

TIPE: Étude et réalisation d'un échographe

OPTIMALITÉ : CHOIX, CONTRAINTES, HASARD

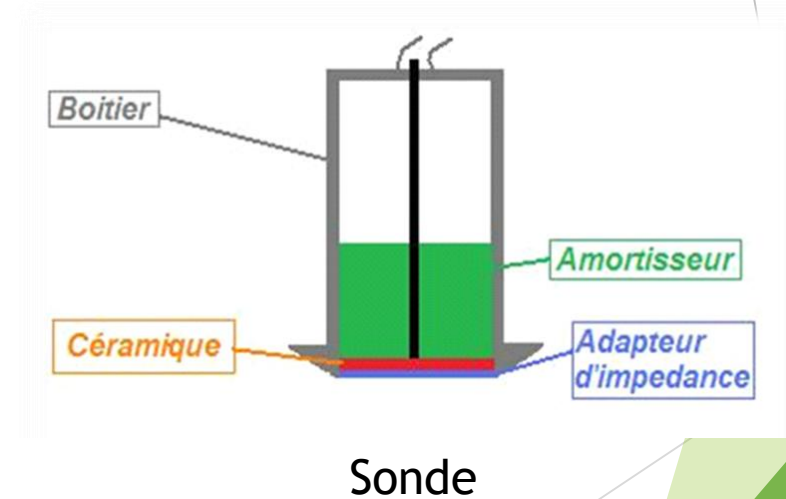
PROBLÉMATIQUE :

Étude des paramètres physiques mis en causes dans le fonctionnement d'un échographe

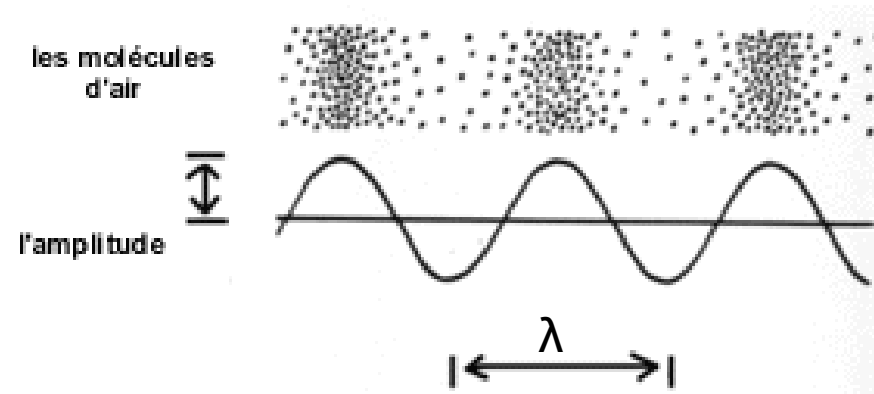
SOMMAIRE :

- ◆ I) Vérification des phénomènes physiques
 - a) Réflexion et transmission
 - b) Atténuation
- ◆ II) Prototype d'un échographe

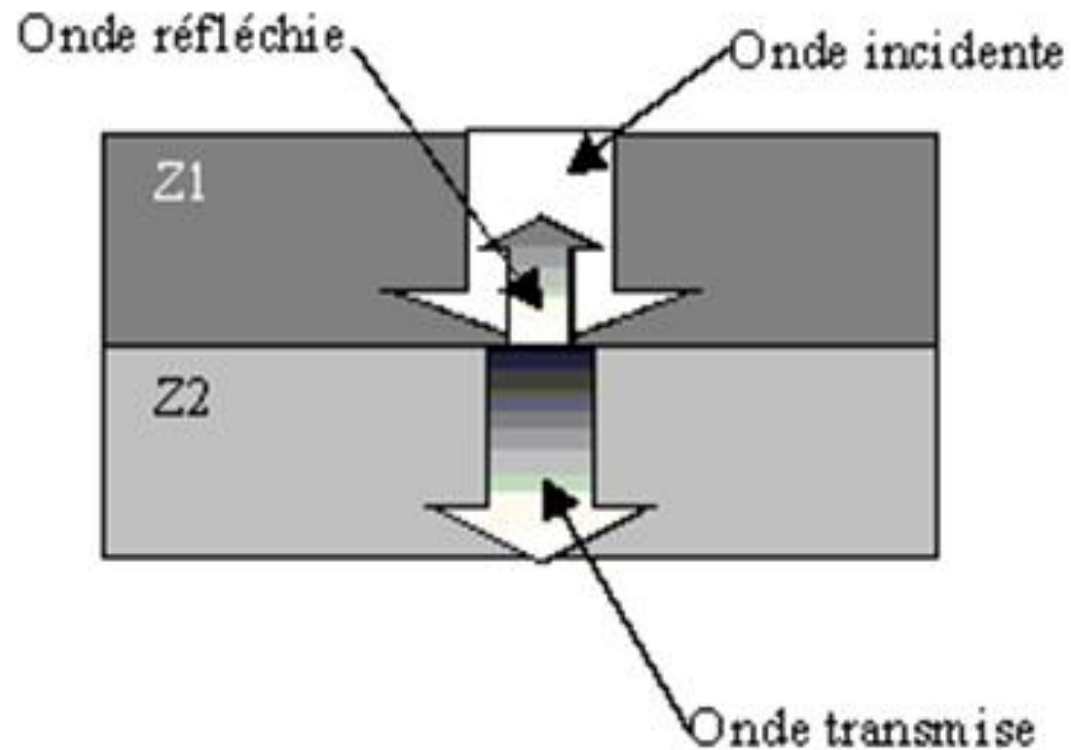
- ◆ Échographie : technique d'imagerie médicale
- ◆ Sonde : transducteur ultrasonore basé sur la piézoélectricité
- ◆ Catégories du son :
 - ◆ Infrasons : 0 à 20 Hz
 - ◆ Sons audibles : 20 Hz à 20 kHz
 - ◆ Ultrasons : 20 kHz à 1 GHz
 - ◆ Hypersons : >1 GHz



- ◆ Onde sonore = onde mécanique longitudinale
- ◆ Propagation d'une perturbation → Variation de pression
- ◆ Dépend de :
 - ◆ La période : T
 - ◆ La longueur d'onde : λ
 - ◆ La célérité : $c = \frac{\lambda}{T}$
 - ◆ c dépend de ρ et de E



a) Réflexion et transmission



$$R = \frac{(Z1 - Z2)^2}{(Z1 + Z2)^2}$$

coefficient de réflexion

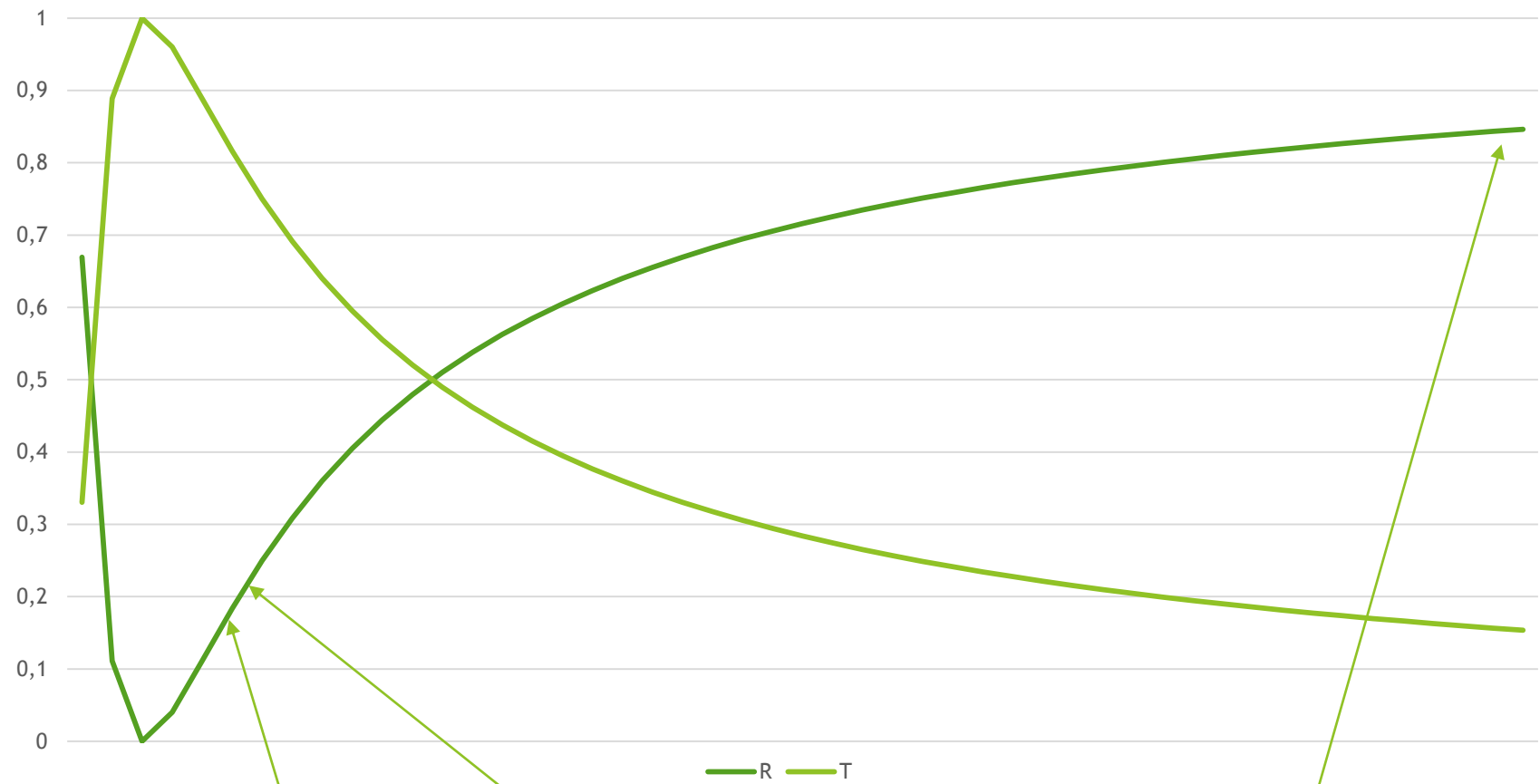
$$T = \frac{4 * Z1 * Z2}{(Z1 + Z2)^2}$$

coefficient de transmission

$$R + T = 1$$

$$Z = \rho * c$$

Evolution de R et T



Muscle - Os

Eau - Os

Air - Graisse

Tissu	Z (kg/m ² /s)
Eau	1,48 * 10 ⁶
Air	440
Sang	1,66 * 10 ⁶
Graisse	1,38 * 10 ⁶
Muscle	1,7 * 10 ⁶
Os	4 * 10 ⁶

$$\frac{Z2}{Z1}$$

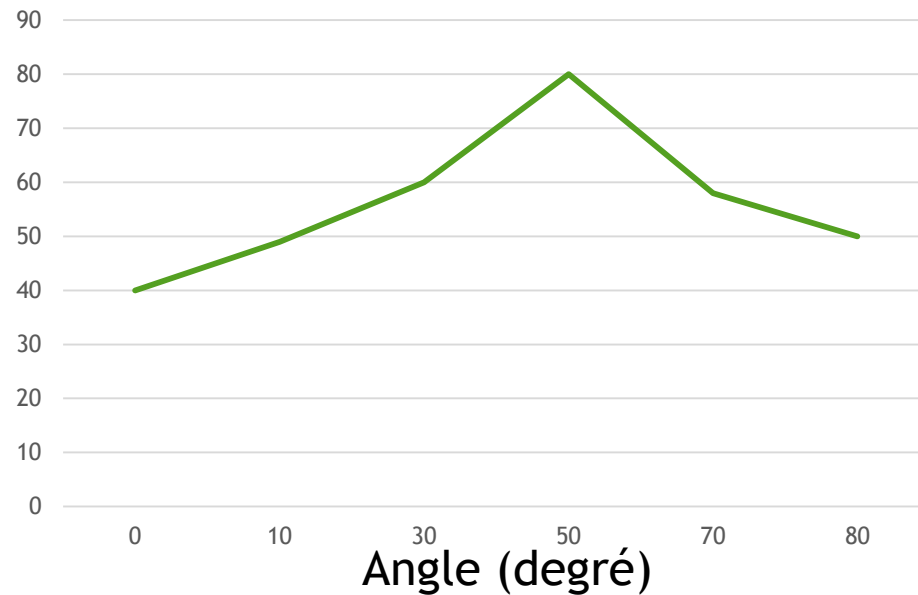
◆ Première loi de Snell-Descartes :

Tension d'entrée : 220 mV

Fréquence = 40 kHz

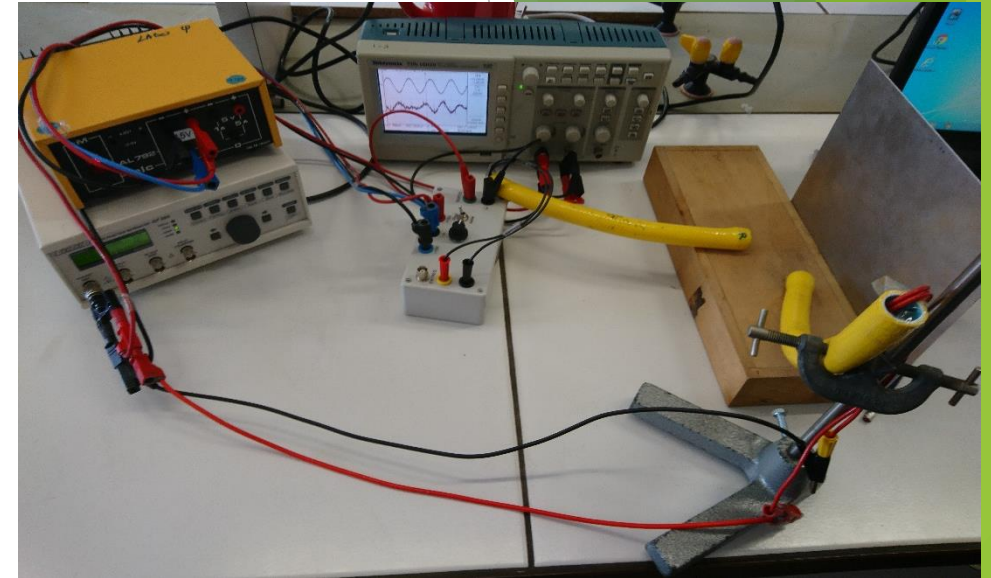
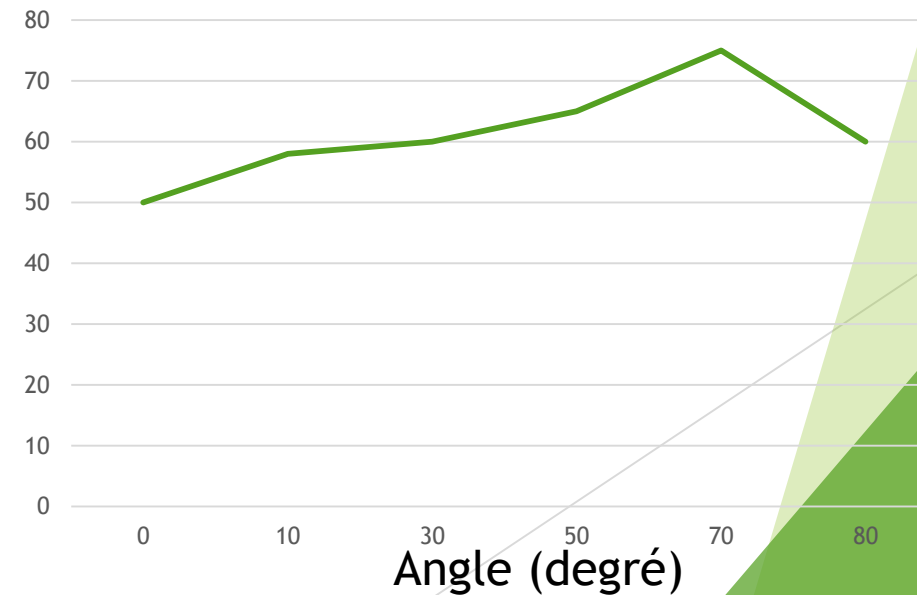
Pour 50° :

Tension (mV)

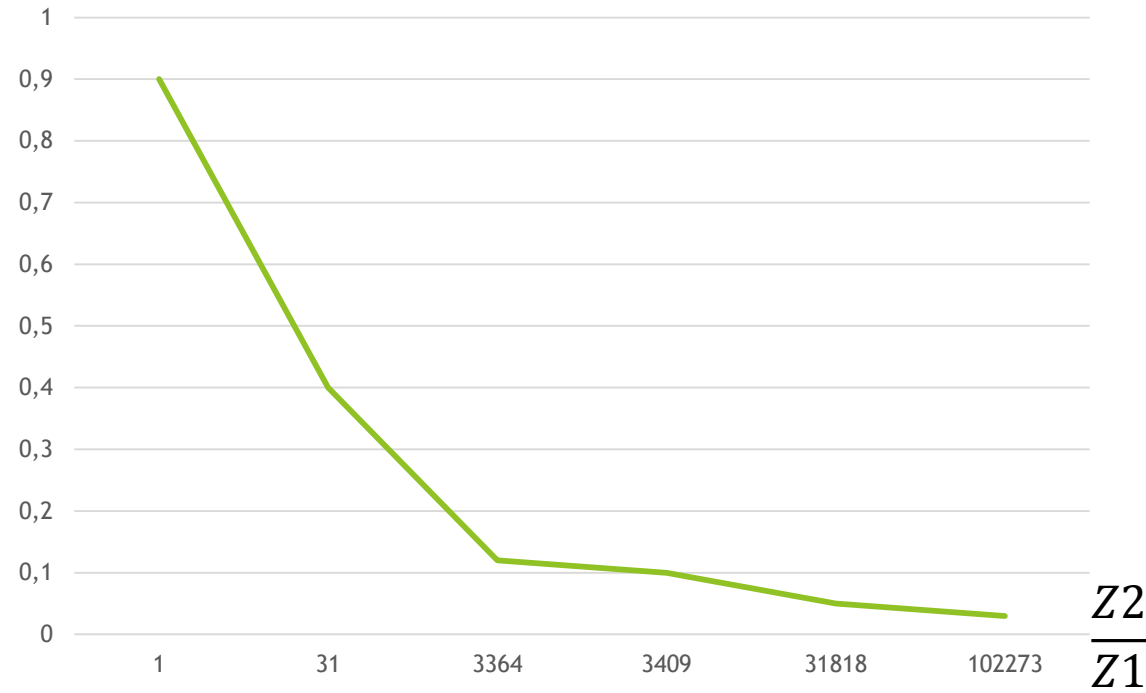


Pour 70° :

Tension (mV)

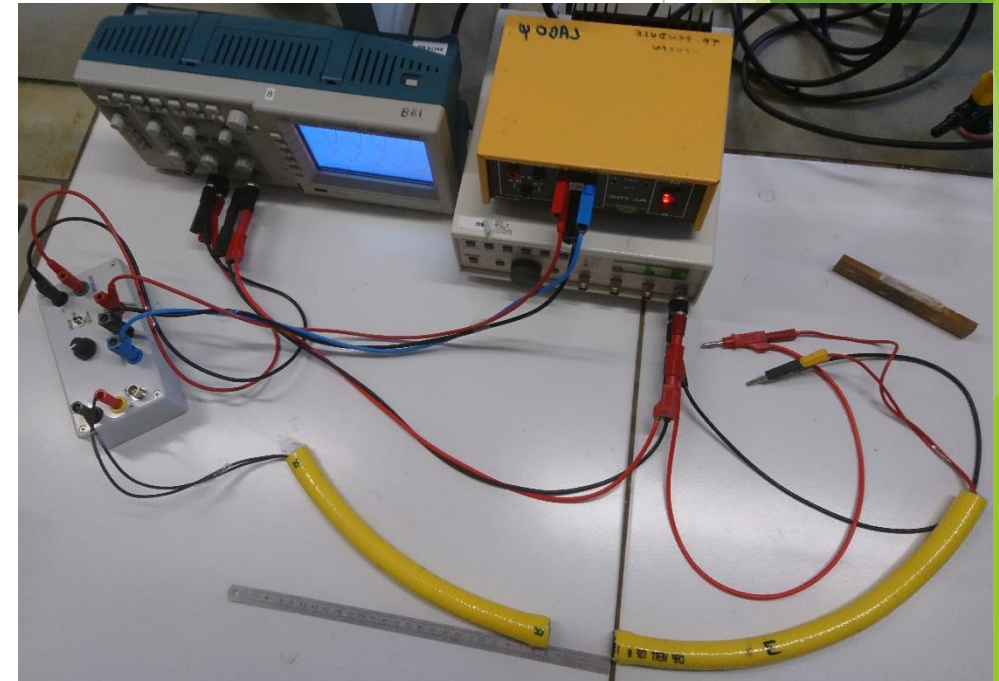


◆ Variation de R et T en fonction de la différence d'impédance

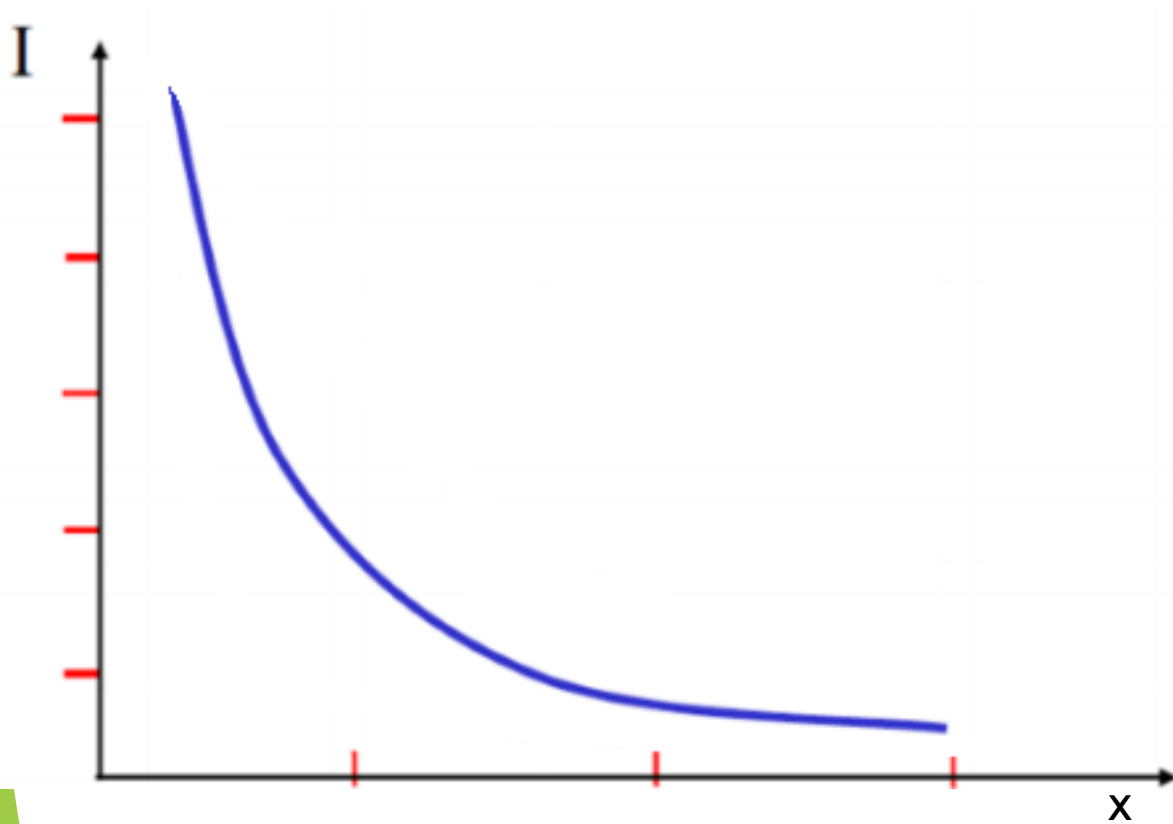


Tension d'entrée : 8 V

Fréquence : 40 kHz



b) Atténuation



$$I(x) = I_0 * e^{-\alpha x}$$

α = coefficient d'atténuation (dB/cm)

x = distance parcourue par l'onde (m)

I_0 = intensité initiale (W/m²)

- ♦ α est proportionnel à f^2 :

$$\alpha = \frac{\omega^2}{2\rho c^3} \left(\frac{4}{3} (\eta_p + \eta_s) + k \frac{\gamma - 1}{c_p} \right)$$

ω : la pulsation de l'onde ($2\pi f$)

c : la vitesse de propagation

ρ : la masse volumique du milieu

η_p : la viscosité massique du milieu

η_s : la viscosité dynamique du milieu

k : le coefficient de conductivité thermique du milieu

C_p : la chaleur spécifique du milieu, à pression constante

γ : le rapport des chaleurs spécifiques à pression et volume constant

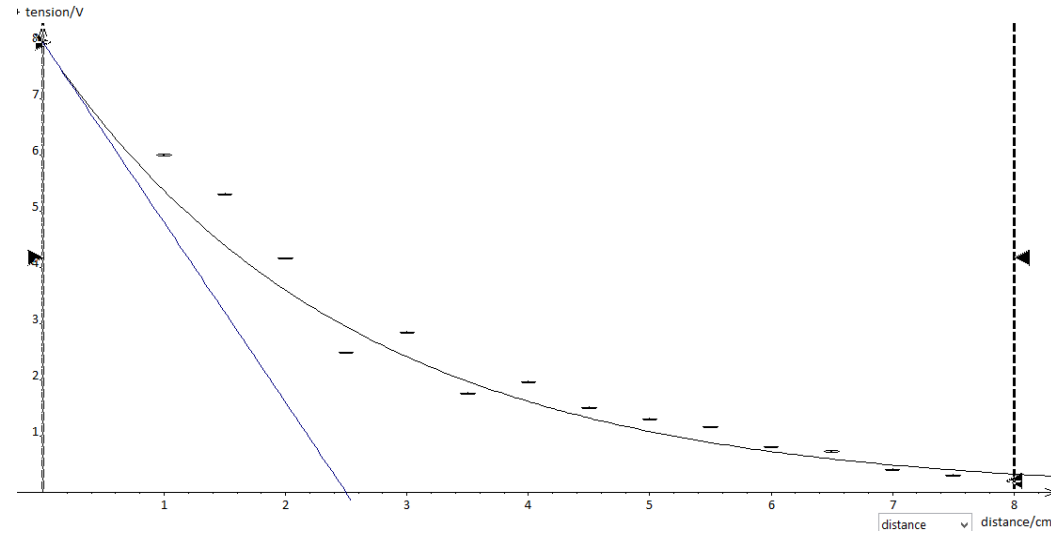
Tissu	α
Sang	0,1
Graisse	0,5
Muscle	1,5
Os	10



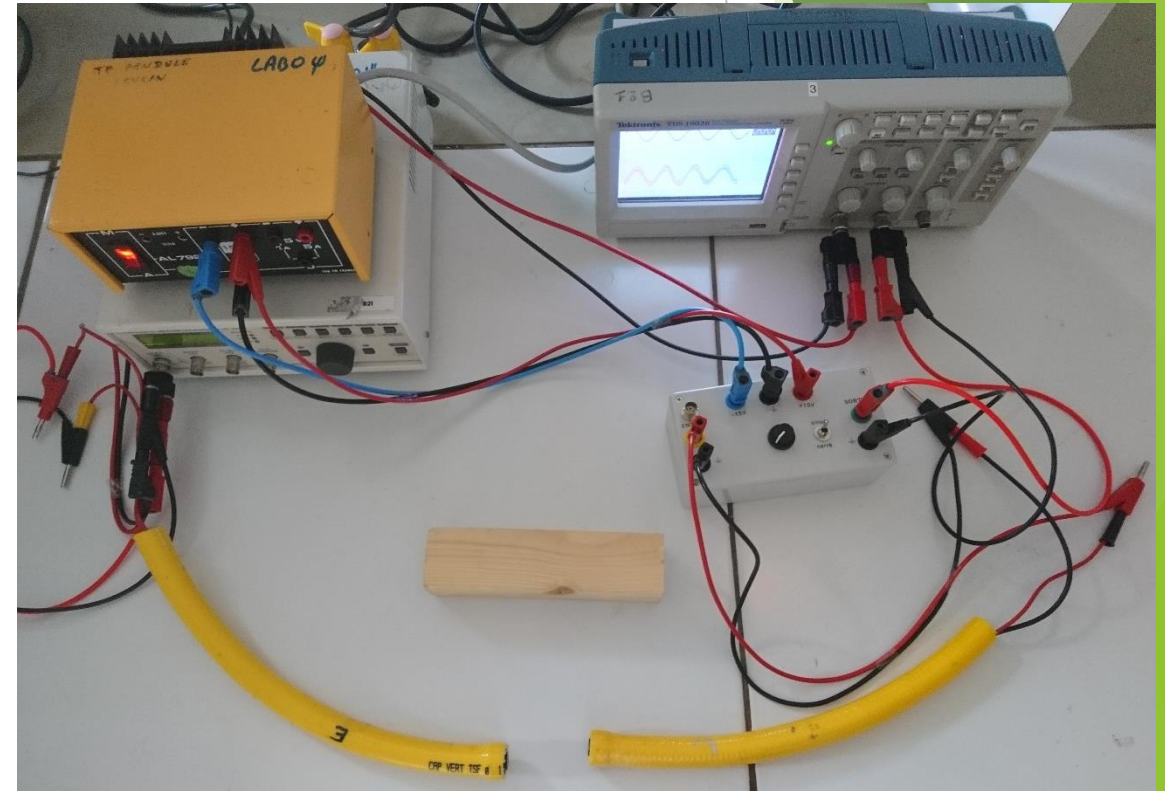
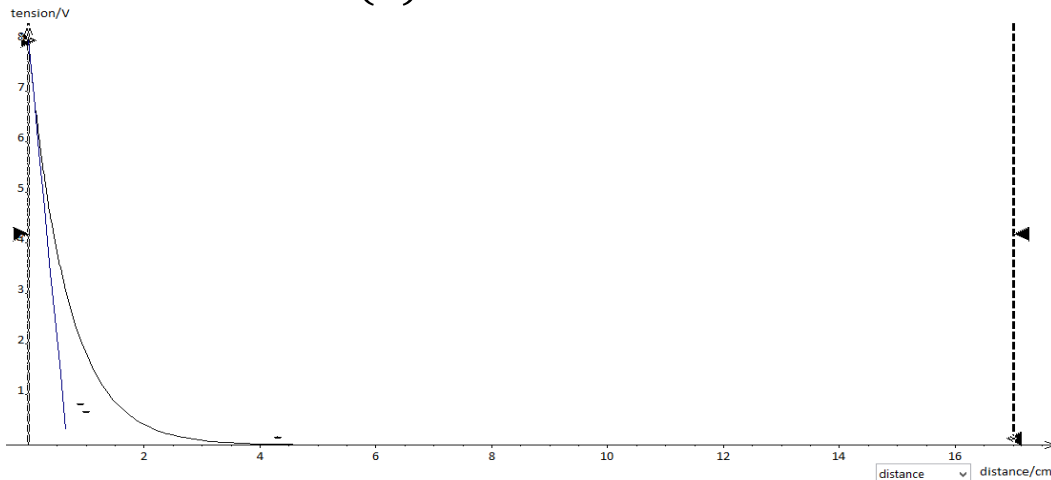
$$\alpha = M * f^2$$

◆ Résultat expérimental

Pour l'air : $U(x) = 8e^{-0,4x}$

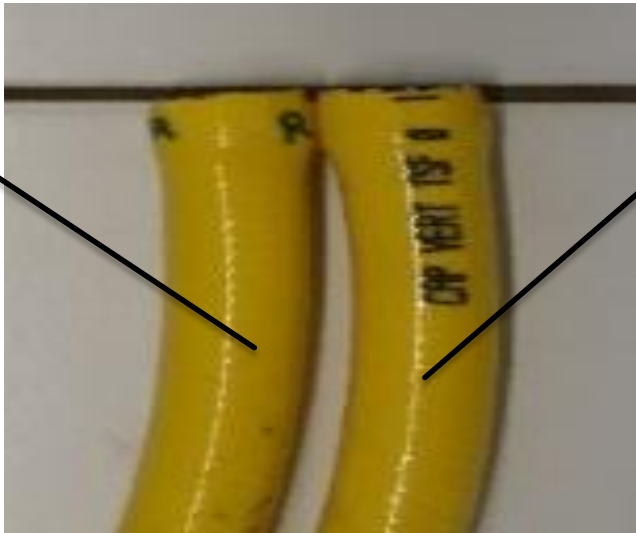


Pour le bois : $U(x) = 8e^{-1,1x}$



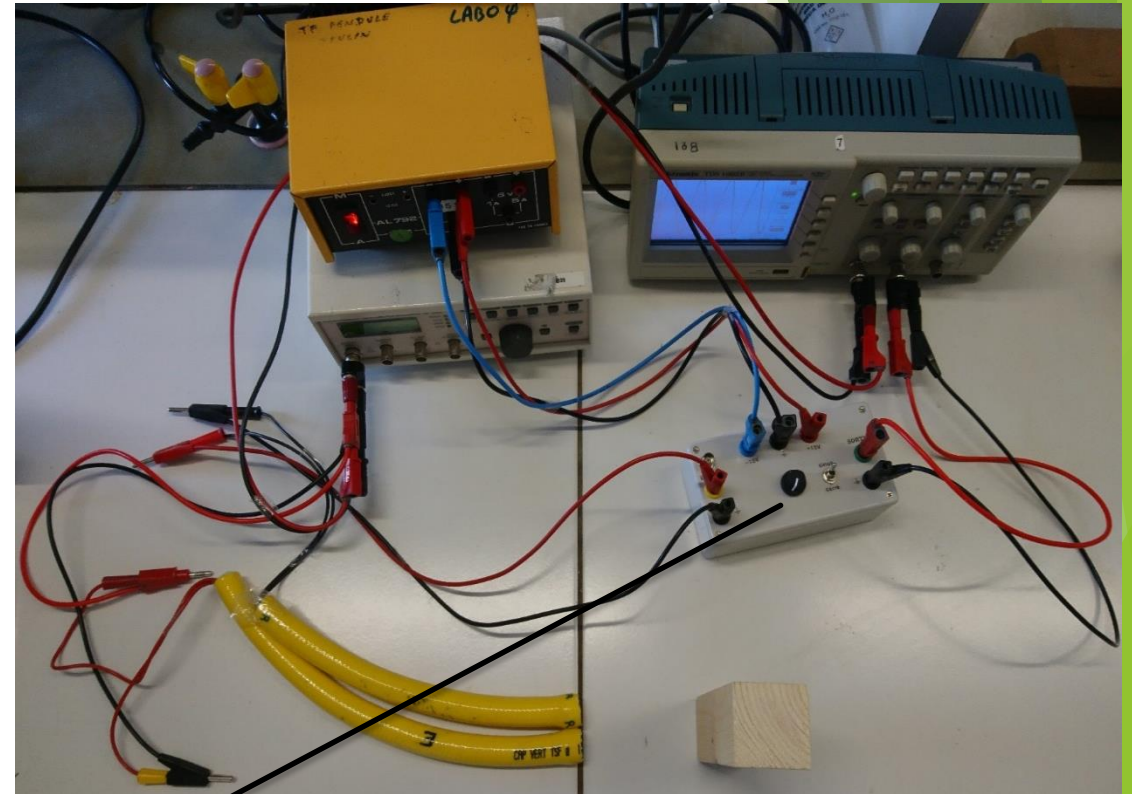
Modélisation du transducteur :

Récepteur

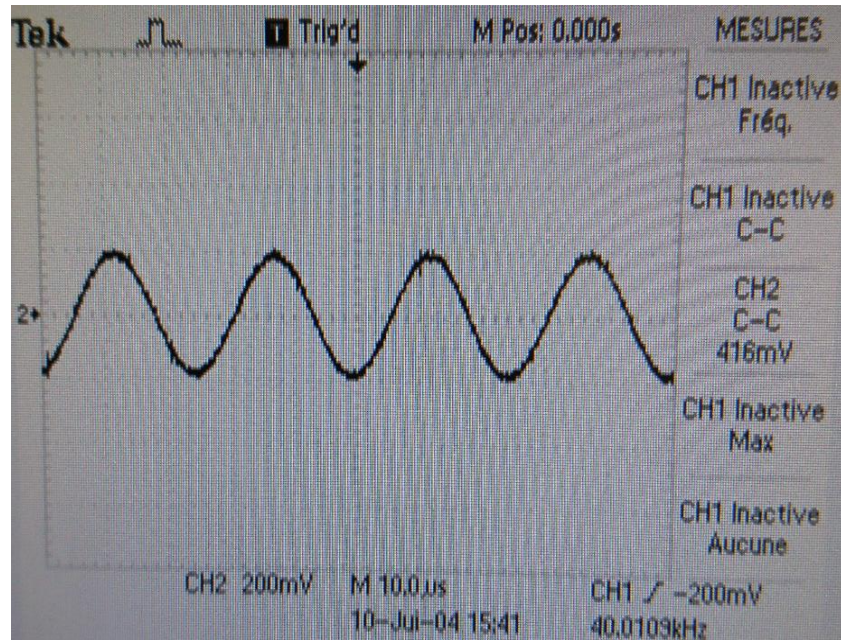


Émetteur

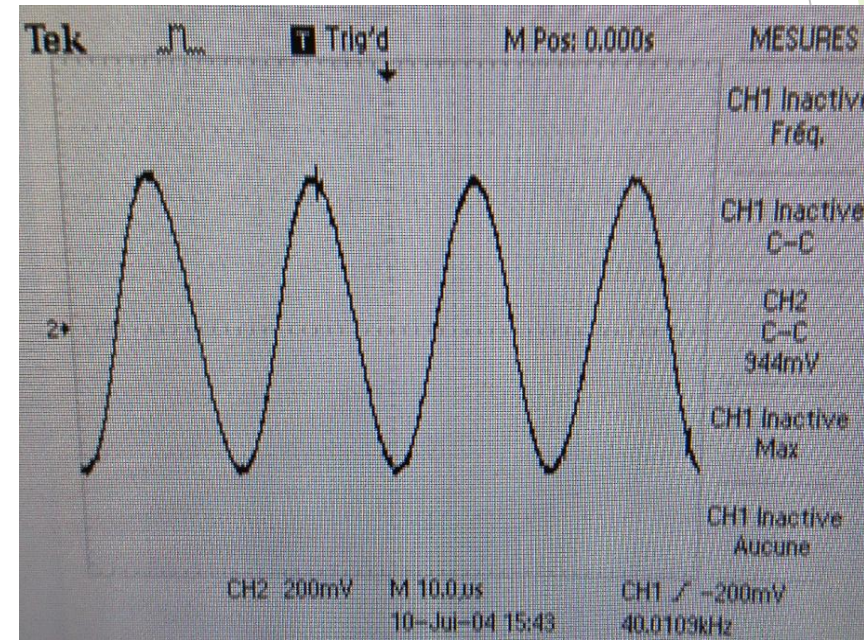
Fréquence de fonctionnement : 40 kHz

Montage :

Filtre passe haut

Visualisation de l'oscilloscope :

Réflexion faible : absence de l'objet



Réflexion forte : présence de l'objet

- ◆ Lien entre :
 - ◆ Fréquence et atténuation
 - ◆ Fréquence et profondeur d'exploration
 - ◆ Résolution et différence d'impédances
 - ◆ Résolution et inclinaison de la sonde

- ◆ Jouer sur le faisceau ?

