

# LP25- Acoustique

- **Ondes sonores** (définition) : ondes longitudinales de surpression se propageant dans un milieu matériel. On va s'intéresser aux ondes dans les fluides. Il faut faire un lien avec les ondes dans les milieux solides qui nous ont mené à la célérité  $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  ou  $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ .
- **Modélisation des ondes sonores** : Système fluide (gaz ou liquide) → description eulérienne des champs de vitesse, pression et masse volumique. L'onde sonore dans notre modèle est une perturbation de l'état d'équilibre.
- **Approx Acoustique** : (cf. p3 de Mathias) On considère la perturbation comme un infiniment petit du premier ordre.
- **Mise en équation (Grâce à l'hypothèse approx acoust, nous allons linéariser) les équations** : On part de la base suivante.
  - Equation d'Euler : équation d'euler linéarisé
  - Conservation de la masse : ok
  - Adiabaticisme linéarisé :  
 Cf feuille. Ou plus simple et plus physique (Méthode Fruit): DL de P au premier ordre  $\mu = \mu_0 + \left(\frac{\partial \mu}{\partial P}\right)_S dP$ . Cette expression s'obtient en considérant  $P = f(\mu, S)$  (J'ai le droit ! car système fermé divariant) et en injectant l'hypothèse d'évolution isentropique.  $\mu_1 = \mu_0 \chi_S P_1$ .
- **Justification de l'hypothèse isentropique** : (i) On a négligé les phénomènes d'irréversibilité : (Euler viscosité nulle) (ii) On peut négliger les phénomènes de transfert thermique (adiabaticité) : Sous l'effet de l'onde, la température varie périodiquement dans l'espace sur une distance caractéristique de l'ordre de  $\lambda$  et sur une durée caractéristique  $T$ . Sur cette durée, la chaleur diffuse sur une distance caractéristique  $L \approx \sqrt{D_{th} T}$  (cf. équation de diffusion).
 
$$L \ll \lambda \leftrightarrow f \ll \frac{c^2}{D_{th}}$$

$$D_{th} = 2 \cdot 10^{-5} m^2 s^{-1}, c = 340 m.s^{-1}. \rightarrow f \ll 6 \cdot 10^9 Hz.$$
 L'évolution peut être considérée comme adiabatique si on peut négliger le transfert thermique sur une distance de l'ordre de  $\lambda$ . Donc l'approximation est largement valable dans le domaine acoustique. 20Hz à 20 000Hz (oreille humaine).  
 Donc la variation de température est due à du travail et non pas à du transfert thermique.
- **Justification expérimentale** : si on considère une transformation isotherme, on montre facilement que  $c = \sqrt{\frac{P}{\mu_0}} = \sqrt{\left(\frac{RT}{M}\right)} = 293 m.s^{-1}$ . Si on suppose l'évolution adiabatique réversible :  $c = \sqrt{\frac{\gamma P}{\mu_0}} = 293 * \sqrt{1.43} = 349 m.s^{-1}$ .
- **Attention Intéressant !** On dit souvent que l'évolution adiabatique doit être rapide pour ne pas qu'on ait le temps de faire du transfert thermique. Or ici c'est l'inverse qu'on voit car il faut une fréquence inférieure à une autre.
-