

1 Physique des ondes : phénomènes de propagation non dispersifs.

1.1 Ondes mécaniques unidimensionnelles dans les solides déformables.

- Ondes transversales sur une corde vibrante infiniment souple dans l'approximation des petits mouvements transverses : mise en équation, équation d'onde.
- Modèle microscopique de solide élastique unidimensionnel ; lien entre la raideur des ressorts fictifs et l'énergie de liaison. Loi de Hooke. Module d'Young (lien avec la raideur des ressorts fictifs).
- Ondes acoustiques longitudinales dans une tige solide : mise en équation, équation d'onde.
- Équation d'onde de d'Alembert 1D. Linéarité. Principe de superposition.
- Célérité ; lien avec la raideur et l'inertie du milieu support.
- Ondes progressives harmoniques. Double périodicité. Relation de dispersion.
- Ondes progressives.
- Réflexion d'une OPP sur un point fixe. Onde incidente, onde réfléchie.
- Ondes stationnaires harmoniques : expression mathématique, description, nœuds, ventres. Obtention par superposition de deux OPPH de même pulsation même amplitude mais se propageant en sens opposés.
- Obtention d'une OPPH par superposition de deux ondes stationnaires de même pulsation, même amplitude, en quadratures temporelle et spatiale.
- Solution générale de l'équation de d'Alembert 1D : par superposition d'OPPH, par superposition de deux OPP se propageant en sens opposés, par superposition d'ondes stationnaires.
- Régime libre d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités : modes propres ; obtention de la solution pour des conditions initiales quelconques par superposition de ces modes propres (utilisation des séries de Fourier).
- Régime forcé sinusoïdal : corde de Melde, résonances.

1.2 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.
- 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).

2 Rappels et compléments mathématiques.

- Tracé de fonctions : connaissant la représentation graphique de $f(x)$, en déduire celle de $f(x-a)$, $\alpha f(x)$, $f(\alpha x)$.
- Toutes les formules trigonométriques usuelles.
- Valeur moyenne d'une fonction périodique. Calcul à partir de grandeurs réelles ; à partir des amplitudes complexes.