

# LP 25 : Ondes acoustiques

Sou Anne-Lyse  
23 Octobre 2015

Niveau : PC\*-PC / 2ème année de licence

Objectifs :

- voir des similitudes et des différences avec des ondes déjà connues
- comprendre comment marche une onde acoustique
- comprendre comment se comporte une onde acoustique lors d'un changement de milieu
- connaître des ordres de grandeur de niveaux sonores

Prérequis :

- thermodynamique
- physique des ondes
- mécanique des fluides

## Introduction

L'acoustique est une science qui étudie les sons. Ils sont le moyen le plus simple de communiquer pour les être vivants grâce à l'ouïe. L'étude des sons est une science très importante comme en témoigne son constant développement notamment pour l'obtention de meilleurs instruments de musique.

Nous allons étudier la façon dont le son se propage dans un fluide tel que l'air. On va poser l'approximation acoustique et nous établirons l'équation de propagation. Ensuite nous étudierons les réflexions et transmissions entre deux milieux ; puis nous aurons un aperçu de quelques niveaux sonores.

## I. Équation de propagation des ondes acoustiques

### 1) Position du problème et approximation acoustique

- fluide parfait
- déformation du milieu pour se propager => nécessité d'un milieu matériel
- montrer qu'il s'agit d'une réaction en chaîne à l'aide de ressort
- transport d'énergie sans transport de matière
- écrire les grandeurs pour le fluide au repos et celles pour le fluide sous l'action de l'onde
- on se limite à des calculs d'ordre 1

### 2) Hypothèse adiabatique

- les particules évoluent de façon isentropiques
- $ds=0$
- relation entre la masse volumique et la surpression faisant intervenir le coefficient de compressibilité

- 3) Équation d'Euler et conservation de la masse
  - redonner ces 2 équations
  - les simplifier par le biais de l'approximation acoustiques
  - obtention de 3 équations
  - après linéarisation => 2 équations qui relient les variations spatiales aux variations temporelles de la vitesse particulaire et de la surpression
- 4) Établissement de l'équation de propagation
  - dérivation par rapport au temps puis permutation des opérateurs de dérivation spatiaux et temporelles
  - obtention de l'équation de d'Alembert avec la surpression
  - prévoir un transparent pour l'obtention avec la vitesse particulaire
- 5) Impédances
  - définir l'impédance acoustique par analogie avec l'électrocinétique
  - donner des ordres de grandeurs pour l'air et l'eau

## II. Aspects énergétiques

- 1) Vecteur de Poynting acoustique
  - $\Pi = pv$
- 2) Bilan énergétique
- 3) Intensité sonore
  - l'oreille humaine est un récepteur logarithmique
  - ODG niveaux sonores
  - expliquer pourquoi on ne voit pas la membrane du haut parleur vibrer quand on écoute de la musique (réaliser l'expérience)

## III. Réflexions et transmissions entre deux milieux

- 1) Conditions aux limites
  - schéma avec une surface plane et composante de la vitesse normale à la surface
  - PFD pour trouver la relation entre les pressions à la surface
  - conservation des vitesses à la surface
- 2) Coefficients de réflexion et de transmission en amplitude
  - détailler en amplitude des vitesse (puis éventuellement faire avec les pressions sur transparent)
  - le coefficient de transmission est toujours positif donc ondes incidente et transmise sont toujours en phase
  - parler de l'imagerie médicale et de l'isolation phonique comme exemple
  - prévoir une expérience pour montrer les phénomènes de réflexion et transmissions en plaçant divers matériaux entre un émetteur et un récepteur sonore
- 3) Coefficients de réflexion et de transmission en puissance
  - faire la démonstration sur transparent
  - $R+T=1$  => conservation de l'énergie

## Conclusion

Nous avons vu que les ondes acoustiques présentent la même équation de propagation que n'importe quelle onde, cependant, contrairement à d'autres il est nécessaire pour cette onde d'être dans un milieu matériel pour se propager. Nous savons également maintenant que l'onde acoustique est une perturbation du milieu. Et enfin nous avons compris l'intérêt d'étudier l'impédance acoustique d'un milieu puisqu'elle détermine le comportement de l'onde lors d'un changement de milieu.

### Bibliographie :

- Physique des ondes PC-PSI , Laurent Sartre
- Physique tout en un PC\*-PC , M.N. Sanz