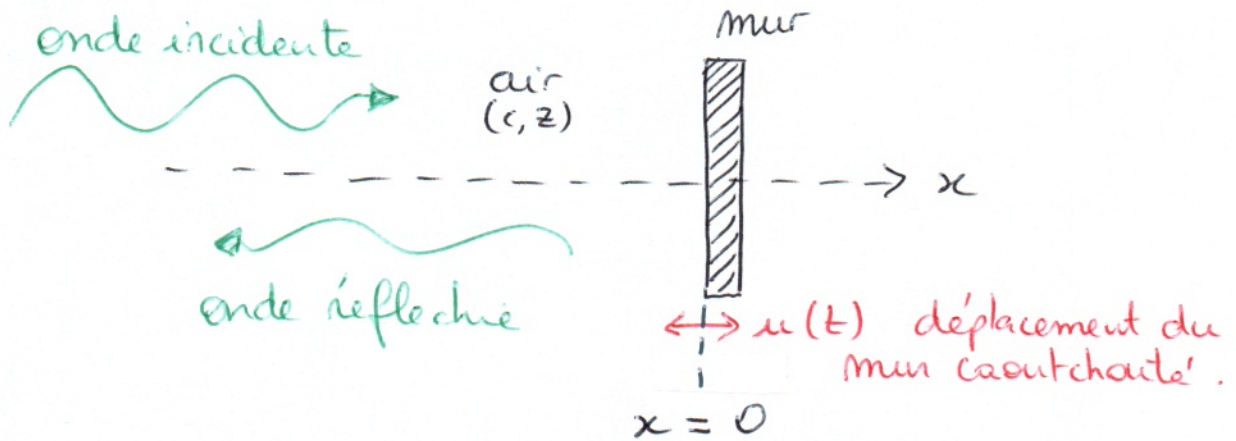


04-09 Murs anti-réflexion ?

On commence par un schéma



Par théorème de superposition, on a, côté gauche

$$p_{\text{tot}} = p_i + p_r \quad (x < 0)$$

et puisque p_i et p_r sont des ondes plans progressives harmoniques, on les écrit en notation complexe

$$\begin{cases} p_i(x, t) = \underline{p}_{im} e^{j(\omega t - kx)} \\ p_r(x, t) = \underline{p}_{rm} e^{j(\omega t + kx)} \end{cases}$$

↖ car l'onde réfléchi se propage vers les x décroissants!

Les ondes de surpression sont associées à des ondes de survitesse

$$\begin{cases} \underline{v}_i(x, t) = \frac{\underline{p}_{im}}{Z} e^{j(\omega t - kx)} \\ \underline{v}_r(x, t) = - \frac{\underline{p}_{rm}}{Z} e^{j(\omega t + kx)} \end{cases}$$

↖ impédance acoustique de l'air

L'onde de surtension totale est par théorème de superposition

$$v_{\text{tot}}(x, t) = \underline{v}_i + \underline{v}_r$$

1] Après cette première mise en équation, on traduit la continuité de la vitesse en $x = 0$.

Par continuité, la vitesse de l'air vaut la vitesse du mur. On écrit donc en $x = 0$ (seulement !)

$$\underline{v}_{\text{tot}}(x=0, t) = \underline{v}_{\text{mur}} = \frac{d\underline{u}}{dt} \quad (= j\omega \underline{u} !)$$

Rq Et oui ! la position du mur étant \underline{u} , sa vitesse est simplement \underline{u} !

d'où

$$\left(\frac{p_{im}}{Z} - \frac{p_{rm}}{Z} \right) e^{j\omega t} = j\omega \alpha \left(\frac{p_{im}}{Z} + \frac{p_{rm}}{Z} \right) e^{j\omega t}$$

car $\underline{u} = \alpha \underline{p}_{\text{tot}}(x=0, t)$
et $\underline{p}_{\text{tot}} = \underline{p}_i + \underline{p}_r$

donc, en divisant par \underline{p}_{im} et en notant $\underline{r} = \frac{p_{rm}}{p_{im}}$ le coefficient de réflexion en amplitude pour la surpression, on a

$$1 - \underline{r} = j\omega \alpha Z (1 + \underline{r})$$

2) On résout

$$\underline{r} = \frac{1 - j\omega z}{1 + j\omega z}$$

3) L'onde réfléchie est en amplitude

$$|\underline{p}_{rm}| = |\underline{r}| |\underline{p}_{im}|$$

$$\text{Or } |\underline{r}| = \frac{|1 - j\omega z|}{|1 + j\omega z|} = 1 !$$

donc

$$|\underline{p}_{rm}| = |\underline{p}_{im}|$$

Rq si l'amplitude est la même, le mur déphase par contre l'onde réfléchie par rapport à l'onde incidente. Le déphasage est

$$\begin{aligned} \varphi &= \arg(\underline{r}) \\ &= -2 \arctan(\omega z) \end{aligned}$$

Le caoutchouc renvoie l'onde incidente sans aucune atténuation! Aucun intérêt!

Rq Notez que c'est en exercice qui rentre dans la grande catégorie des exercices de "réflexion/transmission". Cependant ici, il n'y a pas d'onde transmise! On a seulement \underline{r} à déterminer, donc une seule condition aux limites a suffit!