses bornes à l'interface de l'ordinateur (EA1) ou à la voie 2 de l'oscilloscope à mémoire.

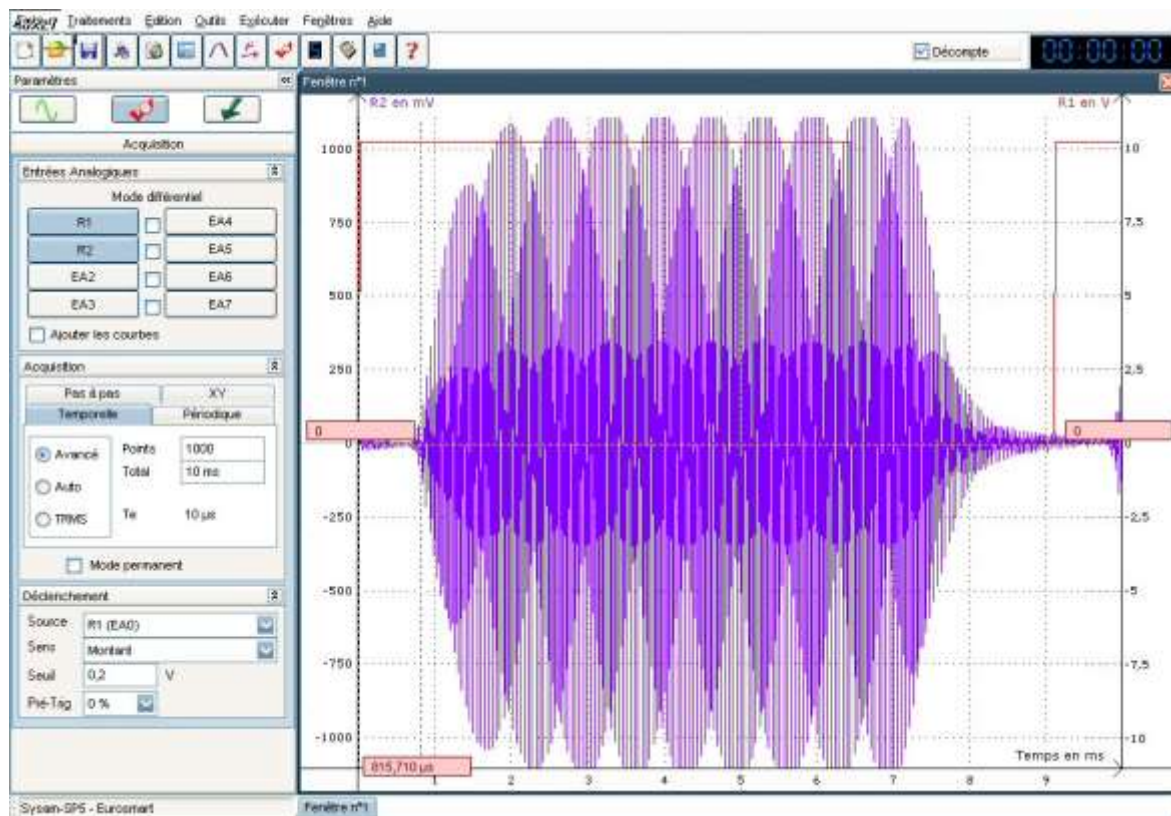
Protocoles :

1. On peut utiliser le générateur en continu : voici une copie d'écran des signaux obtenus dans ce cas (utilisation d'une interface Eurosmart Sysam-SP5 + Latis Pro) :



Il suffira de mesurer la distance correspondant à 10 longueurs d'onde par exemple en déplaçant le module récepteur sur le banc et en comptant 10 périodes (mode permanent sur Latis Pro) pour en déduire une valeur de la célérité des ultra-sons (connaissant la fréquence des US, donc la période).

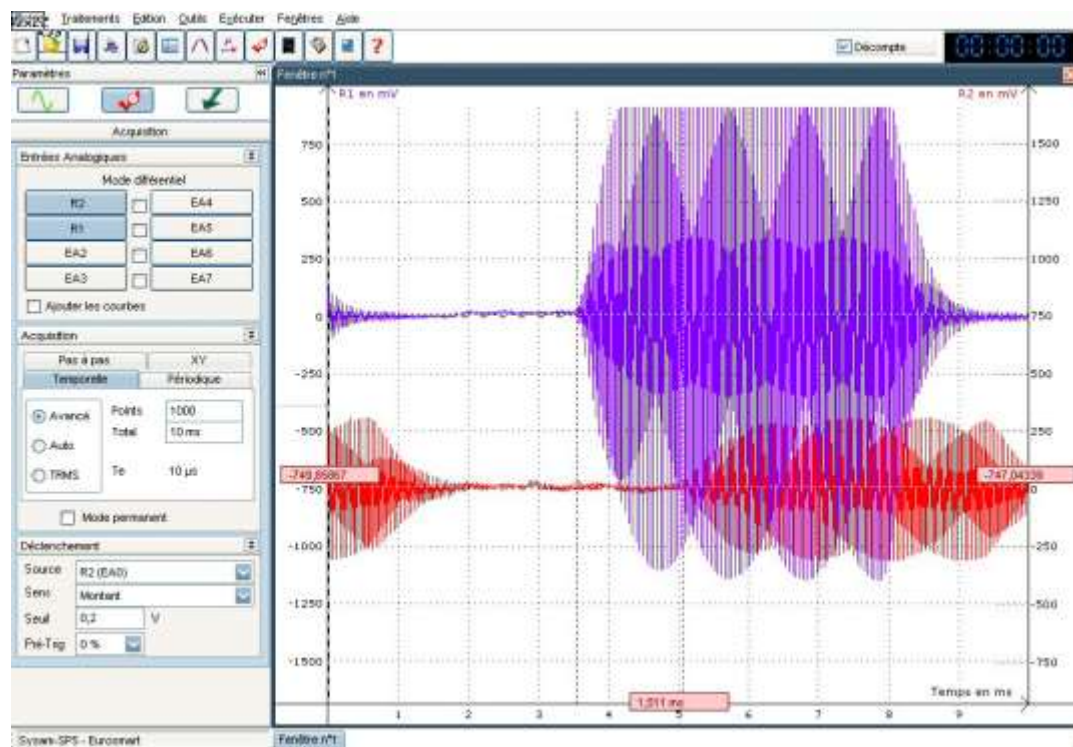
2. On peut utiliser le générateur de Salves, ci-dessous une copie d'écran :



Il suffit alors de mesurer l'écart de temps entre le signal émis et le signal reçu, connaissant la distance séparant l'émetteur du récepteur, on en déduit une valeur de la célérité des US.

Remarque importante :

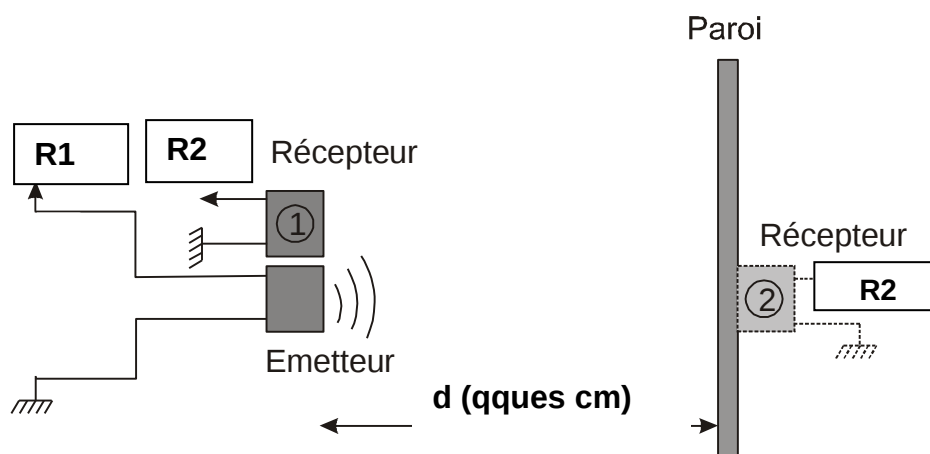
Pour plus de précision, en particulier sur la détermination de l'écart de temps, il est judicieux d'utiliser 2 récepteurs séparés d'une distance d :



4 Réflexion, transmission et atténuation.

On veut étudier le comportement de l'onde lorsqu'elle rencontre un matériau.

4.1 Exemple de protocole expérimental :



Mesurer l'amplitude des signaux de l'émetteur et du récepteur sur deux voies de l'interface (ou oscilloscope).

4.2 Amplitude du signal reçu sans obstacle.

Dans un premier temps on placera le récepteur en face de l'émetteur (sur le banc) de telle manière à ce que la distance séparant les deux (émetteur-récepteur) soit égale à $2d$ (voir figure ci-dessus). On relève alors l'amplitude A du signal donné par le récepteur.

4.3 Etude de la réflexion.

On placera le récepteur en position 1 (figure ci-dessus) et on mesure l'amplitude A_R du signal réfléchi sur les parois de différents matériaux (bois, mousse, polystyrène, ...), le récepteur étant placé à la distance d de l'émetteur.

On pourra ainsi déterminer le coefficient de réflexion A_R pour chaque matériau.

$$R = \frac{A_R}{A}$$

Une mesure précise du coefficient de réflexion est difficile à réaliser. On peut toutefois montrer que pour ces trois matériaux le coefficient est différent (voici quelques ordres de grandeur : environ 0 pour la mousse ; 0,5 pour le polystyrène et 1 pour le bois).

4.4 Etude de la transmission et de l'atténuation.

On utilisera ici un mouchoir en papier que l'on interposera à la place de la paroi (figure ci-dessus)

Pour plusieurs épaisseurs du mouchoir, mesurer l'amplitude sur le récepteur lorsqu'il est en position 2.

Commentaires :

Mettre en évidence l'atténuation dans un matériau est difficile, car elle est très rapide. L'avantage du mouchoir en papier est que l'on peut facilement l'effeuiller. Il faudra veiller à garder la feuille tendue devant la sonde.

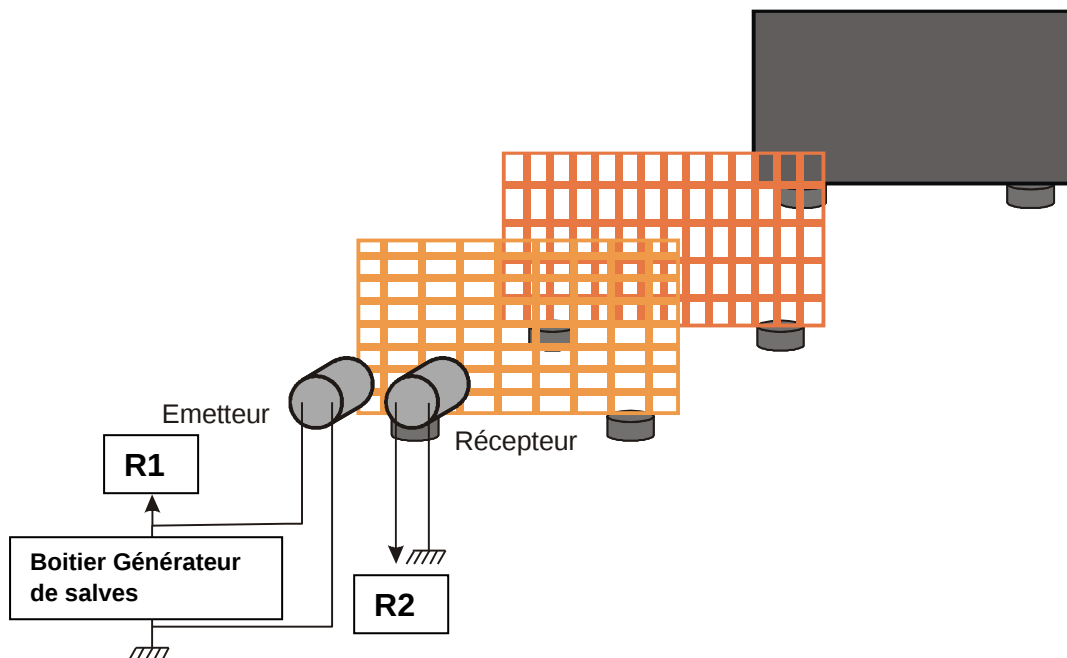
La mesure de l'atténuation sera qualitative.

5 Détermination de la distance d'un objet en fonction de l'écho.

On peut placer une plaque métallique (aluminium) à une distance d de l'émetteur et mesurer l'écart de temps d'une salve entre émetteur et récepteur, ce qui permet de déduire la distance séparant l'émetteur de l'obstacle. C'est ce que fait la chauve-souris pour éviter les obstacles qu'elle ne voit pas de nuit...

6 Etude de l'écho reçu lors d'une échographie.

On utilise une série d'obstacles semi-réfléchissants qui permet de simuler une échographie (**voir annexe**).



On peut étudier le signal reçu et l'exploiter pour déterminer la distance de chaque objet.

Etudes complémentaires :

- Retirer une grille et constater.
- Déplacer une grille et constater.
- Etudier la distance minimale détectable entre deux grilles et la comparer à la longueur du train d'onde. Demander aux élèves comment ils imaginent le train d'onde afin d'améliorer la résolution d'une image en échographie.

Commentaires :

Cette activité doit permettre de vérifier la compréhension des phénomènes de célérité, réflexion et atténuation. Elle est aussi une préparation à l'étude échographique ci-dessous.

Attention lorsque les parois sont trop proches, les ondes réfléchies se chevauchent. Lorsqu'elles sont en opposition, on obtient un signal nul sur l'oscilloscope qui peut être mal interprété par l'élève.

7 Etude de l'échographie.

L'échographie est un procédé utilisant les propriétés des ondes ultrasonores afin d'obtenir des images de l'intérieur du corps humain.

Lorsque l'on émet une onde ultrasonore sur la peau, l'onde va se propager à l'intérieur du corps humain. A sa rencontre avec des tissus une partie va être transmise, l'autre réfléchi. En fonction de la nature des tissus, le

signal est plus ou moins réfléchi. Par exemple une onde est réfléchie dans sa presque totalité lorsqu'elle rencontre un os. Par contre une poche d'eau ne réfléchit aucun signal.

Pour réaliser une échographie, on va émettre une salve ultrasonore pendant un temps très court et on mesure l'écho de cette salve. Cet écho est récupéré afin de construire une image après traitement du signal.

Voir l'animation de l'échographie à l'adresse :

http://www.ostralo.net/3_animations/swf/echographie.swf