

# Ondes acoustiques dans les fluides

## I Équation de propagation

1. Approximation acoustique
2. Hypothèse thermodynamique
3. Équation de d'Alembert pour  $p(M, t)$
4. Valeurs numériques de  $c$
5. Validation des hypothèses

## II Structure des ondes planes progressives harmoniques

1. Onde plane progressive harmonique
2. Caractère longitudinale des OPPH, impédance acoustique
3. Notation complexe pour les OPPH

## III Aspect énergétique

1. Localisation et transport de l'énergie acoustique
2. Cas d'un OPPH
3. Intensité sonore et décibels
4. Valeurs numériques

## IV Ondes sphériques

1. Forme de l'onde sphérique harmonique
2. Champ de vitesse
3. Puissance rayonnée

## V Effet Doppler

1. Source au repos et récepteur en mouvement
2. Source en mouvement et récepteur au repos

## VI Passage d'une interface en incidence normale

1. Conditions de passage à l'interface
2. Coefficients de réflexion et de transmission
3. Réflexion et transmission de l'intensité sonore
4. Cas particuliers et applications

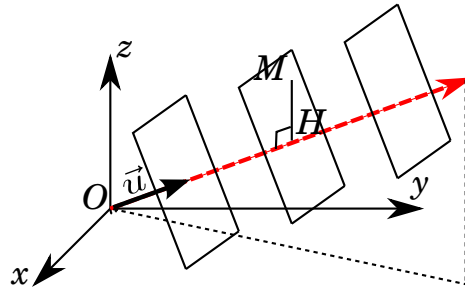


FIGURE 1 – Onde plane ne suivant pas un axe de coordonnées

**Localisation et transport de l'énergie en acoustique (admis)**

Là où règne l'onde acoustique réside de l'énergie avec la densité volumique

$$e = e_c + u \quad (\text{J.m}^{-3}) \quad \text{avec} \quad \boxed{u = \frac{1}{2}\chi_s p^2 \quad e_c = \frac{1}{2}\rho_0 v^2}$$

Le premier terme représente l'énergie cinétique des particules fluides et le second un accroissement de leur énergie interne lié à leur compression. L'énergie contenue dans un volume  $\mathcal{V}$  est  $\mathcal{E} = \int_{\mathcal{V}} e \, d\tau$ .

Le transport de l'énergie est décrit par le vecteur de Poynting  $\boxed{\vec{R} = p\vec{v} \quad (\text{W.m}^{-2})}$ .

La puissance traversant une surface  $\mathcal{S}$  est  $\boxed{\mathcal{P} = \int_{\mathcal{S}} \vec{R} \cdot d\vec{S}}$ .

	Intensité sonore ( $\text{W.m}^{-2}$ )	Niveau sonore (dB)	pression $p_1$ (Pa)	vitesse $v_1$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )
seuil d'audition	$10^{-12}$	0	$3.10^{-5}$	$7.10^{-8}$
chuchotement	$10^{-10}$	20	$3.10^{-4}$	$7.10^{-7}$
forêt	$10^{-8}$	40	$3.10^{-3}$	$7.10^{-6}$
conversation	$10^{-6}$	60	$3.10^{-2}$	$7.10^{-5}$
cris	$10^{-4}$	80	$3.10^{-1}$	$7.10^{-4}$
marteau piqueur	$10^{-2}$	100	3	$7.10^{-3}$
seuil de douleur	1	120	30	$7.10^{-2}$

TABLE 1 – Valeurs numériques pour le niveau sonore en dB, la pression acoustique et la vitesse acoustique.

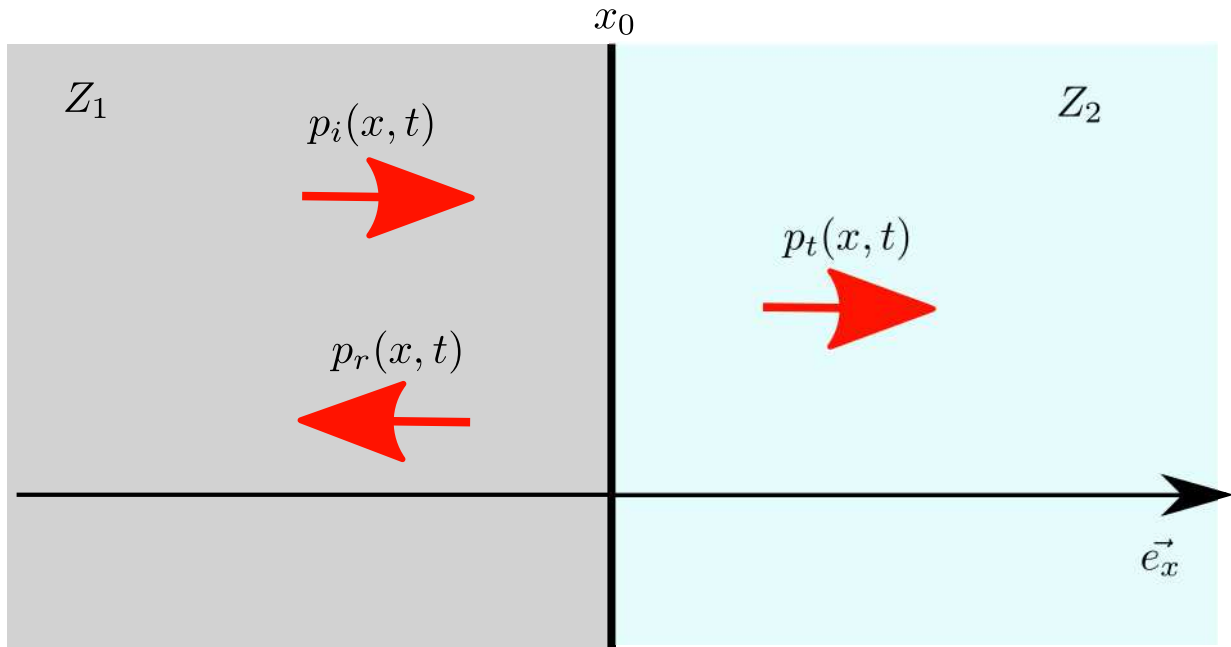


FIGURE 2 – Réflexion et transmission d’une onde sonore à une interface

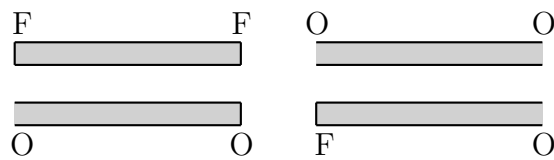


FIGURE 3 – Modes propres de tuyaux sonores