REVISIONS LES ONDES MECANIQUES

1. Corde vibrante sous tension :

- Quels paramètres permettent de caractériser la corde ?
- Quelles variables permettent de caractériser le mouvement de la corde ?
- Quelles sont les hypothèses permettant le calcul de l'équation d'onde ? Démonstration.
- Quelle est la forme de l'équation obtenue ? Quel est son nom ?
- Quelle est sa célérité ?
- Quels sont les **modes propres** d'une corde fixée aux deux extrémités (démo)?
- Comment s'écrit pour cette corde l'élongation y(x,t) dans le cas le plus général ?
- Décrire le dispositif de la corde de Melde.
- Pour quelles fréquences la corde de Melde entre-t-elle en résonance ?

2. Onde dans un cristal :

- Quelles paramètres macroscopiques permettent de caractériser le cristal ?
- Comment s'exprime la célérité en fonction de ces deux paramètres ? Ordre de grandeur ?
- Démonstration de l'équation d'onde.

3. Généralités :

- Définir : onde plane, onde stationnaire, onde monochromatique, vecteur d'onde , pulsation, longueur d'onde, nœud de vibration, ventre de vibration.
- Quel est l'intérêt d'utiliser des ondes monochromatiques ?
- Comment s'exprime une onde stationnaire?
- Quand utilise-t-on plutot des ondes stationnaires ? Des ondes progressives ?

4. Ondes acoustiques :

- Quels paramètres macroscopiques permettent de caractériser le fluide ?
- Définir l'approximation acoustique.
- Comment s'exprime la célérité en fonction de ces paramètres ? Ordres de grandeur.
- Démontrer la forme de la célérité dans un gaz (avec une hypothèse).
- Démontrer l'équation de propagation vérifiée par la **surpression** p(x,t) d'une onde acoustique (Quelles sont les hypothèses du modèle ?).
- Définir l'**impédance acoustique**, démontrer son expression.
- Démontrer l'expression des modes propres dans le cas d'un **résonateur symétrique ou antisymétrique**.
- Définir **l'énergie massique de l'onde sonore**, le **vecteur densité de courant énergétique**, donner l'équation de conservation de l'énergie acoustique.
- Définir l'intensité acoustique, le niveau sonore. Ordres de grandeur.
- Dans le cas d'une interface fixe et plane, donner les **conditions de continuité** et démontrer l'expression des coefficients de réflexion et de transmission pour la vitesse, la surpression et l'intensité acoustique.

ONDES PLANES – ANALOGIES

Il existe toujours 2 grandeurs, l'une dynamique F, l'autre cinétique V, qui caractérisent l'onde, et deux paramètres A et B qui caractérisent le milieu de propagation, A traduisant l'inertie du milieu et B sa raideur (1/B exprime alors sa souplesse).

Ces grandeurs sont liées pour une onde non dispersive par deux équations du type :

$$A\frac{\partial V(x,t)}{\partial t} = -\frac{\partial F(x,t)}{\partial x} \quad ; \quad \frac{\partial F(x,t)}{\partial t} = -B\frac{\partial V(x,t)}{\partial x}$$

On en déduit l'équation de d'Alembert à une dimension :

$$A.\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = B\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}$$

et la célérité :

$$c = \sqrt{\frac{B}{A}}$$

L'impédance caractéristique est :

$$Z = \frac{F}{v} = \sqrt{A.B}$$

Les énergies (volumiques ou linéiques) sont $e_c = ½\, AV^2$ et $e_p = ½.\, F^2/B$

	Corde vibrante	Tuyau sonore de section S	Onde ém dans le vide	Ligne sans pertes
Grandeur cinétique	V_y	v	$\vec{B}/\mu_0$	I
Grandeur dynamique	$-T_y$	p	$\vec{E}$	U
A	μ	ρ_0	μ_0	λ
B	T_0	$1/\chi_S$	$1/\varepsilon_0$	$1/\gamma$
Célérité	$\sqrt{\frac{T_0}{\mu}}$	$\sqrt{\frac{1}{\rho_0\chi_S}}$	$\sqrt{\frac{1}{\mu_0\epsilon_0}}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda\gamma}}$
Expression de la force (ou contrainte)	$T_y = T_0\frac{\partial y}{\partial x}$	$p = -\frac{1}{\chi_s}\frac{\partial \xi}{\partial x}$		$u = -\frac{1}{\gamma}\frac{\partial q}{\partial x}$
Impédance caractéristique	μ c	ρ_0 c	$\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$	λ c
Energie cinétique volumique ou linéique	$e_c = \frac{1}{2}.\mu.V^2$	$e_c = \frac{1}{2}\rho_0 u^2$	$e_c = \frac{1}{2\mu_0}B^2$	$e_c = \frac{1}{2}\lambda i^2$
Energie potentielle volumique ou linéique	$e_p = \frac{1}{2T_0}T_y^{\,2}$	$e_p = \frac{1}{2}\chi_s p^2$	$e_p = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$	$e_p = \frac{1}{2}\gamma u^2$

Attention : les impédances n'ont pas toujours la même unité !!