

Leçon présentée : LP 25 : Ondes Acoustiques

Présentateur : Bruno Echeverry

Temps : 52 min

2017 : La contextualisation et des applications de la vie courante ne doivent pas être oubliées dans cette leçon qui se résume souvent à une suite de calculs. De plus, les fluides ne sont pas les seuls milieux dans lesquels les ondes acoustiques peuvent être étudiées.

2014 : Cette leçon peut être l'occasion de traiter les ondes acoustiques dans les fluides ou dans les milieux périodiques, certes, mais elle peut aussi être l'occasion de traiter les deux cas qui donnent lieu à des phénoménologies très différentes.

2013 : [À propos du nouveau titre] Le candidat est libre d'étudier les ondes acoustiques dans un fluide ou dans un solide élastique. Jusqu'en 2013, le titre était : Ondes acoustiques dans les fluides.

2011, 2012, 2013 : Cette leçon peut être l'occasion d'introduire le modèle limite de l'onde plane progressive harmonique et de la comparer éventuellement à l'onde sphérique. Jusqu'en 2008, le titre était : Ondes sonores dans les fluides.

2008 : L'aspect énergétique est trop souvent négligé. L'approximation acoustique est souvent mal dégagée. Pour 2009, le terme sonore est remplacé par le terme acoustique pour indiquer qu'on peut s'intéresser à des signaux non audibles par l'homme.

2007 : L'aspect énergétique est trop souvent négligé. On remarquera que les ondes sonores ne sont pas toutes planes progressives et harmoniques. Jusqu'en 2003, le titre était : Ondes sonores dans les fluides.

Approximation acoustique. Aspect énergétique.

1999 : Est-il vraiment indispensable de se placer d'emblée dans le cadre formel de la mécanique des fluides ? Un modèle unidimensionnel et scalaire n'est pas sans intérêt pédagogique ³⁰. Le développement de l'aspect énergétique doit faire apparaître une densité d'énergie et un vecteur de propagation.

Introduction (2 min)

Introduction peut-être un peu maladroitement qui suppose qu'on sache déjà ce qu'est une onde acoustique, que ça se propage à une vitesse différente de la vitesse de la lumière. Si vous voulez citer des exemples comme cela, dites qu'on a l'habitude de rencontrer des ondes acoustiques dans tel et tel cas et qu'on va pouvoir les modéliser.

I – Modélisation (38 min)

On peut regretter un manque de mise en contexte et description du système modélisé.

A – Approximation acoustique

Hypothèses de l'approximation acoustique bien définies.

B – Equation de propagation

Il serait bien de justifier que c 'est l'équation d'Euler qui permet de décrire le mouvement du fluide dans ce cas-là. Il faudrait un peu plus détailler le premier calcul des termes qu'on garde dans les équations à l'ordre 1.

L'ordre de grandeur arrive peut-être un peu tard pour la célérité des ondes. Il est possible de donner des

Dire qu'on peut montrer l'hypothèse mais on ne va pas le faire, c'est un peu bizarre de dire ça sachant que vous avez dit qu'on allait y revenir au début de la leçon.

C – Gaz parfait

Il n'y a pas de prérequis sur le gaz parfait sauf si vous englobez ça dans « thermodynamique ». On a senti un moment de flottement sur cette partie.

Retour sur l'hypothèse adiabatique et isotherme, il faut être plus convainquant surtout avec la manip.

Expérience proposée par l'étudiant : Emission et réception d'ultrasons avec les émetteurs/récepteurs de la collection afin de mesurer la vitesse du son. L'étudiant parle de la dispersion de l'onde, car le train d'onde envoyé est déformé à la sortie alors que la théorie prédit une onde non dispersive. Il justifie cela par l'électronique du système. La théorie suppose une onde plane progressive monochromatique. L'émetteur produit une onde sphérique et non plane. On peut la supposer monochromatique. Cependant si vous ne faites rien pour guider votre onde, vous allez avoir la réflexion sur la table qui étale le paquet d'onde.

Valeur trouvée entre les deux isothermes et adiabatique : pas très concluant. Vous ne devez pas montrer que vous savez manipuler dans la leçon, donc vous pouvez monter votre manip en préparation et juste allumer pour faire la mesure (en expliquant l'expérience bien entendu).

Vous pouvez également faire la manip dans l'eau et dans l'air en même temps et montrer la grande différence de temps de propagation.

II – Propagation d'ondes acoustiques (10 min)

A – Résolution en OPPH

On peut faire le parti pris de mettre l'équation de d'Alembert dans les prérequis et utiliser les propriétés, cela permet de gagner du temps.

B - Structure et impédance

L'étudiant fait référence au câble coaxial pour faire une analogie. Mettre l'analogie mécanique des fluides en prérequis pour faire cette remarque.

C – Aspect énergétique

Ok pour la mise en place, l'exploitation n'est pas présente par manque de temps.

III – Réflexion et transmission (2 min)

Pas eu le temps de traiter cette partie. Il ne faut pas commencer une partie à 48 minutes mais plutôt faire une plus grosse conclusion englobant les points clés de cette partie sans développer.

Remarques générales :

Ecrire la totalité du plan au début est un risque car cela signifie que si vous ne faites pas une partie, le jury le voit tout de suite. C'est ce qui est arrivé dans cette leçon.

Les prérequis sont trop généraux, il ne faut pas être trop précis mais « Propagation » est beaucoup trop vague.

Expériences possibles :

- Cloche à vide pour montrer les problèmes d'impédance et non pour montrer qu'il faut un milieu matériel pour se propager ! En effet si vous mettez un dBmètre dans la cloche et que vous faites le vide il y a toujours du son à l'intérieur mais on l'entend plus à l'extérieur.
- Mettre ses mains autour de la bouche pour changer le timbre de la voix. Cela introduit de la dispersion à cause des conditions aux limites des mains.

Questions posées :

Pourquoi il faut que la moyenne temporelle des perturbations soit nulle ?

Qu'est-ce qu'une onde acoustique ?

Ordre de grandeur de la surpression et de la vitesse de déplacement des couches V_1 ?

Limites de l'approximation acoustique ?

Pourquoi on utilise l'équation d'Euler pour décrire ce fluide ?

Que se passe-t-il si on a un écoulement permanent dans le fluide ?

Vous avez pris 300 K pour la température, qu'avez-vous pris pour les autres grandeurs : γ et masse molaire ?

Pourquoi physiquement le son se propage plus vite dans un liquide et encore plus vite dans un solide ?

Physiquement pourquoi l'hypothèse adiabatique est plus probable ? Si la transformation n'est pas isotherme, il y a un changement de température, dans quel sens et pourquoi ?

S'il y a échauffement du fluide à cause de la viscosité, pourquoi avoir pris l'équation d'Euler ? Est-ce que cela influence sur la masse volumique, si oui comment ?

En été, la journée je ne n'entend pas l'autoroute à 1 km de chez moi mais quand je me mets dans mon jardin en fin de journée, je commence à les entendre, pourquoi ?

Des ondes longitudinales c'est quoi ? En quoi c'est différent des ondes dont on a l'habitude ?

L'impédance c'est quoi ?

Le terme d'énergie potentielle vient d'où physiquement ?