

## 1 Physique des ondes : phénomènes de propagation non dispersifs.

### 1.1 Ondes acoustiques dans les fluides.

- L'approximation acoustique. Hypothèses de l'étude (écoulement parfait, pesanteur sans effet).
- Mise en équation eulérienne des ondes acoustiques dans le cadre de l'approximation acoustique.
- Équation de d'Alembert pour la surpression.
- Célérité des ondes ; coefficient de compressibilité isentropique. Cas particulier des gaz parfaits. Ordres de grandeur.
- Les OPPH : expression, double périodicité, notation complexe. Structure : onde longitudinale, impédance acoustique.
- Les OPP. Expression. Structure (caractère longitudinal, impédance) obtenue par superposition d'OPPH.
- Les ondes planes stationnaires. Structure : pression et vitesse sont en quadrature temporelle et en quadrature spatiale.
- Les ondes sphériques progressives harmoniques : expressions de la surpression, de la vitesse (terme de champ lointain, terme de champ proche).
- Aspects énergétiques : densité volumique d'énergie sonore, vecteur densité de courant d'énergie sonore (expressions admises). Bilan énergétique local (démonstré à 1D, généralisation admise à 3D). Application à tous les types d'ondes étudiés.
- Interprétation énergétique de la décroissance en  $\frac{1}{r}$  de l'amplitude d'une onde sphérique.
- Intensité acoustique d'une OPPH. Aire audible : seuil d'audibilité, seuil de douleur, infrasons, ultrasons.
- Les tuyaux sonores. Conditions aux limites. Modes propres.
- Effet Doppler longitudinal. Protocole de "détection synchrone" pour mesurer une vitesse par décalage Doppler (à l'aide d'un multiplieur et d'un passe-bas simple).

### 1.2 Ondes électromagnétiques dans le vide.

*En question de cours seulement cette semaine.*

*Tout le chapitre est traité dans le vide complet :  $\rho = 0$  et  $\vec{j} = \vec{0}$ .*

- Historique succinct des travaux de Maxwell : nécessité du courant de déplacement pour assurer la conservation de la charge.
- Équations de propagation de  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$ . Célérité des ondes :  $\varepsilon_0\mu_0c^2 = 1$ .
- Identification de la nature électromagnétique de la lumière à partir de sa vitesse de propagation.
- Définition du mètre de 1983.

## 2 Équations de Maxwell.

- Équations de Maxwell, et leur forme inétegrale.
- Propriétés : compatibilité avec la conservation de la charge ; linéarité (d'où théorème de superposition).
- L'ARQS. Exemples divers.
- L'ARQS "magnétique" : simplification de l'équation de Maxwell–Ampère ; extension du domaine de validité des expressions des champs magnétiques obtenues en régime statique.
- Aspects énergétiques : densité volumique d'énergie électromagnétique, vecteur de Poynting, équation locale de Poynting.

## 3 Rappels et compléments mathématiques.

- Valeur moyenne d'une fonction périodique. Calcul à partir de grandeurs réelles ; à partir des amplitudes complexes.
- Formule du double rotationnel.