6.6.1 Interface ondes acoustiques-Exercice 5

---

a-Les impédances acoustiques des tissus musculaires et de l'air pour les ultrasons valent Z_a = 400 kg.m^{-2}.s^{-1} et Z_m = 1,7.10^6 kg.m^{-2}.s^{-1} .
Calculer le coefficient de transmission des puissances sonores à une interface air-muscle et commenter.

b-Pour supprimer l'onde réfléchie dans l'air, on réalise une couche anti-reflet d'épaisseur e en graisse d'impédance Z_g .

On note c_a, c_g et c_m les célérités du son dans chacun des trois milieux et on pose $k_a = \frac{\omega}{c_a}$, $k_g = \frac{\omega}{c_g}$, $k_m = \frac{\omega}{c_m}$

On cherche alors en notation complexe des champs de vitesse dans les trois milieux de la forme :

$\underline{v}(x<0) = A_a \exp j(\omega t - k_a x)$ $\quad \underline{v}(x>e) = A_m \exp j(\omega t - k_m x)$

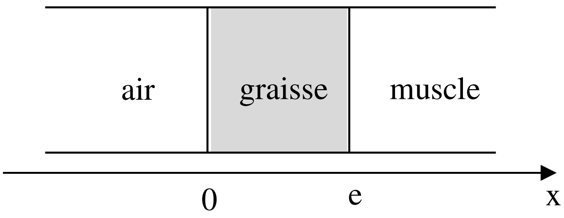
$\underline{v}(0<x<e) = A_g \exp j(\omega t - k_g x) + B_g \exp j(\omega t + k_g x)$

Quelle est la forme correspondante du champ des surpressions dans les trois milieux ?

c-Ecrire les conditions aux limites aux interfaces

d-L'élimination des amplitudes conduit à la relation : $\frac{Z_g - Z_a}{Z_g + Z_a} = \frac{Z_g - Z_m}{Z_g + Z_m}\exp(-2jk_g e)$

Vérifier sa pertinence sur un cas particulier. Déterminer les valeurs qu'il faut choisir pour e et Z_g .



---

a-Cours : $T = \frac{4Z_a Z_m}{(Z_a + Z_m)^2}$ A.N : <u>T = 9,4.10^{-4}</u> Cette faible transmission est un problème en échographie.

b-On utilise la relation de structure $\underline{\vec{v}} = \frac{\underline{p}}{Z}\vec{u}$ pour chaque onde plane progressive avec $\vec{u} = \pm\vec{u}_x$ selon le sens

Donc :
$$\boxed{\begin{aligned} &\underline{p}(x<0) = Z_a A_a \exp j(\omega t - k_a x)\\ &\underline{p}(x>e) = Z_m A_m \exp j(\omega t - k_m x)\\ &\underline{p}(0<x<e) = Z_g A_g \exp j(\omega t - k_g x) - Z_g B_g \exp j(\omega t + k_g x)\end{aligned}}$$
(signe – pour l'onde régressive)

c-Continuité du champ de vitesse en x = 0 : $A_a = A_g + B_g$

Continuité du champ de vitesse en x = e : $A_g \exp(-jk_g e) + B_g \exp(+jk_g e) = A_m \exp(-jk_m e)$

Continuité de la pression acoustique en x = 0 : $Z_a A_a = Z_g (A_g - B_g)$

Continuité de la pression acoustique en x = e : $Z_g (A_g \exp(-jk_g e) - B_g \exp(+jk_g e)) = Z_m A_m \exp(-jk_m e)$

d-Si $Z_g = Z_a$, alors il n'y aura pas d'onde réfléchie si $Z_m = Z_a$, ce qui est logique car il n'y a plus d'interfaces.

$\frac{Z_g - Z_a}{Z_g + Z_a}$ et $\frac{Z_g - Z_m}{Z_g + Z_m}$ sont des quantités réels, donc forcément : $\exp(-2jk_g e) = \pm 1$

<u>Cas 1</u> : $\exp(-2jk_g e) = 1$ => $\frac{Z_g - Z_a}{Z_g + Z_a} = \frac{Z_g - Z_m}{Z_g + Z_m}$ => $Z_a Z_g = Z_m Z_g$ => $Z_a = Z_m$ impossible

<u>Cas 2</u> : $\exp(-2jk_g e) = -1$ => $\frac{Z_g - Z_a}{Z_g + Z_a} = -\frac{Z_g - Z_m}{Z_g + Z_m}$ => $2Z_g^2 = 2Z_a Z_m$ => $\boxed{Z_g = \sqrt{Z_a Z_m}}$ = 3.10^4 kg.m^{-2}.s^{-1}

Et $\exp(-2jk_g e) = -1$ => $2k_g e = \pi + 2n\pi$ => $2\frac{2\pi}{\lambda_g}e = (2n+1)\pi$ => $\boxed{e = (2n+1)\frac{\lambda_g}{4}}$
