

Etude et Réalisation d'un échographe

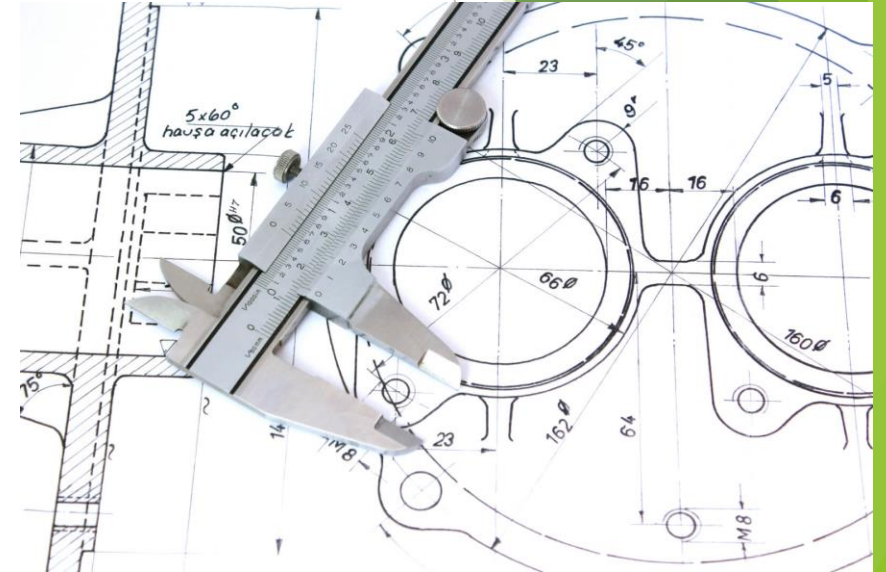
Ghouti
Mehdi
2016-2017



Optimalité : choix, contraintes,
hasard

Sommaire

- Présentation du système
- Filtrage du signal
- Propagation d'onde à travers différents milieux
- Interaction de l'onde avec la matière
- Amélioration des performances



Présentation

Problématique :

Nous avons pour ambition d'optimiser expérimentalement l'échographe en limitant les phénomènes de réflexions et réfractions entre les différentes interfaces et en tenant compte de la vitesse de propagation dans les différents milieux.

Un travail ciblé en 2 grands axes d'études :

- Propagation dans les différents milieux
- Interaction de l'onde avec la matière

Présentation matériel



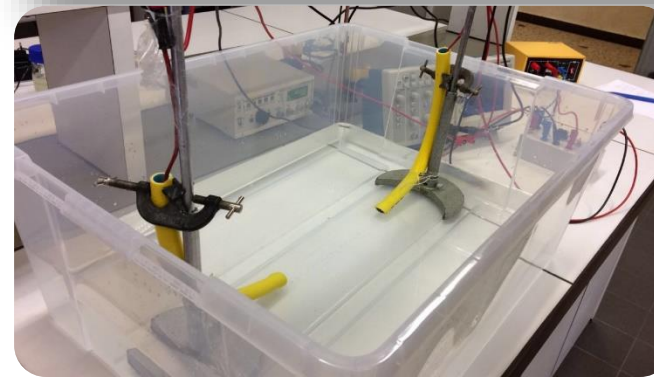
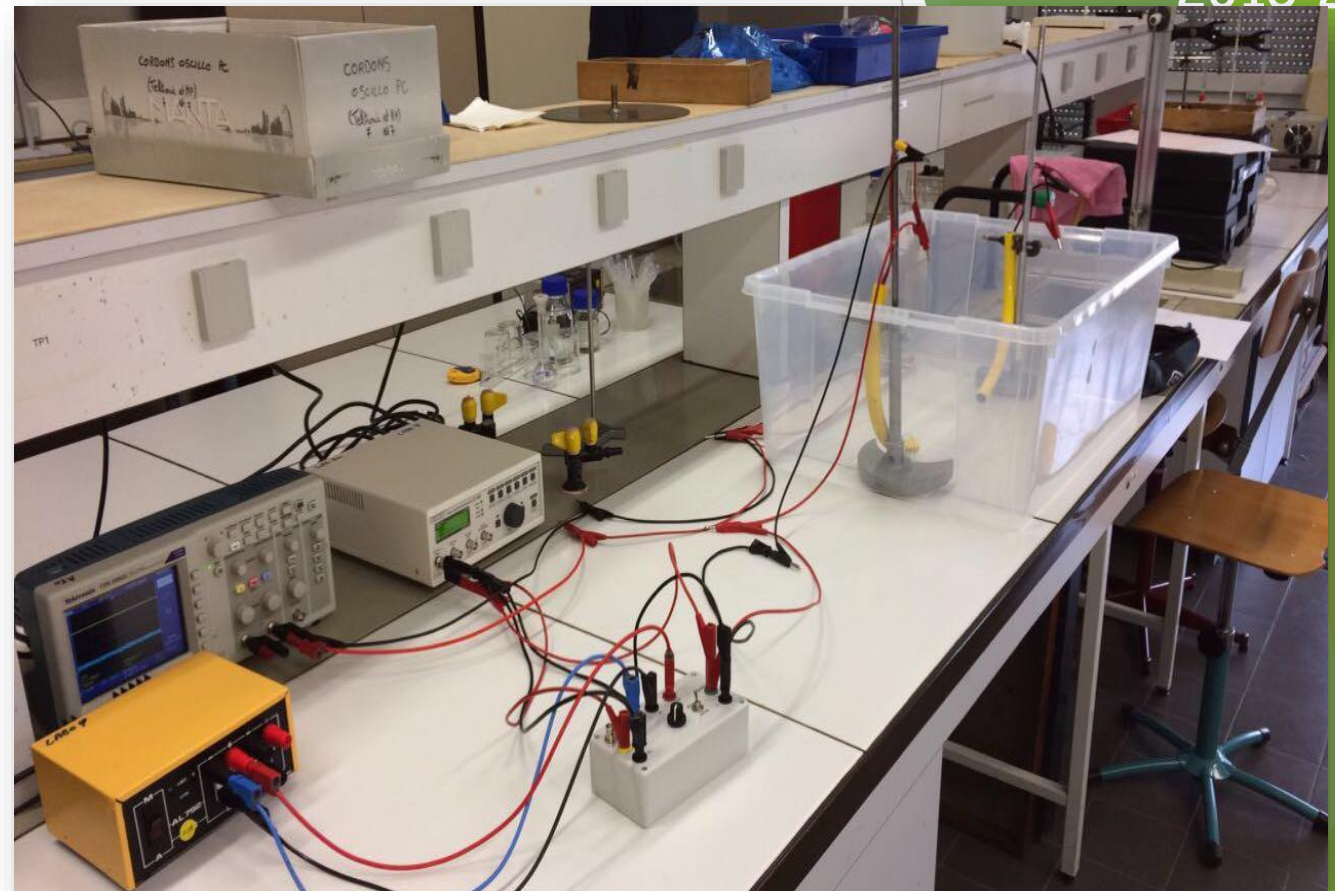
Mesure célérité dans l'eau :

Matériel utilisé :

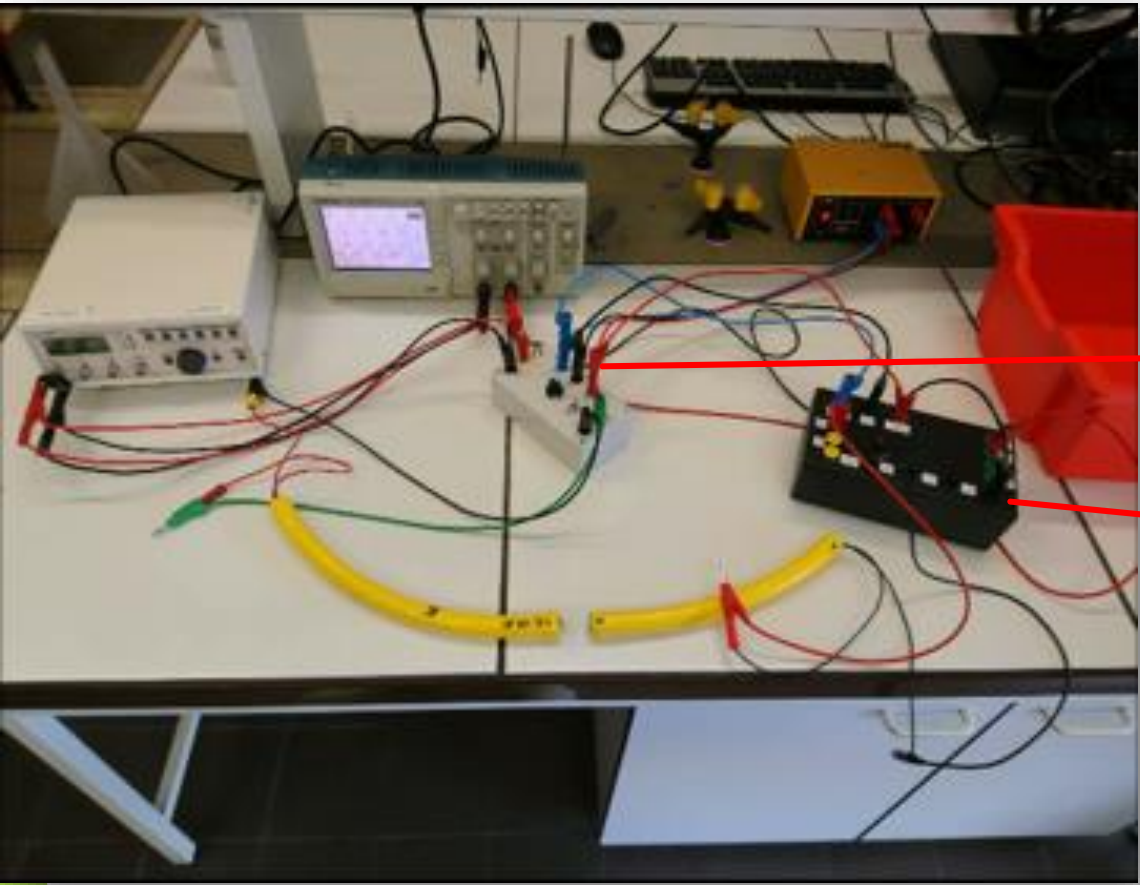

- 1 Emetteur étanche
- 1 Recepteur étanche
- 1 Alimentation +/- 15V
- 1 GBF : 0,20 VPP / 40 kHz / Atténuation - 20 dB
- 1 Oscilloscope

Résultat obtenu : $(1468 \pm 4) \text{ m/s}$

Résultat attendu : 1500 m/s



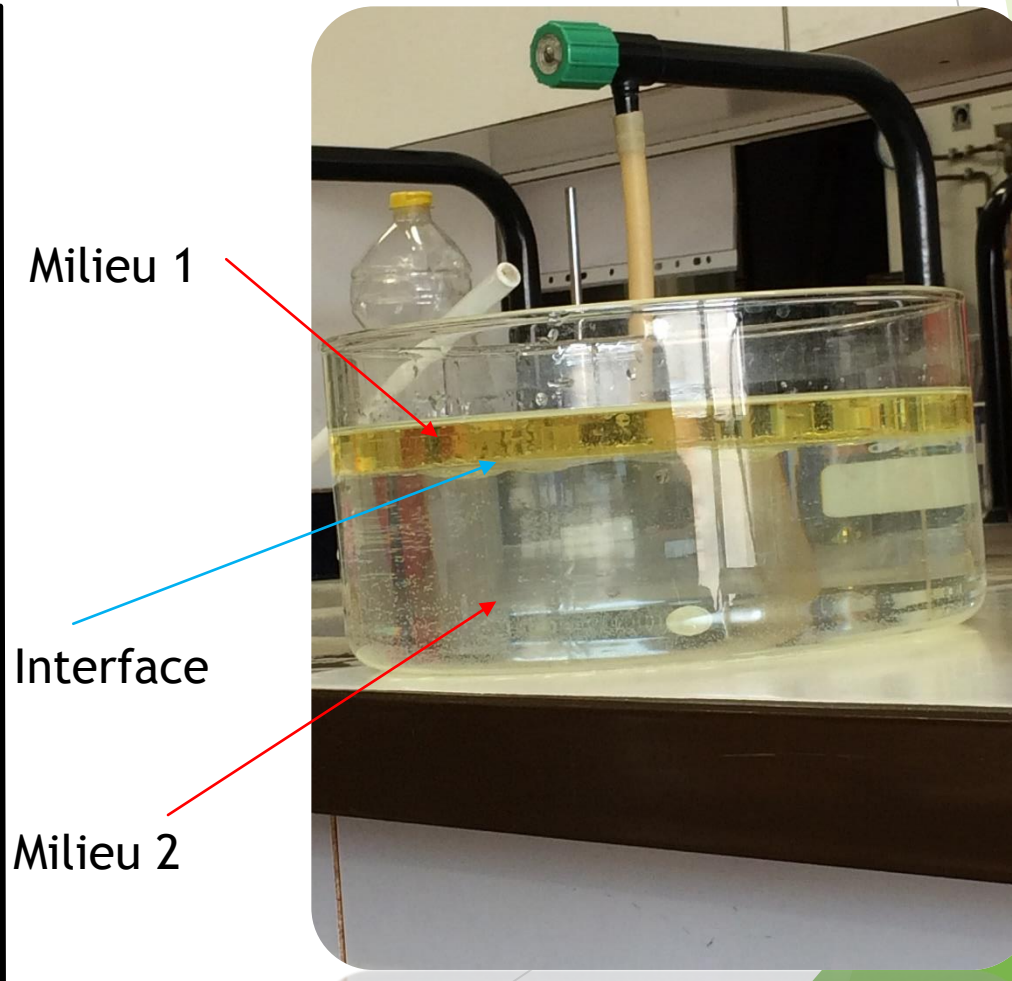
Problèmes	1 ^{ère} Hypothèse	Solutions retenues
Dédoublément (Soudures réalisées captent le 50 Hz)	Réflexion du signal contre les parois de la caisse	Utilisation d'un filtre Passe Haut
Dédoubléments parasites	Mauvaise étanchéité	Construction d'un filtre Passe Bande d'ordre 2 de fréquence de résonnance : 40 kHz

Présentation	Filtrage du signal	Propagation d'onde à travers différents milieux	Interaction de l'onde avec la matière	Amélioration des performances	Ghouti Mehdi 2016-2017
<div>Montage final filtré</div> <div>  <div> <div>Passe-bande</div> <div>Passe-haut</div> </div> </div> <div>  </div>					
					<div> <div> <div></div> <div>LYCEE</div> <div>HENRI LORITZ</div> <div>Nancy</div> </div> </div>

Interface acoustique

- La différence d'impédance et ses différentes caractéristiques :

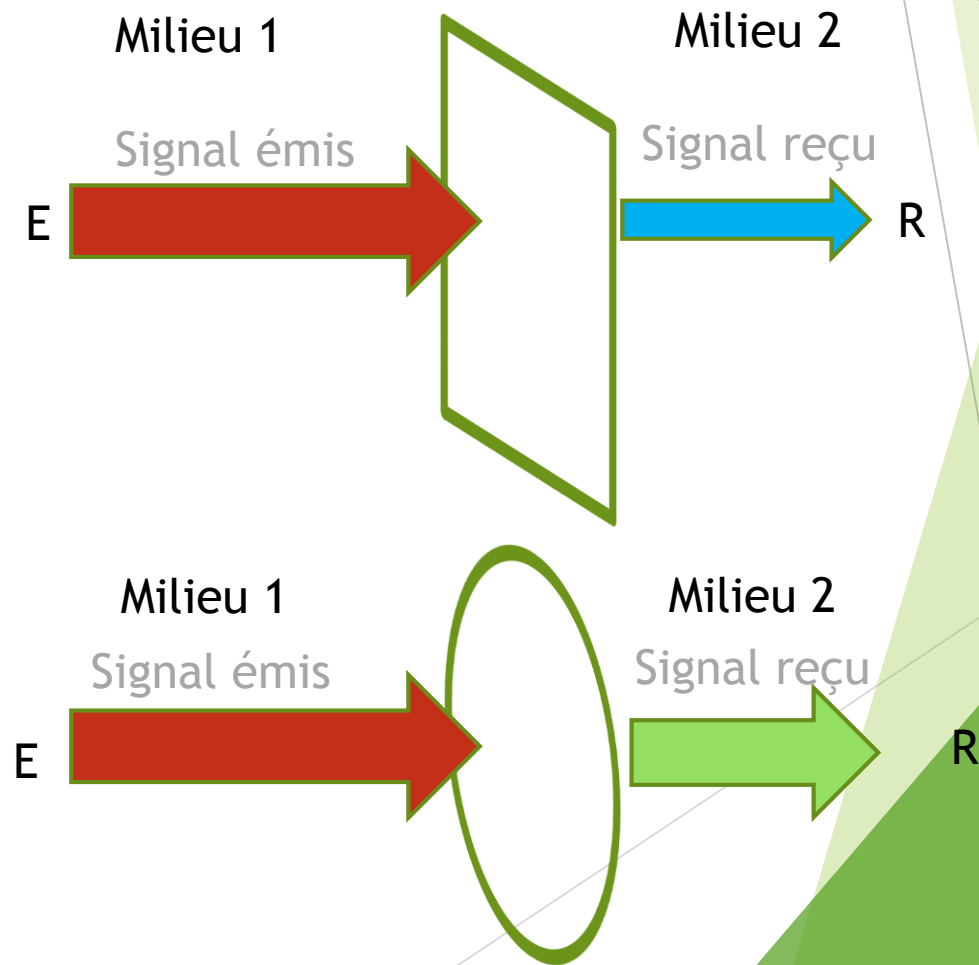
-Les 2 milieux séparés



Interface acoustique

- La différence d'impédance et ses différentes caractéristiques :

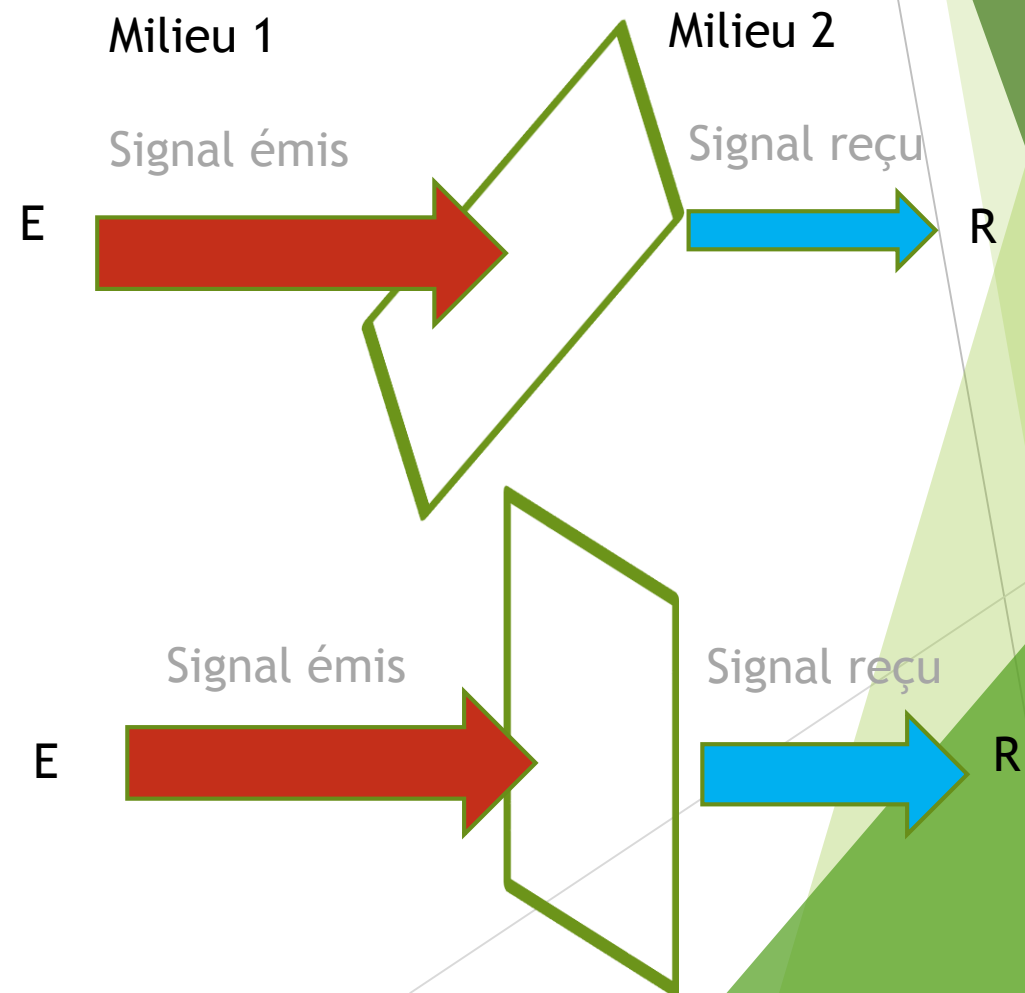
-La forme des interfaces



Interface acoustique

- La différence d'impédance et ses différentes caractéristiques :

-Son orientation par rapport
la direction de propagation
du faisceau d'onde



Une explication théorique

Légende :

z : Impédance acoustique en Pa.s.m^{-1}

ρ : Masse volumique en kg.m^{-3}

c : Célérité en m.s^{-1}

r : Coefficient de réflexion de vitesse

En acoustique, l'indice de réfraction est
l'impédance

$$z = \rho * c$$

$$Z_{\text{eau}} = 1,5 * 10^6 \text{ Pa.s.m}^{-1}$$

$$Z_{\text{air}} = 410 \text{ Pa.s.m}^{-1}$$

On sait que $r = \frac{(Z_{\text{eau}} - Z_{\text{air}})^2}{(Z_{\text{eau}} + Z_{\text{air}})^2} = 0,999$

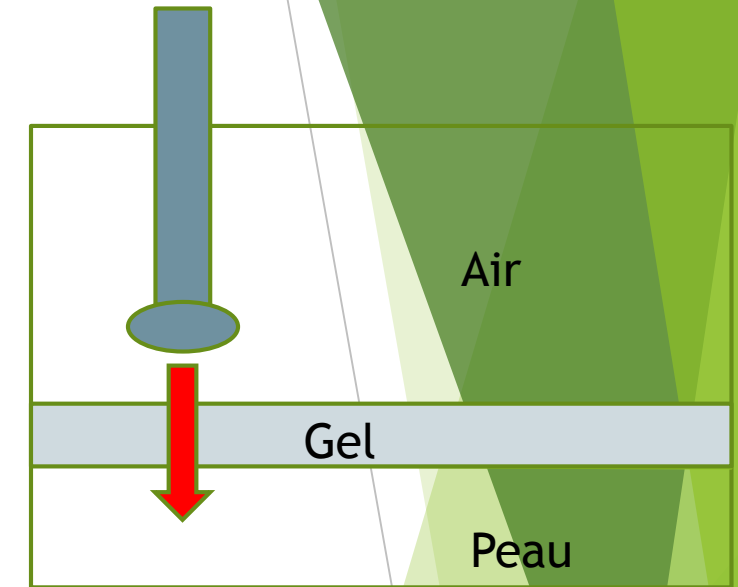
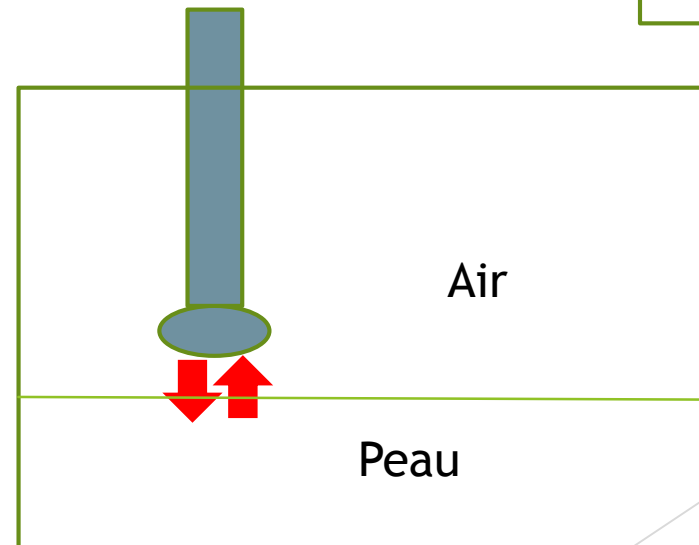
Réflexion quasi-totale
Cas similaire : Interface Air/peau

Une adaptation d'impédance

► Ajout d'un gel echographique

-La différence d'impédance
devient minime :

$$r \rightarrow 0$$



Une mauvaise hypothèse de depart : Un raisonnement inversé

Hypothèse : Gel = Eau (Gel composé 90 % d'eau)
Peau = Air



Une théorie simpliste, une expérimentation complexe

Calcul Z_{peau}

$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} ; c = 1,4 \cdot 10^3 \text{ m/s} ;$$
$$Z_{\text{eau}} = 1,0 \cdot 10^3 * 1,4 \cdot 10^3 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}.$$

Interface Air/Peau : Coefficient de Transmission

$$T = 1,3 * 10^{-3}$$

Interface Gel/Peau : Coefficient de Transmission de vitesse

$$Z_{\text{eau}} = 1,48 * 10^6 \text{ Pa.s.m}^{-1}$$

$$Z_{\text{peau}} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}.$$

$$r = \frac{(Z_{\text{eau}} - Z_{\text{peau}})^2}{(Z_{\text{eau}} + Z_{\text{peau}})} = 0,0022$$

$$T = 0,998$$

Conclusion de la partie

- Le gel permet de remplacer l'interface air-peau (eau) par l'interface gel-tissus (eau) : les ondes sont ainsi mieux transmises

Une optimisation à portée de main

Milieu	Impédance Z (en $10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$
Air	0,0004
Eau	1,48
Sang	1,61
Rein et rate	1,62
Foie	1,63 à 1,67
Muscle	1,67 à 1,76
Os	3,65 à 7

Il faut donc un gel pour chaque partie du corps.
En faisant varier la composition, son impédance variera.

Conclusion

- ▶ La valeur de l'impédance acoustique des milieux est très importante, elle dépend de la vitesse de propagation du milieu
- ▶ L'angle d'arrivée a une influence sur le coefficient de transmission
- ▶ Le Gel échographique sert à adapter l'impédance et éviter les réflexions.
- ▶ Les réflexions dépendent de l'interface présente
- ▶ La forme de l'interface a une faible importance, expérimentalement très dur à prouver.